

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	25
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	41
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	101
เอกสารอ้างอิง	103
ภาคผนวก	107
ประวัติการศึกษา	143

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 โยเกิร์ตและผลิตภัณฑ์นมหมักของประเทศต่างๆ	5
2.2 เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์นมหมัก	8
2.3 การหมักคาร์โบไฮเดรตและแอลกอฮอล์ของ Bifidobacteria	9
2.4 การหมักคาร์โบไฮเดรตและแอลกอฮอล์ของ Bifidobacteria เพิ่มเติม	10
2.5 การจัดแบ่งกลุ่มแบคทีเรียในจีนัส <i>Lactobacillus</i> เป็น Subgenus และแบบ Molecular based subgroup	11
2.6 ลักษณะการเจริญเติบโตและการหมักคาร์โบไฮเดรตและแอลกอฮอล์ของ <i>L. acidophilus</i> และ <i>L. casei</i>	13
2.7 ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์นมหมักที่ใช้ Bifidobacteria	16
2.8 ผลิตภัณฑ์ดั้งเดิมและผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ใช้ <i>L. casei</i> เป็นเชื้อเริ่มต้น	18
2.9 ผลิตภัณฑ์นมหมักที่กำหนดในประเทศไทย	19
2.10 ชนิดและหน้าที่ของกัม (gum) ที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตโยเกิร์ต	21
2.11 ผลิตภัณฑ์นมที่เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการผลิตโยเกิร์ต	22
3.1 ปัจจัย และระดับการใช้ปัจจัยต่างๆ ในการทดลอง Plackett and Burmann	31
3.2 แผนผังการทดลอง Plackett and Burman Design	31
3.3 ส่วนผสมต่างๆในผลิตภัณฑ์นมหมักคล้ายโยเกิร์ตที่ระดับ -1 ถึง +1	33
3.4 แผนการทดลอง 2^3 Factorial experiment with central composite โดยมีนมผงธรรมดา นมผงขาดมันเนย และคาราจีแนนเป็นปัจจัยที่ศึกษา	34
3.5 อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการหมักผลิตภัณฑ์นมหมักคล้ายโยเกิร์ตที่ระดับ -1 ถึง +1	36
3.6 แผนการทดลองแบบ 2^2 Factorial experiment with central composite โดยมีอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการหมักเป็นปัจจัยที่ศึกษา	37
4.1 ค่า Ideal ratio score ของโยเกิร์ตตรา ดัชชี	42
4.2 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของโยเกิร์ตตรา ดัชชี	44
4.3 คุณภาพของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น Intermediate starter บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส 36 ชั่วโมง	45
4.4 คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์นมหมักคล้ายโยเกิร์ต ในการทดลอง Plackett and Burmann	46

ตาราง	หน้า	
4.5	ลักษณะทางประสาทสัมผัสการทดลอง Plackett and Burmann โดยใช้วิธี Ideal ratio profile technique ในรูปของ Mean ideal ratio score ของผลิตภัณฑ์นมหมักคล้ายโยเกิร์ต	47
4.6	ค่า t ที่วิเคราะห์ได้จากผลการทดลอง Plackett and Burmann และระดับนัยสำคัญทางสถิติของผลกระทบของส่วนผสมต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์นมหมักคล้ายโยเกิร์ต	49
4.7	ระดับการใช้นมผงธรรมชาติ นมผงขาดมันเนย และคาราจีแนนในการผลิตผลิตภัณฑ์นมหมักคล้ายโยเกิร์ต	51
4.8	คุณภาพทางด้านทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์นมหมักคล้ายโยเกิร์ตที่มีการแปรผันระดับการใช้นมผงธรรมชาติ นมผงขาดมันเนย และคาราจีแนน	52
4.9	ค่า Mean ideal ratio score ของผลิตภัณฑ์นมหมักคล้ายโยเกิร์ตที่มีการแปรผันระดับการใช้นมผงธรรมชาติ นมผงขาดมันเนย และคาราจีแนน	53
4.10	ระดับของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการหมักผลิตภัณฑ์นมหมักคล้ายโยเกิร์ต	62
4.11	คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์นมหมักคล้ายโยเกิร์ตที่ใช้อุณหภูมิและเวลาหมักแตกต่างกัน	63
4.12	ลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นมหมักคล้ายโยเกิร์ตที่ใช้อุณหภูมิและเวลาหมักแตกต่างกัน	64
4.13	สูตรการผลิตที่เหมาะสมสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์นมหมัก	86
4.14	คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์นมหมักที่ผลิตโดยใช้สูตรและกระบวนการผลิตที่เหมาะสม	87
4.15	คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์นมหมักที่ผลิตโดยใช้สูตรและกระบวนการผลิตที่เหมาะสม	87
4.16	คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์นมหมักที่ผลิตโดยใช้สูตรและกระบวนการผลิตที่เหมาะสม	88
4.17	ค่า Mean ideal ratio score ของผลิตภัณฑ์นมหมักที่ผลิตโดยใช้สูตรและกระบวนการผลิตที่เหมาะสม	88
4.18	เปรียบเทียบปริมาณกรด ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณเชื้อเริ่มต้นในระหว่างการเจริญเติบโต ที่ 37 องศาเซลเซียส 14 ชั่วโมง	90
4.19	เปรียบเทียบปริมาณกรดทั้งหมด ค่าความเป็นกรดเป็นด่างและปริมาณเชื้อเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์นมหมัก	93

ตาราง	หน้า	
4.20	เปรียบเทียบค่าความข้นหนืด และค่าสี Hunter ของผลิตภัณฑ์นมหมักคล้ายโยเกิร์ต	95
4.21	เปรียบเทียบค่า Mean ideal ratio score ของลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นมหมักคล้ายโยเกิร์ตที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	98
4.22	การเปลี่ยนแปลงค่า Mean ideal ratio score ของลักษณะทางประสาทสัมผัสต่างๆ ของผลิตภัณฑ์นมหมักที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส	99
ค-1	การประมาณปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สำหรับความเ็จอาจ 0.1, 0.01 และ 0.001 กรัม อย่างละ 3 หลอด	128
จ-1	คุณภาพของเชื้อเริ่มต้น <i>B. bifidum</i> Bb-12 ระหว่างการเจริญเติบโตที่ 37 องศาเซลเซียส ในเวลา 24 ชั่วโมง	134
จ-2	คุณภาพของเชื้อเริ่มต้น <i>L. acidophilus</i> La-5 ระหว่างการเจริญเติบโตที่ 37 องศาเซลเซียส ในเวลา 36 ชั่วโมง	135
จ-3	คุณภาพของเชื้อเริ่มต้น <i>L. casei</i> Lc-01 ระหว่างการเจริญเติบโตที่ 37 องศาเซลเซียส ในเวลา 36 ชั่วโมง	136

สารบัญภาพ

รูป	หน้า	
2.1	กระบวนการผลิตโยเกิร์ตแบบดั้งเดิม และกระบวนการผลิตในปัจจุบัน	7
2.2	ปฏิภณของเคซีนกับกรดแลคติกในการตกตะกอน	23
4.1	เค้าโครงผลิตภัณท์ของโยเกิร์ตตรา ดัชชี	43
4.2	ผลของอุณหภูมิหมักและเวลาหมักต่อค่าสี L	69
4.3	ผลของอุณหภูมิหมักและเวลาหมักต่อค่าสี b	70
4.4	ผลของอุณหภูมิหมักต่อความข้นหนืด	71
4.5	ผลของอุณหภูมิหมักและเวลาหมักต่อปริมาณกรดทั้งหมด	73
4.6	ผลของอุณหภูมิหมักและเวลาหมักต่อค่าความเป็นกรดเป็นด่าง	74
4.7	ผลของอุณหภูมิหมักและเวลาหมักต่อลักษณะสี	75
4.8	ผลของอุณหภูมิหมักและเวลาหมักต่อการเกิดเวย์	76
4.9	ผลของอุณหภูมิหมักและเวลาหมักต่อเนื้อโยเกิร์ต	78
4.10	ผลของอุณหภูมิหมักและเวลาหมักต่อความรู้สึกในปาก	79
4.11	ผลของอุณหภูมิหมักและเวลาหมักต่อกลิ่นนม	80
4.12	ผลของอุณหภูมิหมักและเวลาหมักต่อรสเปรี้ยว	82
4.13	ผลของอุณหภูมิหมักและเวลาหมักต่อรสหวาน	83
4.14	ผลของอุณหภูมิหมักและเวลาหมักต่อการยอมรับโดยรวม	84
4.15	แผนภาพเค้าโครงลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณท์นมหมัก คล้ายโยเกิร์ต	89
4.16	การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณเชื้อเริ่มต้นระหว่างกระบวนการหมัก	91
4.17	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี และทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณท์นมหมัก คล้ายโยเกิร์ตที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 สัปดาห์	94
4.18	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี และทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณท์ นมหมักคล้ายโยเกิร์ตที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส 4 สัปดาห์	94
4.19	การเปลี่ยนแปลงของความข้นหนืดของผลิตภัณท์นมหมักคล้ายโยเกิร์ต ระหว่างการเก็บรักษาที่ 5 และ 8 องศาเซลเซียส 4 สัปดาห์	96
4.20	การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ของผลิตภัณท์นมหมักคล้ายโยเกิร์ต ระหว่างการเก็บรักษาที่ 5 และ 8 องศาเซลเซียส 4 สัปดาห์	97
4.21	การเปลี่ยนแปลงค่าสี a ของผลิตภัณท์นมหมักคล้ายโยเกิร์ต ระหว่างการเก็บรักษาที่ 5 และ 8 องศาเซลเซียส 4 สัปดาห์	97

รูป		หน้า
4.22	การเปลี่ยนแปลงค่าสี b ของผลิตภัณฑ์นมหมักกล้วยโยเกิร์ต ระหว่างการเก็บรักษาที่ 5 และ 8 องศาเซลเซียส 4 สัปดาห์	98
ก-1	ส่วนผสมแห่งที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์นมหมัก	109
ก-2	ผลิตภัณฑ์นมหมักกล้วยโยเกิร์ตเทียบกับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตตราดัชชี	109
ก-3	เชื้อเริ่มต้น <i>Bifidobacterium bifidum</i> Bb-12 ย้อมสีกรัม กำลังขยาย 1,000 เท่า	110
ก-4	การเจริญเติบโตของ <i>B. bifidum</i> Bb-12 บนอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS และ HHD agar บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส 72 ชั่วโมงในสภาพไร้ออกซิเจน	110
ก-5	เชื้อเริ่มต้น <i>Lactobacillus acidophilus</i> La-5 ย้อมสีกรัม กำลังขยาย 1,000 เท่า	111
ก-6	การเจริญเติบโตของ <i>L. acidophilus</i> La-5 บนอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS และ HHD agar บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส 72 ชั่วโมงในสภาพไร้ออกซิเจน	111
ก-7	เชื้อเริ่มต้น <i>Lactobacillus casei</i> Lc-01 ย้อมสีกรัม กำลังขยาย 1,000 เท่า	112
ก-8	การเจริญเติบโตของ <i>L. casei</i> Lc-01 บนอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS และ HHD agar บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส 72 ชั่วโมงในสภาพไร้ออกซิเจน	112
จ-1	การเจริญเติบโตของเชื้อเริ่มต้น <i>B. bifidum</i> Bb-12 Intermediate starter ที่ 37 องศาเซลเซียสในเวลา 24 ชั่วโมง	134
จ-2	การเจริญเติบโตของเชื้อเริ่มต้น <i>L. acidophilus</i> La-5 Intermediate starter ที่ 37 องศาเซลเซียสในเวลา 36 ชั่วโมง	135
จ-3	การเจริญเติบโตของเชื้อเริ่มต้น <i>L. casei</i> Lc-01 Intermediate starter ที่ 37 องศาเซลเซียสในเวลา 36 ชั่วโมง	136
ช-1	ผลของนมผงธรรมชาติและการาจีแนต่อค่าสี L	142