

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 สัมไอ	5
2.2 องค์ประกอบทางเคมีของกากพืชตระกูลส้มและ สารให้รสขมในพืชตระกูลส้ม	12
2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณสารให้รสขม	15
2.4 การลดความขม	16
2.5 เส้นใยอาหาร	18
2.6 กระบวนการการผลิตเส้นใยอาหารผง	35
2.7 ไอศกรีม	41

	หน้า
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	60
3.1 วัสดุดิบ	60
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์	60
3.3 สารเคมีและเอนไซม์	63
3.4 วิธีการวิจัย	65
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	73
4.1 สภาวะที่เหมาะสมในการลดความขมจากเปลือกในส้มโอ	73
4.2 ผลของความเร็วและระยะเวลาในการบดเปลือกที่มีต่อสมบัติของเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอ	81
4.3 ผลของปริมาณเส้นใยอาหารผงและการโฮโมจิไนซ์ส่วนผสมไอศกรีมต่อคุณภาพของไอศกรีมนมเสริมเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอ	101
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	122
5.1 สรุปผลการทดลอง	122
5.2 ข้อเสนอแนะ	124
เอกสารอ้างอิง	125
ภาคผนวก	140
ภาคผนวก ก รูปภาพประกอบการทดลอง	141
ภาคผนวก ข วิธีวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ	147
ภาคผนวก ค วิธีวิเคราะห์สมบัติทางเคมี	158
ภาคผนวก ง การคำนวณส่วนผสมในการผลิตไอศกรีม	173
ภาคผนวก จ แบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส	180
ประวัติผู้เขียน	183

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ปริมาณการผลิตส้มโอทั้งประเทศปี พ.ศ. 2550-2552	10
2.2 ปริมาณการค้าส้มโอทั้งประเทศปี พ.ศ. 2550-2552	10
2.3 คุณค่าทางโภชนาการของส้มโอต่อน้ำหนัก 100 กรัม	11
2.4 องค์ประกอบทางเคมีของของเหลือจากพืชตระกูลส้ม	12
2.5 กระบวนการผลิตเพื่อให้ได้เส้นใยอาหารปริมาณสูง	37
2.6 ส่วนประกอบทางเคมีของไอศกรีมชนิดต่าง ๆ (ต่อ 100 กรัมที่บริโภคได้)	43
2.7 ค่าการขึ้นฟู (overrun) ของผลิตภัณฑ์นมแช่แข็งชนิดต่าง ๆ	44
2.8 เวลาและอุณหภูมิสำหรับวิธีการพาสเจอร์ไรซ์ไอศกรีมแบบต่าง ๆ	52
3.1 แผนการทดลองแบบ Central Composite ในการลดความขมจากเปลือกในส้มโอ	66
3.2 ส่วนผสมโดยน้ำหนักในการผลิตไอศกรีมนม	70
4.1 ตัวแปรห้ำสและตัวแปรจริงที่ใช้ในการทดลอง	73
4.2 ปริมาณนารินจินและลิโมนินที่คงเหลือในเปลือกในส้มโอ (mg/100 g)	74
4.3 สัมประสิทธิ์ และการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบจำลองค่าตอบสนองของปริมาณนารินจินและลิโมนินที่คงเหลือในเปลือกในส้มโอ (mg/ 100 g)	75
4.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเปลือกในส้มโอที่ผ่านการลดความขม	80
4.5 ผลของความเร็วและระยะเวลาในการบดเปียกที่มีต่อค่าสีของเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอ	83
4.6 ผลของความเร็วและระยะเวลาในการบดเปียกที่มีต่อปริมาณเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอที่ผลิตได้	84
4.7 ผลของความเร็วและระยะเวลาในการบดเปียกที่มีต่อค่าความสามารถในการอุ้มน้ำและน้ำมันของเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอ	87
4.8 ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเส้นใยอาหารผงจากแหล่งต่าง ๆ	88
4.9 ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำมันของเส้นใยอาหารผงจากแหล่งต่าง ๆ	88

ตาราง	หน้า
4.10 ผลของความเร็วและระยะเวลาในการบดเปียกที่มีต่อค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ของเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอ	95
4.11 ผลของความเร็วและระยะเวลาในการบดเปียกที่มีต่อปริมาณความชื้นและความเป็นกรด-ด่างของเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอ	96
4.12 ผลของความเร็วและระยะเวลาในการบดเปียกที่มีต่อปริมาณเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ และเส้นใยอาหารทั้งหมดของเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอ	98
4.13 ปริมาณเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ และเส้นใยอาหารทั้งหมดของเส้นใยอาหารผงจากแหล่งต่างๆ	99
4.14 สมบัติด้านต่างๆ ของเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอระหว่างสถานะที่ให้คุณภาพของเส้นใยอาหารผงที่ดีที่สุดกับสถานะที่เลือกใช้ในการผลิตเส้นใยอาหารผง	100
4.15 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำทั้งหมดและความหนืดปรากฏของไอศกรีมนมเสริมเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอเปรียบเทียบกับไอศกรีมนมสูตรควบคุม	102
4.16 ค่าการขึ้นฟู อัตราการละลาย และความแน่นเนื้อของไอศกรีมนมเสริมเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอเปรียบเทียบกับไอศกรีมนมสูตรควบคุม	104
4.17 ค่าโมดูลัสสะสม ค่าโมดูลัสสูญหาย และค่า loss tangent ของไอศกรีมนมเสริมเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอเปรียบเทียบกับไอศกรีมนมสูตรควบคุม	107
4.18 ค่าความหนืดเชิงซ้อนของไอศกรีมนมเสริมเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอเปรียบเทียบกับไอศกรีมนมสูตรควบคุม	109
4.19 สมบัติทางเคมีของไอศกรีมนมเสริมเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอเปรียบเทียบกับไอศกรีมนมสูตรควบคุม	110
4.20 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมนมเสริมเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอเปรียบเทียบกับไอศกรีมนมสูตรควบคุม	114
4.21 สมบัติทางกายภาพของส่วนผสมไอศกรีมทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านการโฮโมจิไนซ์	116

ตาราง	หน้า
4.22 ค่าโมดูลัสสะสม ค่าโมดูลัสสูญหาย และค่า loss tangent ของไอศกรีมนม เสริมเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านการไฮโมจิไนซ์	118
4.23 ค่าความหนืดเชิงซ้อนของไอศกรีมนมเสริมเส้นใยอาหารผงจากเปลือกใน ส้มโอทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านการไฮโมจิไนซ์	119
4.24 สมบัติทางเคมีของไอศกรีมนมเสริมเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอ ทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านการไฮโมจิไนซ์	120
4.25 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมนมเสริมเส้นใยอาหารผงจากเปลือก ในส้มโอทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านการไฮโมจิไนซ์	121

สารบัญภาพ

รูป	หน้า	
2.1	ลักษณะรูปทรงผลของส้มโอ	6
2.2	ส่วนประกอบและภาพตัดขวางของผลส้มโอ	6
2.3	โครงสร้างทางเคมีของลิโมนิน (limonin)	13
2.4	โครงสร้างทางเคมีของนารินจิน (naringin)	14
2.5	โครงสร้างทางเคมีของเบต้ากลูแคน (beta-glucan)	20
2.6	โครงสร้างทางเคมีของเพคติน (pectin)	21
2.7	โครงสร้างทางเคมีของเซลลูโลส (cellulose)	22
2.8	โครงสร้างทางเคมีของเฮมิเซลลูโลส (hemicellulose)	22
2.9	โครงสร้างทางเคมีของลิกนิน (lignin)	23
2.10	รูปจำลองอิมัลชันในอาหารชนิดน้ำมันในน้ำ (oil in water emulsion)	42
2.11	โครงสร้างภายในของไอศกรีม	42
2.12	เส้นกราฟการละลายของไอศกรีมที่มีไขมัน 8, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์	46
2.13	กระบวนการผลิตไอศกรีม	50
3.1	กระบวนการผลิตเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอ	68
3.2	กระบวนการผลิตไอศกรีมนม	71
4.1	พื้นที่ตอบสนองของปริมาณนารินจินที่คงเหลือในเปลือกในส้มโอ (mg/ 100 g)	77
4.2	พื้นที่ตอบสนองของปริมาณลิโมนินที่คงเหลือในเปลือกในส้มโอ (mg/ 100 g)	79
4.3	เส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอที่บดเปียกด้วยความเร็วระดับต่ำ นาน 1 นาที	89
4.4	เส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอที่บดเปียกด้วยความเร็วระดับต่ำ นาน 3 นาที	90
4.5	เส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอที่บดเปียกด้วยความเร็วระดับต่ำ นาน 5 นาที	90

รูป	หน้า
4.6 เส้นใยอาหารผงจากเปลือกในสั้มนโอที่บดเป็ยกด้วยความเร็วระดับกลาง นาน 1 นาที	91
4.7 เส้นใยอาหารผงจากเปลือกในสั้มนโอที่บดเป็ยกด้วยความเร็วระดับกลาง นาน 3 นาที	91
4.8 เส้นใยอาหารผงจากเปลือกในสั้มนโอที่บดเป็ยกด้วยความเร็วระดับกลาง นาน 5 นาที	92
4.9 เส้นใยอาหารผงจากเปลือกในสั้มนโอที่บดเป็ยกด้วยความเร็วระดับสูง นาน 1 นาที	92
4.10 เส้นใยอาหารผงจากเปลือกในสั้มนโอที่บดเป็ยกด้วยความเร็วระดับสูง นาน 3 นาที	93
4.11 เส้นใยอาหารผงจากเปลือกในสั้มนโอที่บดเป็ยกด้วยความเร็วระดับสูง นาน 5 นาที	93
4.12 สมบัติวิสโคอิลาสติกเชิงเส้นของไอศกรีมนม	105
4.13 ค่าโมดูลัสสะสม (G') ค่าโมดูลัสสูญเสีย (G'') และ ค่า loss tangent ($\tan \delta$) ของไอศกรีมนมเสริมเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในสั้มนโอเปรียบ เทียบกับไอศกรีมนมสูตรควบคุม	106
4.14 ค่าความหนืดเชิงซ้อนของไอศกรีมนมเสริมเส้นใยอาหารผงจาก เปลือกในสั้มนโอเปรียบเทียบกับไอศกรีมนมสูตรควบคุม	108
4.15 ค่าโมดูลัสสะสม (G') ค่าโมดูลัสสูญเสีย (G'') และ ค่า loss tangent ($\tan \delta$) ของไอศกรีมนมเสริมเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในสั้มนโอทั้งที่ ผ่านและไม่ผ่านการโฮโมจิไนซ์	117
4.16 ค่าความหนืดเชิงซ้อนของไอศกรีมนมเสริมเส้นใยอาหารผงจาก เปลือกในสั้มนโอทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านการโฮโมจิไนซ์	118
ก.1 โครมาโทแกรมของสารมาตรฐานนารินจินและลิโมนิน	142
ก.2 โครมาโทแกรมของนารินจินและลิโมนินที่คงเหลือในเปลือกในสั้มนโอ ที่ผ่านการลดความขมด้วยสภาวะที่ดีที่สุด	142
ก.3 เปลือกในสั้มนโอที่หั่นให้มีขนาด 1x1x1 ตารางเซนติเมตร	143
ก.4 การลดความขมจากเปลือกในสั้มนโอ	143

รูป	หน้า
ก.5 เปลือกในส้มโอหลังผ่านการบดเปียก	143
ก.6 เปลือกในส้มโอหลังแช่ในสารละลายเอทานอล (ก่อนอบแห้ง) และเปลือกในส้มโอหลังอบแห้ง	144
ก.7 เส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอที่ผลิตได้	144
ก.8 ส่วนผสมไอศกรีม	145
ก.9 เครื่องโม่จิโนซ์และเครื่องปั่นผสมอาหาร	145
ก.10 ขั้นตอนการพาสเจอร์ไรซ์ส่วนผสมไอศกรีม	145
ก.11 เครื่องปั่นไอศกรีม	146
ก.12 ไอศกรีมที่ผ่านการบ่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	146
ก.13 ไอศกรีมที่ได้หลังการปั่นเป็นเวลา 40 นาที	146