

## สารบัญ

หน้า	
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้จากการศึกษา	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 วิธีการวิจัย	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ไส้กรอก (Sausage)	5
2.2 ไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์	8
2.3 สารประกอบต่าง ๆ ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก	9
2.4 การลดเกลือในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์	23
2.5 การทดลองแบบส่วนผสม (Mixture design)	26
2.6 วิธีการพื้นผิวตอบสนอง (Response surface methodology, RSM)	27
2.7 การทดสอบผู้บริโภค (Consumer testing)	28
2.8 การวิเคราะห์ลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา	30

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	33
3.1 วัตถุประสงค์ อุปกรณ์ และสารเคมี	33
3.2 ขั้นตอนการทดลอง	35
3.2.1 ส่วนผสมพื้นฐานและกรรมวิธีในการผลิต ไส้กรอกเฟรนช์เฟอ์เตอร์	35
3.2.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา (Generic Descriptive Analysis)	37
ตอนที่ 1 การศึกษาผลของการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและรสชาติของ ไส้กรอกเฟรนช์เฟอ์เตอร์	40
ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบการใช้แอล-อาร์จินีน (L-arginine) และไกลซีน (Glycine) ที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัส และรสชาติของไส้กรอกเฟรนช์เฟอ์เตอร์	42
ตอนที่ 3 การศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ ไส้กรอกเฟรนช์เฟอ์เตอร์ที่ทดแทน เกลือ โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ด้วย เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) และใช้กรดอะมิโน ในการปรับรสของเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์	45
ตอนที่ 4 การทดสอบผลิตภัณฑ์สุดท้ายของ ไส้กรอกเฟรนช์เฟอ์เตอร์ลดเกลือโซเดียม ที่ทำการพัฒนาได้	51
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล	54
4.1 การศึกษาผลของการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและรสชาติของไส้กรอก	54
4.2 การเปรียบเทียบการใช้แอล-อาร์จินีน (L-arginine) และไกลซีน (Glycine) ที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและรสชาติของไส้กรอก	62

4.3 การศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ไส้กรอก ที่ทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) และใช้กรดอะมิโน ในการบดบังรสขมของเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์	67
4.4 การทดสอบผลิตภัณฑ์สุดท้ายของไส้กรอกแฟรงค์เฟอ์เตอร์ ลดเกลือโซเดียมที่ทำการพัฒนาได้	83
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	89
เอกสารอ้างอิง	91
ภาคผนวก	97
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์คุณภาพ	98
ภาคผนวก ข การทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา	103
ภาคผนวก ค การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค	106
ภาคผนวก ง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไส้กรอกแฟรงค์เฟอ์เตอร์	113
ประวัติผู้เขียน	126

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า	
3.1	ส่วนผสมในการทำไส้กรอกเฟรนช์เฟอ์เตอร์	35
3.2	ความเข้มข้นแต่ละระดับของสารละลายรสชาติพื้นฐาน	38
3.3	ความเข้มของคุณลักษณะ และความเข้มข้นของสารละลายในแต่ละคุณลักษณะ	39
3.4	สิ่งทดลองของการศึกษาผลของการทดแทนเกลือ โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและรสชาติของไส้กรอก	40
3.5	สิ่งทดลองของการเปรียบเทียบการใช้แอล-อาร์จินีน (L-arginine) และไกลซีน (glycine) ที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและรสชาติของไส้กรอก	43
3.6	ปริมาณโซเดียมที่มีในส่วนผสมในการผลิตไส้กรอกเฟรนช์เฟอ์เตอร์	46
3.7	สิ่งทดลองของการศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเฟรนช์เฟอ์เตอร์ลดเกลือ โซเดียม	48
4.1	ค่าเฉลี่ยของความเข้มในด้านรสเค็ม และรสขมของไส้กรอกเฟรนช์เฟอ์เตอร์จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา	54
4.2	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคุณลักษณะเนื้อสัมผัส และปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเฟรนช์เฟอ์เตอร์	56
4.3	สมการรีเกรสชัน(Regression equation ) ของคุณลักษณะด้านรสเค็ม (Saltiness) รสขม(Bitterness) ความแข็ง(Hardness) การเชื่อมติด(Cohesiveness) ความเหนียวลื่น(Gumminess) ความเหนียว(Chewiness) และความชื้น(Moisture) ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเฟรนช์เฟอ์เตอร์	57
4.4	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้มในด้านรสเค็ม และรสขมของไส้กรอกเฟรนช์เฟอ์เตอร์จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา	62
4.5	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเฟรนช์เฟอ์เตอร์ในแต่ละสิ่งทดลองจากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค (n=50)	64

4.6	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคุณลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอ์เตอร์	65
4.7	ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางด้านเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอ์เตอร์ลดเกลือโซเดียมจากการทดลองแบบ Mixture design	68
4.8	ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอ์เตอร์ลดเกลือโซเดียมจากการทดลองแบบ Mixture design	70
4.9	สมการรีเกรสชัน (regression equation) ของคุณลักษณะด้านความชอบโดยรวม (overall liking) กลิ่นรส (favor) ความเค็ม (saltiness) รสชาติโดยรวม (all tasting) เนื้อสัมผัส (texture) และความเข้มของรสเค็ม (saltiness : DA) ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอ์เตอร์ที่ได้จาก 14 สิ่งทดลอง	75
4.10	ค่าเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอ์เตอร์ลดเกลือโซเดียมที่ได้จากการทำนายสมการรีเกรสชันและจากการทดลอง	81
4.11	ช่วงส่วนผสมที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอ์เตอร์ลดเกลือโซเดียม	82
4.12	ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางด้านเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอ์เตอร์	83
4.13	ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอ์เตอร์	84
4.14	ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอ์เตอร์ลดเกลือโซเดียมที่ใช้ช่วง ส่วนผสมที่เหมาะสมดังตาราง 4.11	85
4.15	ปริมาณโซเดียมในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอ์เตอร์ซึ่งทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี Inductively coupled plasma (ICP)	87
4.16	คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอ์เตอร์	87

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า	
2.1	ผลิตภัณฑ์ไส้กรอก (Sausage)	5
2.2	ไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์(Frankfurter)	8
2.3	ผลของเกลือต่อโมเลกุลของโปรตีน	19
2.4	ไกลซีน(glycine)	20
2.5	แอล-อาร์จินีน (L-arginine)	21
2.6	กลไกการบดบังรสขมของสาร Quinine และ Isoleucine ในหน่วยรับรสขมของมนุษย์	22
3.1	ขั้นตอนการทำไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์	36
3.2	ข้อมูลที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์ ลดเกลือโซเดียมที่ทำการพัฒนาได้	52
4.1	กราฟค่าตอบสนองในแต่ละคุณลักษณะของไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์ ที่ทำการทดแทนการใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์	58
4.2	ผลการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์ ลดเกลือโซเดียมทั้ง 14 สิ่งทดลอง ด้วยวิธี 9-point hedonic scale	72
4.3	กราฟค่าตอบสนองของคะแนนในแต่ละคุณลักษณะของ ไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์ที่ทำการผันแปร เกลือโซเดียมคลอไรด์ เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ และไกลซีน	76
4.4	ช่วงระดับของเกลือโซเดียมคลอไรด์ เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ และไกลซีน ที่เหมาะสม(พื้นที่สี่เหลี่ยม) ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์ลด เกลือโซเดียมที่ให้คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในด้านความชอบโดยรวม กลิ่นรส รสเค็ม รสชาติโดยรวม และเนื้อสัมผัสในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก มากกว่า 5.5 (จากการใช้วิธี 9-point hedonic scale)	80