

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ต
บทที่ 1 บทนำ	
ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	
วัสดุดิบและอุปกรณ์	36
วิธีการทดลอง	40
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล	53
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
สรุปผลการทดลอง	186
ข้อเสนอแนะ	191

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	192
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ภาพประกอบ	198
ภาคผนวก ข แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	206
ภาคผนวก ค ตารางสถิติ	210
ภาคผนวก ง ตัวอย่างการคำนวณ	212
ภาคผนวก จ การวิเคราะห์คุณภาพ	216
ประวัติผู้เขียน	240

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	องค์ประกอบของเนื้อแดง	13
3.1	สูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยว	40
3.2	แผนการทดลองแบบ Plackett and Burman design (N=12)	43
3.3	ระดับของปัจจัยที่ต้องการกลั่นกรองในสูตรผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยว	44
3.4	ระดับต่ำและสูงของส่วนประกอบในส่วนผสมหลัก	47
4.1	ค่าสัดส่วนเฉลี่ย (Mean ideal ratio score) ลักษณะสำคัญผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยว	55
4.2	คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวที่ได้จากการวางแผนการทดลองแบบ Plackett and Burman design (N=12)	59
4.3	คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวที่ได้จากการวางแผนการทดลองแบบ Plackett and Burman design (N=12)	60
4.4	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวที่ได้จากการวางแผนการทดลองแบบ Plackett and Burman design (N=12)	61
4.5	ผล (Effect) และค่า t-value ของแต่ละปัจจัยที่มีต่อคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยว	65
4.6	ผล (Effect) และค่า t-value ของแต่ละปัจจัยที่มีต่อคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยว	66
4.7	ผล (Effect) และค่า t-value ของแต่ละปัจจัยที่มีต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยว	67
4.8	ปริมาณน้ำตาลและเกลือที่ใช้ระดับต่าง ๆ (ร้อยละ)	75
4.9	สิ่งทดลองในการหาระดับที่เหมาะสมของน้ำตาลและเกลือจากการวางแผนการทดลองแบบ 2^2 Factorial experiment in central composite design	76

ตาราง	หน้า	
4.10	คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวเมื่อมีการผันแปรปริมาณน้ำตาลและเกลือ	77
4.11	คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวเมื่อมีการผันแปรปริมาณน้ำตาลและเกลือ	78
4.12	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวเมื่อมีการผันแปรปริมาณน้ำตาลและเกลือ	79
4.13	สมการถดถอยยังไม่ถอดรหัส (Coded equation) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำตาลและเกลือต่อคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์	82
4.14	สมการถดถอยถอดรหัส (Decoded equation) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำตาลและเกลือต่อคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์	84
4.15	ระดับที่เหมาะสมของน้ำตาลและเกลือในสูตรการผลิต	86
4.16	สิ่งทดลองที่ได้จากการวางแผนการทดลองแบบ 2^3 Factorial experiment with 3 center points	91
4.17	คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวเมื่อผันแปรปริมาณเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น	92
4.18	คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวเมื่อผันแปรปริมาณเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น	93
4.19	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวเมื่อผันแปรปริมาณเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น	94
4.20	สมการถดถอยยังไม่ถอดรหัส (Coded equation) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์	97
4.21	สมการถดถอยถอดรหัส (Decoded equation) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์	98
4.22	ผลการการยอมรับด้านกลิ่นเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์เมื่อแทนค่าปริมาณของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นแต่ละชนิดในช่วงที่ศึกษา	101
4.23	สิ่งทดลองที่ได้จากการวางแผนการทดลองแบบ Mixture design	110

ตาราง	หน้า
4.24 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวที่ได้จากแผนการทดลองแบบ Mixture design	111
4.25 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวที่ได้จากแผนการทดลองแบบ Mixture design	111
4.26 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวที่ได้จากแผนการทดลองแบบ Mixture design	112
4.27 อัตราส่วนที่เหมาะสมของส่วนประกอบ ในส่วนผสมหลักที่ได้จากการวิเคราะห์ ด้วยโปรแกรมเชิงเส้น	115
4.28 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยว เมื่อระยะเวลาการหมักต่างกัน	116
4.29 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยว เมื่อระยะเวลาการหมักต่างกัน	117
4.30 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยว เมื่อระยะเวลาการหมักต่างกัน	117
4.31 ปริมาณความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทและเวลาการจุ่มผลิตภัณฑ์ระดับต่าง ๆ ที่ใช้	124
4.32 สิ่งทดลองในการหาระดับของสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทและเวลาการจุ่มผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม	125
4.33 ปริมาณกรดซอร์บิกที่วิเคราะห์ได้จากสิ่งทดลองทั้งหมด	126
4.34 สมการถดถอยยังไม่ถอดรหัส (Coded equation) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทและปริมาณกรดซอร์บิกในผลิตภัณฑ์	127
4.35 สมการถดถอยถอดรหัส (Decoded equation) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทและปริมาณกรดซอร์บิกในผลิตภัณฑ์	127
4.36 สิ่งทดลองที่ใช้ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยว	129
4.37 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อราของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวในระหว่างการเก็บรักษา	131

ตาราง	หน้า
4.38 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวในระหว่างการเก็บรักษา	133
4.39 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดแลคติกของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวในระหว่างการเก็บรักษา	136
4.40 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดซอร์บิกของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวในระหว่างการเก็บรักษา	139
4.41 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวในระหว่างการเก็บรักษา	142
4.42 การเปลี่ยนแปลงค่าสี a ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวในระหว่างการเก็บรักษา	145
4.43 การเปลี่ยนแปลงค่าสี b ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวในระหว่างการเก็บรักษา	148
4.44 การเปลี่ยนแปลงค่าแรงเฉือนของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวในระหว่างการเก็บรักษา	151
4.45 การเปลี่ยนแปลงการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวก่อนการทำให้สุกในระหว่างการเก็บรักษา	154
4.46 การเปลี่ยนแปลงการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวหลังการทำให้สุกในระหว่างการเก็บรักษา	157
4.47 การเปลี่ยนแปลงการยอมรับด้านรสเค็มของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวในระหว่างการเก็บรักษา	160
4.48 การเปลี่ยนแปลงการยอมรับด้านรสเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวในระหว่างการเก็บรักษา	163
4.49 การเปลี่ยนแปลงการยอมรับด้านกลิ่นเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวในระหว่างการเก็บรักษา	166
4.50 การเปลี่ยนแปลงการยอมรับด้านความเหนียวของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวในระหว่างการเก็บรักษา	169
4.51 การเปลี่ยนแปลงการยอมรับด้านความฉ่ำน้ำของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวในระหว่างการเก็บรักษา	172
4.52 การเปลี่ยนแปลงการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวในระหว่างการเก็บรักษา	175

ตาราง	หน้า
4.53	สูตรการผลิตที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวที่ผลิตโดยใช้เทคโนโลยี เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น 179
4.54	คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวโดยใช้สูตรและกระบวนการผลิตที่ เหมาะสม 180
4.55	คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวโดยใช้สูตรและกระบวนการ ผลิตที่เหมาะสม 181
4.56	คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวโดยใช้สูตรและกระบวนการ ผลิตที่เหมาะสม 181
4.57	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวโดยใช้สูตรและกระบวนการ การผลิตที่เหมาะสม (ค่า Mean ideal ratio scores) 182
4.58	ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวโดยใช้สูตรและกระบวนการผลิตที่ เหมาะสม 185

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
2.1 ผลของการใช้เกลือในปริมาณที่แตกต่างกันต่อระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก	16
2.2 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักที่มีปริมาณการใช้เครื่องเทศต่างกัน	21
4.1 แสดงลักษณะต่าง ๆ ที่ผู้บริโภคมักกำหนดให้เป็นลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์	54
4.2 กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยว	56
4.3 กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวในการกลั่นกรองปัจจัยเบื้องต้น	63
4.4 กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวเมื่อมีการผันแปรปริมาณน้ำตาลและเกลือ	81
4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเกลือและค่าความเป็นกรดเป็นด่างของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยว	87
4.6 กราฟพื้นที่การตอบสนองของการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์ก่อนการทำให้สุกเมื่อผันแปรปริมาณน้ำตาลและเกลือ	88
4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเกลือและการยอมรับด้านรสเค็มของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยว	89
4.8 กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวเมื่อมีการผันแปรปริมาณเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น	96
4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ <i>Micrococcus varians</i> และค่าสี L ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยว	103
4.10 กราฟพื้นที่การตอบสนองของค่าสี a ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยว เมื่อผันแปรปริมาณ <i>Micrococcus varians</i> และปริมาณ <i>Pediococcus cerevisiae</i>	104
4.11 กราฟพื้นที่การตอบสนองของค่าสี b ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยว เมื่อผันแปรปริมาณ <i>Micrococcus varians</i> และปริมาณ <i>Pediococcus cerevisiae</i>	105

ภาพ		หน้า
4.12	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ <i>Micrococcus varians</i> และ การยอมรับ ด้านสีของผลิตภัณฑ์ก่อนการทำให้สุก	106
4.13	กราฟพื้นที่การตอบสนองของการยอมรับด้านรสเปรี้ยว เมื่อผันแปรปริมาณ <i>Pediococcus cerevisiae</i> และปริมาณ <i>Lactobacillus plantarum</i>	107
4.14	กราฟพื้นที่การตอบสนองของการยอมรับด้านกลิ่นเปรี้ยว เมื่อผันแปรปริมาณ <i>Micrococcus varians</i> และปริมาณ <i>Lactobacillus plantarum</i>	108
4.15	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ <i>Micrococcus varians</i> และการยอมรับ ด้านความฉ่ำน้ำของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยว	109
4.16	กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวที่ได้จากแผนการทดลองแบบ Mixture design	113
4.17	ผลของระยะเวลาการหมักต่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยว	120
4.18	ผลของระยะเวลาการหมักต่อปริมาณกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดแลคติกของ ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยว	121
4.19	การเปลี่ยนแปลงค่าสี a ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวเมื่อระยะเวลาการหมักต่างกัน	122
4.20	กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยว เมื่อระยะเวลาการหมักต่างกัน	123
4.21	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทและ ปริมาณกรดซอร์บิกในผลิตภัณฑ์	128
4.22	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวในระหว่างการเก็บรักษา	134
4.23	การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดแลคติกของผลิตภัณฑ์ ไส้กรอกเปรี้ยวในระหว่างการเก็บรักษา	137
4.24	การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดซอร์บิกของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวในระหว่างการ เก็บรักษา	140
4.25	การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวในระหว่างการเก็บรักษา	143
4.26	การเปลี่ยนแปลงค่าสี a ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวในระหว่างการเก็บรักษา	146

ภาพ	หน้า
4.27 การเปลี่ยนแปลงค่าสี b ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวในระหว่างการเก็บรักษา	149
4.28 การเปลี่ยนแปลงค่าแรงเฉือนของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวในระหว่างการเก็บรักษา	152
4.29 การเปลี่ยนแปลงการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวก่อนการทำให้สุก ในระหว่างการเก็บรักษา	155
4.30 การเปลี่ยนแปลงการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวหลังการทำให้สุก ในระหว่างการเก็บรักษา	158
4.31 การเปลี่ยนแปลงการยอมรับด้านรสเค็มของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวในระหว่าง การเก็บรักษา	161
4.32 การเปลี่ยนแปลงการยอมรับด้านรสเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวในระหว่าง การเก็บรักษา	164
4.33 การเปลี่ยนแปลงการยอมรับด้านกลิ่นเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวใน ระหว่างการเก็บรักษา	167
4.34 การเปลี่ยนแปลงการยอมรับด้านความเหนียวของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวใน ระหว่างการเก็บรักษา	170
4.35 การเปลี่ยนแปลงการยอมรับด้านความนุ่มน้าของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวใน ระหว่างการเก็บรักษา	173
4.36 การเปลี่ยนแปลงการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวในระหว่างการ เก็บรักษา	176
4.37 กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวที่ผลิตโดยใช้สูตรและกระบวนการผลิตที่ เหมาะสม	184