

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	30
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล	46
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	113
5.1 สรุปผลการทดลอง	115
5.2 ข้อเสนอแนะ	117
เอกสารอ้างอิง	
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก รูปภาพประกอบในการทำผลิตภัณฑ์	126
ภาคผนวก ข แบบสอบถามทางประสาทสัมผัส	131
ภาคผนวก ค วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์	137
ภาคผนวก ง ข้อมูลทางสถิติ	158
ประวัติผู้เขียน	163

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 แสดงจุดหลอมเหลวของไขมันและน้ำมันบางชนิด	8
2.2 แสดงสีธรรมชาติที่ได้รับการอนุญาตให้ใช้ในประเทศต่าง ๆ	22
3.1 แสดงแผนผังการทดลองแบบ Plackett & Burman ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอก	40
3.2 แสดงแผนผังการทดลองแบบ $2^2$ Factorial experiment with 3 center points ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอก	41
4.1 แสดงคุณลักษณะสำคัญที่ต้องการพัฒนา	46
4.2 แสดงค่าสัดส่วนเฉลี่ย (Mean Ideal Ratio Score) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ของลักษณะต่าง ๆ ที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ไส้กรอก	48
4.3 แสดงค่าสีของอังกักที่ผลิตจากข้าวพันธุ์ต่าง ๆ	50
4.4 แสดงปริมาณน้ำของอังกักก่อนอบและความชื้นของอังกักหลังอบ	50
4.5 แสดงค่าคะแนนความชอบของไส้กรอกที่ทำจากน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ	52
4.6 แสดงค่าแรงเหวี่ยง ค่าสี ของไส้กรอกที่ทำจากน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ	52
4.7 แสดงสูตรไส้กรอกที่ถูกกำหนดขึ้นภายในพื้นที่ Feasible region	57
4.8 แสดงค่า Mean Ideal Ratio Score ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเมื่อใช้ ส่วนประกอบหลักต่างกัน	58
4.9 แสดงค่า Mean deviation ของ Mean Ideal Ratio Score เมื่อใช้ ส่วนประกอบหลักต่างกัน	58
4.10 แสดงค่าแรงเหวี่ยง ค่าสี และค่า TEF ของไส้กรอกสูตรต่าง ๆ เมื่อใช้ ส่วนประกอบหลักต่างกัน	60
4.11 แสดงค่า Mean Ideal Ratio Score ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเทียบกับ สูตรพื้นฐาน	61
4.12 แสดงค่า Mean deviation ของ Mean Ideal Ratio Score เทียบกับสูตรพื้นฐาน	61
4.13 แสดงค่าแรงเหวี่ยง ค่าสี ค่า TEF ของไส้กรอกเทียบกับสูตรพื้นฐาน	62
4.14 แสดงสูตรการทดลองไส้กรอกจำนวน 12 สูตร จากแผนการทดลอง Plackett & Burman	64

ตาราง	หน้า
4.15 แสดงค่า Mean Ideal Ratio Score ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกจากสูตรการผลิต 12 สูตร	65
4.16 แสดงค่าแรงเฉือน ค่าสี ปริมาณน้ำ และค่า TEF จากสูตรการผลิต 12 สูตร	65
4.17 แสดงค่า Effect และ t value ที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยต่าง ๆ	66
4.18 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อคุณลักษณะของไส้กรอก	68
4.19 แสดงค่า Mean deviation ของ Mean Ideal Ratio Score ของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	69
4.20 แสดงสูตรการทดลองของอังกักและแป้งมันสำปะหลังจำนวน 7 สูตร	72
4.21 แสดงค่า Mean Ideal Ratio Score ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอก ตามสูตรการทดลองของอังกักและแป้งมันสำปะหลัง	73
4.22 แสดงค่าแรงเฉือน ค่าสี ปริมาณน้ำ และค่า TEF ตามสูตรการทดลองอังกักและแป้งมันสำปะหลัง	73
4.23 แสดงสมการความสัมพันธ์ของค่าสังเกตกับอังกักและแป้งมันสำปะหลัง	74
4.24 แสดงการประมาณค่าของอังกักและแป้งมันสำปะหลังให้มีค่าเข้าใกล้ค่าอุดมคติ	77
4.25 แสดงสูตรการทดลองของเกลือและเครื่องเทศจำนวน 7 สูตร	78
4.26 แสดงค่า Mean Ideal Ratio Score ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอก ตามสูตรการทดลองของเกลือและเครื่องเทศ	79
4.27 แสดงค่าแรงเฉือน ค่าสี ค่าความชื้น และค่า TEF ตามสูตรการทดลองของเกลือและเครื่องเทศ	79
4.28 แสดงสมการความสัมพันธ์ของค่าสังเกตกับเกลือและเครื่องเทศ	80
4.29 แสดงการประมาณค่าของเกลือและเครื่องเทศให้มีค่าเข้าใกล้ค่าอุดมคติ	85
4.30 แสดงสูตรการทดลองของความเร็วและเวลาในกระบวนการสับผสม จำนวน 7 สูตร	87
4.31 แสดงค่า Mean Ideal Ratio Score ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอก เมื่อใช้ความเร็วและเวลาในการสับผสมต่างกัน	87
4.32 แสดงค่าแรงเฉือน ค่าสี และค่า TEF เมื่อใช้ความเร็วและเวลาในการสับผสมต่างกัน	88
4.33 แสดงสมการของค่าสังเกตกับความเร็วและเวลาในการสับผสม	89

ตาราง	หน้า
4.34 การประมาณค่าความเร็วและเวลาให้มีค่าสัดส่วนเฉลี่ยเข้าใกล้ค่าอุดมคติ	96
4.35 แสดงค่า Mean Ideal Ratio Score เมื่อใช้เวลาสับผสมต่างกัน	97
4.36 แสดงค่า Mean deviation ของ Mean Ideal Ratio Score เมื่อใช้เวลาสับผสมต่างกัน	97
4.37 แสดงค่าแรงเฉือน ค่าสี และอุณหภูมิของอิมัลชัน ของไส้กรอกที่สับผสมด้วยเวลาต่างกัน	97
4.38 แสดงสูตรการทดลองของอุณหภูมิและเวลาในการต้มจำนวน 7 สูตร	99
4.39 แสดงค่า Mean Ideal Ratio Score เมื่อใช้อุณหภูมิและเวลาในการต้มต่างกัน	100
4.40 แสดงค่าแรงเฉือน ค่าสี และค่า Cooking yield เมื่อใช้อุณหภูมิและเวลาในการต้มต่างกัน	100
4.41 แสดงค่า Mean Ideal Ratio Score และค่า t value ของผลิตภัณฑ์สุดท้าย	104
4.42 แสดงคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย	105
4.43 แสดงคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์สุดท้าย	105
4.44 แสดงคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์สุดท้าย	106
4.45 แสดงค่า Mean Ideal Ratio Score เมื่อเก็บไส้กรอกไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า $10^{\circ}\text{ซ}$ นาน 4 สัปดาห์	107
4.46 แสดงผลการทดสอบคุณภาพด้านกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสเมื่อเก็บไส้กรอกไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า $10^{\circ}\text{ซ}$ นาน 5 สัปดาห์	108

## สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
2.1 แสดงอิมัลชันของน้ำมันในน้ำ โดยไขมันหยดเล็กละเอียดเป็น dispersed phase และน้ำเป็น continuous phase	5
2.2 แสดงเส้นใยกล้ามเนื้อและเส้นใยย่อย	13
2.3 แสดงเส้นใยฝอยไมโอซิน (A) ไมโอซิน แสดงส่วนหัว ทาง และคอ (B) เส้นใยฝอย ไมโอซินแสดงส่วนหัวคู่ที่ยื่นทางออกมา ทั้งนี้โดยมี C โปรตีนผูกครอบทุก ๆ 42.6 นาโนเมตร	14
2.4 แสดงโครงสร้างของเส้นใยฝอยชนิดหนาและบางในซาร์โคเมอร์ โดยตัวอย่างกล้ามเนื้อตามยาวและตามขวาง	15
2.5 แสดงเส้นใยฝอยชนิดบางหรือแอกติน (A) โมเลกุล G-actin (B) เส้นยาว F-actin 2 เส้นม้วนเข้าหากัน (C) โมเลกุลของ Tropomyosin (D) โมเลกุลของ Troponin และ (E) Thin filament	16
2.6 แสดงวงจรชีวิตของเชื้อรา <i>Monascus</i>	25
4.1 กราฟแสดงเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกคอกเทลตามท้องตลาด	49
4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า h value กับพันธุ์ข้าวที่ใช้ในการผลิตอังกัก	51
4.3 กราฟแสดงค่าคะแนนความชอบของไส้กรอกที่ทำจากน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ	53
4.4 กราฟแสดงค่าแรงเนียนของไส้กรอกที่ทำจากน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ	53
4.5 กราฟแสดงค่าสีของไส้กรอกที่ทำจากน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ	54
4.6 แสดง Feasible region ของสูตรไส้กรอก	57
4.7 กราฟแสดงเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเมื่อใช้ส่วนประกอบหลักต่างกัน	60
4.8 กราฟแสดงเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐาน	62
4.9 กราฟแสดงเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกจากแผนการทดลอง Plackett & Burman	66
4.10 กราฟแสดงเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกตามสูตรการทดลองของอังกักและแป้งมันสำปะหลัง	74

ภาพ	หน้า
4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นกับปริมาณแป้งมันสำปะหลัง	75
4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี a กับปริมาณอังกัก	75
4.13 กราฟแสดงเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกตามสูตรการทดลองของ เกลือและเครื่องเทศ	80
4.14 กราฟแสดงพื้นผิวการตอบสนองของปริมาณเกลือและเครื่องเทศที่มีต่อ ค่าแรงเฉือน	81
4.15 กราฟแสดงพื้นผิวการตอบสนองของปริมาณเกลือและเครื่องเทศที่มีต่อค่าสี b	82
4.16 กราฟแสดงเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกตามสูตรการทดลองของ ความเร็วและเวลาในการสับผสม	88
4.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงเฉือนกับความเร็ว	90
4.18 กราฟแสดงพื้นผิวการตอบสนองของความเร็วใบมีดและเวลาที่มีต่อค่าสี L	91
4.19 กราฟแสดงพื้นผิวการตอบสนองของความเร็วใบมีดและเวลาที่มีต่อค่าสี a	92
4.20 กราฟแสดงพื้นผิวการตอบสนองของความเร็วใบมีดและเวลาที่มีต่อค่า TEF	93
4.21 กราฟแสดงเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเมื่อใช้เวลาสับผสมต่างกัน	98
4.22 กราฟแสดงเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกตามสูตรการทดลองของอุณหภูมิ และเวลาในการต้ม	101
4.23 กราฟแสดงพื้นผิวการตอบสนองของอุณหภูมิและเวลาที่มีผลต่อค่า Cooking yield	102
4.24 กราฟแสดงเค้าโครงของผลิตภัณฑ์สุดท้าย	106
4.25 เค้าโครงผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่เก็บในอุณหภูมิต่ำกว่า $10^{\circ}\text{ซ}$ เป็นเวลา 4 สัปดาห์	109
4.26 แสดงค่า TBA Number ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า $10^{\circ}\text{ซ}$ นาน 5 สัปดาห์	109
4.27 แสดงปริมาณ TPC (log cfu/g) ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า $10^{\circ}\text{ซ}$ นาน 5 สัปดาห์	110