

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	5
บทที่ 3 อุปกรณ์ สารเคมีและวิธีการทดลอง	34
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	52
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	102
เอกสารอ้างอิง	106
ภาคผนวก	113
ประวัติผู้เขียน	145

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright© by Chiang Mai University  
 All rights reserved

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
2.1	ส่วนประกอบทางเคมี (กรัมต่อ 100กรัม) ของไอศกรีมมิกซ์	5
2.2	เชื้อเริ่มต้น (starter culture) ที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์นมหมัก	10
2.3	แสดงการแบ่งพวกของ <i>Lactobacilli</i> ตามชนิดของผลผลิตและอุณหภูมิที่เหมาะสม	10
2.4	ส่วนประกอบโดยประมาณของถั่วเหลือง และส่วนของถั่วเหลือง	25
2.5	ส่วนประกอบของกรดไขมันอิสระในน้ำมันถั่วเหลือง	27
2.6	องค์ประกอบของน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันวัวและน้ำมันคน	31
3.1	สูตรตั้งต้นผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตนมถั่วเหลือง	41
3.2	ระดับต่ำและระดับสูงของแต่ละปัจจัยทดลองเป็นร้อยละของปริมาตรนมถั่วเหลือง	47
3.3	แผนการทดลองแบบ Plackett and Burman Design (N= 8) ที่ใช้ในการกลั่นกรองปัจจัยทดลองเพื่อหาปัจจัยที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตนมถั่วเหลือง	47
4.1	ลักษณะโคโลนี ลักษณะเซลล์ และการติดสีแกรมของเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นที่ใช้ในการผลิตไอศกรีมโยเกิร์ตนมถั่วเหลือง	54
4.2	คุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีของน้ำมันถั่วเหลือง	55
4.3	คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของไอศกรีมโยเกิร์ตนมถั่วเหลืองต้นแบบ	60
4.4	คุณภาพทางกายภาพ และเคมีของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตนมถั่วเหลืองในแผนการทดลองแบบ Plackett and Burman	62
4.5	คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตนมถั่วเหลืองในแผนการทดลองแบบ Plackett and Burman	63
4.6	ค่าสัดส่วนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตนมถั่วเหลืองในแผนการทดลอง Plackett and Burman	64

ตารางที่	หน้า	
4.7	ค่า t ที่วิเคราะห์จากผลการทดลอง Plackett and Burman และระดับ นัยสำคัญทางสถิติของผลกระทบของปัจจัยทดลองต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ ไอศกรีมโยเกิร์ตนมถั่วเหลือง	65
4.8	ระดับการใช้นมผงขาดมันเนย และน้ำตาลทรายขาวในการผลิตผลิตภัณฑ์ ไอศกรีมโยเกิร์ตนมถั่วเหลือง	69
4.9	คุณภาพทางกายภาพ และเคมีของไอศกรีมโยเกิร์ตนมถั่วเหลืองซึ่งผันแปร ตามระดับการใช้นมผงขาดมันเนยและน้ำตาลทรายขาว	70
4.10	คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาของไอศกรีมโยเกิร์ตนมถั่วเหลืองซึ่งผันแปรตาม ระดับการใช้นมผงขาดมันเนยและน้ำตาลทรายขาว	71
4.11	ค่าสัดส่วนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตนมถั่วเหลืองซึ่งผันแปรตาม ระดับการใช้นมผงขาดมันเนยและน้ำตาลทรายขาว	72
4.12	สมการถดถอยที่ถอดรหัส ของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตนมถั่วเหลืองที่แปร ผันตามระดับของนมผงขาดมันเนย และน้ำตาลทรายขาว	74
4.13	ค่าเฉลี่ยของปริมาณนมผงขาดมันเนย และน้ำตาลทรายขาว	85
4.14	สูตรพื้นฐานสำหรับการผลิตไอศกรีมโยเกิร์ตนมถั่วเหลือง	85
4.15	คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ต นมถั่วเหลืองซึ่งเตรียมจากสูตรพื้นฐาน	86
4.16	คุณภาพทางกายภาพไอศกรีมโยเกิร์ตนมถั่วเหลืองซึ่งผันแปรตามชนิดและ ระดับการใช้สารเพิ่มความคงตัว	89
4.17	คุณภาพทางเคมีของไอศกรีมโยเกิร์ตนมถั่วเหลืองซึ่งผันแปรตามชนิดและ ระดับการใช้สารเพิ่มความคงตัว	92
4.18	คุณภาพทางจุลชีววิทยาของไอศกรีมโยเกิร์ตนมถั่วเหลืองซึ่งผันแปรตามชนิด และระดับการใช้สารเพิ่มความคงตัว	93
4.19	ค่าคะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของ ไอศกรีมโยเกิร์ตนมถั่วเหลืองซึ่งผันแปรตามชนิดและระดับการใช้สารเพิ่ม ความคงตัว	95
4.20	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านกายภาพของไอศกรีมโยเกิร์ตนมถั่วเหลือง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -24 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 60 วัน	98

ตารางที่		หน้า
4.21	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านเคมีของไอศกรีมโยเกิร์ตนมถั่วเหลือง ระหว่างการเก็บรักษาระยะเวลา 60 วัน ที่อุณหภูมิ -24 องศาเซลเซียส	99
4.22	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ต นมถั่วเหลืองในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -24 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 60 วัน	100
ค-1	สมการถดถอยที่ยังไม่ได้ถดถอยห้สของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตนมถั่ว เหลืองที่แปรผันตามระดับของนมผงขาดมันเนย และน้ำตาลทรายขาว	139

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	กระบวนการผลิตไอศกรีมโยเกิร์ตแบบต่างๆ	8
2.2	โครงสร้างทางกายภาพของไอศกรีม : (1) ฟองอากาศ (2) ไขมันจับอยู่รอบๆ ฟองอากาศ (3) ผลึกน้ำแข็ง และ (4) ผลึกน้ำตาลแลคโตส	14
2.3	โครงสร้างทางเคมีของโกลด์สปีนกัม	17
2.4	โครงสร้างทางเคมีของโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส	18
2.5	โครงสร้างทางเคมีของคาราจีแนนทั้งสามชนิด	19
2.6	สูตรโครงสร้างของน้ำตาลโอลิโกแซ็กคาไรด์บางชนิด	28
4.1	ลักษณะโคโลนีของ (a) เชื้อ <i>S. thermophilus</i> ในอาหารเลี้ยงเชื้อ M17 agar (b) เชื้อ <i>L. acidophilus</i> บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Bile-MRS agar และ(c) เชื้อ <i>B. bifidum</i> บนอาหารเลี้ยงเชื้อ LP-MRS agar	53
4.2	ลักษณะรูปร่างเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นย้อมสีแกรม กำลังขยาย 1,000 เท่า (a) เชื้อ <i>S. thermophilus</i> (b) เชื้อ <i>L. acidophilus</i> LA-5 และ (c) เชื้อ <i>B. bifidum</i> BB-12	53
4.3	เทอร์โมแกรมของโปรตีนในนมถั่วเหลือง (a) นมถั่วเหลืองดิบ (b) นมถั่วเหลืองผ่านการพาสเจอร์ไรส์ ที่อุณหภูมิ 97 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที	56
4.4	เค้าโครงผลิตภัณฑ์ของไอศกรีมโยเกิร์ตนมถั่วเหลืองต้นแบบ	59
4.5	พื้นที่การตอบสนองของค่าสี C เมื่อมีการแปรผันระดับการใช้นมผงขาดมันเนย และน้ำตาลทรายขาว	75
4.6	พื้นที่การตอบสนองของค่า hue เมื่อมีการแปรผันระดับการใช้นมผงขาดมันเนย และน้ำตาลทรายขาว	76
4.7	พื้นที่การตอบสนองของค่าอัตราการหลอมเหลว เมื่อมีการแปรผันระดับการใช้นมผงขาดมันเนย และน้ำตาลทรายขาว	77
4.8	พื้นที่การตอบสนองของค่าโอเวอร์รัน เมื่อมีการแปรผันระดับการใช้นมผงขาดมันเนย และน้ำตาลทรายขาว	78

ภาพที่		หน้า
4.9	พื้นที่การตอบสนองของค่าความแข็ง เมื่อมีการแปรผันระดับการใช้ผงขาคมมันเนย และน้ำตาลทรายขาว	79
4.10	พื้นที่การตอบสนองของปริมาณของแข็งทั้งหมด เมื่อมีการแปรผันระดับการใช้ผงขาคมมันเนย และน้ำตาลทรายขาว	80
4.11	พื้นที่การตอบสนองของค่าความเป็นกรด-ด่าง เมื่อมีการแปรผันระดับการใช้ผงขาคมมันเนย และน้ำตาลทรายขาว	81
4.12	พื้นที่การตอบสนองของค่ารสหวาน เมื่อมีการแปรผันระดับการใช้ผงขาคมมันเนย และน้ำตาลทรายขาว	82
4.13	พื้นที่การตอบสนองของค่ารสเปรี้ยว เมื่อมีการแปรผันระดับการใช้ผงขาคมมันเนย และน้ำตาลทรายขาว	83
4.14	พื้นที่การตอบสนองของค่าการยอมรับรวม เมื่อมีการแปรผันระดับการใช้ผงขาคมมันเนย และน้ำตาลทรายขาว	84
4.15	เค้าโครงผลิตภัณฑ์ของไอศกรีมโยเกิร์ตนมถั่วเหลืองต้นแบบ และสูตรพื้นฐานเปรียบเทียบกับค่าในอุดมคติ	87
4.16	ค่า glass transition temperature และ melting temperature ของไอศกรีมโยเกิร์ตนมถั่วเหลืองที่เติมคาราจีแนนร้อยละ 0.2	91
ค-1	การป้อนตัวแปร และข้อมูลใน Work sheet ของโปรแกรม STATISTICA	136
ค-2	การเลือกรูปแบบกราฟในการสร้างพื้นที่ตอบสนองของคุณลักษณะรสหวาน	136
ค-3	การกำหนดตัวแปรในแกน X , Y และ Z สำหรับการสร้างกราฟพื้นที่ตอบสนอง	137
ค-4	การกำหนดสมการที่ใช้ในการสร้างกราฟพื้นที่ตอบสนอง	137
ค-5	พื้นที่การตอบสนองของค่ารสหวาน เมื่อมีการแปรผันระดับการใช้ผงขาคมมันเนย และน้ำตาลทรายขาว	138