

บทที่ 3

การทดลอง

วัตถุประสงค์

ส้มเขียวหวาน (*Citrus reticulata* blanco) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 6 เซนติเมตร
เปลือกสีเหลืองอมเขียว

ส้มฟร็อมงต์ (Fremont) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 6 เซนติเมตร เปลือกสีส้มแดง

สารเคมี

สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีเป็นเกรดสำหรับวิเคราะห์

กรดซัลฟูริก

โซเดียมไฮดรอกไซด์

กรดบอริก

Selenium reagent mixture

เมทิล เรด (methyl red)

โบรโมครีซอล กรีน (bromocresol green)

กรดไฮโดรคลอริก

ปิโตรเลียม อีเทอร์

เอทานอล 95 % (Commercial grade)

อะซิโตน

โซเดียมคาร์บอเนต

โพแทสเซียม โซเดียม ทาร์เทต

คอปเปอร์ซัลเฟต

โซเดียมไบคาร์บอเนต

โพแทสเซียม ไอโอดายด์

โพแทสเซียม ไอโอดेट

โพแทสเซียม ออกซาเลต

โซเดียมไทโอซัลเฟต
 โฟแทสเซียมโครเมต
 Soluble starch (Univar)
 โซเดียมซัลเฟต
 เบต้า-แคโรทีน

สารเคมีที่ใช้ในการผลิตโยอาหารผง

โซเดียมไฮดรอกไซด์
 โซเดียมไบคาร์บอเนต
 โซเดียมคาร์บอเนต
 แคลเซียมคาร์บอเนต
 เอรานอล 95 % (Commercial grade)

อุปกรณ์

ชุดวิเคราะห์ปริมาณไขมัน(Soxlet Apparatus, Gerhardt)
 ชุดวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน(Kjeldatherm and Vapodest I, Gerhardt, KT 85)
 เครื่องชั่งทศนิยม2 ตำแหน่ง (Sartorius, BP 3100 S)
 เครื่องชั่งทศนิยม4 ตำแหน่ง (AND, HR-200)
 รีแฟรคโตมิเตอร์(Atago, 1A)
 เตาเผา (Isotemp, FT01/138)
 เครื่องบดอาหารสด(National, MX-T110 PN)
 เครื่องบดอาหารแห้ง(Phillip, HR1841, China)
 เตาให้ความร้อน (Coming, PC-320)
 ตู้อบ (WTB Binder, E-53, Germany)
 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Julabo, SW 23, Germany)
 เครื่องวัดสี(Minolta, CR 300, Japan)
 Spectrophptometer (JAS.CO, V-530, Japan)
 เครื่องวัดความเป็นกรดต่าง (Horiba, F-21)
 เครื่องวัดwater activity (Novasina, TH-500, Switzerland)

เครื่องหมุนเหวี่ยง(Heraeus Christ Medifuge)

Pneumatic press (ภาคผนวก ข)

ตู้อบลมร้อน (เหยี่ยวเฮง, HA-100S, ประเทศไทย)

ตู้อบสุญญากาศ (Hotpack, 273600, USA)

เครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง(Heto, Dry Winner 8, Denmark)

Electron Scanning Microscope (JAOL 5410 LV, Akissima, Tokyo, Japan)

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 สมบัติทางกายภาพและเคมีของวัตถุดิบ

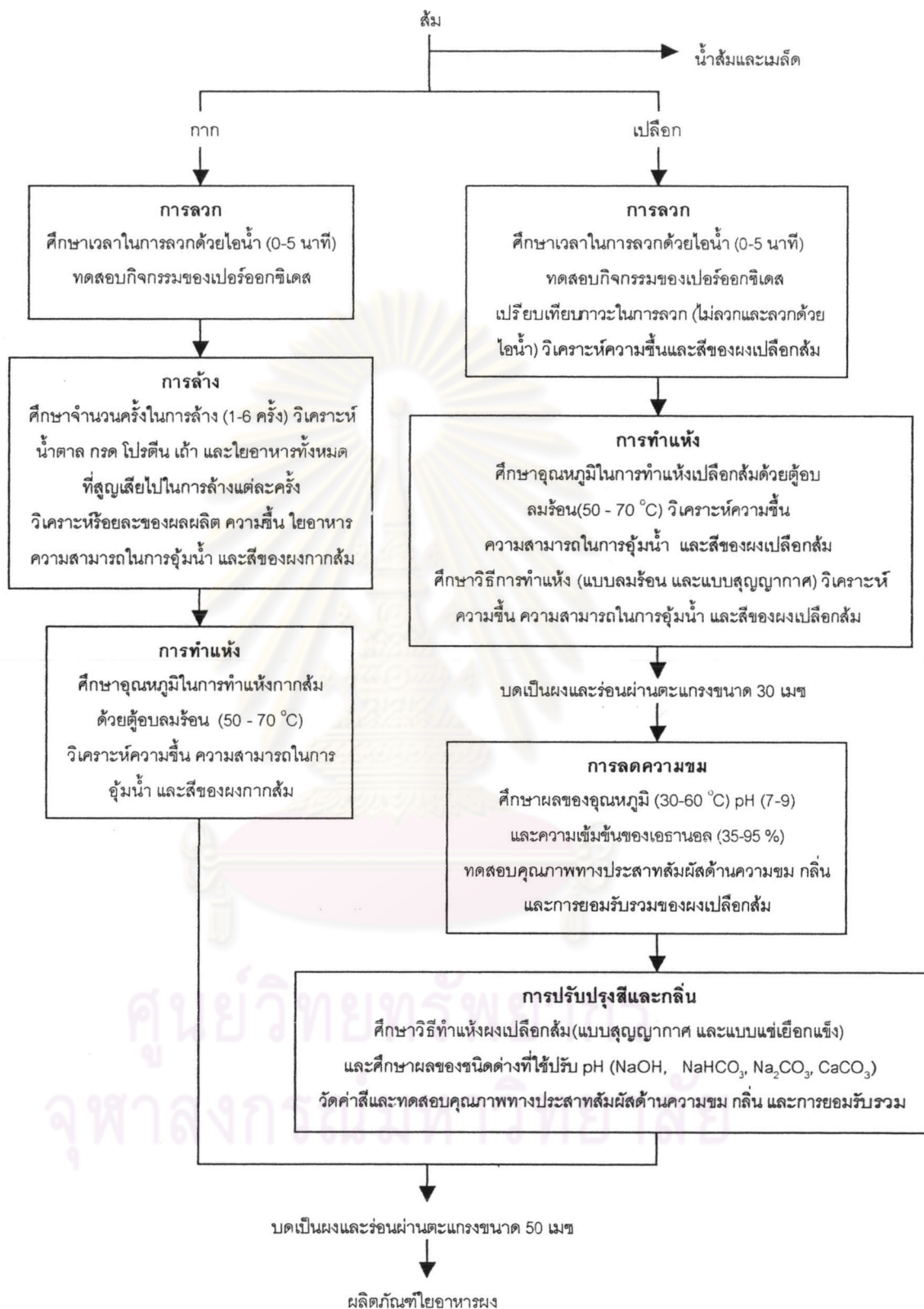
3.1.1 การเตรียมและลักษณะทางกายภาพและเคมีของวัตถุดิบ

ส้มเขียวหวานและส้มฟรีเมองต์แต่ละชุดที่นำมาใช้ในการทดลอง นำมาล้างทำความสะอาด ชั่งน้ำหนักเฉลี่ยต่อผล วัสดุของเปลือกส้มเป็นค่า L , a , b ด้วยเครื่องวัดสี นำผลส้มมาปอกเปลือกออก ฝานเนื้อส้มออกเป็นสองซีก คั้นน้ำและแยกเมล็ดออกจากกากส้ม แล้วบีบน้ำออกจากกากส้มอีกครั้งด้วย pneumatic press ที่ความดัน 100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ส่วนของเปลือกส้มนำมาตัดเป็นชิ้นขนาด 1×1 ตารางเซนติเมตร วัดความหนาของเปลือกด้วยเวอร์เนีย วัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำส้มด้วย รีเฟรคโตมิเตอร์ และวิเคราะห์ปริมาณกรดตามวิธี AOAC (1995) (ภาคผนวก ก.8) หาอัตราส่วนของเปลือก กาก น้ำส้ม และเมล็ด ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3.1.2 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ

นำกากและเปลือกส้มที่เตรียมตามวิธีในข้อ 3.1.1 มาวิเคราะห์องค์ประกอบโดยประมาณ ได้แก่ ความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า และใยอาหารทั้งหมด ตามวิธี AOAC (1995, ภาคผนวก ก.) วิเคราะห์ 3 ซ้ำ

3.2 การผลิตใยอาหารผงจากส้ม



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการศึกษาภาวะที่เลือกใช้ในการผลิตใยอาหารผงจากกากและเปลือกส้ม

3.2.1 ศึกษาภาวะที่ใช้ในการผลิตใยอาหารผงจากกากส้ม

ในการศึกษาภาวะในการผลิตใยอาหารผงจากกากส้มนั้น ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ คือ มีปริมาณใยอาหารและความสามารถในการอุ้มน้ำสูง ไม่มีกลิ่น และรสขม

3.2.1.1 หาระยะเวลาที่สั้นที่สุดในการลวกกากส้มด้วยไอน้ำ

เนื่องจากในกากส้มมีเอนไซม์บางชนิดซึ่งมีผลต่อคุณภาพของใยอาหารผง เช่น เพคตินเนสซึ่งจะไปย่อยเพคติน (Barrett และ Theerakulkait, 1995) และการเกิดลิโมนินซึ่งเป็นสารให้รสขมถูกเหนี่ยวมาได้โดยเอนไซม์(Rouseff, 1982) ดังนั้นจึงต้องมีการลวกกากส้มเพื่อยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์โดยใช้เปอร์ออกซิเดสเป็นดัชนีในการบอกถึงการยับยั้งเอนไซม์ดังกล่าว เนื่องจากเป็นเอนไซม์ที่ทนความร้อน (Fellows, 1990)

นำกากส้มที่เตรียมตามวิธีในข้อ 3.1.1 มาลวกด้วยไอน้ำ แปรเวลาในการลวกเป็น 0 1 2 3 4 และ 5 นาที ควบเวลานำมาแช่ในน้ำเย็นที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสทันที โดยใช้อัตราส่วนกากส้มต่อน้ำเป็น 1:3 แช่เป็นเวลา 30 วินาที นำขึ้นใส่ตะแกรงสะเด็ดน้ำนาน 5 นาที

ประเมินผลโดย ทดสอบกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสตามวิธีของ Ranganna (1978, ภาคผนวก ก.12) เลือกเวลาที่สั้นที่สุดในการลวกที่ไม่มีกิจกรรมของเอนไซม์เหลืออยู่เพื่อศึกษาในขั้นต่อไป

3.2.1.2 ศึกษาจำนวนครั้งที่เลือกในการล้างกากส้ม

เนื่องจากในกากส้มมีน้ำส้มปนอยู่มากจึงมีปริมาณน้ำตาลมากด้วย ดังนั้นจึงต้องกำจัดน้ำตาลออกจากส่วนของใยอาหารเพื่อให้ได้ใยอาหารที่มีความบริสุทธิ์มากขึ้น การกำจัดน้ำตาลออกจากกากส้มทำได้โดยการล้างด้วยน้ำ ดังนั้นจึงศึกษาจำนวนครั้งในการล้างกากส้มโดยเลือกจำนวนครั้งในการล้างน้อยครั้งที่สุดที่ให้ใยอาหาร ความสามารถในการอุ้มน้ำ และร้อยละของผลผลิตสูง

เตรียมตัวอย่างโดยเลือกภาวะที่ดีที่สุดจากข้อ 3.2.1.1 แปรจำนวนครั้งในการล้างเป็น 1 2 3 4 5 และ 6 ครั้ง โดยใช้กากส้มต่อน้ำล้างเป็น 1 : 3 (w/v) ควบตลอดเวลาเป็นเวลา 5 นาที กรองน้ำออกด้วยผ้าขาวบาง 5 นาที ทำซ้ำจนครบจำนวนครั้ง นำมาบีบน้ำออกอีกครั้งด้วย pneumatic press ที่ความดัน 100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง บดเป็นผงด้วยเครื่องบดอาหารแห้ง เป็นเวลา 1 นาที ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 50 เมช

วิเคราะห์ปริมาณกรด น้ำตาล โปรตีน ไขมัน และใยอาหารทั้งหมดที่สูญเสียไปในการล้างแต่ละครั้ง ตามวิธี AOAC (1995, ภาคผนวก ก.)

ประเมินผลการทดลองจาก ค่าร้อยละของผลผลิต (%yield) โดยน้ำหนักแห้ง จากน้ำหนักแห้งของกากส้มเริ่มต้นและน้ำหนักแห้งของผงกากส้มที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 50 เมช ความชื้นและใยอาหารทั้งหมด ตามวิธี AOAC (1995) ความสามารถในการอุ้มน้ำ ด้วยวิธีที่ดัดแปลงจาก AACC Methods Manual (1983) และ Sosulski และคณะ (1976, ภาคผนวก ก.12) สีวัดเป็นค่า L, a, b ด้วยเครื่องวัดสี วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

3.2.1.3 ศึกษาอุณหภูมิที่เลือกในการทำแห้งกากส้มด้วยตู้อบลมร้อน

เนื่องจากการทำแห้งมีผลต่อเนื้อสัมผัส กลิ่นรส กลิ่น สี และการดูดน้ำกลับของอาหาร โดยทั่วไปอัตราการแห้งที่เร็วและอุณหภูมิในการทำแห้งสูง เป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมากกว่าการใช้อัตราการแห้งปานกลางและอุณหภูมิในการทำแห้งต่ำ (Fellows, 1990) ดังนั้นจึงศึกษาอุณหภูมิในการทำแห้งกากส้มด้วยตู้อบลมร้อนที่ให้ผงกากส้มที่มีสมบัติทางกายภาพและเคมีที่ดีที่สุด

เตรียมกากส้มที่ผ่านการล้างซึ่งให้สมบัติของผงกากส้มที่ดีที่สุดตามวิธีในข้อ 3.2.1.2 มาทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน โดยแปรอุณหภูมิในการทำแห้งเป็น 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส อบจนกากส้มมีความชื้นประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ บดเป็นผงด้วยเครื่องบดอาหารแห้ง เป็นเวลา 1 นาที ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 50 เมช

ประเมินผลการทดลองจาก ความชื้น ตามวิธี AOAC (1995) ความสามารถในการอุ้มน้ำ ด้วยวิธีที่ดัดแปลงจาก AACC Methods Manual (1983) และ Sosulski และคณะ (1976) สีวัดเป็นค่า L, a, b ด้วยเครื่องวัดสี วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design ทดลอง 4 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

3.2.2 ศึกษาภาวะที่ตีในการผลิตใยอาหารผงจากเปลือกส้ม

ในการศึกษาการผลิตใยอาหารผงจากเปลือกส้ม ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ คือ มีปริมาณใยอาหารและความสามารถในการอุ้มน้ำสูง รวมทั้งมีสีและกลิ่นส้ม โดยไม่มีรสขม

3.2.2.1 หาระยะเวลาที่สั้นที่สุดในการลวกเปลือกส้มด้วยไอน้ำ

การศึกษาภาวะในการลวก มีวัตถุประสงค์ในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เช่นเดียวกับการศึกษาในกากส้ม นอกจากนี้การลวกยังช่วยรักษาสีด้วย (Barrett และ Theerakulkait, 1995) ดังนั้นจึงศึกษาเวลาที่สั้นที่สุดในการลวกและผลของการลวกต่ออาการคงสภาพสีของผงเปลือกส้ม

นำเปลือกส้มที่เตรียมตามวิธีในข้อ 3.1.1 มาลวกด้วยไอน้ำ แปรเวลาในการลวกเป็น 0 1 2 3 4 และ 5 นาที ครบเวลานำมาแช่ในน้ำเย็นที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสทันที โดยใช้อัตราส่วนเปลือกส้มต่อน้ำเป็น 1:3 แช่เป็นเวลา 30 วินาที นำขึ้นใส่ตะแกรงสะเด็ดน้ำนาน 5 นาที

ประเมินผลโดย ทดสอบกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสตามวิธีของ Ranganna (1978) เลือกเวลาที่สั้นที่สุดในการลวกที่ไม่มีกิจกรรมของเอนไซม์เหลืออยู่ไปศึกษาต่อ

แปรภาวะในการลวกเป็นไม่ลวก และลวกด้วยไอน้ำตามเวลาข้างต้น ทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง บดเป็นผงด้วยเครื่องบดอาหารแห้ง เป็นเวลา 1 นาที ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 50 เมช

ประเมินผลการทดลองจากปริมาณความชื้น ตามวิธี AOAC (1995) และสีวัดเป็นค่า L, a, b ด้วยเครื่องวัดสี วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design ทดลอง 6 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

3.2.2.2 ศึกษาภาวะที่ดีในการทำแห้งเปลือกส้ม

การศึกษาภาวะในการทำแห้งเปลือกส้มมีหลักการและเหตุผลเช่นเดียวกับการทำแห้งกากส้ม แต่เนื่องจากลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ต้องการจะเน้นที่สีของผลิตภัณฑ์ด้วย ดังนั้นจึงศึกษาผลของวิธีทำแห้งแบบลมร้อนเปรียบเทียบกับแบบสุญญากาศด้วย เลือกภาวะที่ให้ผงเปลือกส้มที่มีสีเหลืองคงสภาพอยู่มากที่สุดและมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง

3.2.2.2.1 ศึกษาอุณหภูมิที่เลือกในการทำแห้งเปลือกส้มด้วยลมร้อน

เตรียมเปลือกส้มจากข้อ 3.2.2.1 โดยเลือกเวลาในการลวกสั้นที่สุดในการลวกที่ไม่มีกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสเหลืออยู่ มาทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน โดยแปรอุณหภูมิในการทำแห้งเป็น 50 60 และ

70 องศาเซลเซียส อบจนเปลือกส้มมีความชื้นประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ บดเป็นผงด้วยเครื่องบดอาหารแห้ง เป็นเวลา 1 นาที ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 50 เมช

ประเมินผลการทดลองจาก ปริมาณความชื้น ตามวิธี AOAC (1995) ความสามารถในการอุ้มน้ำ ด้วยวิธีที่ดัดแปลงจาก AACC Methods Manual (1983) และ Sosulski และคณะ (1976) สีวัด เป็นค่า L, a, b ด้วยเครื่องวัดสี วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design ทดลอง 4 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

3.2.2.2 ศึกษาวิธีที่เลือกในการทำแห้งเปลือกส้ม

เตรียมเปลือกส้มตามข้อ 3.2.2.1 แปรวิธีการทำแห้งเป็น การทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน และการทำแห้งด้วยตู้อบสุญญากาศ อุณหภูมิในการทำแห้งเลือกอุณหภูมิที่ให้สมบัติของผงเปลือกส้มที่ดีที่สุด จากข้อ 3.2.2.1 อบจนเปลือกส้มมีความชื้นประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ บดเป็นผงด้วยเครื่องบดอาหารแห้ง เป็นเวลา 1 นาที ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 50 เมช

ประเมินผลการทดลองจาก ปริมาณความชื้น ตามวิธี AOAC (1995) ความสามารถในการอุ้มน้ำ ด้วยวิธีที่ดัดแปลงจาก AACC Methods Manual (1983) และ Sosulski และคณะ (1976) สีวัด เป็นค่า L, a, b ด้วยเครื่องวัดสี วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design ทดลอง 6 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

3.2.2.3 ศึกษาภาวะที่เลือกในการลดสารระเหยในผงเปลือกส้ม

เปลือกส้มที่อบแห้งและบดเป็นผงแล้วนั้น มีรสขมมาก ไม่สามารถจะนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ใดๆ ได้ ดังนั้นจึงต้องกำจัดสารที่ให้รสขมในผงเปลือกส้มออกก่อน เนื่องจากผงเปลือกส้มมีลักษณะเป็นของแข็งจึงใช้วิธีการกำจัดความขมโดยใช้ตัวทำละลาย เมื่อพิจารณาสมบัติของสารระเหยในส้ม ได้แก่ เฟลโวนอยด์และ ลิโมนอยด์ พบว่า เฟลโวนอยด์สามารถละลายได้ในน้ำและแอลกอฮอล์ ส่วนลิโมนอยด์ละลายน้ำได้เล็กน้อยและละลายในแอลกอฮอล์ (Rouseff, 1982) ซึ่ง Altomare (1985) กำจัดความขมในอัลบิโดของผลไม้สกุลส้มเพื่อผลิตสารเพิ่มเนื้อ (bulking agent) โดยการล้างด้วยน้ำและการสกัดด้วยแอลกอฮอล์ ดังนั้นจึงทดลองลดความขมในผงเปลือกส้มโดยวิธีการสกัดด้วยน้ำและ

แอลกอฮอล์ และเนื่องจากอุณหภูมิและ pH มีผลต่อการเกิดลิโมนิน (Rouseff, 1982) ดังนั้นในการสกัดด้วยน้ำจึงศึกษาผลของอุณหภูมิและ pH ด้วย

เตรียมผงเปลือกส้ม โดยเลือกวิธีที่ดีที่สุดในการทำแห้งจากข้อ 3.2.2.2 ร่อนผงเปลือกส้มผ่านตะแกรงขนาด 30 เมช เก็บในถุง Aluminium foil ปิดผนึกแบบสุญญากาศเก็บที่อุณหภูมิ -4 องศาเซลเซียส

3.2.2.3.1 ผลของอุณหภูมิต่อการลดสารรสขมในผงเปลือกส้ม

ทำการทดลองโดยนำผงเปลือกส้มที่เตรียมไว้มาเติมน้ำกลั่น ใช้ปริมาณผงเปลือกส้มต่อน้ำกลั่นเป็น 1 : 50 โดยน้ำหนัก กวนผสมให้กระจายตัว แช่ใน water bath แปรอุณหภูมิของตัวอย่างเป็น 30 40 50 และ 60 องศาเซลเซียส กวนเป็นเวลา 30 นาที กรองผ่านกระดาษกรอง (Whatman No.4) นำตัวอย่างไปทำแห้งด้วยตู้อบสุญญากาศอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง บดเป็นผงด้วยเครื่องบดอาหารแห้ง เป็นเวลา 1 นาที ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 50 เมช

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความพอใจต่อระดับความขม กลิ่น และการยอมรับรวมของผงเปลือกส้มที่ผ่านการสกัดเปรียบเทียบกับที่ไม่ผ่านการสกัด ใช้แบบทดสอบแบบ Scaling (ภาคผนวก ข.2) ใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนจำนวน 12 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

3.2.2.3.2 ผลของ pH ต่อการลดสารรสขมในผงเปลือกส้ม

ทำการทดลองโดยนำผงเปลือกส้มที่เตรียมไว้มาเติมน้ำกลั่น กวนผสมให้กระจายตัว ปรับ pH ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 N ใช้ปริมาณผงเปลือกส้มต่อสารละลายเป็น 1 : 50 โดยน้ำหนัก แปร pH ของตัวอย่างเป็น 7 8 และ 9 กวนเป็นเวลา 30 นาที กรองผ่านกระดาษกรอง (Whatman No.4) ล้างตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นจนสารละลายที่กรองได้มี pH ประมาณ 7 นำตัวอย่างไปทำแห้งด้วยตู้อบสุญญากาศอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง บดเป็นผงด้วยเครื่องบดอาหารแห้ง เป็นเวลา 1 นาที ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 50 เมช

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความพอใจต่อระดับความขม กลิ่น และการยอมรับรวมของผงเปลือกส้มที่ผ่านการสกัดเปรียบเทียบกับที่ไม่ผ่านการสกัด ใช้แบบทดสอบแบบ Scaling (ภาคผนวก ข.2) ใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนจำนวน 12 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized

Complete Block Design ทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

3.2.2.3.3 ผลของความเข้มข้นของเอธานอลต่อการลดสารพิษในผงเปลือกส้ม

ทำการทดลองโดยนำผงเปลือกส้มที่เตรียมไว้มาแช่ในเอธานอล แปรความเข้มข้นของเอธานอล เป็น 35 55 75 และ 95 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ใช้ปริมาณผงเปลือกส้มต่อเอธานอลเป็น 1 : 50 โดยปริมาตร กวนผสมให้กระจายตัว แล้วทำตามวิธีเช่นเดียวกับข้อ 3.2.2.3.2

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความพอใจต่อระดับความขม กลิ่น และการยอมรับรวมของผงเปลือกส้มที่ผ่านการสกัดเปรียบเทียบกับที่ไม่ผ่านการสกัด ใช้แบบทดสอบแบบ Scaling (ภาคผนวก ข.2) ใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนจำนวน 12 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

3.2.2.3.4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดสารพิษในผงเปลือกส้ม

ทำการทดลองโดยเตรียมตัวอย่างตามภาวะที่ได้ระดับคะแนนทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดจาก ข้อ 3.2.2.3.1 – 3.2.2.3.3

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความพอใจต่อระดับความขม กลิ่น และการยอมรับรวมของผงเปลือกส้ม ใช้แบบทดสอบแบบ Scaling (ภาคผนวก ข.2) ใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนจำนวน 12 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

3.2.2.4 ภาวะที่เลือกใช้ในการปรับปรุงสีและกลิ่นของผงเปลือกส้ม

เนื่องจากผงเปลือกส้มที่ผ่านขั้นตอนการลดความขมจากข้อ 3.2.2.3 มีสีอ่อนกว่าผงเปลือกส้มก่อนการสกัดมาก และไม่มีกลิ่นส้มเหลืออยู่ จึงต้องมีการปรับปรุงสีเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีเหลืองและมีกลิ่นส้ม

3.2.2.4.1 วิธีที่เลือกในการทำแห้งผงเปลือกส้ม

เนื่องจากผงเปลือกส้มหลังการสกัดเพื่อลดความขมมีสีเข้มกว่าผงเปลือกส้มหลังการทำแห้งด้วยตู้อบสุญญากาศ ดังนั้นจึงศึกษาการปรับปรุงสีและกลิ่นของผงเปลือกส้มโดยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งเปรียบเทียบกับการทำแห้งแบบสุญญากาศ

เตรียมผงเปลือกส้มโดยเลือกภาวะที่ดีที่สุดในการลดความขมของผงเปลือกส้มจากข้อ 3.2.2.3 แปรวิธีการทำแห้ง เป็น การทำแห้งแบบสุญญากาศอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (อุณหภูมิ condenser ต่ำกว่า -40 องศาเซลเซียส ความดันต่ำกว่า 0.5 hPa) บดเป็นผงด้วยเครื่องบดอาหารแห้ง เป็นเวลา 1 นาที ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 50 เมช

ประเมินผลการทดลอง โดยวัดสีเป็นค่า L, a, b ด้วยเครื่องวัดสี วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design ทดลอง 6 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความพอใจต่อระดับความขม กลิ่น และการยอมรับรวมของผงเปลือกส้ม ใช้แบบทดสอบแบบ Scaling (ภาคผนวก ข.2) ใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนจำนวน 12 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

3.2.2.4.2 ชนิดของสารละลายต่างๆที่เลือกในการปรับ pH

เนื่องจากในการสกัดเพื่อลดความขมของผงเปลือกส้มมีการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ในการปรับ pH ซึ่งการปรับ pH เพื่อลดความขมอาจทำได้โดยใช้ต่างชนิดต่างๆ เช่น โซเดียมคาร์บอเนต โซเดียมไฮดรอกไซด์ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Swisher, 1958) ดังนั้นจึงทดลองประเมินผลของต่างชนิดต่างๆ ต่อลักษณะทางกายภาพของโยอาหารผงจากเปลือกส้ม

เตรียมผงเปลือกส้มตามวิธีในข้อ 3.2.2.3 แปรชนิดของด่างที่ใช้ ได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมไบคาร์บอเนต โซเดียมคาร์บอเนต และแคลเซียมคาร์บอเนต ทำแห้งผงเปลือกส้มตามวิธีในข้อ 3.2.2.4.1 บดเป็นผงด้วยเครื่องบดอาหารแห้ง เป็นเวลา 1 นาที ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 50 เมช

ประเมินผลการทดลอง โดยวัดสีเป็นค่า L, a, b ด้วยเครื่องวัดสี วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design ทดลอง 4 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความพอใจต่อระดับความขม กลิ่น และการยอมรับรวมของผงเปลือกส้ม ใช้แบบทดสอบแบบ Scaling (ภาคผนวก ข.2) ใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนจำนวน 12 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)

จากภาวะการผลิตโยอาหารผงจากกากและเปลือกส้มที่ศึกษาได้ประเมินร้อยละของผลผลิตจากกระบวนการผลิตดังกล่าว

3.3 สมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์โยอาหารผง

3.3.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์โยอาหารผง

เตรียมผลิตภัณฑ์โยอาหารผงจากกากและเปลือกส้มตามวิธีการผลิตในข้อ 3.2 นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบโดยประมาณ ได้แก่ ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า โยอาหารที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ และแคลโรทีนอยด์ทั้งหมด ตามวิธี AOAC (1995, ภาคผนวก ก.) วิเคราะห์ 3 ซ้ำ

3.3.2 ตรวจสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์โยอาหารผง

เตรียมผลิตภัณฑ์โยอาหารผงจากกากและเปลือกส้มตามวิธีการผลิตในข้อ 3.2 นำมาศึกษาสมบัติต่างๆ ดังนี้ วัดค่าสีเป็น L, a, b ด้วยเครื่องวัดสี ค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง โดยเตรียมโยอาหารผงความเข้มข้น 10 % (w/v) ค่า water activity (Aw) ด้วยเครื่องวัดค่า Aw ค่า bulk density ด้วยวิธีที่ดัดแปลงจาก Parrott และ Thrall (1978, ภาคผนวก ก.15) ความสามารถในการอุ้มน้ำด้วยวิธีที่ดัดแปลงจาก AACC Methods Manual (1983) และ Sosulski และคณะ (1976) ความสามารถในการอุ้มน้ำมัน ด้วยวิธีที่ดัดแปลงจาก Sathe และ Salunkhe (1981, ภาคผนวก ก.14) ทดลอง 3 ซ้ำ

3.3.3 ผลของขนาดอนุภาคต่อความสามารถในการอุ้มน้ำ

นำผลิตภัณฑ์โยอาหารผงจากกากและเปลือกส้มมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช ได้เป็นผลิตภัณฑ์โยอาหารผงชนิดหยาบ (ขนาด 50 - 100 เมช) กับชนิดละเอียด (ขนาดเล็กกว่า 100 เมช) นำผลิตภัณฑ์ทั้งสองชนิดมาวัดความสามารถในการอุ้มน้ำ ด้วยวิธีที่ดัดแปลงจาก AACC Methods Manual (1983) และ Sosulski และคณะ (1976)

3.3.4 ตรวจสอบลักษณะอนุภาคและพื้นผิวของผลิตภัณฑ์โยอาหารผง

เตรียมผลิตภัณฑ์โยอาหารผงจากกากและเปลือกส้มเช่นเดียวกับข้อ 3.3.3 ตรวจสอบลักษณะอนุภาคและพื้นผิว ด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM)

3.4 การใช้ผลิตภัณฑ์โยอาหารผงในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนมอบ

ทดลองใช้ผลิตภัณฑ์โยอาหารผงที่ผลิตได้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ เนื่องจากปกติผลิตภัณฑ์ขนมอบบางชนิดมีการใช้สารปรุงแต่งสีและกลิ่นรสสัมผัส ซึ่งมักเป็นสารสังเคราะห์ ดังนั้นจึงทดลองใช้โยอาหารผงจากเปลือกส้มเพื่อเพิ่มปริมาณโยอาหาร สีและกลิ่นสัมผัสในผลิตภัณฑ์เค้กถ้วย

ทำการทดลองเสริมโยอาหารผงจากกากส้มพร้อมอดิ และเปลือกส้มเขียวหวานในผลิตภัณฑ์เค้กถ้วย โดยใช้สูตรต้นแบบของ กลางเบเกอรี่ (2541, ภาคผนวก ค.) โดยแทนปริมาณโยอาหารผงแทนส่วนของแป้ง แปรรูปปริมาณโยอาหารผงในสูตรเป็น 0 2 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ของแป้งในสูตร

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความพอใจต่อระดับสี เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์เค้กถ้วยเสริมโยอาหารผงจากกากส้ม และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความพอใจต่อระดับสี กลิ่น ความขม เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม ของผลิตภัณฑ์เค้กถ้วยเสริมโยอาหารผงจากเปลือกส้ม ใช้แบบทดสอบแบบ Scaling (ภาคผนวก ข.3 และ ข.4) ใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนจำนวน 12 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1985)