

บทที่ 4

ผลการทดลอง

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ

1. วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน และไขมัน ในเนื้อหมู เนื้อวัว และไขมันหมู ตามวิธีของ AOAC (1980) ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อหมู เนื้อวัว และไขมันหมูที่ใช้ในการผลิตไส้กรอก

องค์ประกอบ	ค่าเฉลี่ย* (%) \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	เนื้อหมู	เนื้อวัว	ไขมันหมู
โปรตีน	24.28 \pm 0.04	23.00 \pm 0.16	5.81 \pm 0.96
ไขมัน	1.15 \pm 0.01	1.90 \pm 0.01	82.34 \pm 1.68
ความชื้น	73.68 \pm 0.37	74.74 \pm 0.03	11.37 \pm 0.62

* ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 2 ซ้ำ

2. วิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันในไขมันหมูและน้ำมันแต่ละชนิด ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบกรดไขมันของไขมันหมูและน้ำมันแต่ละชนิด

กรดไขมัน	ค่าเฉลี่ย* (%) \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน			
	น้ำมันถั่วเหลือง	น้ำมันปลา	น้ำมันปลาทูน่า	ไขมันหมู
C14:0	-	5.77 \pm 0.06	2.23 \pm 0.59	0.27 \pm 0.07
C16:0	10.75 \pm 0.12	14.91 \pm 0.08	19.56 \pm 0.74	19.21 \pm 0.53
C16:1	0.40 \pm 0.02	9.44 \pm 0.05	5.55 \pm 0.46	2.30 \pm 0.58
C18:0	2.58 \pm 0.14	4.27 \pm 0.04	6.03 \pm 0.27	9.69 \pm 0.35
C18:1	26.92 \pm 0.04	14.25 \pm 0.03	16.50 \pm 0.30	47.90 \pm 1.29
C18:2	48.12 \pm 0.05	2.08 \pm 0.07	1.94 \pm 0.36	16.15 \pm 0.74
C18:3 (Ω-3)	6.64 \pm 0.47	2.68 \pm 0.03	1.69 \pm 0.12	0.67 \pm 0.18
C18:4 (Ω-3)	0.10 \pm 0.07	2.55 \pm 0.04	0.85 \pm 0.07	-
C20:4	0.53 \pm 0.13	2.56 \pm 0.02	2.61 \pm 0.04	0.40 \pm 0.11
C20:5 (Ω-3)	0.50 \pm 0.01	17.52 \pm 0.15	5.37 \pm 0.13	0.14 \pm 0.09
C22:5 (Ω-3)	0.09 \pm 0.04	2.59 \pm 0.03	1.12 \pm 0.03	0.13 \pm 0.04
C22:6 (Ω-3)	0.16 \pm 0.06	12.59 \pm 0.27	26.15 \pm 0.31	0.39 \pm 0.17
Others	3.25 \pm 0.39	8.79 \pm 0.18	10.41 \pm 0.95	2.80 \pm 0.70
Ω-3 PUFA	7.48 \pm 0.49	37.92 \pm 0.26	35.17 \pm 0.21	1.28 \pm 0.36
PUFA	56.12 \pm 0.31	42.58 \pm 0.20	39.72 \pm 0.59	17.83 \pm 1.01
กรดไขมันอิ่มตัว(S)	13.33 \pm 0.02	24.95 \pm 0.14	27.82 \pm 1.52	29.18 \pm 1.11
Ω-3 PUFA/S ratio	0.57 \pm 0.04	1.52 \pm 0.01	1.27 \pm 0.08	0.05 \pm 0.01
PUFA/S ratio	4.21 \pm 0.01	1.71 \pm 0.01	1.43 \pm 0.10	0.61 \pm 0.06

* ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 2 ซ้ำ และฉีดตัวอย่างละ 4 ครั้งต่อ 1 ซ้ำ

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมัน พบว่า ชนิดที่มีมากที่สุดในไขมันหมู คือ กรด oleic (C18:1) ในน้ำมันถั่วเหลืองมีกรด linolenic (C18:3, ω -3) 6.64 % กรดไขมัน ที่มีมากที่สุดในน้ำมันปลา คือ eicosapentaenoic acid (C20:5, ω -3) และในน้ำมันปลาทูน่า คือ docosahexaenoic acid (C22:6, ω -3) อัตราส่วนระหว่าง ω -3 PUFA ต่อกรดไขมันอิ่มตัวใน น้ำมันปลาสูงที่สุด รองลงมาคือ น้ำมันปลาทูน่า น้ำมันถั่วเหลือง และไขมันหมู ตาม ลำดับ อัตราส่วนระหว่าง PUFA ต่อกรดไขมันอิ่มตัวในน้ำมันถั่วเหลืองสูงที่สุด รองลงมา คือ น้ำมันปลา น้ำมันปลาทูน่า และไขมันหมู ตามลำดับ

ศึกษาสูตรและกระบวนการผลิตไส้กรอกอิมัลชันที่ทดแทนไขมันหมูด้วยน้ำมัน

1. ศึกษาสูตรและกระบวนการผลิตไส้กรอกอิมัลชันที่ทดแทนไขมันหมูด้วยน้ำมัน ถั่วเหลือง

ศึกษาอัตราส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองต่อไขมันหมู และเวลาในการสับที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับและมีไขมันจากสัตว์ในปริมาณต่ำ โดยแปรอัตราส่วนโดย น้ำหนักระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองต่อไขมันหมูในสูตรต้นแบบเป็น 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25 และ 100 : 0 แปรเวลาในการสับเป็น 5, 10 และ 15 นาที ประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้านการเสียน้ำหนักหลังการทำให้สุก ค่าแรงตัดขาด และทดสอบทางประสาทสัมผัส ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3 - 11

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 ค่าการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกและค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ได้กรอกอิมัลชันที่ผลิตโดยแปรเวลาในการสับเป็น 5, 10 และ 15 นาที และอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองกับไขมันหมู 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25 และ 100 : 0

น้ำมันถั่วเหลือง:ไขมันหมู (อัตราส่วนโดยน้ำหนัก)	เวลาสับ (นาที)	ค่าเฉลี่ย \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
		การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก (%)	ค่าแรงตัดขาด (นิวตัน)
25 : 75	5	6.61 \pm 0.15	10.81 \pm 0.40
	10	6.55 \pm 0.35	11.55 \pm 2.35
	15	7.49 \pm 0.50	9.50 \pm 0.35
50 : 50	5	5.93 \pm 1.27	9.89 \pm 1.67
	10	6.42 \pm 0.86	9.70 \pm 1.29
	15	7.43 \pm 1.13	11.58 \pm 2.54
75 : 25	5	6.74 \pm 0.54	7.33 \pm 0.59
	10	6.72 \pm 1.10	8.62 \pm 0.90
	15	7.19 \pm 0.80	8.86 \pm 1.27
100 : 0	5	5.71 \pm 0.66	7.54 \pm 0.40
	10	5.64 \pm 0.01	9.54 \pm 1.18
	15	5.46 \pm 0.23	7.95 \pm 0.98

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกและค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชัน ที่ผลิตโดยแปรเวลาในการสับเป็น 5, 10 และ 15 นาที และอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองกับไขมันหมู 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25 และ 100 : 0

SOV	d.f.	MS	
		การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก	ค่าแรงตัดขาด
น้ำมันถั่วเหลือง:ไขมันหมู (A)	3	2.214 *	9.732 *
เวลาในการสับ (B)	2	0.989	1.872
AB	6	0.304	2.019
error	12	0.556	1.834

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกและค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชัน ที่ผลิตโดยแปรเวลาในการสับและอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองกับไขมันหมู เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองกับไขมันหมู

น้ำมันถั่วเหลือง:ไขมันหมู (อัตราส่วนโดยน้ำหนัก)	ค่าเฉลี่ย \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก (%)	ค่าแรงตัดขาด (นิวตัน)
25 : 75	6.88 ^a \pm 0.53	10.62 ^a \pm 1.04
50 : 50	6.59 ^a \pm 0.77	10.39 ^a \pm 1.04
75 : 25	6.89 ^a \pm 0.26	8.27 ^b \pm 0.83
100 : 0	5.60 ^b \pm 0.13	8.34 ^b \pm 1.05

a,b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 6 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น รสชาติ และความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์ได้กรอกอิมัลชัน ที่ผลิตโดยแปรเวลาในการสับเป็น 5, 10 และ 15 นาที และอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองกับไขมันหมู 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25 และ 100 : 0

น้ำมันถั่วเหลือง:ไขมันหมู (อัตราส่วนโดยน้ำหนัก)	เวลาสับ (นาที)	คะแนนเฉลี่ย \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
		กลิ่น ^{ns}	รสชาติ	ความชุ่มน้ำ
25 : 75	5	7.15 \pm 1.56	6.63 \pm 1.67	7.25 \pm 1.34
	10	7.23 \pm 1.49	6.83 \pm 1.73	6.64 \pm 1.60
	15	7.76 \pm 0.85	6.23 \pm 1.39	6.35 \pm 1.51
50 : 50	5	7.44 \pm 1.33	6.48 \pm 2.06	6.88 \pm 1.05
	10	7.41 \pm 1.21	6.98 \pm 1.47	6.56 \pm 1.25
	15	7.54 \pm 1.44	6.95 \pm 1.47	6.95 \pm 1.17
75 : 25	5	7.69 \pm 1.35	6.78 \pm 1.61	7.59 \pm 0.98
	10	7.58 \pm 1.28	7.00 \pm 1.53	7.38 \pm 0.93
	15	7.92 \pm 0.87	7.13 \pm 1.90	7.32 \pm 1.16
100 : 0	5	7.67 \pm 1.38	7.47 \pm 1.41	7.60 \pm 1.19
	10	7.79 \pm 1.42	7.36 \pm 1.59	7.79 \pm 1.07
	15	7.65 \pm 1.20	7.12 \pm 1.66	7.56 \pm 1.19

ns ไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสจากการเคี้ยวและเนื้อสัมผัสจากลักษณะภายในของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชัน ที่ผลิตโดยแปรเวลาในการสับเป็น 5, 10 และ 15 นาที และอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองกับไขมันหมู 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25 และ 100 : 0

น้ำมันถั่วเหลือง:ไขมันหมู (อัตราส่วนโดยน้ำหนัก)	เวลาสับ (นาที)	คะแนนเฉลี่ย \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
		เนื้อสัมผัสจากการเคี้ยว	เนื้อสัมผัสจากลักษณะภายใน
25 : 75	5	7.24 \pm 1.29	7.28 \pm 1.22
	10	7.44 \pm 1.15	7.49 \pm 1.22
	15	7.14 \pm 1.33	6.95 \pm 1.44
50 : 50	5	7.44 \pm 1.02	6.58 \pm 1.87
	10	7.75 \pm 1.37	7.54 \pm 1.33
	15	7.31 \pm 1.37	6.96 \pm 1.24
75 : 25	5	6.82 \pm 1.39	6.70 \pm 1.96
	10	7.09 \pm 1.27	7.19 \pm 1.61
	15	7.38 \pm 1.39	6.83 \pm 1.95
100 : 0	5	6.84 \pm 1.78	6.94 \pm 1.60
	10	6.67 \pm 1.96	7.07 \pm 1.93
	15	6.68 \pm 1.82	6.66 \pm 2.00

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น รสชาติ และความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชัน ที่ผลิตโดยแปรเวลาในการสับเป็น 5, 10 และ 15 นาที และอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมัน ถั่วเหลืองกับไขมันหมู 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25 และ 100 : 0

SOV	d.f.	MS		
		กลิ่น	รสชาติ	ความชุ่มน้ำ
น้ำมันถั่วเหลือง:ไขมันหมู (A)	3	1.817	6.059*	12.285*
เวลาในการสับ (B)	2	1.298	1.017	1.842
AB	6	0.564	1.227	1.293
block	19	11.001*	18.485*	4.764*
error	209	0.841	1.235	1.181

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสจากการเคี้ยว และเนื้อสัมผัสจากลักษณะภายในของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชันที่ผลิตโดยแปรเวลาในการสับเป็น 5, 10 และ 15 นาที และอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองกับไขมันหมู 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25 และ 100 : 0

SOV	d.f.	MS	
		เนื้อสัมผัสจากการเคี้ยว	เนื้อสัมผัสจากลักษณะภายใน
น้ำมันถั่วเหลือง:ไขมันหมู (A)	3	6.360*	1.552
เวลาในการสับ (B)	2	0.506	5.667*
AB	6	0.923	0.903
block	19	9.540*	15.132*
error	209	1.437	1.570

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยด้านรสชาติ ความชุ่มน้ำ และเนื้อสัมผัสจากการเคี้ยวของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชัน ที่ผลิตโดยแปรเวลาในการสับและอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองกับไขมันหมู เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองกับไขมันหมู

น้ำมันถั่วเหลือง:ไขมันหมู (อัตราส่วนโดยน้ำหนัก)	คะแนนเฉลี่ย \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	รสชาติ	ความชุ่มน้ำ	เนื้อสัมผัสจากการเคี้ยว
25 : 75	6.56 ^b \pm 0.31	6.75 ^b \pm 0.46	7.27 ^a \pm 0.15
50 : 50	6.80 ^b \pm 0.28	6.79 ^b \pm 0.21	7.50 ^a \pm 0.23
75 : 25	6.97 ^{ab} \pm 0.18	7.43 ^a \pm 0.15	7.10 ^{ab} \pm 0.28
100 : 0	7.32 ^a \pm 0.18	7.65 ^a \pm 0.12	6.73 ^b \pm 0.10

a,b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยเนื้อสัมผัสจากลักษณะภายในของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชันที่ผลิตโดยแปรเวลาในการสับ และอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองกับไขมันหมู เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของเวลาในการสับ

เวลาสับ (นาที)	คะแนนเฉลี่ย \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน
5	6.87 ^b \pm 0.31
10	7.32 ^a \pm 0.23
15	6.85 ^b \pm 0.14

a,b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)



รูปที่ 2 ลักษณะภายนอกและเนื้อสัมผัสภายในของไส้กรอกอิมัลชัน ซึ่งผลิตโดยใช้
น้ำมันถั่วเหลืองต่อไขมันหมูในอัตราส่วน 75 : 25 สับเป็นเวลา 10 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3 ลักษณะภายนอกและเนื้อสัมผัสภายในของได้กรอกอิมัลชัน ซึ่งผลิตโดยใช้
น้ำมันถั่วเหลืองต่อไขมันหมูในอัตราส่วน 100 : 0 สับเป็นเวลา 10 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างอัตราส่วนน้ำมันถั่วเหลืองต่อไขมันหมูกับเวลาในการสับ ไม่มีผลต่อค่าการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกและค่าแรงตัดขาด ($p > 0.05$) ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจึงแยกวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกและค่าแรงตัดขาดโดยพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอัตราส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองกับไขมันหมู ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 5 เมื่อพิจารณาเฉพาะค่าเฉลี่ยการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกพบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ น้ำมันถั่วเหลืองต่อไขมันหมู 100 : 0 และเมื่อพิจารณาเฉพาะค่าแรงตัดขาด อัตราส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองกับไขมันหมูที่เหมาะสมคือ 25 : 75 กับ 50 : 50

จากการวิเคราะห์คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า อิทธิพลร่วมของอัตราส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองต่อไขมันหมู กับเวลาในการสับ ไม่มีผลต่อคะแนนด้านกลิ่น รสชาติ ความชุ่มน้ำ เนื้อสัมผัสจากการเคี้ยว และเนื้อสัมผัสจากลักษณะภายใน ($p > 0.05$) ดังนั้นในการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย จึงแยกวิเคราะห์คะแนนรสชาติ ความชุ่มน้ำ และเนื้อสัมผัสจากการเคี้ยว โดยพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอัตราส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองกับไขมันหมู ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 10 ส่วนคะแนนเนื้อสัมผัสจากลักษณะภายใน แยกพิจารณาเฉพาะผลของเวลาสับ ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 11 เมื่อพิจารณาเฉพาะคะแนนรสชาติและความชุ่มน้ำ พบว่า อัตราส่วนของน้ำมันถั่วเหลืองต่อไขมันหมูที่เหมาะสม คือ 75 : 25 และ 100 : 0 เมื่อพิจารณาเฉพาะคะแนนเนื้อสัมผัสจากการเคี้ยว อัตราส่วนของน้ำมันถั่วเหลืองต่อไขมันหมูที่เหมาะสม คือ 25 : 75, 50 : 50 และ 75 : 25 และเมื่อพิจารณาเฉพาะคะแนนเนื้อสัมผัสจากลักษณะภายใน เวลาสับที่เหมาะสม คือ 10 นาที

จากภาวะดีที่สุดที่สรุปได้จากเกณฑ์ทางกายภาพและคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยให้ความสำคัญกับคะแนนด้านกลิ่นและปริมาณน้ำมันถั่วเหลืองสูงสุดในผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคยังยอมรับได้ ภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการผลิต คือ น้ำมันถั่วเหลืองต่อไขมันหมู 75 : 25 และ 100 : 0 เวลาสับ 10 นาที

2. ศึกษาสูตรและกระบวนการผลิตไส้กรอกอิมัลชันที่ทดแทนไขมันหมูด้วยน้ำมันปลา

ศึกษาอัตราส่วนระหว่างน้ำมันปลาต่อไขมันหมูและเวลาในการสับที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับและยังมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวในปริมาณสูง โดยแปรอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันปลาต่อไขมันหมูในสูตรต้นแบบเป็น 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25 และ 100 : 0 แปรเวลาสับเป็น 5, 10 และ 15 นาที เลือกอัตราส่วนระหว่างน้ำมันปลาต่อ

ไขมันหมูและเวลาสับที่เหมาะสม โดยประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้านการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก ค่าแรงตัดขาด และทดสอบทางประสาทสัมผัส ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 12 - 20

ตารางที่ 12 ค่าการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกและค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชันที่ผลิตโดยแปรเวลาในการสับเป็น 5, 10 และ 15 นาที และอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันปลากับไขมันหมู 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25 และ 100 : 0

น้ำมันปลา:ไขมันหมู (อัตราส่วนโดยน้ำหนัก)	เวลาสับ (นาที)	ค่าเฉลี่ย \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
		การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก (%)	ค่าแรงตัดขาด (นิวตัน)
25 : 75	5	3.69 \pm 0.44	11.86 \pm 1.80
	10	4.16 \pm 0.83	14.38 \pm 2.20
	15	4.89 \pm 0.21	13.89 \pm 0.91
50 : 50	5	3.94 \pm 0.55	11.18 \pm 0.79
	10	3.43 \pm 1.77	12.27 \pm 1.48
	15	3.83 \pm 0.04	10.69 \pm 0.32
75 : 25	5	2.34 \pm 0.07	8.85 \pm 0.07
	10	2.75 \pm 0.41	8.02 \pm 1.19
	15	2.72 \pm 0.69	8.26 \pm 0.45
100 : 0	5	2.42 \pm 0.59	9.60 \pm 0.54
	10	2.64 \pm 0.82	9.12 \pm 1.77
	15	2.83 \pm 0.54	8.35 \pm 0.41

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก และค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ได้กรอกอิมัลชันที่ผลิตโดยแปรเวลาในการสับเป็น 5, 10 และ 15 นาที และอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันปลา กับไขมันหมู 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25 และ 100 : 0

SOV	d.f.	MS	
		การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก	ค่าแรงตัดขาด
น้ำมันปลา:ไขมันหมู (A)	3	4.029*	31.517*
เวลาในการสับ (B)	2	0.460	1.016
AB	6	0.201	1.679
error	12	0.529	1.420

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก และค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ได้กรอกอิมัลชันที่ผลิตโดยแปรเวลาในการสับ และอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันปลา กับไขมันหมู เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันปลา กับไขมันหมู

น้ำมันปลา:ไขมันหมู (อัตราส่วนโดยน้ำหนัก)	ค่าเฉลี่ย (%) \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก (%)	ค่าแรงตัดขาด (นิวตัน)
25 : 75	4.25 ^a \pm 0.60	13.38 ^a \pm 1.34
50 : 50	3.73 ^a \pm 0.27	11.38 ^b \pm 0.81
75 : 25	2.60 ^b \pm 0.23	8.38 ^c \pm 0.43
100 : 0	2.63 ^b \pm 0.21	9.02 ^c \pm 0.63

a,b,c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 15 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น รสชาติ และความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชัน ที่ผลิตโดยแปรเวลาในการสับเป็น 5, 10 และ 15 นาที และอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันปลากับไขมันหมู 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25 และ 100 : 0

น้ำมันปลา:ไขมันหมู (อัตราส่วนโดยน้ำหนัก)	เวลาสับ (นาที)	คะแนนเฉลี่ย \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
		กลิ่น	รสชาติ	ความชุ่มน้ำ
25 : 75	5	7.43 \pm 1.69	7.24 \pm 1.23	7.17 \pm 1.55
	10	7.53 \pm 1.60	7.24 \pm 1.36	7.04 \pm 1.33
	15	7.67 \pm 1.63	7.01 \pm 1.41	6.93 \pm 1.31
50 : 50	5	7.39 \pm 1.37	7.10 \pm 1.40	7.53 \pm 1.35
	10	7.30 \pm 1.61	6.69 \pm 1.74	7.15 \pm 1.10
	15	7.53 \pm 1.46	6.88 \pm 1.42	7.70 \pm 1.26
75 : 25	5	6.83 \pm 1.78	6.84 \pm 1.63	8.11 \pm 1.10
	10	6.61 \pm 1.64	6.95 \pm 1.56	7.89 \pm 1.05
	15	6.96 \pm 1.83	7.04 \pm 1.72	8.16 \pm 0.98
100 : 0	5	6.27 \pm 1.96	6.27 \pm 1.78	7.80 \pm 1.05
	10	6.45 \pm 1.45	6.72 \pm 1.42	8.04 \pm 1.21
	15	6.35 \pm 1.99	6.42 \pm 1.46	7.59 \pm 1.32

ตารางที่ 16 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสจากการเคี้ยว และเนื้อสัมผัสจากลักษณะภายในของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชัน ที่ผลิตโดยแปรเวลาในการสับเป็น 5, 10 และ 15 นาที และอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันปลา:ไขมันหมู 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25 และ 100 : 0

น้ำมันปลา:ไขมันหมู (อัตราส่วนโดยน้ำหนัก)	เวลาสับ (นาที)	คะแนนเฉลี่ย \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
		เนื้อสัมผัสจากการเคี้ยว	เนื้อสัมผัสจากลักษณะภายใน
25 : 75	5	7.31 \pm 1.32	7.16 \pm 1.02
	10	7.51 \pm 1.17	6.94 \pm 1.36
	15	7.47 \pm 1.33	6.84 \pm 1.65
50 : 50	5	7.86 \pm 1.14	7.03 \pm 1.35
	10	7.49 \pm 1.35	6.94 \pm 1.37
	15	7.51 \pm 1.24	7.16 \pm 1.39
75 : 25	5	7.44 \pm 1.40	7.41 \pm 1.67
	10	7.11 \pm 1.39	7.59 \pm 1.13
	15	7.79 \pm 1.15	7.75 \pm 0.99
100 : 0	5	7.02 \pm 1.40	7.08 \pm 1.35
	10	6.59 \pm 1.70	7.22 \pm 1.40
	15	7.26 \pm 1.21	7.58 \pm 1.07

ตารางที่ 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น รสชาติ และความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์ได้กรอกอิมัลชัน ที่ผลิตโดยแปรเวลาในการสับเป็น 5, 10 และ 15 นาที และอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันปลา กับไขมันหมู 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25 และ 100 : 0

SOV	d.f.	MS		
		กลิ่น	รสชาติ	ความชุ่มน้ำ
น้ำมันปลา:ไขมันหมู (A)	3	18.235*	5.020*	11.479*
เวลาในการสับ (B)	2	0.605	0.069	0.290
AB	6	0.251	0.801	0.986
block	19	24.830*	15.938*	12.200*
error	209	0.816	1.069	0.538

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสจากการเคี้ยว และเนื้อสัมผัสจากลักษณะภายในของผลิตภัณฑ์ ได้กรอกอิมัลชันที่ผลิตโดยแปรเวลาในการสับเป็น 5, 10 และ 15 นาที และอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันปลากับไขมันหมู 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25 และ 100 : 0

SOV	d.f.	MS	
		เนื้อสัมผัสจากการเคี้ยว	เนื้อสัมผัสจากลักษณะภายใน
น้ำมันปลา:ไขมันหมู (A)	3	4.840*	4.468*
เวลาในการสับ (B)	2	2.349	0.689
AB	6	1.111	0.669
block	19	10.640*	10.552*
error	209	0.948	0.968

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 19 การวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่น รสชาติ และความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์
ไส้กรอกอิมัลชันที่ผลิตโดยแปรเวลาในการสับ และอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่าง
น้ำมันปลา กับไขมันหมู เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอัตราส่วนโดยน้ำหนัก
ระหว่างน้ำมันปลา กับไขมันหมู

น้ำมันปลา:ไขมันหมู (อัตราส่วนโดยน้ำหนัก)	คะแนนเฉลี่ย \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	กลิ่น	รสชาติ	ความชุ่มน้ำ
25 : 75	7.54 ^a \pm 0.12	7.16 ^a \pm 0.13	7.05 ^c \pm 0.12
50 : 50	7.40 ^a \pm 0.12	6.89 ^a \pm 0.21	7.46 ^b \pm 0.28
75 : 25	6.80 ^b \pm 0.18	6.94 ^a \pm 0.10	8.05 ^a \pm 0.15
100 : 0	6.35 ^c \pm 0.09	6.47 ^b \pm 0.23	7.81 ^a \pm 0.22

a,b,c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 20 การวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสจากการเคี้ยวและเนื้อสัมผัสจากลักษณะ
ภายในของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชันที่ผลิตโดยแปรเวลาในการสับและอัตราส่วน
โดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันปลา กับไขมันหมู เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของ
อัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันปลา กับไขมันหมู

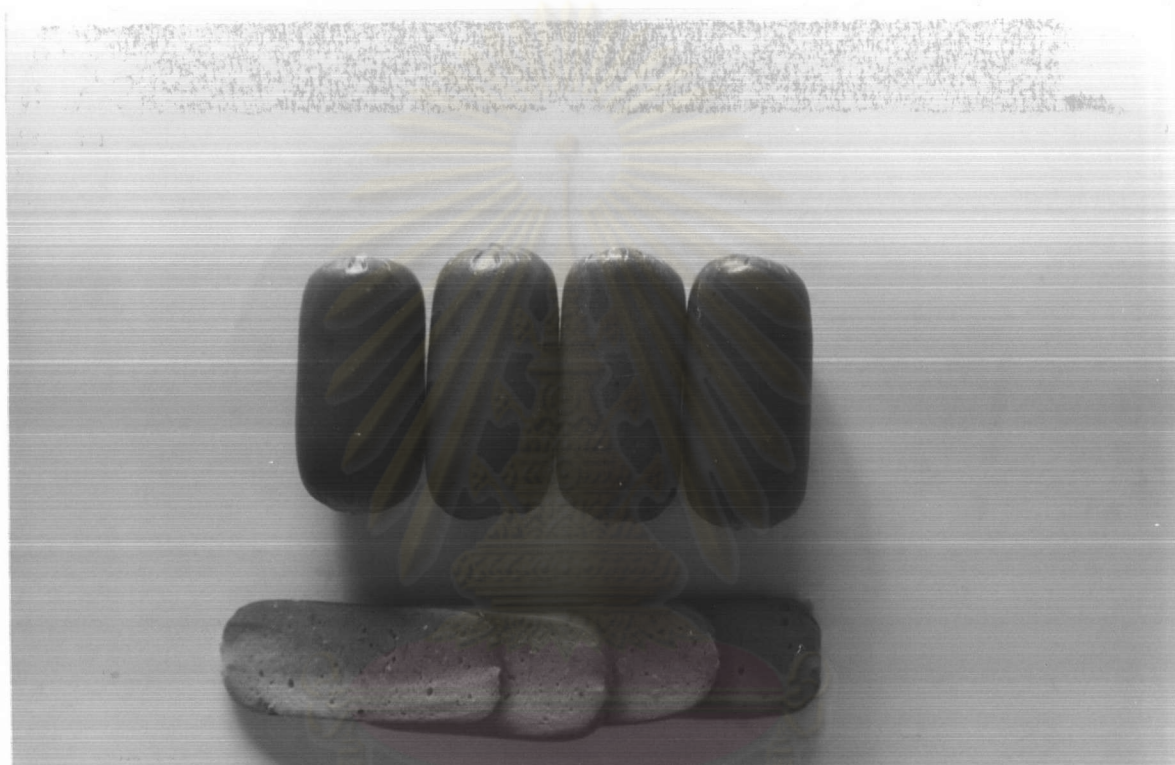
น้ำมันปลา:ไขมันหมู (อัตราส่วนโดยน้ำหนัก)	คะแนนเฉลี่ย \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	เนื้อสัมผัสจากการเคี้ยว	เนื้อสัมผัสจากลักษณะภายใน
25 : 75	7.43 ^a \pm 0.10	6.98 ^b \pm 0.16
50 : 50	7.62 ^a \pm 0.21	7.04 ^b \pm 0.11
75 : 25	7.44 ^a \pm 0.34	7.53 ^a \pm 0.17
100 : 0	6.96 ^b \pm 0.34	7.29 ^{ab} \pm 0.26

a,b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)



รูปที่ 4 ลักษณะภายนอกและเนื้อสัมผัสภายในของได้กรอกอิมัลชัน ซึ่งผลิตโดยใช้
น้ำมันปลาต่อไขมันหมูในอัตราส่วน 75 : 25 สับเป็นเวลา 15 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5 ลักษณะภายนอกและเนื้อสัมผัสภายในของได้กรอกอิมัลชัน ซึ่งผลิตโดยใช้
น้ำมันปลาต่อไขมันหมูในอัตราส่วน 100 : 0 สับเป็นเวลา 10 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างอัตราส่วนของน้ำมันปลาต่อไขมันหมู กับเวลาในการสับ ไม่มีผลต่อค่าการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกและค่าแรงตัดขาดอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกและค่าแรงตัดขาด จึงพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอัตราส่วนระหว่างน้ำมันปลากับไขมันหมู ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 14 เมื่อพิจารณาเฉพาะค่าเฉลี่ยการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกพบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมคือน้ำมันปลาต่อไขมันหมู 75 : 25 และ 100 : 0 และเมื่อพิจารณาเฉพาะค่าแรงตัดขาด อัตราส่วนระหว่างน้ำมันปลากับไขมันหมูที่เหมาะสม คือ 25 : 75

จากการวิเคราะห์คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า อิทธิพลร่วมของอัตราส่วนระหว่างน้ำมันปลาต่อไขมันหมูกับเวลาในการสับ ไม่มีผลต่อคะแนนด้านกลิ่น รสชาติ ความชุ่มน้ำ เนื้อสัมผัสจากการเคี้ยว และเนื้อสัมผัสจากลักษณะภายใน ($p > 0.05$) ดังนั้นในการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย จึงแยกวิเคราะห์คะแนนกลิ่น รสชาติ ความชุ่มน้ำ เนื้อสัมผัสจากการเคี้ยว และเนื้อสัมผัสจากลักษณะภายใน โดยพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอัตราส่วนระหว่างน้ำมันปลากับไขมันหมู ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 19 - 20 เมื่อพิจารณาเฉพาะคะแนนด้านกลิ่น พบว่า อัตราส่วนของน้ำมันปลาต่อไขมันหมูที่เหมาะสมคือ 25 : 75 และ 50 : 50 เมื่อพิจารณาเฉพาะคะแนนด้านรสชาติและเนื้อสัมผัสจากการเคี้ยว อัตราส่วนของน้ำมันปลาต่อไขมันหมูที่เหมาะสม คือ 25 : 75, 50 : 50 และ 75 : 25 และเมื่อพิจารณาเฉพาะคะแนนความชุ่มน้ำและเนื้อสัมผัสจากลักษณะภายใน อัตราส่วนของน้ำมันปลาต่อไขมันหมูที่เหมาะสม คือ 75 : 25 และ 100 : 0

จากภาวะที่ดีที่สุดที่สรุปได้จากเกณฑ์ทางกายภาพและคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยให้ความสำคัญกับคะแนนด้านกลิ่นและปริมาณน้ำมันปลาสูงสุดในผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคยังยอมรับได้ ภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการผลิต คือ น้ำมันปลาต่อไขมันหมู 75 : 25 เวลาสับ 15 นาที และน้ำมันปลาต่อไขมันหมู 100 : 0 เวลาสับ 10 นาที

3. ศึกษาสูตรและกระบวนการผลิตได้กรอกอิมัลชันที่ทดแทนไขมันหมูด้วยน้ำมันปลาทูน่า
ศึกษาอัตราส่วนระหว่างน้ำมันปลาทูน่าต่อไขมันหมู และเวลาในการสับที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคมอบรับและยังมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวในปริมาณสูง โดยแปรอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันปลาทูน่าต่อไขมันหมูในสูตรต้นแบบเป็น 5 : 95, 10 : 90 และ 15 : 85 แปรเวลาในการสับเป็น 5, 10 และ 15 นาที เลือกอัตราส่วนระหว่างน้ำมันปลาทูน่าต่อไขมันหมูและเวลาในการสับที่เหมาะสม โดยประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้าน

การเสียน้ำหนักหลังการทำให้สุก ค่าแรงตัดขาด และทดสอบทางประสาทสัมผัส ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 21 - 28

ตารางที่ 21 ค่าการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกและค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชันที่ผลิตโดยแปรเวลาในการสับเป็น 5, 10 และ 15 นาที และอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันปลาทูน่ากับไขมันหมู 5 : 95, 10 : 90 และ 15 : 85

น้ำมันปลาทูน่า:ไขมันหมู (อัตราส่วนโดยน้ำหนัก)	เวลาสับ (นาที)	ค่าเฉลี่ย \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
		การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก (%)	ค่าแรงตัดขาด (นิวตัน)
5 : 95	5	4.53 \pm 0.96	10.42 ^{bc} \pm 0.01
	10	4.72 \pm 0.21	10.58 ^{bc} \pm 1.41
	15	5.16 \pm 1.16	7.65 ^e \pm 0.04
10 : 90	5	4.97 \pm 1.14	8.47 ^e \pm 0.21
	10	4.02 \pm 0.38	9.78 ^{cd} \pm 0.74
	15	4.33 \pm 0.64	12.42 ^a \pm 0.95
15 : 85	5	3.47 \pm 0.58	8.90 ^{de} \pm 0.35
	10	2.93 \pm 0.13	11.63 ^{ab} \pm 0.38
	15	3.19 \pm 0.08	8.84 ^{de} \pm 0.24

a,b,c,d,e ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก และค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ได้กรอกอิมัลชัน ที่ผลิตโดยแปรเวลาในการสับเป็น 5, 10 และ 15 นาที และอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันปลาทูน่ากับไขมันหมู 5 : 95, 10 : 90 และ 15 : 85

SOV	d.f.	MS	
		การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก	ค่าแรงตัดขาด
น้ำมันปลาทูน่า:ไขมันหมู (A)	2	4.251 *	0.684
เวลาในการสับ (B)	2	0.311	3.152 *
AB	4	0.257	7.713 *
error	9	0.489	0.423

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 23 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกของผลิตภัณฑ์ได้กรอกอิมัลชัน ที่ผลิตโดยแปรเวลาในการสับ และอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันปลาทูน่ากับไขมันหมู เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันปลาทูน่ากับไขมันหมู

น้ำมันปลาทูน่า:ไขมันหมู (อัตราส่วนโดยน้ำหนัก)	ค่าเฉลี่ย (%) \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน
5 : 95	4.80 ^a \pm 0.32
10 : 90	4.44 ^a \pm 0.34
15 : 85	3.20 ^b \pm 0.27

a,b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 24 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น รสชาติ และความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์ได้รอกอิมัลชัน ที่ผลิตโดยแปรเวลาในการสับเป็น 5, 10 และ 15 นาที และอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันปลาทუნากับไขมันหมู 5 : 95, 10 : 90 และ 15 : 85

น้ำมันปลาทუნ่า:ไขมันหมู (อัตราส่วนโดยน้ำหนัก)	เวลาสับ (นาที)	คะแนนเฉลี่ย \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
		กลิ่น	รสชาติ	ความชุ่มน้ำ
5 : 95	5	7.31 ^a \pm 1.62	7.20 ^a \pm 1.32	7.64 ^a \pm 1.13
	10	6.89 ^{abcd} \pm 1.28	6.49 ^{bc} \pm 1.49	7.50 ^a \pm 1.09
	15	6.43 ^{bcd} \pm 1.53	6.23 ^{bc} \pm 1.64	7.48 ^a \pm 1.00
10 : 90	5	6.38 ^{cd} \pm 1.65	6.15 ^c \pm 1.43	7.29 ^a \pm 1.26
	10	7.11 ^{ab} \pm 1.24	6.82 ^{ab} \pm 1.30	7.32 ^a \pm 1.07
	15	6.75 ^{abcd} \pm 1.49	6.49 ^{bc} \pm 1.27	7.50 ^a \pm 1.04
15 : 85	5	6.22 ^d \pm 1.74	6.39 ^{bc} \pm 1.37	7.41 ^a \pm 1.02
	10	7.02 ^{abc} \pm 1.42	6.65 ^{abc} \pm 1.46	7.52 ^a \pm 1.12
	15	5.49 ^e \pm 1.51	5.31 ^d \pm 1.36	7.31 ^a \pm 1.02

a,b,c,d,e ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 25 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสจากการเคี้ยว และเนื้อสัมผัสจากลักษณะภายในของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชัน ที่ผลิตโดยแปรเวลาในการสับเป็น 5, 10 และ 15 นาที และอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันปลาทูน่ากับไขมันหมู 5 : 95, 10 : 90 และ 15 : 85

น้ำมันปลาทูน่า:ไขมันหมู (อัตราส่วนโดยน้ำหนัก)	เวลาสับ (นาที)	คะแนนเฉลี่ย \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
		เนื้อสัมผัสจากการเคี้ยว	เนื้อสัมผัสจากลักษณะภายใน
5 : 95	5	7.74 \pm 0.82	8.00 ^a \pm 0.94
	10	7.15 \pm 0.99	7.36 ^{bc} \pm 1.16
	15	7.19 \pm 1.43	7.66 ^{ab} \pm 1.37
10 : 90	5	7.57 \pm 1.12	7.91 ^a \pm 1.02
	10	7.09 \pm 0.96	7.65 ^{ab} \pm 1.06
	15	7.15 \pm 0.97	7.08 ^c \pm 1.46
15 : 85	5	7.22 \pm 1.17	7.54 ^{abc} \pm 1.17
	10	7.33 \pm 1.19	7.22 ^{bc} \pm 1.51
	15	6.96 \pm 1.17	7.50 ^{abc} \pm 0.85

a,b,c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น รสชาติ และความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชัน ที่ผลิตโดยแปรเวลาในการสับเป็น 5, 10 และ 15 นาที และอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันปลาทูน่ากับไขมันหมู 5 : 95, 10 : 90 และ 15 : 85

SOV	d.f.	MS		
		กลิ่น	รสชาติ	ความชุ่มน้ำ
น้ำมันปลาทูน่า:ไขมันหมู (A)	2	6.751*	4.290*	0.457
เวลาในการสับ (B)	2	9.211*	7.441*	0.005
AB	4	4.516*	4.948*	0.327
block	19	12.187*	11.379*	7.725*
error	152	1.027	0.811	0.361

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสจากการเคี้ยว และเนื้อสัมผัสจากลักษณะภายในของผลิตภัณฑ์ได้กรอกอิมัลชัน ที่ผลิตโดยแปรเวลาในการสับเป็น 5, 10 และ 15 นาที และอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันปลาทูน่ากับไขมันหมู 5 : 95, 10 : 90 และ 15 : 85

SOV	d.f.	MS	
		เนื้อสัมผัสจากการเคี้ยว	เนื้อสัมผัสจากลักษณะภายใน
น้ำมันปลาทูน่า:ไขมันหมู (A)	2	0.541	0.973
เวลาในการสับ (B)	2	2.817*	3.264*
AB	4	0.739	1.466*
block	19	6.380*	8.557*
error	152	0.578	0.529

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 28 การวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยเนื้อสัมผัสจากการเคี้ยวของผลิตภัณฑ์ได้กรอกอิมัลชัน ที่ผลิตโดยแปรเวลาในการสับ และอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างน้ำมันปลาทูน่ากับไขมันหมูเมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของเวลาในการสับ

เวลาสับ (นาที)	คะแนนเฉลี่ย \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน
5	7.51 ^a \pm 0.27
10	7.19 ^b \pm 0.13
15	7.10 ^b \pm 0.12

a,b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 6 ลักษณะภายนอกและเนื้อสัมผัสภายในของไส้กรอกอิมัลชัน ซึ่งผลิตโดยใช้
น้ำมันปลาทუნ่าต่อไขมันหมูในอัตราส่วน 15 : 85 สับเป็นเวลา 10 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างอัตราส่วนของน้ำมันปลาทูน่าต่อไขมันหมู กับเวลาในการสับ มีผลต่อค่าแรงตัดขาดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อค่าการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก ($p > 0.05$) ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก จึงพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอัตราส่วนระหว่างน้ำมันปลาทูน่ากับไขมันหมู ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 23 พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ น้ำมันปลาทูน่าต่อไขมันหมู 15 : 85 เมื่อพิจารณาเฉพาะค่าแรงตัดขาด อัตราส่วนระหว่างน้ำมันปลาทูน่ากับไขมันหมู และเวลาสับที่เหมาะสมมี 2 ภาวะ คือ 10 : 90 เวลาสับ 15 นาที กับ 15 : 85 เวลาสับ 10 นาที

จากการวิเคราะห์คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า อิทธิพลร่วมของอัตราส่วนระหว่างน้ำมันปลาทูน่าต่อไขมันหมูกับเวลาในการสับ มีผลต่อคะแนนด้านกลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสจากลักษณะภายใน ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อคะแนนความชุ่มน้ำและเนื้อสัมผัสจากการเคี้ยว ($p > 0.05$) ดังนั้นในการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย จึงแยกวิเคราะห์คะแนนเนื้อสัมผัสจากการเคี้ยว โดยพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของเวลาในการสับ ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 28 เมื่อพิจารณาเฉพาะคะแนนด้านกลิ่น พบว่า อัตราส่วนของน้ำมันปลาทูน่าต่อไขมันหมู และเวลาสับที่เหมาะสม คือ น้ำมันปลาทูน่าต่อไขมันหมู 5 : 95 เวลาสับ 5 หรือ 10 นาที น้ำมันปลาทูน่าต่อไขมันหมู 10 : 90 เวลาสับ 10 หรือ 15 นาที และน้ำมันปลาทูน่าต่อไขมันหมู 15 : 85 เวลาสับ 10 นาที เมื่อพิจารณาเฉพาะคะแนนรสชาติ อัตราส่วนของน้ำมันปลาทูน่าต่อไขมันหมู และเวลาสับที่เหมาะสม คือ น้ำมันปลาทูน่าต่อไขมันหมู 5 : 95 เวลาสับ 5 นาที น้ำมันปลาทูน่าต่อไขมันหมู 10 : 90 และ 15 : 85 เวลาสับ 10 นาที เมื่อพิจารณาเฉพาะคะแนนเนื้อสัมผัสจากการเคี้ยว เวลาสับที่เหมาะสม คือ 5 นาที และเมื่อพิจารณาเฉพาะคะแนนเนื้อสัมผัสจากลักษณะภายใน อัตราส่วนของน้ำมันปลาทูน่าต่อไขมันหมูและเวลาในการสับที่เหมาะสม คือ น้ำมันปลาทูน่าต่อไขมันหมู 5 : 95 เวลาสับ 5 และ 15 นาที น้ำมันปลาทูน่าต่อไขมันหมู 10 : 90 เวลาสับ 5 หรือ 10 นาที และน้ำมันปลาทูน่าต่อไขมันหมู 15 : 85 เวลาสับ 5 หรือ 15 นาที

จากภาวะที่ดีที่สุดที่สรุปได้จากเกณฑ์ทางกายภาพและคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยให้ความสำคัญกับคะแนนด้านกลิ่นและปริมาณน้ำมันปลาทูน่าสูงสุดในผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคยังยอมรับได้ ภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการผลิต คือ น้ำมันปลาทูน่าต่อไขมันหมู 15 : 85 เวลาสับ 10 นาที

ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและองค์ประกอบกรดไขมันของไส้กรอกที่ผลิตได้

1. วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกที่ผลิตได้ ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน และไขมัน ตามวิธีของ AOAC (1980) ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 29

ตารางที่ 29 องค์ประกอบของไส้กรอกอิมัลชันที่ผลิตได้เปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ผลิตทางการค้า

ชนิดไส้กรอก	น้ำมัน : ไขมันหมู (อัตราส่วนโดยน้ำหนัก)	ค่าเฉลี่ย* (%) \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
		โปรตีน	ไขมัน	ความชื้น
ใช้น้ำมันถั่วเหลือง	75 : 25	16.05 \pm 0.30	25.36 \pm 0.83	55.79 \pm 0.01
	100 : 0	16.80 \pm 0.10	27.24 \pm 0.37	53.70 \pm 0.01
ใช้น้ำมันปลา	75 : 25	16.16 \pm 0.15	25.17 \pm 0.95	56.56 \pm 0.05
	100 : 0	16.92 \pm 0.10	26.71 \pm 0.57	54.94 \pm 0.21
ใช้น้ำมันปลาทูน่า	15 : 85	16.72 \pm 0.07	24.07 \pm 0.25	58.00 \pm 0.19
ใช้ไขมันหมู (ตัวอย่างที่ผลิตทางการค้า)		15.87 \pm 0.12	22.40 \pm 0.11	60.61 \pm 0.08

* ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 2 ซ้ำ

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของไส้กรอกที่ผลิตได้ เปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ผลิตทางการค้า พบว่า ไส้กรอกที่ผลิตโดยใช้น้ำมันจากแหล่งต่างๆ ทดแทนไขมันหมู มีปริมาณโปรตีนและไขมันสูงกว่า ความชื้นต่ำกว่าตัวอย่างที่ผลิตทางการค้า และไส้กรอกทุกตัวอย่างมีไขมันต่ำกว่า 30 % มีความชื้นประมาณ 3 เท่าของปริมาณโปรตีนรวมกับอีก 3.30 ถึง 8.08 %

2. วิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมันในไส้กรอกที่ผลิตได้และที่ผลิตทางการค้า ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 30 - 33

ตารางที่ 30 องค์ประกอบกรดไขมันในผลิตภัณฑ์ได้กรอกอิมัลชันที่ผลิตโดยใช้น้ำมันถั่วเหลืองทดแทนไขมันหมู

กรดไขมัน	ค่าเฉลี่ย* (%) \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน น้ำมัน:ไขมันหมู (อัตราส่วนโดยน้ำหนัก)	
	75 : 25	100 : 0
C14:0	0.15 \pm 0.03	-
C16:0	12.91 \pm 0.29	11.16 \pm 0.38
C16:1	0.89 \pm 0.09	0.50 \pm 0.04
C18:0	4.08 \pm 0.14	2.95 \pm 0.18
C18:1	31.49 \pm 0.37	26.53 \pm 0.65
C18:2	37.61 \pm 0.36	44.89 \pm 1.49
C18:3 (ω -3)	5.18 \pm 0.26	6.15 \pm 0.32
C18:4 (ω -3)	0.48 \pm 0.10	0.63 \pm 0.03
C20:4	0.82 \pm 0.11	0.71 \pm 0.09
C20:5 (ω -3)	0.54 \pm 0.06	0.43 \pm 0.03
C22:5 (ω -3)	0.15 \pm 0.08	0.17 \pm 0.01
C22:6 (ω -3)	0.12 \pm 0.05	0.15 \pm 0.03
Others	5.58 \pm 0.59	5.42 \pm 1.53
ω -3 PUFA	6.70 \pm 0.40	7.71 \pm 0.33
PUFA	44.92 \pm 0.43	53.54 \pm 1.80
กรดไขมันอิ่มตัว(S)	17.15 \pm 0.33	14.12 \pm 0.47
ω -3 PUFA/S ratio	0.39 \pm 0.03	0.56 \pm 0.05
PUFA/S ratio	2.62 \pm 0.07	3.85 \pm 0.10

* ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 2 ซ้ำ และฉีดตัวอย่างละ 4 ครั้งต่อ 1 ซ้ำ

ตารางที่ 31 องค์ประกอบกรดไขมันในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชันที่ผลิตโดยใช้น้ำมันปลาทดแทนไขมันหมู

กรดไขมัน	ค่าเฉลี่ย* (%) \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน น้ำมัน:ไขมันหมู (อัตราส่วนโดยน้ำหนัก)	
	75 : 25	100 : 0
C14:0	4.21 \pm 0.30	4.82 \pm 0.32
C16:0	16.75 \pm 0.49	15.54 \pm 0.56
C16:1	7.03 \pm 0.21	8.66 \pm 0.19
C18:0	5.89 \pm 0.22	4.77 \pm 0.18
C18:1	23.97 \pm 0.47	17.82 \pm 1.33
C18:2	7.80 \pm 0.72	4.37 \pm 0.73
C18:3 (ω-3)	2.20 \pm 0.63	2.33 \pm 0.52
C18:4 (ω-3)	1.76 \pm 0.13	2.56 \pm 0.39
C20:4	1.96 \pm 0.06	2.45 \pm 0.23
C20:5 (ω-3)	11.99 \pm 0.26	15.68 \pm 0.31
C22:5 (ω-3)	1.79 \pm 0.07	2.32 \pm 0.12
C22:6 (ω-3)	8.28 \pm 0.16	10.74 \pm 0.33
Others	6.38 \pm 0.77	7.94 \pm 1.29
ω-3 PUFA	26.25 \pm 0.86	33.19 \pm 0.32
PUFA	35.78 \pm 0.84	40.45 \pm 0.59
กรดไขมันอิ่มตัว(S)	26.84 \pm 0.57	25.13 \pm 0.90
ω-3 PUFA/S ratio	0.98 \pm 0.04	1.35 \pm 0.06
PUFA/S ratio	1.33 \pm 0.06	1.61 \pm 0.08

* ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 2 ซ้ำ และฉีดตัวอย่างละ 4 ครั้งต่อ 1 ซ้ำ

ตารางที่ 32 องค์ประกอบกรดไขมันในผลิตภัณฑ์ได้กรอกอิมัลชันที่ผลิตโดยใช้น้ำมันปลาทუნ่า
ทดแทนไขมันหมูอัตราส่วน 15 : 85

กรดไขมัน	ค่าเฉลี่ย* (%) \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน
C14:0	0.66 \pm 0.10
C16:0	17.84 \pm 0.82
C16:1	3.31 \pm 0.37
C18:0	6.85 \pm 0.44
C18:1	38.96 \pm 0.74
C18:2	15.05 \pm 0.43
C18:3 (ω -3)	0.71 \pm 0.40
C18:4 (ω -3)	0.78 \pm 0.16
C20:4	1.58 \pm 0.19
C20:5 (ω -3)	2.45 \pm 0.35
C22:5 (ω -3)	0.46 \pm 0.10
C22:6 (ω -3)	3.24 \pm 0.66
Others	7.81 \pm 1.35
ω -3 PUFA	8.06 \pm 1.13
PUFA	24.28 \pm 1.38
กรดไขมันอิ่มตัว(S)	25.64 \pm 0.90
ω -3 PUFA/S ratio	0.32 \pm 0.05
PUFA/S ratio	0.95 \pm 0.07

* ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 2 ซ้ำ และฉีดตัวอย่างละ 4 ครั้งต่อ 1 ซ้ำ

ตารางที่ 33 องค์ประกอบกรดไขมันในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชันที่ผลิตทางการค้า

กรดไขมัน	ค่าเฉลี่ย* (%) \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน
C14:0	0.71 \pm 0.12
C16:0	19.98 \pm 1.28
C16:1	2.70 \pm 0.43
C18:0	9.34 \pm 1.16
C18:1	43.61 \pm 2.95
C18:2	17.06 \pm 0.13
C18:3 (ω -3)	0.30 \pm 0.19
C18:4 (ω -3)	-
C20:4	1.00 \pm 0.73
C20:5 (ω -3)	0.77 \pm 0.69
C22:5 (ω -3)	0.24 \pm 0.13
C22:6 (ω -3)	0.37 \pm 0.23
Others	4.11 \pm 2.64
ω -3 PUFA	1.67 \pm 0.82
PUFA	19.73 \pm 1.41
กรดไขมันอิ่มตัว(S)	29.85 \pm 1.78
ω -3 PUFA/S ratio	0.06 \pm 0.03
PUFA/S ratio	0.66 \pm 0.08

* ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 2 ซ้ำ และฉีดตัวอย่างละ 4 ครั้งต่อ 1 ซ้ำ

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมัน พบว่าอัตราส่วนของ ω -3 PUFA ต่อกรดไขมันอิ่มตัวของได้กรอกที่ใช้ น้ำมันปลาต่อไขมันหมู 100 : 0 มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ น้ำมันปลาต่อไขมันหมู 75 : 25 น้ำมันถั่วเหลืองต่อไขมันหมู 100 : 0 และ 75 : 25 น้ำมันปลาทูน่าต่อไขมันหมู 15 : 85 และได้กรอกที่ผลิตทางการค้าตามลำดับ อัตราส่วนของ PUFA ต่อกรดไขมันอิ่มตัวของได้กรอกที่ใช้ น้ำมันถั่วเหลืองต่อไขมันหมู 100 : 0 มีค่าสูงสุด รองลงมา คือ น้ำมันถั่วเหลืองต่อไขมันหมู 75 : 25 น้ำมันปลาต่อไขมันหมู 100 : 0 และ 75 : 25 น้ำมันปลาทูน่าต่อไขมันหมู 15 : 85 และได้กรอกที่ผลิตทางการค้า ตามลำดับ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย