

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	47
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	63
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	110
เอกสารอ้างอิง	114
ภาคผนวก	125
ภาคผนวก ก ภาพส่วนผสม การเตรียมหัวเชื้อและผลิตภัณฑ์สุดท้าย	126
ภาคผนวก ข อิเล็กโตรโฟรีซิส	130
ภาคผนวก ค วิธีการวิเคราะห์	137
ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์สมบัติของถั่วเหลือง นมถั่วเหลืองและหัวเชื้อเริ่มต้น	158
ภาคผนวก จ การเจริญของหัวเชื้อในนมถั่วเหลือง	160
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างการคำนวณ	162
ภาคผนวก ช คำอธิบายศัพท์	167
ประวัติผู้เขียน	169

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า	
2.1	กลุ่มของ โปรตีนในถั่วเหลือง	5
2.2	สมบัติทางกายภาพของ Intermediary subunits ของ Glycinin	7
2.3	สมบัติทาง Physiochemical ของ β -conglycinin component	9
2.4	สมบัติทาง Physiochemical ของหน่วยย่อยต่างๆใน β -conglycinin	10
2.5	แร่ธาตุต่างๆในถั่วเหลืองทั้งเมล็ด	13
2.6	ค่า PER, NPU, BV, Chemical score และกรดอะมิโนที่มีจำนวนน้อยใน โปรตีนบางชนิด	16
2.7	ความแตกต่างระหว่างแบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติกในสกุลต่างๆ	34
3.1	แผนการทดลองแบบ CRD ที่มีการจัดสิ่งทดลองแบบ 3×3 Factorial โดยมีไฮโดรคอลลอยด์ 2 ชนิดเป็นปัจจัยศึกษาที่ต่างกัน 3 ระดับ	54
3.2	แผนการทดลองแบบ CRD ที่มีการจัดสิ่งทดลองแบบ 3×2 Factorial โดยมีอุณหภูมิ 3 ระดับและเวลา 2 ระดับเป็นปัจจัยศึกษา	56
3.3	แผนการทดลองแบบ CRD ที่มีการจัดสิ่งทดลองแบบ 2×2 Factorial โดยมีปริมาณเกลือ 2 ระดับและวิธีเติมเกลือ 2 วิธีเป็นปัจจัยศึกษา	57
4.1	สมบัติทางกายภาพของเนยแข็งจากนมถั่วเหลือง เมื่อมีไฮโดรคอลลอยด์ 2 ชนิดเป็นปัจจัยศึกษาที่ต่างกัน 3 ระดับ	64
4.2	ปริมาณผลผลิตที่ได้ เมื่อมีไฮโดรคอลลอยด์ 2 ชนิดเป็นปัจจัยศึกษาที่ต่างกัน 3 ระดับ	67
4.3	สมบัติทางเคมีของเนยแข็งจากนมถั่วเหลือง เมื่อมีไฮโดรคอลลอยด์ 2 ชนิด เป็นปัจจัยศึกษาที่ต่างกัน 3 ระดับ	69
4.4	สมบัติทางกายภาพของเนยแข็งจากนมถั่วเหลือง เมื่อมีอุณหภูมิ 3 ระดับ และเวลา 2 ระดับเป็นปัจจัยศึกษา	75

ตาราง	หน้า
4.5 ปริมาณผลผลิตที่ได้ เมื่อมีอุณหภูมิ 3 ระดับและเวลา 2 ระดับเป็นปัจจัยศึกษา	78
4.6 สมบัติทางเคมีของเนยแข็งจากนมถั่วเหลือง เมื่อมีอุณหภูมิ 3 ระดับและเวลา 2 ระดับเป็นปัจจัยศึกษา	79
4.7 ค่าแรงเกาะทะลุของเนยแข็งจากนมถั่วเหลือง เมื่อมีปริมาณเกลือ 2 ระดับและวิธีเติมเกลือ 2 แบบเป็นปัจจัยศึกษา	82
4.8 สมบัติทางเคมีของเนยแข็งจากนมถั่วเหลือง เมื่อมีปริมาณเกลือ 2 ระดับและวิธีเติมเกลือ 2 แบบเป็นปัจจัยศึกษา	83
4.9 ผลวิเคราะห์สมบัติด้านจุลชีววิทยาของเนยแข็งจากนมถั่วเหลืองแบบเติมและไม่เติมไฮโดรคอลลอยด์	93
4.10 ค่าเฉลี่ย (Mean scores) ทางประสาทสัมผัสของเนยแข็งจากนมถั่วเหลืองที่เติมและไม่เติมไฮโดรคอลลอยด์ เมื่อบริโภคสดและหลังทอดในน้ำมัน	94
ค-1 ตารางแมคคราดิ (Mc Crady's Table)	145
ง-1 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของถั่วเหลือง	159
ง-2 ผลการวิเคราะห์สมบัติของนมถั่วเหลือง	159
ง-3 ผลการวิเคราะห์สมบัติของหัวเชื้อเริ่มต้น	159
จ-1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด ความเป็นกรด-ด่างและปริมาณหัวเชื้อทั้งหมดในระหว่างการหมักนมถั่วเหลืองที่เติมไฮโดรคอลลอยด์ที่ 37 °ซ 24 ชั่วโมง	161
จ-2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด ความเป็นกรด-ด่างและปริมาณหัวเชื้อทั้งหมดในระหว่างการหมักนมถั่วเหลืองที่ไม่เติมไฮโดรคอลลอยด์ที่ 37 °ซ 24 ชั่วโมง	161

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
2.1 โครงสร้างจตุรภูมิของ Glycinin	6
2.2 กลไกการแตกตัวของ Glycinin	7
2.3 ไอโซเมอร์ 6 แบบของ 7 S form	8
2.4 การเรียงลำดับของกรดอะมิโนใน Kunitz trypsin inhibitor	18
2.5 การเรียงลำดับของกรดอะมิโนใน Bowman-Brik inhibitor	19
2.6 กลไกการควบคุมย้อนกลับของทริปซินและการขัดขวางโดย Trypsin ในหนู	20
2.7 วิธีการเตรียมเต้าหู้	27
3.1 การอัดลิ้นนมในแบบพิมพ์	52
4.1 ภาพ Contour plot แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงเจาะทะลุกับปริมาณการใช้โลคัสต์บินกัมและคาร์ราจีแนน	71
4.2 ภาพ Contour plot แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับปริมาณการใช้โลคัสต์บินกัมและคาร์ราจีแนน	72
4.3 ภาพ Contour plot แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงเจาะทะลุกับอุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อน	77
4.4 กราฟแท่งแสดงคะแนนความชอบด้านรสเค็ม เมื่อมีปริมาณเกลือ 2 ระดับและวิธีเติมเกลือ 2 แบบเป็นปัจจัยศึกษา	85
4.5 กราฟแท่งแสดงคะแนนความแตกต่างด้านความแน่นเนื้อ เมื่อมีปริมาณเกลือ 2 ระดับและวิธีเติมเกลือ 2 แบบเป็นปัจจัยศึกษา	86
4.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด ความเป็นกรด-ด่างและปริมาณหัวเชื้อทั้งหมดในระหว่างการหมักนมถั่วเหลืองแบบเติมไฮโดรคอลลอยด์ที่ 37 °ซ 24 ชั่วโมง	88

ภาพ	หน้า
4.7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด ความเป็นกรด-ด่างและปริมาณหัวเชื้อทั้งหมดในระหว่างการหมักนมถั่วเหลืองแบบไม่เติมไฮโดรคอลลอยด์ที่ 37 °ซ 24 ชั่วโมง	89
4.8 ผลวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและปริมาณผลผลิตที่ได้ของเนยแข็งจากนมถั่วเหลืองแบบเติมและไม่เติมไฮโดรคอลลอยด์	91
4.9 ผลวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของเนยแข็งจากนมถั่วเหลืองแบบเติมและไม่เติมไฮโดรคอลลอยด์	92
4.10 กราฟไฟแมงมุมแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสของเนยแข็งจากนมถั่วเหลืองที่เติมและไม่เติมไฮโดรคอลลอยด์เมื่อบริโภคสดและหลังทอดในน้ำมัน	96
4.11 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าสีในระบบอัตโนมัติของเนยแข็งจากนมถั่วเหลืองทั้งแบบเติมและไม่เติมไฮโดรคอลลอยด์ในระหว่างการเก็บรักษาที่ 4 °ซ นาน 15 วัน	98
4.12 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าแรงเจาะทะลุของเนยแข็งจากนมถั่วเหลืองทั้งแบบเติมและไม่เติมไฮโดรคอลลอยด์ในระหว่างการเก็บรักษาที่ 4 °ซ นาน 15 วัน	98
4.13 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด ความเป็นกรด-ด่างและปริมาณเกลือของเนยแข็งจากนมถั่วเหลืองทั้งแบบเติมและไม่เติมไฮโดรคอลลอยด์ในระหว่างการเก็บรักษาที่ 4 °ซ นาน 15 วัน	100
4.14 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของเนยแข็งจากนมถั่วเหลืองทั้งแบบเติมและไม่เติมไฮโดรคอลลอยด์ในระหว่างการเก็บรักษาที่ 4 °ซ นาน 15 วัน	101
4.15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติกของเนยแข็งจากนมถั่วเหลืองทั้งแบบเติมและไม่เติมไฮโดรคอลลอยด์ในระหว่างการเก็บรักษาที่ 4 °ซ นาน 15 วัน	102

ภาพ	หน้า
4.16 การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของเนยแข็งจากนมถั่วเหลือง ทั้งแบบเต็มและไม่เต็มไฮโดรคอลลอยด์ในระหว่างการเก็บรักษาที่ 4 °ซ นาน 15 วัน	103
4.17 การเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์และราของเนยแข็งจากนมถั่วเหลือง ทั้งแบบเต็มและไม่เต็มไฮโดรคอลลอยด์ในระหว่างการเก็บรักษาที่ 4 °ซ นาน 15 วัน	104
4.18 แผ่นเจลของถั่วเหลืองและนมถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านความร้อนภายใต้สภาวะ นอนรีดิวิวส์ซิ่ง	106
4.19 แผ่นเจลของตัวอย่างในระหว่างขั้นตอนการผลิตภายใต้สภาวะนอนรีดิวิวส์ซิ่ง และสภาวะรีดิวิวส์ซิ่ง	107
4.20 แผ่นเจลของตัวอย่างในระหว่างการเก็บรักษาภายใต้สภาวะนอนรีดิวิวส์ซิ่ง และสภาวะรีดิวิวส์ซิ่ง	108
5.1 ขั้นตอนการผลิตเนยแข็งจากนมถั่วเหลืองจากผลการวิจัย	112
ก-1 ถั่วเหลืองที่ใช้ในการทดลอง	127
ก-2 ส่วนผสมแห้งที่ใช้ในการทดลอง	127
ก-3 การเตรียมหัวเชื้อที่ใช้ในการทดลอง	128
ก-4 ผลิตภัณฑ์เนยแข็งจากนมถั่วเหลือง	129
ก-5 ผลิตภัณฑ์เนยแข็งจากนมถั่วเหลืองที่ทอดในน้ำมัน	129
ข-1 อุปกรณ์สำหรับแยกโปรตีนโดย SDS-PAGE	132
ค-1 แบบทดสอบความชอบ โดยวิธี Hedonic scale scoring test	155
ค-2 แบบทดสอบความแตกต่าง โดยวิธี Hedonic scale scoring test	156
ค-3 แบบทดสอบในเชิงพรรณนา โดยใช้ Structured scale	157