บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและสมบัติบางประการของวัตถุดิบ

4.1.1 เนื้อหมูสด

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้า ตามวิธีของ AOAC (1990) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อหมูสด

องค์ประกอบทางเคมี*	ค่าเฉลี่ย (%) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
โปรตีน	18.41 ± 0.95
ไขมัน	3.12 ± 0.921
ความชื้น	75.95 ± 0.74
เถ้า	1.02 ± 0.05

* องค์ประกอบทั้งหมด คำนวณเป็น wet basis

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.2 คาราจีแนนกัม

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น เส้นใย ใยอาหารรวม และเถ้า ตามวิธีของ AOAC (1990) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบทางเคมีของคาราจีแนนกัม

องค์ประกอบทางเคมี*	ค่าเฉลี่ย (%) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
โปรตีน	0.41 ± 0.02
ไขมัน	0.25 ± 0.04
ความชื้น	4.21 ± 0.15
เส้นใย	0.62 ± 0.12
ใยอาหารรวม	70.01 ± 0.81
เถ้า	25.13 ± 0.03

* องค์ประกอบทั้งหมด คำนวณเป็น wet basis

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.3 มอลโตเด็กซตริน

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น คาร์โบไฮเดรต เถ้า ตามวิธีของ AOAC (1990) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 องค์ประกอบทางเคมีของมอลโตเด็กซตริน

องค์ประกอบทางเคมี*	ค่าเฉลี่ย (%) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ความชื้น	5.02 ± 0.17
คาร์โบไฮเดรต	93.73 ± 0.23
เถ้า	1.25 ± 0.06

* องค์ประกอบทั้งหมด คำนวณเป็น wet basis

4.1.4 รำข้าวสกัดน้ำมันและรำข้าวสกัดน้ำมันผ่านกระบวนการแช่ด้วยด่าง

รูปที่ 2 ลักษณะปรากฏของรำข้าวสกัดน้ำมันและรำข้าวสกัดน้ำมันผ่านกระบวนการแช่ด้วยด่าง

4.1.4.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของรำข้าว ได้แก่ โปรตีน ไขมัน ความชื้น เส้นใย ใยอาหารรวม เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีของ AOAC(1990) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 องค์ประกอบทางเคมีของรำข้าวสกัดน้ำมัน และรำข้าวสกัดน้ำมันผ่านกระบวนการแช่ด้วยด่าง

องค์ประกอบทางเคมี*	ค่าเฉลี่ย (%) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	รำข้าวสกัดน้ำมัน	รำข้าวสกัดน้ำมันผ่านกระบวนการแช่ด้วยด่าง
โปรตีน	16.15 ± 0.25	18.73 ± 0.14
ไขมัน	1.14 ± 0.81	0.78 ± 0.11
ความชื้น	9.68 ± 0.24	11.24 ± 0.39
เส้นใย	6.91 ± 0.49	17.28 ± 0.24
ใยอาหารรวม	13.29 ± 0.54	41.80 ± 0.32
เถ้า	10.98 ± 0.35	9.12 ± 0.09
คาร์โบไฮเดรต	55.14 ± 2.14	42.85 ± 0.97

* องค์ประกอบทั้งหมด คำนวณเป็น wet basis

I17885675

4.1.4.2 วิเคราะห์สมบัติบางประการของรำข้าว ได้แก่ ความสามารถในการอุ้มน้ำ และปริมาตรจากการดูดซึมน้ำ โดยใช้รำข้าวขนาด 100 mesh ผลการวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ความสามารถในการอุ้มน้ำและปริมาตรจากการดูดซึมน้ำ ของรำข้าวสกัดน้ำมัน และรำข้าวสกัดน้ำมันผ่านกระบวนการแช่ด้วยด่าง

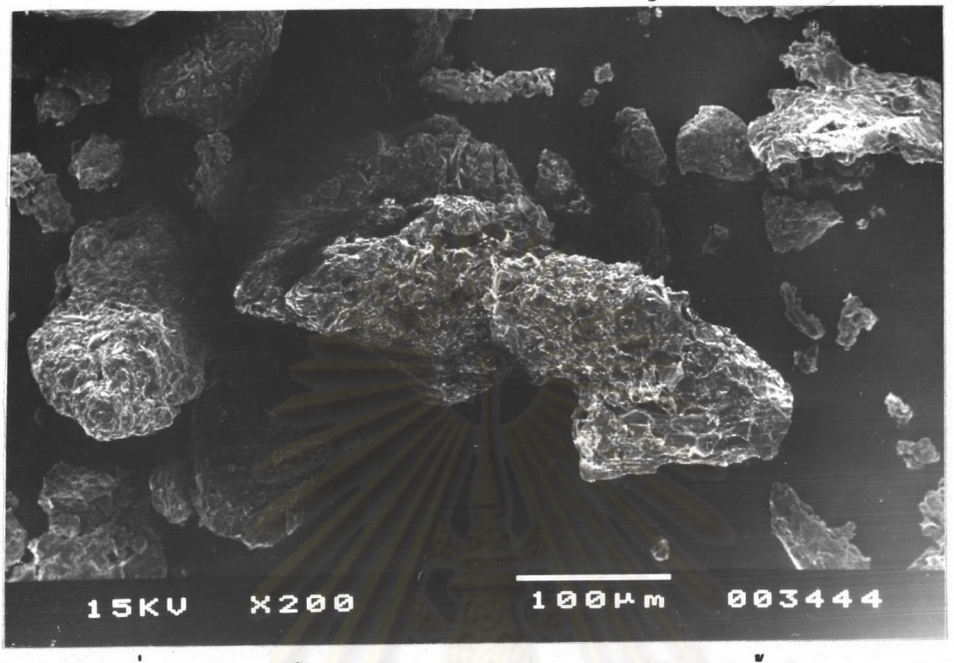
สมบัติ	ค่าเฉลี่ย (%) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	รำข้าวสกัดน้ำมัน	รำข้าวสกัดน้ำมันผ่านกระบวนการแช่ด้วยด่าง
ความสามารถในการอุ้มน้ำ*	3.57 ± 0.12	8.56 ± 0.15
ปริมาตรจากการดูดซึมน้ำ**	4.18 ± 0.11	6.31 ± 0.21

* หน่วยเป็น กรัมของน้ำต่อกรัมน้ำหนักแห้งของรำข้าว

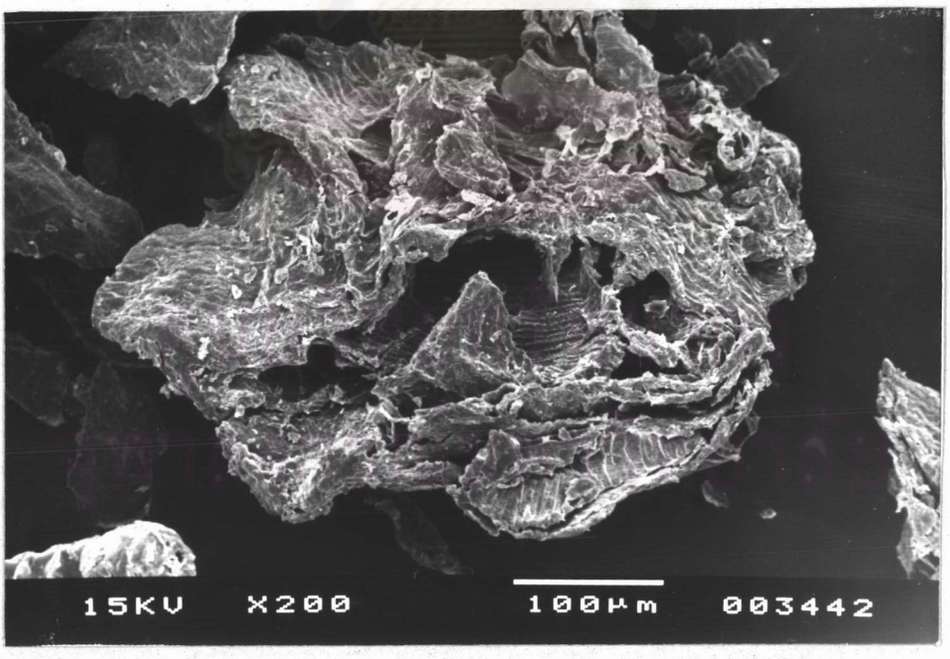
** หน่วยเป็น มิลลิลิตรต่อกรัมน้ำหนักแห้งของรำข้าว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.4.3 ตรวจดูลักษณะโครงสร้างทางกายภาพ ของรำข้าวสกัดน้ำมัน และรำข้าวสกัดน้ำมันผ่านกระบวนการแช่ด้วยด่าง โดยใช้กล้อง Scanning Electron Microscope ขนาดกำลังขยาย 200 เท่า ผลแสดงดังรูปที่ 2 และ 3 ตามลำดับ



รูปที่ 3 ลักษณะโครงสร้างทางกายภาพของรำข้าวสกัดน้ำมัน ถ่ายด้วยกล้อง Scanning Electron Microscope (200x)



รูปที่ 4 ลักษณะโครงสร้างทางกายภาพของรำข้าวสกัดน้ำมันผ่านกระบวนการแช่ด้วยด่าง ถ่ายด้วยกล้อง Scanning Electron Microscope (200x)

จากการวิเคราะห์พบว่า รำข้าวสกัดน้ำมันผ่านกระบวนการแช่ด้วยด่าง มีความสามารถในการอุ้มน้ำ และปริมาตรจากการดูดซึมน้ำสูงกว่ารำข้าวสกัดน้ำมัน ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะโครงสร้างทางกายภาพ ดังรูปที่ 3 และ 4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า รำข้าวสกัดน้ำมันผ่านกระบวนการแช่ด้วยด่าง มีอนุภาคที่ใหญ่ โครงสร้างหลวมและโปร่งฟูกว่า ซึ่งเหมาะสมที่จะนำมาใช้ ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น ที่ต้องการส่วนผสมที่มีความเนียน และเข้ากันดี โดยลักษณะที่โปร่งฟูและอุ้มน้ำได้ดีนี้ จะทำให้สามารถผสมเข้ากับส่วนผสมได้ดี นอกจากนี้ ปริมาตรจากการดูดซึมน้ำที่สูง จะช่วยในการเพิ่มปริมาตรของผลผลิตที่ได้ด้วย ดังนั้นจึงนำรำข้าวสกัดน้ำมันไปผ่านกระบวนการแช่ด้วยด่างก่อนที่จะนำมาใช้ในการผลิตไส้กรอกหมูอิมัลชั่นต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ค่าแรงตัดขาด การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก การทดสอบทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

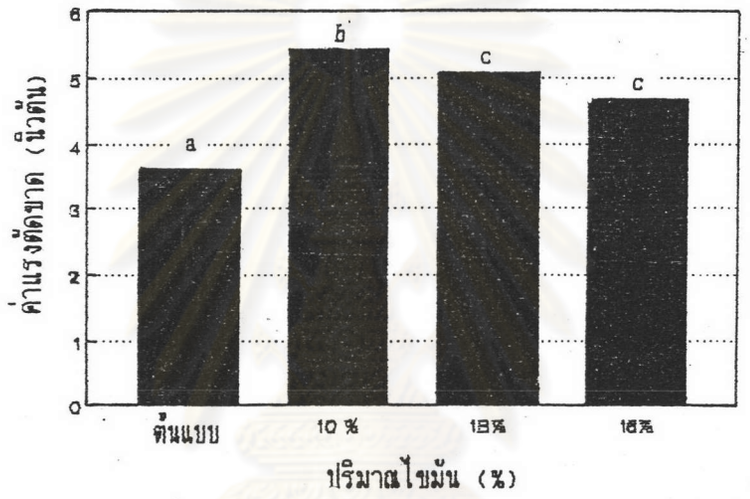
ตารางที่ 4.6 องค์ประกอบทางเคมี ค่าแรงตัดขาด การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

สมบัติ	ค่าเฉลี่ย (%) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
องค์ประกอบทางเคมี* (%)	
โปรตีน	11.32 ± 0.14
ไขมัน	28.10 ± 0.22
ความชื้น	57.07 ± 0.21
เส้นใย	0.24 ± 0.05
ใยอาหารรวม	0.46 ± 0.11
เถ้า	1.21 ± 0.13
คาร์โบไฮเดรต	2.06 ± 1.03
ค่าแรงตัดขาด (นิวตัน)	3.60 ± 0.11
การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก (%)	3.27 ± 0.21
ทดสอบทางประสาทสัมผัส (คะแนน 1-9)	
ลักษณะปรากฏ	8.21 ± 0.49
สี	8.36 ± 0.58
กลิ่นรส	8.57 ± 0.45
ความชุ่มน้ำ	7.50 ± 0.29
เนื้อสัมผัส	8.50 ± 0.29
การยอมรับรวม	8.50 ± 0.41

* องค์ประกอบทั้งหมด คำนวณเป็น wet basis

4.3 ศึกษาผลของการลดปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น

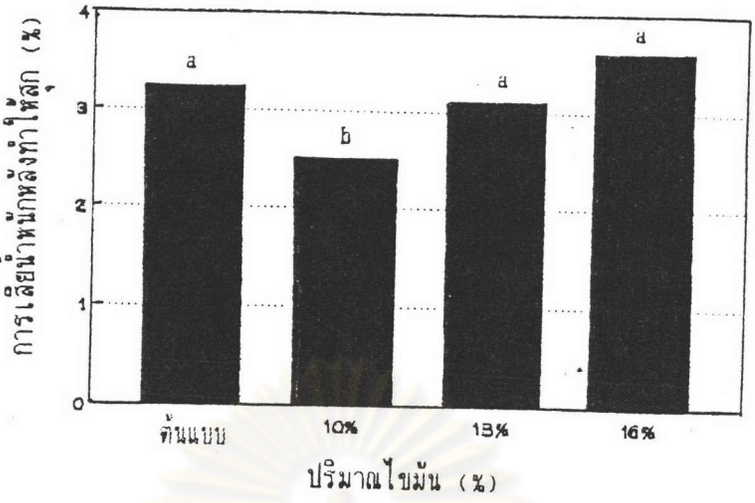
ลดปริมาณไขมันในไส้กรอกหมูอิมัลชั่นเหลือ 10 13 และ 16% โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบ (ไขมัน 27.27% โดยน้ำหนัก) โดยไม่มีการแทนที่ไขมันด้วยสารอื่น ผลการวิเคราะห์ค่าแรงตัดขาด การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก และการทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงดังรูปที่ 5 ถึง 12



a, b, c กราฟที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

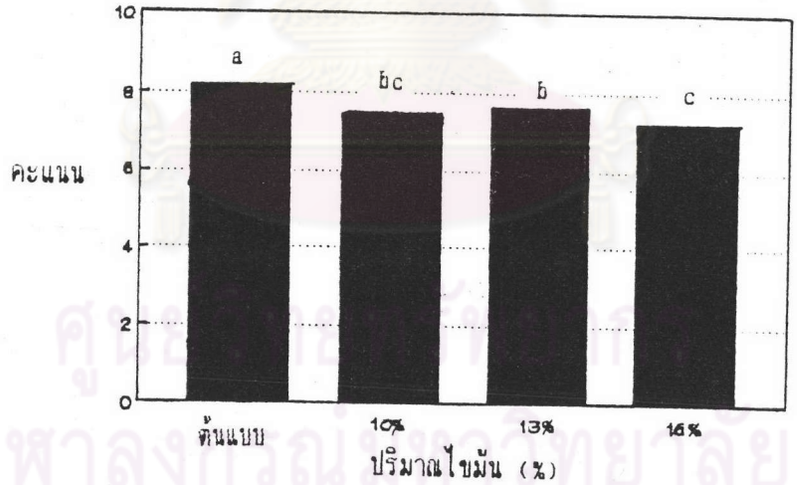
รูปที่ 5 ค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น ที่ระดับไขมันต่าง ๆ และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



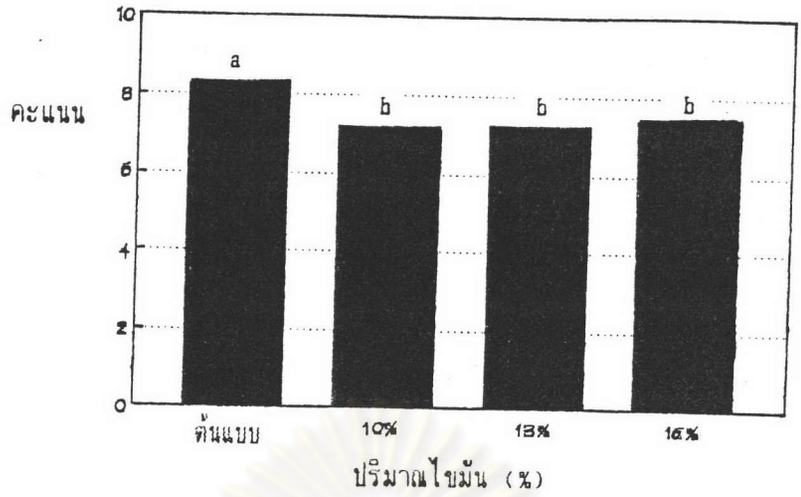
a, b, c กราฟที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 6 การสูญเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น ที่ระดับไขมันต่าง ๆ และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ



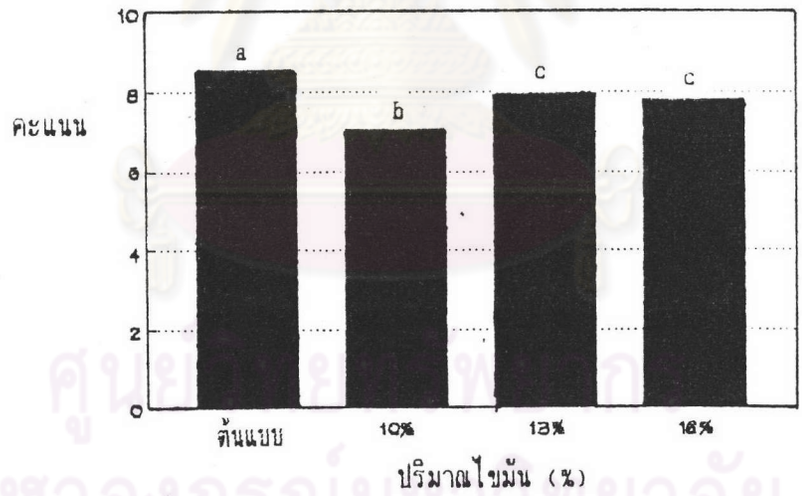
a, b, c กราฟที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 7 ลักษณะปรากฏจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส (คะแนน 1-9) ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น ที่ระดับไขมันต่าง ๆ และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ



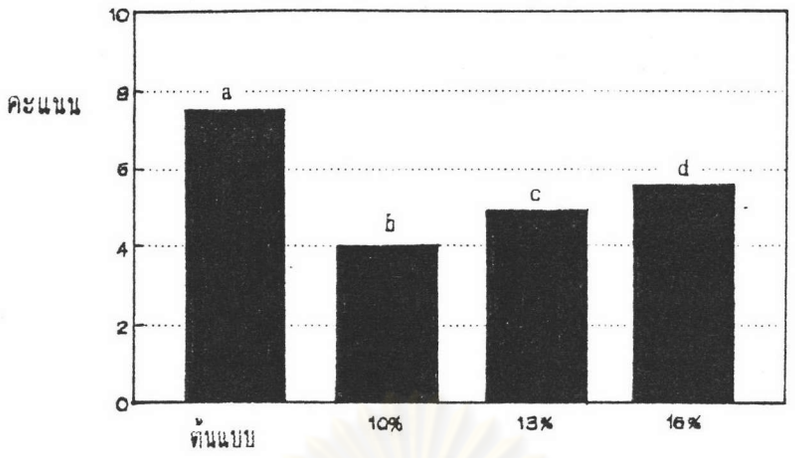
a, b, c กราฟที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 8 สีจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส (คะแนน 1-9)
ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น ที่ระดับไขมันต่าง ๆ และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ



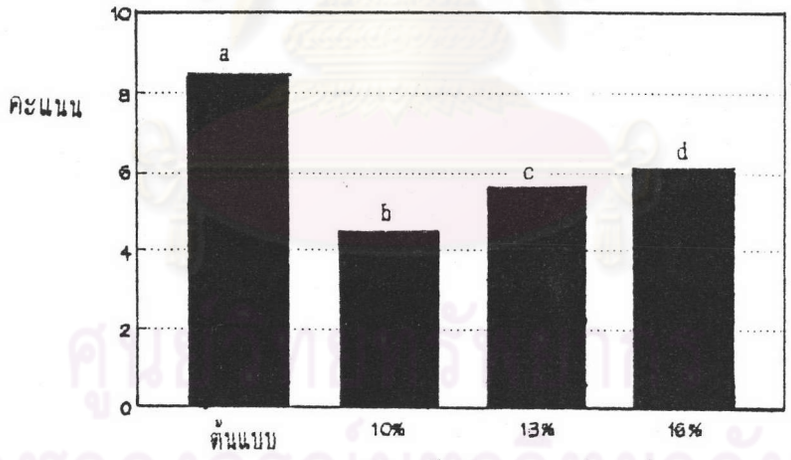
a, b, c กราฟที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 9 กลิ่นรสจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส (คะแนน 1-9)
ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น ที่ระดับไขมันต่าง ๆ และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ



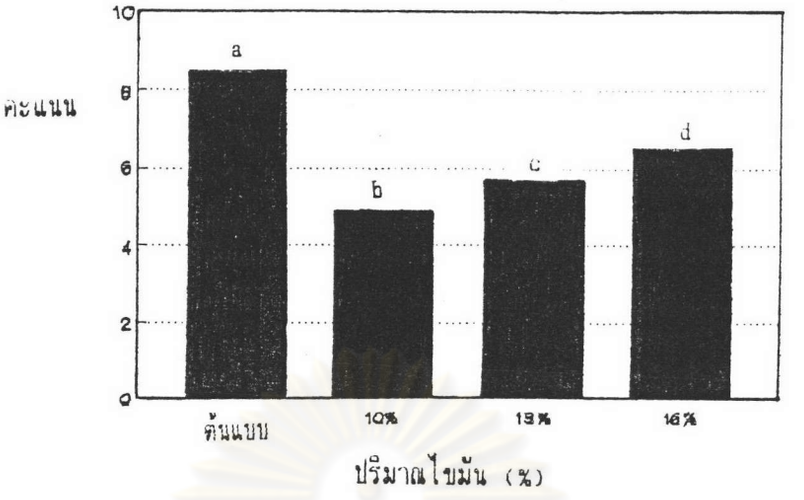
a, b, c กราฟที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 10 ความชุ่มน้ำจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส (คะแนน 1-9) ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น ที่ระดับไขมันต่าง ๆ และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ



a, b, c กราฟที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 11 เนื้อสัมผัสจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส (คะแนน 1-9) ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น ที่ระดับไขมันต่าง ๆ และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ



a, b, c กราฟที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 12 การยอมรับรวมจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส (คะแนน 1-9) ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น ที่ระดับไขมันต่าง ๆ และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า การลดปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น จะมีผลต่อค่าแรงตัดขาด การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก และคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4 <u>ศึกษาผลของการแทนที่ไขมันด้วยน้ำและการเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าวในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น</u>

4.4.1 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมที่ใช้ในการนวดเนื้อหมู กับน้ำที่เติม โดยใช้เวลาในการนวด 3 ระดับ คือ 5 15 และ 25 นาที ที่ระดับไขมัน 16% โดยเติมน้ำเข้าไปแทนที่ไขมันในส่วนที่ลดลงจากสูตรต้นแบบ เลือกระยะเวลานวดที่เหมาะสม โดยประเมินคุณภาพด้านค่าแรงตัดขาด การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.7 และ 4.8

<u>ตารางที่ 4.7</u> ค่าแรงตัดขาดและการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกของไส้กรอกหมูอิมัลชั่นที่ระดับไขมัน 16 % โดยแปรระยะเวลาในการนวดของเนื้อหมูกับน้ำที่เติม

ระยะเวลานวด (นาที)	อุณหภูมิหลังการนวด (°C)	ค่าเฉลี่ย (%) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
		ค่าแรงตัดขาด (นิวตัน)	การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก (%)
5	0	$3.24^{a} \pm 0.11$	$4.23^{a} \pm 0.30$
15	4	$3.44^{b} \pm 0.11$	$3.60^{b} \pm 0.17$
25	11	$3.08^{c} \pm 0.11$	$4.50^{c} \pm 0.20$

a,b,c ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.8 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกหมูอิมัลชั่น ที่ระดับไขมัน 16 % โดยแปรระยะเวลาในการนวดของเนื้อหมูกับน้ำที่เติม

ระยะเวลานวด (นาที)	ค่าเฉลี่ย (%) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน					
	ลักษณะปรากฏ[ns]	สี[ns]	กลิ่นรส[ns]	ความชุ่มน้ำ[ns]	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
5	7.71 ± 0.49	7.93 ± 0.45	7.78 ± 0.70	8.00 ± 0.50	6.57[a] ± 0.98	6.78[a] ± 0.49
15	7.78 ± 0.39	7.71 ± 0.27	8.21 ± 0.39	8.00 ± 0.41	6.78[a] ± 0.49	7.28[a] ± 0.30
25	7.43 ± 0.19	7.76 ± 0.24	7.93 ± 0.45	7.93 ± 0.67	5.50[b] ± 0.87	5.78[b] ± 0.76

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

a,b,c ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ระยะเวลาที่เหมาะสมในการนวดเนื้อหมูกับน้ำที่เติม คือ 15 นาที เนื่องจากคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านการยอมรับรวม และลักษณะเนื้อสัมผัสมีค่าที่สูง แตกต่างจากระยะเวลานวด 25 นาที อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากระยะเวลานวดที่ 5 นาที อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่ว่าเมื่อพิจารณาการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก พบว่า ที่ระยะเวลานวด 15 นาที มีค่าต่ำที่สุด และแตกต่างจากระยะเวลานวดที่ 5 และ 25 นาที อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้ค่าแรงตัดขาดที่ระยะเวลานวด 15 นาที มีค่าที่สูงกว่าระยะเวลานวดที่ 5 และ 25 นาที อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) อีกด้วย

4.4.2 ศึกษาการแทนที่ไขมันด้วยน้ำ และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าวในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น

ลดปริมาณไขมันในสูตรต้นแบบ เหลือ 3 ระดับ คือ 10 13 และ 16 % แล้วเติมน้ำเข้าไปแทนที่ไขมัน ในส่วนที่ลดลงจากสูตรต้นแบบโดยใช้ระยะเวลาในการนวดเนื้อหมูกับน้ำที่เติม 15 นาที และเติมรำข้าวเพื่อเพิ่มปริมาณใยอาหาร 3 ระดับคือ 0 2 และ 4 % ผลการวิเคราะห์ค่าแรงตัดขาด และการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก แสดงดังตารางที่ 4.9 ถึง 4.12 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส แสดงดังตารางที่ 4.13 ถึง 4.15

ตารางที่ 4.9 ค่าแรงตัดขาด และการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก ของไส้กรอกหมูอิมัลชั่น เมื่อแทนที่ไขมันด้วยน้ำ และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าวในระดับต่างกัน

ปริมาณไขมัน (%)	ปริมาณรำข้าว (%)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
		ค่าแรงตัดขาด (นิวตัน)	การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก (%)
10	0	3.12 ± 0.11	5.70^{a} ± 0.30
	2	3.28 ± 0.11	4.70^{b} ± 0.25
	4	3.28 ± 0.11	3.01^{cd} ± 0.29
13	0	3.04 ± 0.23	4.37^{b} ± 0.16
	2	3.40 ± 0.28	3.56^{de} ± 0.38
	4	3.76 ± 0.11	3.38^{cde} ± 0.19
16	0	3.44 ± 0.11	3.64^{e} ± 0.19
	2	3.56 ± 0.06	3.50^{de} ± 0.17
	4	3.60 ± 0.11	2.86^{c} ± 0.23

a,b,c... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวน ของค่าแรงตัดขาด และการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก ของไส้กรอกหมูอิมัลชั่น เมื่อแทนที่ไขมันด้วยน้ำ และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว ในระดับต่างกัน

SOV	D.F.	MS	
		ค่าแรงตัดขาด	การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก
ปริมาณไขมัน(A)	2	0.142^{*}	1.956^{*}
ปริมาณรำข้าว(B)	2	0.132^{*}	3.179^{*}
AB	4	7.893×10^{-2}	0.720^{*}
error	9	2.347×10^{-2}	7.844×10^{-2}

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อิทธิพลร่วมของปริมาณการแทนที่ไขมันด้วยน้ำ และปริมาณรำข้าว มีผลต่อการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.9 และ ปริมาณการแทนที่ไขมันด้วยน้ำ และปริมาณรำข้าว มีผลต่อค่าแรงตัดขาด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.11 และ 4.12 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.11 ค่าเฉลี่ยของค่าแรงตัดขาด จากการศึกษาการแทนที่ไขมันด้วยน้ำ และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปริมาณการแทนที่ไขมันด้วยน้ำ

ปริมาณไขมัน (%)	ค่าแรงตัดขาด (นิวตัน) ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
10	$3.23^{a} \pm 0.12$
13	$3.40^{ab} \pm 0.36$
16	$3.53^{b} \pm 0.11$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยของค่าแรงตัดขาด จากการศึกษาการแทนที่ไขมันด้วยน้ำ และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปริมาณรำข้าว

ปริมาณรำข้าว (%)	ค่าแรงตัดขาด (นิวตัน) ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
0	$3.25^{a} \pm 0.22$
2	$3.36^{ab} \pm 0.24$
4	$3.55^{b} \pm 0.24$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.13 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกหมูอิมัลชั่น เมื่อแทนที่ไขมันด้วยน้ำ และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว ในระดับต่างกัน

ปริมาณไขมัน (%)	ปริมาณรำข้าว (%)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน					
		ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นรส	ความชุ่มน้ำ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
10	0	7.50 ± 0.50	7.57 ± 0.34	7.86 ± 0.48	8.28^{a} ± 0.27	5.43^{ab} ± 0.53	5.71^{a} ± 0.39
	2	7.36 ± 0.35	7.39 ± 0.24	7.39 ± 0.24	6.50^{b} ± 0.38	5.39^{ab} ± 0.50	5.64^{a} ± 0.28
	4	6.78 ± 0.58	6.93 ± 0.28	6.57 ± 0.34	5.57^{c} ± 0.37	4.46^{c} ± 0.39	4.57^{b} ± 0.55
13	0	7.57 ± 0.34	7.50 ± 0.58	7.93 ± 0.45	7.93^{aa} ± 0.34	5.93^{b} ± 0.67	6.28^{b} ± 0.49
	2	7.43 ± 0.37	7.57 ± 0.51	7.46 ± 0.34	7.52^{aa} ± 0.40	7.25^{a} ± 0.52	7.50^{a} ± 0.52
	4	6.64 ± 0.57	6.82 ± 0.47	6.50 ± 0.32	5.18^{c} ± 0.57	4.14^{c} ± 0.16	4.25^{b} ± 0.51
16	0	7.78 ± 0.39	7.20 ± 0.27	8.21 ± 0.39	7.93^{aa} ± 0.53	6.78^{a} ± 0.49	7.28^{a} ± 0.30
	2	7.39 ± 0.50	7.36 ± 0.57	7.11 ± 0.50	7.14^{a} ± 0.61	6.71^{a} ± 0.30	6.46^{c} ± 0.31
	4	6.79 ± 0.41	6.64 ± 0.28	6.93 ± 0.74	6.50^{b} ± 0.36	5.09^{a} ± 0.47	5.57^{a} ± 0.40

a,b,c... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวน ของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกหมูอิมัลชั่น เมื่อแทนที่ไขมันด้วยน้ำ และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว ในระดับที่ต่างกัน

SOV	d.f.	MS					
		ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นรส	ความชุ่มน้ำ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
ปริมาณไขมัน(A)	2	6.347×10^{-2}	2.478×10^{-2}	0.123	0.948*	6.494*	6.486*
ปริมาณรำข้าว(B)	2	4.525*	3.757*	9.334*	27.885*	20.695*	19.924*
AB	4	6.946×10^{-2}	0.148	0.373	2.220*	2.417*	3.484*
คนชิม (block)	6	0.059	0.157	0.249	0.199	0.186	0.147
error	48	0.227	0.175	0.192	0.196	0.269	0.210

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อิทธิพลร่วมของปริมาณการแทนที่ไขมันด้วยน้ำและปริมาณรำข้าว มีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านความชุ่มน้ำ เนื้อสัมผัส และ การยอมรับรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.13 และปริมาณรำข้าว มีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านลักษณะปรากฏ สี และกลิ่นรส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้าน ลักษณะปรากฏ สี และกลิ่นรส จากการศึกษาการแทนที่ไขมันด้วยน้ำ และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปริมาณรำข้าว

ปริมาณรำข้าว (%)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นรส
0	$7.62^{a} \pm 0.42$	$7.60^{a} \pm 0.41$	$8.00^{a} \pm 0.45$
2	$7.39^{a} \pm 0.39$	$7.44^{a} \pm 0.45$	$7.32^{b} \pm 0.39$
4	$6.73^{b} \pm 0.49$	$6.80^{b} \pm 0.36$	$6.67^{c} \pm 0.52$

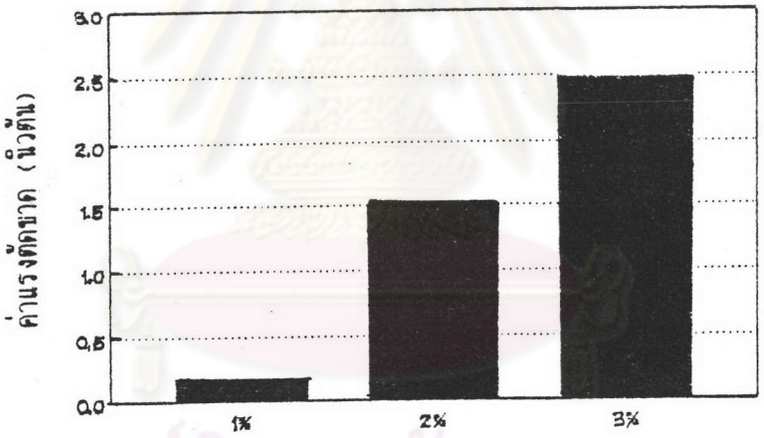
a,b,c ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูล การศึกษาการแทนที่ไขมันด้วยน้ำ และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว โดยใช้เกณฑ์ ในการพิจารณาคัดเลือกผลิตภัณฑ์ ตามวิธีการทดลองข้อ 4.2 พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช้รำข้าว ที่เหมาะสมที่สุด คือ ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมัน 16 % และผลิตภัณฑ์ที่ใช้รำข้าวที่เหมาะสมที่สุด คือ ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมัน 13 % และใช้รำข้าว 2 % เนื่องจากคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยเฉพาะการยอมรับรวม และลักษณะเนื้อสัมผัสซึ่งเป็นลักษณะสำคัญที่พิจารณา อยู่ในเกณฑ์ที่สูง และสมบัติอื่นๆ ก็อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมตามลำดับความสำคัญของเกณฑ์ที่ระบุไว้

4.5 ศึกษาผลของการแทนที่ไขมันด้วยคาราจีแนนกัม และการเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าวในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น

4.5.1 ศึกษาความเข้มข้นของเจลของคาราจีแนนกัม ที่เหมาะสม โดยใช้ความเข้มข้นของเจล 3 ระดับ คือ 1 2 และ 3 %

4.5.1.1 ศึกษาความแข็งแรงของเจล ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ โดยเตรียมเจลขนาด 5 x 5 x 1.5 เซนติเมตร แล้ววัดค่าแรงตัดขาด ของเจล ที่อุณหภูมิ 4°C ผลการวิเคราะห์ แสดงดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 ค่าแรงตัดขาด ของเจล ของคาราจีแนนกัม ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่อุณหภูมิ 4°C

4.5.1.2 ศึกษาระดับความเข้มข้นของเจลของคาราจีแนนกัม ที่เหมาะสมในการแทนที่ไขมัน ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น โดยศึกษาที่ระดับไขมัน 16 % และใช้ความเข้มข้นของเจล 3 ระดับ คือ 1 2 และ 3 % แทนที่ไขมัน ในส่วนที่ลดลงจากสูตรต้นแบบ โดยประเมินคุณภาพด้าน ค่าแรงตัดขาด การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.16 และ 4.17

ตารางที่ 4.16 ค่าแรงตัดขาด และ การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก ของไส้กรอกหมูอิมัลชั่นที่ระดับไขมัน 16 % โดยแปรความเข้มข้นของเจลของคาราจีแนนกัมที่ใช้ในการแทนที่ไขมัน ในส่วนที่ลดลงจากสูตรต้นแบบ

ความเข้มข้นของเจลของคาราจีแนนกัม (%)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	ค่าแรงตัดขาด (นิวตัน)	การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก (%)
1	$2.72^{a} \pm 0.23$	$7.38^{a} \pm 0.10$
2	$3.01^{b} \pm 0.11$	$6.21^{b} \pm 0.06$
3	$3.84^{c} \pm 0.11$	$6.07^{b} \pm 0.14$

a,b,c ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.17 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของไส้กรอกหมูอิมัลชั่นที่ ระดับไขมัน 16 % โดยแปรความเข้มข้นของเจลของคาราจีแนนกัม ที่ใช้ในการแทนที่ไขมันในส่วนที่ลดลงจากสูตรต้นแบบ

ความเข้มข้นของเจลของคาราจีแนนกัม (%)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน					
	ลักษณะปรากฏ	สี[ns]	กลิ่นรส[ns]	ความชุ่มน้ำ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
1	3.50[a] ± 0.41	7.00 ± 0.45	7.93 ± 0.61	7.41[a] ± 0.56	1.57[a] ± 0.34	2.50[a] ± 0.41
2	3.64[a] ± 0.38	7.11 ± 0.34	8.21 ± 0.49	7.00[a] ± 0.50	4.14[b] ± 0.56	3.78[b] ± 0.39
3	8.43[b] ± 0.34	7.36 ± 0.63	8.43 ± 0.67	7.73[b] ± 0.45	8.14[c] ± 0.48	7.78 [c]± 0.39

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

a,b,c ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ค่าแรงตัดขาด การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก และคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน ลักษณะปรากฏ ความชุ่มน้ำ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม ของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ความเข้มข้นของเจลของคาราจีแนนกัมในระดับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งพบว่า ระดับความเข้มข้นของเจลของคาราจีแนนกัม ที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้ในการศึกษา การแทนที่ไขมันในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่นต่อไป คือ ความเข้มข้นในระดับ 3% เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้ มีการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกต่ำ ค่าแรงตัดขาดและคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด

4.5.2 ศึกษาการแทนที่ไขมันด้วยคาราจีแนนกัม และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น

ลดปริมาณไขมันในสูตรต้นแบบเหลือ 3 ระดับ คือ 10 13 และ 16 % แล้วเติมเจลของคาราจีแนนกัมเข้มข้น 3 % เข้าไปแทนที่ไขมันในส่วนที่ลดลงจากสูตรต้นแบบ และเติมรำข้าว เพื่อเพิ่มปริมาณใยอาหาร 3 ระดับคือ 0 2 และ 4 % ผลการวิเคราะห์ค่าแรงตัดขาด และ การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก แสดงดังตารางที่ 4.18 และ 4.19 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส แสดงดังตารางที่ 4.20 ถึง 4.22

ตารางที่ 4.18 ค่าแรงตัดขาด และการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก ของไส้กรอกหมูอิมัลชั่น เมื่อแทนที่ไขมันด้วยคาจีแนนกัม(เจล 3 %) และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว ในระดับต่างกัน

ปริมาณไขมัน (%)	ปริมาณรำข้าว (%)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
		ค่าแรงตัดขาด(นิวตัน)	การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก(%)
10	0	$3.04^{a} \pm 0.23$	$1.59^{a} \pm 0.32$
	2	$3.76^{bc} \pm 0.11$	$1.48^{a} \pm 0.33$
	4	$3.44^{b} \pm 0.11$	$0.80^{b} \pm 0.04$
13	0	$3.60^{bc} \pm 0.23$	$5.98^{c} \pm 0.38$
	2	$4.40^{d} \pm 0.11$	$3.45^{d} \pm 0.25$
	4	$3.68^{bc} \pm 0.11$	$2.08^{a} \pm 0.23$
16	0	$3.84^{c} \pm 0.11$	$6.08^{c} \pm 0.23$
	2	$3.96^{c} \pm 0.11$	$6.08^{c} \pm 0.23$
	4	$3.76^{bc} \pm 0.11$	$3.50^{d} \pm 0.55$

a,b,c... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.19 การวิเคราะห์ความแปรปรวน ของค่าแรงตัดขาด และการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกของไส้กรอกหมูอิมัลชั่น เมื่อแทนที่ไขมันด้วยคาราจีแนนกัม(เจล 3%) และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าวในระดับต่างกัน

SOV	df	MS	
		ค่าแรงตัดขาด	การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก
ปริมาณไขมัน (A)	2	1.802^{*}	1.992^{*}
ปริมาณรำข้าว (B)	2	0.432^{*}	51.526^{*}
AB	4	1.448^{*}	2.321^{*}
error	9	2.133×10^{-2}	9.614×10^{-2}

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อิทธิพลร่วมของ ปริมาณการแทนที่ไขมันด้วยคาราจีแนนกัมและปริมาณรำข้าว มีผลต่อค่าแรงตัดขาด และการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.18

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.20 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกหมูอิมัลชั่น เมื่อแทนที่ไขมันด้วยคาราจีแนนกัม (เจล 3%) และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว

ปริมาณไขมัน (%)	ปริมาณรำข้าว (%)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน					
		ลักษณะปรากฏ[ns]	สี[ns]	กลิ่นรส	ความชุ่มน้ำ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
10	0	7.75 ± 0.39	7.64 ± 0.38	8.43 ± 0.34	7.68^{a} ± 0.24	6.00^{a} ± 0.38	6.68^{a} ± 0.37
	2	7.78 ± 0.27	7.55 ± 0.27	6.97 ± 0.15	7.25^{b} ± 0.31	7.46^{b} ± 0.09	7.55^{b} ± 0.37
	4	7.69 ± 0.45	7.21 ± 0.34	5.88 ± 0.54	4.36^{c} ± 0.45	3.46^{c} ± 0.55	4.43^{c} ± 0.51
13	0	8.00 ± 0.41	7.75 ± 0.40	8.36 ± 0.38	7.64^{a} ± 0.38	6.64^{d} ± 0.38	6.78^{a} ± 0.33
	2	7.86 ± 0.38	7.48 ± 0.39	6.91 ± 0.32	7.25^{b} ± 0.32	7.58^{b} ± 0.28	7.48^{b} ± 0.28
	4	7.66 ± 0.50	7.68 ± 0.51	5.66 ± 0.70	4.48^{c} ± 0.59	2.57^{e} ± 0.61	3.68^{d} ± 0.51
16	0	7.92 ± 0.34	7.59 ± 0.33	8.57 ± 0.34	7.64^{a} ± 0.28	8.12^{f} ± 0.27	7.91^{a} ± 0.27
	2	7.57 ± 0.45	7.35 ± 0.38	7.31 ± 0.50	7.46^{ab} ± 0.21	7.45^{b} ± 0.27	7.50^{b} ± 0.38
	4	7.51 ± 0.49	7.57 ± 0.63	5.78 ± 0.36	3.59^{d} ± 0.29	3.59^{c} ± 0.53	4.61^{c} ± 0.63

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

a,b,c... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของไส้กรอกหมูอิมัลชั่น เมื่อแทนที่ไขมันด้วยคาราจีแนนกัม (เจล 3%) และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว ในระดับต่างกัน

SOV	d.f.	MS					
		ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นรส	ความชุ่มน้ำ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
ปริมาณไขมัน(A)	2	0.111	7.251×10^{-2}	0.322	0.762*	4.463*	3.516*
ปริมาณรำข้าว(B)	2	0.124	0.168	37.686	78.806*	114.510*	68.840*
AB	4	0.168	6.641×10^{-2}	8.53×10^{-2}	0.489*	3.413*	1.690*
คนชิม(block)	6	0.278	0.234	0.254	0.268	0.066	0.247
error	48	0.159	0.116	0.178	0.113	0.176	0.170

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อิทธิพลร่วมของปริมาณการแทนที่ไขมัน ด้วยคาราจีแนนกัม และปริมาณรำข้าว มีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านความชุ่มน้ำ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.20 และปริมาณรำข้าว มีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นรส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านกลิ่นรส จากการศึกษาการแทนที่ไขมันด้วย คาราจีแนนกัม และ เพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปริมาณรำข้าว

ปริมาณรำข้าว (%)	กลิ่นรส ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
0	$8.45^{a} \pm 0.35$
2	$7.06^{b} \pm 0.38$
4	$5.77^{c} \pm 0.86$

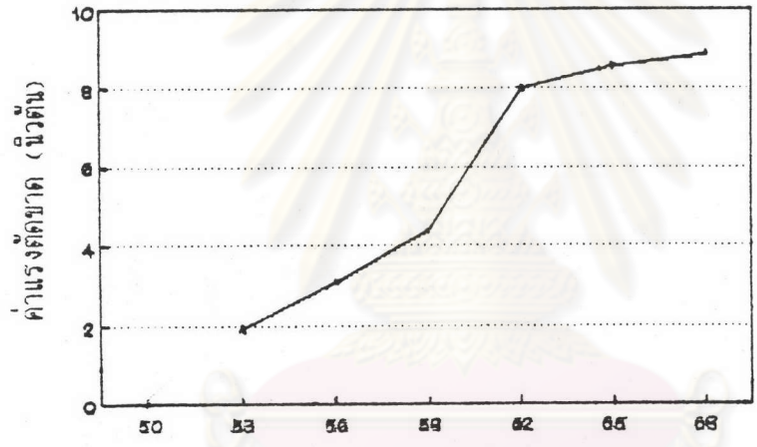
a,b,c ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูล การศึกษาการแทนที่ไขมันด้วยคาราจีแนนกัมและเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว โดยใช้เกณฑ์ ในการพิจารณาคัดเลือกผลิตภัณฑ์ ตามวิธีการทดลองข้อ 4.2 พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช้รำข้าวที่เหมาะสมที่สุดคือ ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมัน 16 % เนื่องจาก คะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยเฉพาะการยอมรับรวม และลักษณะเนื้อสัมผัส ซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญที่พิจารณา อยู่ในเกณฑ์ที่สูงและสมบัติอื่น ๆ ก็อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมตามลำดับความสำคัญของเกณฑ์ที่ระบุไว้ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้รำข้าว ที่เหมาะสม มี 3 ผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้รำข้าวในระดับ 2 % ที่ระดับไขมัน 10 % 13 % และ 16 % เนื่องจากมีคะแนนต่างๆ อยู่ในเกณฑ์ที่สูง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ดังนั้นจึงพิจารณาคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีระดับไขมัน 10 % (รำข้าว 2 %) เนื่องจากมีระดับของไขมันต่ำกว่า ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ และผลิตภัณฑ์ที่ระดับไขมัน 10 % ยังมี ค่าการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก ต่ำกว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีระดับไขมัน 13 % และ 16 % อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ถึงแม้ว่าจะมี ค่าแรงตัดขาดต่ำกว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีระดับไขมัน 13 % อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่ก็ยังอยู่ในเกณฑ์ที่สูง และไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่มีไขมัน 16 % อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

4.6 ศึกษาผลของการแทนที่ไขมันด้วยด้วยมอลโตเด็กซตริน และการเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น

4.6.1 ศึกษาความเข้มข้นของเจล ของมอลโตเด็กซตริน ที่เหมาะสม โดยใช้ความเข้มข้นของเจล 6 ระดับ คือ 53 56 59 62 65 และ 68 %

4.6.1.1 ศึกษาความแข็งแรงของเจล ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ โดยเตรียมเจลขนาด 5 x 5 x 1.5 เซนติเมตร แล้ววัดค่าแรงตัดขาดที่อุณหภูมิ 4 °C ผลการวิเคราะห์แสดงดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 ค่าแรงตัดขาด ของเจลของมอลโตเด็กซตริน ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 4 °C

4.6.1.2 ศึกษาระดับความเข้มข้น ของเจลของมอลโตเด็กซตริน ที่เหมาะสม ในการนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น โดยสังเกตลักษณะการผสมเข้ากับเนื้อหมูบด ของเจลของมอลโตเด็กซตรินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 ลักษณะการผสมเข้ากับเนื้อหมูบด ของเจลของมอลโตเด็กซตรินที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้นของเจล (%)	ลักษณะการผสมเข้ากับเนื้อหมู
53	เจลสามารถผสมเข้ากับเนื้อหมูได้อย่างดีมาก ผสมได้ง่าย แต่เมื่อต้มแล้ว ลักษณะเนื้อจะค่อนข้างนิ่มและเละ
56, 59	เจลสามารถผสมเข้ากับเนื้อหมูได้อย่างดีมาก ผสมได้ง่าย และเมื่อต้มแล้ว ลักษณะเนื้อ เป็นเนื้อเดียวกันดีมาก
62	เจลสามารถผสมเข้ากับเนื้อหมูได้ แต่ต้องใช้เวลาในการผสมนานมากและเมื่อต้มแล้ว ลักษณะเนื้อเป็นเนื้อเดียวกันดี
65	เจลแข็ง ผสมยากมาก ไม่กระจายตัว เมื่อนำไปต้มจะเห็นมอลโตเด็กซตริน เป็นชิ้นๆ กระจายตัวอยู่
68	เจลแข็งมาก ไม่สามารถบดผสมให้เป็นเนื้อเดียวกับเนื้อหมูได้

จากผลการทดลอง พบว่า ระดับความเข้มข้น ของเจลของมอลโตเด็กซตริน ที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการศึกษาการแทนที่ไขมันในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น ต่อไป คือ ความเข้มข้นในระดับ 56 % เนื่องจากเป็นเจลที่สามารถผสมเข้ากับเนื้อหมูได้ดีและให้ลักษณะที่ไม่แตกต่างจากเจลที่ระดับความเข้มข้น 59 % แต่ใช้ปริมาณของมอลโตเด็กซตรินน้อยกว่า

4.6.2 ศึกษาการแทนที่ไขมันด้วยมอลโตเด็กซตริน และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าวในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น

ลดปริมาณไขมันในสูตรต้นแบบ เหลือ 3 ระดับ คือ 10 13 และ 16 % แล้วเติมเจลของมอลโตเด็กซตรินเข้มข้น 56 % เข้าไปแทนที่ไขมันในส่วนที่ลดลงจากสูตรต้นแบบ และเติมรำข้าว เพื่อเพิ่มปริมาณใยอาหาร 3 ระดับ คือ 0 2 และ 4 % ผลการวิเคราะห์ค่าแรงตัดขาด และการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก แสดงดังตารางที่ 4.24 ถึง 4.27 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัส แสดงดังตารางที่ 4.28 ถึง 4.31

ตารางที่ 4.24 ค่าแรงตัดขาด และการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกของไส้กรอกหมูอิมัลชั่น เมื่อแทนที่ไขมันด้วยมอลโตเด็กซตริน (เจล 56 %) และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว ในระดับต่างกัน

ปริมาณไขมัน (%)	ปริมาณรำข้าว (%)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
		ค่าแรงตัดขาด(นิวตัน)	การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก(%)
10	0	$1.68^{a} \pm 0.11$	1.22 ± 0.21
	2	$1.84^{ac} \pm 0.11$	0.90 ± 0.12
	4	$2.16^{c} \pm 0.11$	0.35 ± 0.34
13	0	$1.68^{a} \pm 0.11$	1.26 ± 0.21
	2	$2.00^{bc} \pm 0.11$	1.29 ± 0.06
	4	$2.72^{d} \pm 0.23$	1.10 ± 0.19
16	0	$1.84^{ab} \pm 0.11$	1.52 ± 0.08
	2	$2.16^{c} \pm 0.11$	1.48 ± 0.18
	4	$3.44^{e} \pm 0.11$	1.29 ± 0.25

a,b,c... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของ ค่าแรงตัดขาด และการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก ของไส้กรอกหมูอิมัลชั่น เมื่อแทนที่ไขมันด้วยมอลโตเด็กซตริน (เจล 56%) และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าวในระดับต่างกัน

SOV	D.F.	MS	
		ค่าแรงตัดขาด	การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก
ปริมาณไขมัน (A)	2	0.522^{*}	0.572^{*}
ปริมาณรำข้าว(B)	2	1.751^{*}	0.197^{*}
AB	4	0.185^{*}	0.124
error	9	1.707×10^{-2}	3.976×10^{-2}

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อิทธิพลร่วมของ ปริมาณการแทนที่ไขมันด้วยมอลโตเด็กซตริน และปริมาณรำข้าว มีผลต่อ ค่าแรงตัดขาด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.24 และ ปริมาณการแทนที่ไขมันด้วยมอลโตเด็กซตริน และปริมาณรำข้าว มีผลต่อการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.26 และ 4.27 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.26 ค่าเฉลี่ยของการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก จากการศึกษาการแทนที่ไขมันด้วยมอลโตเด็กซตริน และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว เมื่อพิจารณาอิทธิพลของ ปริมาณการแทนที่ไขมันด้วยมอลโตเด็กซตริน

ปริมาณไขมัน (%)	การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก (%) ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
10	$0.82^{a} \pm 0.44$
13	$1.22^{b} \pm 0.16$
16	$1.43^{b} \pm 0.18$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.27 ค่าเฉลี่ยของการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก จากการศึกษาการแทนที่ไขมันด้วยมอลโตเด็กซตริน และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปริมาณรำข้าว

ปริมาณรำข้าว (%)	การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก (%) ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
0	$1.34^{a} \pm 0.20$
2	$1.22^{b} \pm 0.23$
4	$0.91^{c} \pm 0.55$

a,b,c ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.28 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกหมูอิมัลชั่น เมื่อแทนที่ไขมันด้วยมอลโตเด็กซตริน (เจล 56 %) และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว

ปริมาณไขมัน (%)	ปริมาณรำข้าว (%)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน					
		ลักษณะปรากฏ[ns]	สี[ns]	กลิ่นรส	ความชุ่มน้ำ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
10	0	7.46 ± 0.36	7.75 ± 0.54	6.64^{a} ± 0.34	8.11^{a} ± 0.45	3.54^{a} ± 0.36	3.89 ± 0.69
	2	7.38 ± 0.30	7.37 ± 0.36	5.32^{b} ± 0.70	6.18^{b} ± 0.57	2.07^{bc} ± 0.75	2.50 ± 0.80
	4	7.14 ± 0.50	7.38 ± 0.36	3.50^{c} ± 1.09	2.82^{c} ± 0.90	1.54^{b} ± 0.55	1.96 ± 0.73
13	0	7.45 ± 0.35	7.37 ± 0.24	6.68^{a} ± 0.53	7.75^{a} ± 0.38	4.68^{a} ± 0.69	4.93 ± 0.69
	2	7.37 ± 0.28	7.48 ± 0.17	5.00^{b} ± 0.88	4.61^{d} ± 0.73	2.48^{c} ± 0.64	2.78 ± 0.58
	4	7.43 ± 0.31	7.44 ± 0.35	4.04^{d} ± 0.96	2.96^{e} ± 0.67	1.93^{bc} ± 0.56	2.43 ± 0.80
16	0	7.37 ± 0.39	7.43 ± 0.22	7.04^{a} ± 0.42	7.82^{a} ± 0.43	5.28^{a} ± 0.47	4.71 ± 0.47
	2	7.45 ± 0.37	7.44 ± 0.24	5.89^{a} ± 0.79	4.93^{d} ± 0.83	2.27^{c} ± 0.71	2.78 ± 0.70
	4	7.06 ± 0.43	7.35 ± 0.18	5.14^{b} ± 0.56	2.96^{e} ± 0.68	1.93^{bc} ± 0.56	2.11 ± 0.81

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

a,b,c... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.29 การวิเคราะห์ความแปรปรวน ของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกหมูอิมัลชั่น เมื่อแทนที่ไขมันด้วยมอลโตเด็กซตริน และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าวในระดับต่างกัน

SOV	d.f.	MS					
		ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นรส	ความชุ่มน้ำ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
ปริมาณไขมัน (A)	2	8.51×10^{-2}	0.209	4.828*	2.054*	3.665*	1.959*
ปริมาณรำข้าว(B)	2	0.298	0.210	34.465*	130.198*	43.699*	31.822*
AB	4	0.105	0.243	0.924*	1.534*	1.256*	0.360
คนชิม(block)	6	0.165	0.250	0.234	1.766	1.302	1.736
error	48	0.135	0.082	0.207	0.254	0.238	0.358

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อิทธิพลร่วม ของปริมาณการแทนที่ไขมัน ด้วยมอลโตเด็กซตริน และปริมาณรำข้าว มีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นรส ความชุ่มน้ำ และเนื้อสัมผัส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.28 และ ปริมาณการแทนที่ไขมันด้วยมอลโตเด็กซตริน และปริมาณรำข้าว มีผลต่อ คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านการยอมรับรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.30 และ 4.31

ตารางที่ 4.30 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านการยอมรับรวม จากการศึกษา การแทนที่ไขมันด้วยมอลโตเด็กซตริน และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปริมาณการแทนที่ไขมันด้วยมอลโตเด็กซตริน

ปริมาณไขมัน (%)	การยอมรับรวม ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
10	$2.78^{a} \pm 0.11$
13	$3.38^{b} \pm 1.34$
16	$3.20^{ab} \pm 1.30$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

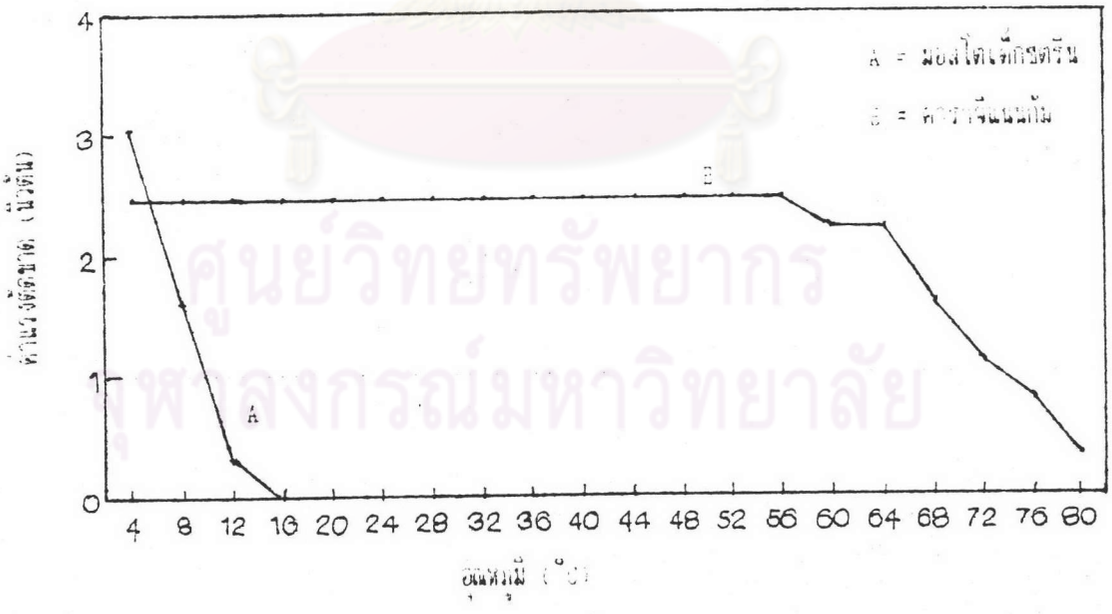
ตารางที่ 4.31 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านการยอมรับรวม จากการศึกษา การแทนที่ไขมันด้วยมอลโตเด็กซตริน และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปริมาณรำข้าว

ปริมาณรำข้าว (%)	การยอมรับรวม ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
0	$4.51^{a} \pm 0.75$
2	$2.69^{b} \pm 0.71$
4	$2.17^{c} \pm 0.79$

a,b,c ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูล การศึกษาการแทนที่ไขมันด้วยมอลโตเด็กซตริน และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกผลิตภัณฑ์ ตามวิธีการทดลองข้อ 4.2 พบว่า ไม่มีผลิตภัณฑ์ใด เหมาะสมที่จะได้รับการคัดเลือก เนื่องจากคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยเฉพาะทางด้าน การยอมรับรวม และลักษณะเนื้อสัมผัส ซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญที่ใช้ในการพิจารณาคัดเลือก อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำมาก (ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ผู้บริโภคจะยอมรับได้ คือ 6 คะแนน) และค่าแรงตัดขาดก็อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ ดังนั้นจึงไม่สามารถคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดออกมาได้ ถึงแม้ว่าค่าการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก จะต่ำมากก็ตาม แต่การยอมรับรวมของผู้บริโภคมีความสำคัญต่อผลิตภัณฑ์มากที่สุด ดังนั้นจึงทำการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยการนำคาราจีแนนกัม มาใช้ร่วมกับมอลโตเด็กซตริน เนื่องจากคาราจีแนนกัมสามารถให้เจลที่มีความแข็งแรงของเจล คงตัวต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในขณะที่ความแข็งแรงของเจลของมอลโตเด็กซตริน จะไม่คงตัวต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (ดังแสดงในรูปที่ 15) แต่เนื่องจากเจลของมอลโตเด็กซตริน มีลักษณะปรากฏสีขาวคล้ายไขมันหมูมาก มีราคาถูก และหาซื้อได้ง่ายในประเทศไทย จึงทำการศึกษาต่อไปโดยนำมอลโตเด็กซตรินมาเตรียมเป็นเจลร่วมกับ คาราจีแนนกัม เพื่อใช้ในการแทนที่ไขมันในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น

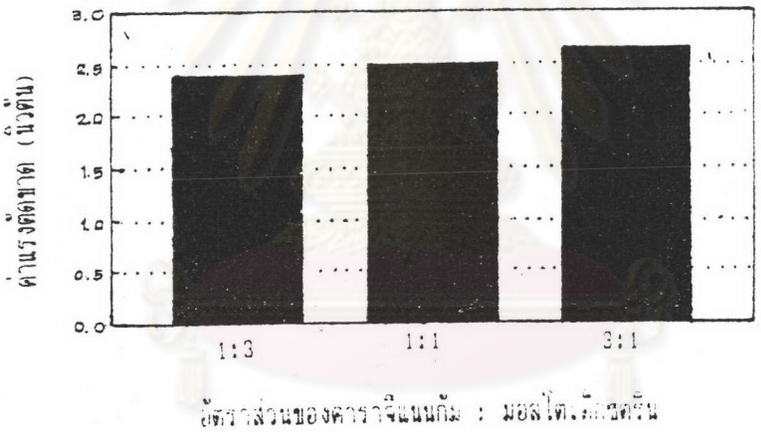


รูปที่ 15 ความแข็งแรงของเจล (ค่าแรงตัดขาด)ต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ของเจลของคาราจีแนนกัม 3 % และ เจลของมอลโตเด็กซตริน 56 %

4.7 <u>ศึกษาผลของการแทนที่ไขมันด้วยคาราจีแนนกัมกับมอลโตเด็กซตริน และการเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น</u>

4.7.1 ศึกษาอัตราส่วน ที่เหมาะสม ในการเตรียมเจล ของคาราจีแนนกัม กับมอลโตเด็กซตริน เพื่อใช้ในการแทนที่ไขมัน ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น โดยใช้อัตราส่วนของคาราจีแนนกัม (3 %) ต่อ มอลโตเด็กซตริน (56 %) เป็น 3 ระดับ คือ 1 ต่อ 3 1 ต่อ 1 และ 3 ต่อ 1 (หรือ 1:3 1:1 และ 3:1 ตามลำดับ)

4.7.1.1 ศึกษาความแข็งแรงของเจล ที่อัตราส่วนต่าง ๆ โดยเตรียมเจลขนาด 5 x 5 x 1.5 เซนติเมตร แล้ววัดค่าแรงตัดขาด ของเจล ที่อุณหภูมิ 4°C ผลการวิเคราะห์แสดงดังรูปที่ 16



<u>รูปที่ 16</u> ค่าแรงตัดขาด ของเจลของคาราจีแนนกัมกับมอลโตเด็กซตรินที่อัตราส่วนต่างๆ ที่อุณหภูมิ 4°C

4.7.1.2 ศึกษาอัตราส่วนของคาราจีแนนกัมกับมอลโตเด็กซตรินที่เหมาะสมในการแทนที่ไขมัน ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น โดยศึกษาที่ระดับไขมัน 16 % และใช้เจลของคาราจีแนนกัมกับมอลโตเด็กซตริน ในอัตราส่วน 3 ระดับคือ 1:3 1:1 และ 3:1 แทนที่ไขมันในส่วนที่ลดลง จากสูตรต้นแบบ โดยประเมินคุณภาพด้าน ค่าแรงตัดขาด การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกและการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผลการวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 4.32 และ 4.33

ตารางที่ 4.32 ค่าแรงตัดขาด และการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก ของไส้กรอกหมูอิมัลชั่นที่ระดับไขมัน 16 % โดยแปรอัตราส่วนของคาราจีแนนกัมกับมอลโตเด็กซตรินที่ใช้ในการเตรียมเจล เพื่อแทนที่ไขมันในส่วนที่ลดลงจากสูตรต้นแบบ

อัตราส่วน คาราจีแนนกัม:มอลโตเด็กซตริน	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	ค่าแรงตัดขาด[ns] (นิวตัน)	การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก (%)
1:3	3.52 ± 0.23	6.98[a] ± 0.06
1:1	3.60 ± 0.11	7.91[b] ± 0.45
3:1	3.52 ± 0.23	7.97[b] ± 0.14

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

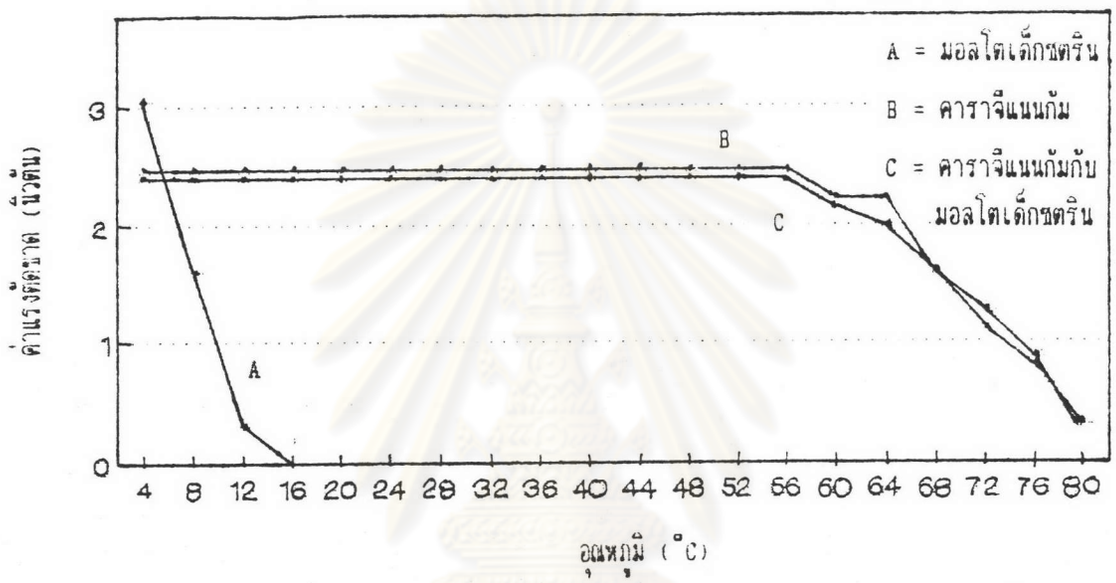
ตารางที่ 4.33 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของไส้กรอกหมูอิมัลชั่นที่ระดับไขมัน 16 % โดยแปรอัตราส่วนของคาราจีแนนกัม กับมอลโตเด็กซตรินที่ใช้ในการเตรียมเจล เพื่อแทนที่ไขมันในส่วนที่ลดลงจากสูตรต้นแบบ

อัตราส่วน คาราจีแนนกัม:มอลโตเด็กซตริน	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน					
	ลักษณะปรากฏ[ns]	สี[ns]	กลิ่นรส[ns]	ความชุ่มฉ่ำ[ns]	เนื้อสัมผัส[ns]	การยอมรับรวม[ns]
1:3	6.86 ± 0.50	6.68 ± 0.44	7.36 ± 0.35	7.61 ± 0.50	7.52 ± 0.77	7.38 ± 0.50
1:1	6.82 ± 0.62	6.54 ± 0.50	7.46 ± 0.68	7.04 ± 0.62	7.08 ± 0.54	7.28 ± 0.58
3:1	6.57 ± 0.43	6.75 ± 0.35	7.56 ± 0.52	7.11 ± 0.50	7.25 ± 0.59	7.36 ± 0.56

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ค่าแรงตัดขาด และคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งพบว่า อัตราส่วนของคาราจีแนนกัมกับมอลโตเด็กซตริน ที่ระดับ 1:3 มีค่าการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก ต่ำที่สุด และ การใช้คาราจีแนนกัมในปริมาณน้อย จะทำให้สะดวกในการเตรียมเจลมากกว่าการใช้คาราจีแนนกัมในปริมาณมาก จึงพิจารณาคัดเลือก อัตราส่วนของ คาราจีแนนกัมกับมอลโตเด็กซตริน ที่ระดับ 1:3 มาใช้ในการศึกษาการแทนที่ไขมันในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น

4.7.2 ศึกษาความแข็งแรงของเจล ต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ โดยเปรียบเทียบระหว่าง เจลของคาราจีแนนกัมที่ระดับความเข้มข้น 3 % เจลของมอลโตเด็กซตรินที่ระดับความเข้มข้น 56 % และเจลของคาราจีแนนกัม (3 %) กับมอลโตเด็กซตริน (56 %) ที่อัตราส่วน 1:3 ผลการวิเคราะห์แสดงดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 ความแข็งแรงของเจล (ค่าแรงตัดขาด) ต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ของเจลของคาราจีแนนกัม 3 % เจลของมอลโตเด็กซตริน 56 % และเจลของคาราจีแนนกัมกับมอลโตเด็กซตริน ที่อัตราส่วน 1:3

4.7.3 ศึกษาการแทนที่ไขมันด้วยคาราจีแนนกัมกับมอลโตเด็กซตริน และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น

ลดปริมาณไขมันในสูตรต้นแบบเหลือ 3 ระดับคือ 10 13 และ 16% แล้วเติมเจลของคาราจีแนนกัมกับมอลโตเด็กซตริน(อัตราส่วน 1:3) เข้าไปแทนที่ไขมันในส่วนที่ลดลงจากสูตรต้นแบบ และเติมรำข้าวเพื่อเพิ่มปริมาณใยอาหาร 3 ระดับคือ 0 2 และ 4 % ผลการวิเคราะห์ค่าแรงตัดขาด และการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก แสดงดังตารางที่ 4.34 ถึง 4.37 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส แสดงดังตารางที่ 4.38 ถึง 4.41

ตารางที่ 4.34 ค่าแรงตัดขาด และการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก ของไส้กรอกหมูอิมัลชั่นเมื่อแทนที่ไขมันด้วยเจลของคาราจีแนนกัมกับมอลโตเด็กซตริน (อัตราส่วน 1:3) และ เพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าวในระดับต่างกัน

ปริมาณไขมัน (%)	ปริมาณรำข้าว (%)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
		ค่าแรงตัดขาด(นิวตัน)	การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก(%)
10	0	3.28 ± 0.11	5.37 ± 0.34
	2	3.96 ± 0.06	5.13 ± 0.19
	4	3.28 ± 0.11	4.51 ± 0.21
13	0	3.48 ± 0.06	6.01 ± 0.42
	2	4.24 ± 0.11	5.49 ± 0.22
	4	3.56 ± 0.06	4.90 ± 0.18
16	0	3.52 ± 0.23	6.73 ± 0.30
	2	3.80 ± 0.06	6.59 ± 0.53
	4	3.44 ± 0.11	5.50 ± 0.53

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.35 การวิเคราะห์ความแปรปรวน ของค่าแรงตัดขาด และการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกของไส้กรอกหมูอิมัลชั่น เมื่อแทนที่ไขมันด้วยเจลของคาราจีแนนกัมกับมอลโตเด็กซตริน (อัตราส่วน 1:3) และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าวในระดับต่างกัน

SOV	D.F.	MS	
		ค่าแรงตัดขาด	การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก
ปริมาณไขมัน (A)	2	0.101^{*}	2.477^{*}
ปริมาณรำข้าว(B)	2	0.657^{*}	1.814^{*}
AB	4	3.555×10^{-2}	5.164×10^{-2}
error	9	1.280×10^{-2}	0.134

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณการแทนที่ไขมันด้วยเจลของคาราจีแนนกัมกับมอลโตเด็กซตรินและปริมาณรำข้าวมีผลต่อ ค่าแรงตัดขาด และการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.36 และ 4.37

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.36 ค่าเฉลี่ยของค่าแรงตัดขาด และการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก จากการศึกษาการแทนที่ไขมันด้วย เจลของคาราจีแนนกัม กับมอลโตเด็กซตริน และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปริมาณการแทนที่ไขมันด้วยเจลของคาราจีแนนกัมกับมอลโตเด็กซตริน

ปริมาณไขมัน (%)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	ค่าแรงตัดขาด (นิวตัน)	การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก (%)
10	$3.51^{a} \pm 0.36$	$5.01^{a} \pm 0.46$
13	$3.76^{b} \pm 0.38$	$5.47^{a} \pm 0.54$
16	$3.59^{a} \pm 0.20$	$6.27^{b} \pm 0.70$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.37 ค่าเฉลี่ยของค่าแรงตัดขาด และการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก จากการศึกษาการแทนที่ไขมันด้วย เจลของคาราจีแนนกัม กับมอลโตเด็กซตริน และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปริมาณรำข้าว

ปริมาณรำข้าว (%)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	ค่าแรงตัดขาด (นิวตัน)	การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก
0	$3.43^{a} \pm 0.16$	$6.04^{a} \pm 0.66$
2	$4.00^{b} \pm 0.21$	$5.73^{a} \pm 0.75$
4	$3.43^{a} \pm 0.15$	$4.97^{b} \pm 0.52$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.38 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกหมูอิมัลชั่น เมื่อแทนที่ไขมันด้วย เจลของคาราจีแนนกัม กับมอลโตเด็กซตริน (อัตราส่วน 1:3) และเพิ่มปริมาณไยอาหารด้วยรำข้าวในระดับต่างกัน

ปริมาณไขมัน (%)	ปริมาณรำข้าว (%)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน					
		ลักษณะปรากฏ[ns]	สี[ns]	กลิ่นรส	ความชุ่มน้ำ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
10	0	7.68 ± 0.61	7.50 ± 0.25	6.09^{a} ± 0.70	7.57^{a} ± 0.37	7.70^{a} ± 0.71	7.43 ± 0.51
	2	7.63 ± 0.39	7.39 ± 0.32	5.14^{b} ± 0.66	6.21^{b} ± 0.39	6.75^{b} ± 0.29	6.18 ± 0.41
	4	7.43 ± 0.34	7.36 ± 0.32	4.71^{b} ± 0.49	4.57^{c} ± 0.28	5.36^{b} ± 0.59	4.93 ± 0.30
13	0	7.75 ± 0.46	7.36 ± 0.28	7.50^{c} ± 0.25	7.61^{a} ± 0.38	7.89^{a} ± 0.52	8.36 ± 0.35
	2	7.93 ± 0.47	7.43 ± 0.34	6.11^{a} ± 0.86	6.00^{b} ± 0.50	7.75^{a} ± 0.48	7.18 ± 0.74
	4	7.50 ± 0.32	7.45 ± 0.27	5.30^{b} ± 0.71	5.07^{c} ± 0.55	5.86^{c} ± 0.32	5.29 ± 0.60
16	0	7.64 ± 0.45	7.36 ± 0.40	7.32^{c} ± 0.19	7.71^{a} ± 0.53	6.06^{c} ± 0.62	6.64 ± 0.50
	2	7.54 ± 0.27	7.43 ± 0.31	6.17^{a} ± 0.64	4.89^{c} ± 0.45	4.32^{a} ± 1.15	5.21 ± 0.65
	4	7.71 ± 0.17	7.54 ± 0.34	4.71^{b} ± 0.64	4.61^{c} ± 0.57	4.41^{a} ± 0.63	4.14 ± 0.72

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

a,b,c... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.39 การวิเคราะห์ความแปรปรวน ของคะแนนการทดสอบ ทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกหมูอิมัลชั่น เมื่อแทนที่ไขมันด้วย เจลของคาราจีแนนกัม กับมอลโตเด็กซตริน (อัตราส่วน 1:3) และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าวในระดับต่างกัน

SOV	d.f.	MS					
		ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นรส	ความชุ่มน้ำ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
ปริมาณไขมัน (A)	2	0.118	5.005×10^{-3}	2.680*	1.382*	30.919*	13.572*
ปริมาณร่ำข้าว(B)	2	0.150	1.013×10^{-2}	22.279*	45.242*	23.179*	38.028*
AB	4	0.177	5.084×10^{-2}	2.350*	1.361*	1.704*	0.364
คนชิม(block)	6	0.702	0.113	1.452	0.463	1.211	0.676
error	48	0.098	0.100	0.233	0.178	0.304	0.346

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อิทธิพลร่วมของปริมาณการแทนที่ไขมันด้วยเจลของคาราจีแนนกัม กับมอลโตเด็กซตริน และปริมาณรำข้าว มีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้าน กลิ่นรส ความชุ่มน้ำ และเนื้อสัมผัส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.38 และ ปริมาณการแทนที่ไขมันด้วย เจลของคาราจีแนนกัม กับมอลโตเด็กซตรินและปริมาณรำข้าว มีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.40 และ 4.41

ตารางที่ 4.40 คะแนนเฉลี่ย ของการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านการยอมรับรวมจากการศึกษาการแทนที่ไขมันด้วยเจลของคาราจีแนนกัมกับมอลโตเด็กซตรินและเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปริมาณการแทนที่ไขมันด้วยเจลของคาราจีแนนกัม กับมอลโตเด็กซตริน

ปริมาณไขมัน (%)	การยอมรับรวม ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
10	6.18[a] ± 1.19
13	6.94[b] ± 1.41
16	5.33[c] ± 1.22

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.41 คะแนนเฉลี่ย ของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านการยอมรับรวมจากการศึกษาการแทนที่ไขมันด้วยมอลโตเด็กซตรินและเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปริมาณรำข้าว

ปริมาณรำข้าว (%)	การยอมรับรวม ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
0	7.48[a] ± 0865
2	6.19[b] ± 1.02
4	4.78[c] ± 0.83

a,b,c ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูล การศึกษาการแทนที่ไขมัน ด้วยเจลของคาราจีแนนกัมกับมอลโตเด็กซตรินและเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกผลิตภัณฑ์ ตามวิธีการทดลองข้อ 4.2 พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช้รำข้าวที่เหมาะสมที่สุด คือ ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมัน 13 % และผลิตภัณฑ์ที่ใช้รำข้าวที่เหมาะสมที่สุด คือ ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมัน 13 % และใช้รำข้าว 2 % เนื่องจากคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยเฉพาะการยอมรับรวมและลักษณะเนื้อสัมผัส ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญที่พิจารณาอยู่ในเกณฑ์ที่สูงและสมบัติอื่นๆ ก็อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ตามลำดับความสำคัญของเกณฑ์ที่ระบุไว้

4.8 <u>ศึกษาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น แคลอรี่ต่ำ จากผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการศึกษาในข้อ 4.4 ถึง 4.7 เพื่อคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม</u>

ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่นพลังงานต่ำ ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.42 และ แบ่งผลิตภัณฑ์ออกเป็น 2 ประเภทคือ ประเภทที่ไม่ใช้รำข้าว และใช้รำข้าวเพื่อเพิ่มปริมาณใยอาหาร นำผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทมาศึกษาคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม โดยพิจารณาการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบรวม ปริมาณแคลอรี่ และต้นทุนของวัตถุดิบ เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.42 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่นพลังงานต่ำ ประเภทใช้รำข้าว และไม่ใช้รำข้าว โดยใช้สารทดแทนไขมัน และปริมาณการแทนที่ไขมัน ในระดับต่างกัน

องค์ประกอบทางเคมี*	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน					
	สารทดแทนไขมัน					
	น้ำ	กัม	กัม:มอลโตเด็กซตริน	น้ำ	กัม	กัม:มอลโตเด็กซตริน
	16(0)	16(0)	13(0)	13(2)	10(2)	13(2)
โปรตีน	11.38 ± 0.21	11.45 ± 0.11	11.71 ± 0.21	11.35 ± 0.40	11.46 ± 0.56	11.42 ± 0.22
ไขมัน	16.82 ± 0.34	16.87 ± 0.25	13.82 ± 0.45	13.55 ± 0.14	10.61 ± 0.32	13.61 ± 0.11
ความชื้น	68.34 ± 0.37	68.01 ± 0.21	65.24 ± 0.57	66.99 ± 0.23	72.37 ± 0.15	63.96 ± 0.32
เส้นใย	0.25 ± 0.02	0.27 ± 0.03	0.25 ± 0.02	0.57 ± 0.01	0.58 ± 0.04	0.59 ± 0.02
เถ้า	1.29 ± 0.24	1.32 ± 0.36	1.31 ± 0.12	1.37 ± 0.12	1.36 ± 0.03	1.38 ± 0.26
คาร์โบไฮเดรท	1.92 ± 0.98	2.08 ± 0.96	7.67 ± 1.37	6.17 ± 0.90	3.62 ± 1.10	9.04 ± 0.93

* องค์ประกอบทางเคมีคำนวณเป็น wet basis

16(0), 13(0),..... ตัวเลขหน้า ( ) คือ ปริมาณไขมันในไส้กรอกหมูอิมัลชั่น (%)

ตัวเลขใน ( ) คือ ปริมาณรำข้าวที่ใช้ (%)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3.1 การศึกษาคัดเลือกผลิตภัณฑ์ ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น แคลอรี่ต่ำ ประเภทที่ไม่ใช้รำข้าวเปรียบเทียบกับ ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.43 ถึง 4.45

ตารางที่ 4.43 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น แคลอรี่ต่ำ ประเภทไม่ใช้รำข้าว ที่ใช้สารทดแทนไขมันต่าง ๆ กัน และ ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

ผลิตภัณฑ์		ความชอบรวม
สารทดแทนไขมัน	ปริมาณไขมัน(%)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
น้ำ	16	7.07^{a} ± 0.45
คาราจีแนนกัม	16	7.71^{b} ± 0.81
คาราจีแนนกัม:มอลโตเด็กซตริน	13	8.50^{c} ± 0.50
ต้นแบบ		8.57^{c} ± 0.45

a,b,c ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.44 ปริมาณแคลอรี่ ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่นแคลอรี่ต่ำ ประเภทไม่ใช้รำข้าว ที่ใช้สารทดแทนไขมันต่าง ๆ กัน และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

ผลิตภัณฑ์		ปริมาณแคลอรี่	ปริมาณแคลอรี่ที่ลดลงจากผลิตภัณฑ์ต้นแบบ
สารทดแทนไขมัน	ปริมาณไขมัน(%)	(แคลอรี่/100กรัม)	(%)
น้ำ	16	213.73	32.19
คาราจีแนนกัม	16	213.75	32.19
คาราจีแนนกัม:มอลโตเด็กซตริน	13	210.69	33.16
ต้นแบบ	27	315.21	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.45 ต้นทุนของวัตถุดิบ ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่นแคลอรี่ต่ำ ประเภทไม่ใช้รำข้าว ที่ใช้สารทดแทนไขมันต่าง ๆ กัน และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

ผลิตภัณฑ์		ต้นทุนของวัตถุดิบ*
สารทดแทนไขมัน	ปริมาณไขมัน(%)	(บาท/กิโลกรัม-ไส้กรอก)
น้ำ	16	46.78
คาราจีแนนกัม	16	49.32
คาราจีแนนกัม:มอลโตเด็กซตริน	13	48.73
ต้นแบบ		50.17

* รายละเอียดของราคาต้นทุนของวัตถุดิบแต่ละชนิดแสดงในภาคผนวก ค

จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น แคลอรี่ต่ำ ประเภทไม่ใช้รำข้าวที่เหมาะสมที่สุด คือ ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมัน 13 % และ ใช้คาราจีแนนกัมกับมอลโตเด็กซตริน ในการแทนที่ไขมัน ในส่วนที่ลดลงจากสูตรต้นแบบ เนื่องจากเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ประเภทไม่ใช้รำข้าวอีก 2 ชนิด และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ พบว่าคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านความชอบรวมมีค่าสูง และไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ต้นแบบอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) และปริมาณแคลอรี่มีค่าต่ำที่สุด ถึงแม้ว่าต้นทุนของวัตถุดิบจะสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้น้ำแทนที่ไขมันก็ตาม แต่ก็ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

4.3.2 การศึกษาคัดเลือกผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น แคลอรี่ต่ำ ประเภทที่ใช้รำข้าว เพื่อเพิ่มปริมาณใยอาหาร (ในระดับ 2%) เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.46 ถึง 4.48

ตารางที่ 4.46 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านความชอบรวม ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่นแคลอรี่ต่ำ ประเภทใช้รำข้าว เพื่อเพิ่มปริมาณใยอาหาร (ในระดับ 2%) ที่ใช้สารทดแทนไขมันต่าง ๆ กัน และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

ผลิตภัณฑ์		ความชอบรวม
สารทดแทนไขมัน	ปริมาณไขมัน(%)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
น้ำ	13	6.86^{a} ± 0.24
คาราจีแนนกัม	10	8.50^{b} ± 0.50
คาราจีแนนกัม:มอลโตเด็กซตริน	13	7.57^{c} ± 0.45
ต้นแบบ		8.57^{b} ± 0.45

a,b,c ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.47 ปริมาณแคลอรี่ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่นแคลอรี่ต่ำ ประเภทใช้รำข้าวเพื่อเพิ่มปริมาณใยอาหาร (ในระดับ 2%) ที่ใช้สารทดแทนไขมันต่าง ๆ กัน และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

ผลิตภัณฑ์		ปริมาณแคลอรี่	ปริมาณแคลอรี่ที่ลดลงจากผลิตภัณฑ์ต้นแบบ
สารทดแทนไขมัน	ปริมาณไขมัน(%)	(แคลอรี่/100กรัม)	(%)
น้ำ	13	185.21	41.24
คาราจีแนนกัม	10	158.80	49.62
คาราจีแนนกัม:มอลโตเด็กซตริน	13	208.73	33.78
ต้นแบบ		315.21	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.48 ต้นทุนของวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่นแคลอรี่ต่ำประเภทใช้รำข้าวเพื่อเพิ่มปริมาณใยอาหาร (ในระดับ 2%) ที่ใช้สารทดแทนไขมันต่าง ๆ กัน และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

ผลิตภัณฑ์		ต้นทุนของวัตถุดิบ*
สารทดแทนไขมัน	ปริมาณไขมัน(%)	(บาท/กิโลกรัม-ไส้กรอก)
น้ำ	13	45.58
คาราจีแนนกัม	10	48.51
คาราจีแนนกัม:มอลโตเด็กซตริน	13	48.36
ต้นแบบ		50.17

* รายละเอียดของราคาต้นทุนของวัตถุดิบแต่ละชนิด แสดงในภาคผนวก ค

จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่นแคลอรี่ต่ำ ประเภทใช้รำข้าวที่เหมาะสมที่สุด คือ ผลิตภัณฑ์ที่มีไขมัน 10 % (รำข้าว 2 %) และใช้คาราจีแนนกัมในการแทนที่ไขมันในส่วนที่ลดลงจากสูตรต้นแบบ เนื่องจากเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ประเภทใช้รำข้าวอีก 2 ชนิด และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ พบว่า คะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบรวมมีค่าสูง และ ไม่แตกต่างจาก ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) และปริมาณแคลอรี่มีค่าต่ำที่สุด ถึงแม้ว่าต้นทุนของวัตถุดิบจะสูงกว่าผลิตภัณฑ์ประเภทใช้รำข้าวทั้ง 2 ชนิดก็ตาม แต่ก็ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

4.9 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ปริมาณแคลอรี่ และ การยอมรับของผู้บริโภค ของของผลิตภัณฑ์ที่คัดเลือกได้ จากข้อ 4.8.1 และ 4.8.2 เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด 2 ชนิด

ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.49 และ 4.50 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.49 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่นแคลอรี่ต่ำ ประเภทใช้รำข้าว และไม่ใช้รำข้าว เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด 2 ชนิด

องค์ประกอบทางเคมี*	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
	13(0)	10(2)	A	B
โปรตีน	11.71 ± 0.21	11.46 ± 0.56	12.39 ± 0.11	13.21 ± 0.21
ไขมัน	13.82 ± 0.45	10.61 ± 0.32	23.96 ± 0.25	24.97 ± 0.27
ความชื้น	65.24 ± 0.57	72.37 ± 0.15	59.53 ± 0.04	57.98 ± 0.42
เส้นใย	0.25 ± 0.02	0.58 ± 0.04	0.32 ± 0.02	0.29 ± 0.01
ใยอาหารรวม	0.54 ± 0.04	1.84 ± 0.07	0.51 ± 0.01	0.42 ± 0.03
เถ้า	1.31 ± 0.12	1.36 ± 0.03	1.33 ± 0.22	1.34 ± 0.17
คาร์โบไฮเดรต	7.67 ± 1.37	3.62 ± 1.10	2.47 ± 0.64	1.79 ± 1.11

* องค์ประกอบทั้งหมด คำนวณเป็น wet basis

13(0) คือ ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมัน 13 % และใช้คาราจีแนนกัม กับมอลโตเด็กซตรินเป็นสารทดแทนไขมัน โดยไม่มีการเติมรำข้าว

10(2) คือ ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมัน 10 % และ ใช้คาราจีแนนกัมเป็นสารทดแทนไขมัน โดยเติมรำข้าว ในปริมาณ 2 %

A,B คือ ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่น 2 ชนิด ที่สุ่มตัวอย่างมาจากท้องตลาด

ตารางที่ 4.50 ปริมาณแคลอรี่ และ คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านการยอมรับรวม ของผู้บริโภค ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่นแคลอรี่ต่ำเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด 2 ชนิด

ผลิตภัณฑ์	ปริมาณแคลอรี่ (แคลอรี่/ 100 กรัม)	คะแนนการยอมรับรวม ns ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
13(0)	210.69	7.44 ± 0.25
10(2)	155.80	7.01 ± 0.37
A	275.08	7.22 ± 0.44
B	284.73	7.14 ± 0.35

สัญลักษณ์ 13(0) 10(2) A และ B อธิบายได้เช่นเดียวกับสัญลักษณ์ในตารางที่ 4.49

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่นแคลอรี่ต่ำทั้ง 2 ชนิด มีปริมาณโปรตีน และไขมัน ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ ในท้องตลาด แต่จะมีปริมาณของ คาร์โบไฮเดรต และความชื้น สูงกว่า ในขณะที่ ปริมาณเถ้า ใกล้เคียงกัน แต่ปริมาณใยอาหารและใยอาหารรวม ของผลิตภัณฑ์ที่ใช้รำข้าว จะสูงกว่า ผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดที่สุ่มตัวอย่างมา และเมื่อวิเคราะห์ปริมาณแคลอรี่ พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ คาราจีแนนกัมกับมอลโตเด็กซตริน 13(0) ลดแคลอรี่ได้ ประมาณ 19.75 ถึง 26.00 % และ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้คาราจีแนนกัม 10(2) ลดแคลอรี่ได้ประมาณ 43.36 ถึง 45.28 % จากผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด โดยคะแนนการยอมรับของผู้บริโภค ไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

4.10 ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมที่คัดเลือกได้ จากข้อ 4.8.1 และ 4.8.2

บรรจุผลิตภัณฑ์ในถุงพลาสติก ชนิด Nylon/PE ที่ภาวะสุญญากาศ เก็บที่อุณหภูมิแช่เย็น 4 °C ระหว่างเก็บสุ่มตัวอย่างมา ตรวจสอบ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ค่าแรงตัดขาด ปริมาณความชื้น ลักษณะทางประสาทสัมผัส และจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ผลการทดลอง แสดงในตารางที่ 4.51 ถึง 4.56

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.51 ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และ ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่นแคลอรี่ต่ำ 2 ชนิด (ปริมาณไขมัน 13 % โดยใช้คาราจีแนนกัม กับมอลโตเด็กซตรินเป็นสารทดแทนไขมัน และ ปริมาณไขมัน 10 % รำข้าว 2 % โดยใช้คาราจีแนนกัมเป็นสารทดแทนไขมัน) บรรจุในถุง Nylon/PE ที่ ภาวะสุญญากาศ เก็บที่ 4 °C ที่ระยะเวลาเก็บต่าง ๆ

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ	ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่นแคลอรี่ต่ำ	
		13(0)	10(2)
0	ลักษณะทั่วไปปกติ	ลักษณะทั่วไปปกติ	ลักษณะทั่วไปปกติ
3	ลักษณะทั่วไปปกติ	ลักษณะทั่วไปปกติ	ลักษณะทั่วไปปกติ
6	ลักษณะทั่วไปปกติ	ลักษณะทั่วไปปกติ	ลักษณะทั่วไปปกติ
9	ลักษณะทั่วไปปกติ	ลักษณะทั่วไปปกติ	ลักษณะทั่วไปปกติ
12	ลักษณะทั่วไปปกติ	ผิวไส้กรอกชื้นมีน้ำซึม สีซีดลงกลิ่นเริ่มผิดปกติ	ผิวไส้กรอกชื้นมีน้ำซึม สีซีดลงกลิ่นเริ่มผิดปกติ
15	ผิวไส้กรอกชื้นมีน้ำซึม กลิ่นผิดปกติและมีน้ำสีขาวขุ่นในภาชนะบรรจุเล็กน้อย	ผิวไส้กรอกสีออกเขียว มีเมือกลื่น ราขึ้นเล็กน้อย มีกลิ่นเปรี้ยว และมีน้ำสีขาวขุ่นในในภาชนะบรรจุ	ผิวไส้กรอกมีราขึ้นและมีกลิ่นเปรี้ยว มีเมือกลื่น

สัญลักษณ์ 13(0) และ 10(2) อธิบายได้เช่นเดียวกับสัญลักษณ์ในตารางที่ 4.49

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.52 ค่าแรงตัดขาด และ ปริมาณความชื้น ของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่นแคลอรี่ต่ำ 2 ชนิด (ปริมาณไขมัน 13 % โดยใช้คาราจีแนนกัมและมอลโตเด็กซตรินเป็นสารทดแทนไขมัน และปริมาณไขมัน 10 % ร้าข้าว 2 % โดยใช้คาราจีแนนกัมเป็นสารทดแทนไขมัน) บรรจุในถุง Nylon/PE ที่ ภาวะสุญญากาศเก็บที่ 4 °C ที่ระยะเวลาเก็บต่างๆ

ชนิดไส้กรอก	ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
		ค่าแรงตัดขาด (นิวตัน)	ปริมาณความชื้น (%)
ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ	0	$3.62^{ac} \pm 0.04$	$57.06^{a} \pm 0.20$
	3	$3.68^{abc} \pm 0.01$	$56.18^{b} \pm 0.23$
	6	$3.68^{abc} \pm 0.01$	$55.72^{c} \pm 0.01$
	9	$3.74^{bd} \pm 0.04$	$55.30^{d} \pm 0.01$
	12	$3.79^{d} \pm 0.03$	$54.80^{e} \pm 0.04$
	15	$3.82^{d} \pm 0.02$	$54.72^{e} \pm 0.01$
13(0)	0	$3.50^{e} \pm 0.02$	$65.00^{f} \pm 0.16$
	3	$3.46^{e} \pm 0.04$	$64.08^{g} \pm 0.04$
	6	$3.48^{e} \pm 0.01$	$63.99^{g} \pm 0.04$

สัญลักษณ์ 13(0) และ 10(2) อธิบายได้เช่นเดียวกับสัญลักษณ์ในตารางที่ 4.49

a,b,c.... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.52 ค่าแรงตัดขาด และ ปริมาณความชื้น ของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่นแคลอรี่ต่ำ 2 ชนิด (ปริมาณไขมัน 13 % โดยใช้คาราจีแนนกัมและมอลโตเด็กซตรินเป็นสารทดแทนไขมัน และปริมาณไขมัน 10 % รำข้าว 2 % โดยใช้คาราจีแนนกัมเป็นสารทดแทนไขมัน) บรรจุในถุง Nylon/PE ที่ ภาวะสุญญากาศเก็บที่ 4 °C ที่ระยะเวลาเก็บต่างๆ

ชนิดไส้กรอก	ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
		ค่าแรงตัดขาด (นิวตัน)	ปริมาณความชื้น (%)
13(0)	9	$3.52^{a-f} \pm 0.02$	$63.18^{h} \pm 0.10$
	12	$3.52^{a-f} \pm 0.01$	$63.02^{h} \pm 0.06$
	15	$3.64^{a-c} \pm 0.04$	$62.83^{h} \pm 0.07$
10(2)	0	$3.60^{a-f} \pm 0.11$	$72.72^{i-j} \pm 0.25$
	3	$3.62^{a-c} \pm 0.02$	$72.87^{j} \pm 0.31$
	6	$3.62^{a-c} \pm 0.04$	$72.34^{i-k} \pm 0.25$
	9	$3.69^{b-c} \pm 0.01$	$72.02^{k} \pm 0.06$
	12	$3.60^{a-f} \pm 0.01$	$72.06^{k} \pm 0.35$
	15	$3.60^{a-c-f} \pm 0.02$	$71.49^{l} \pm 0.38$

สัญลักษณ์ 13(0) และ 10(2) อธิบายได้เช่นเดียวกับสัญลักษณ์ในตารางที่ 4.49

a,b,c.... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.53 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของ ค่าแรงตัดขาดและปริมาณความชื้น ของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่นแคลอรี่ต่ำ 2 ชนิด (ปริมาณไขมัน 13% โดยใช้คาราจีแนนกัมและมอลโตเด็กซตรินเป็นสารทดแทนไขมัน และปริมาณไขมัน 10% รำข้าว 2% โดยใช้คาราจีแนนกัมเป็นสารทดแทนไขมัน) บรรจุในถุง Nylon/PE ที่ภาวะสุญญากาศเก็บที่ 4 °C ที่ระยะเวลาเก็บต่าง ๆ

SOV	D.F.	MS	
		ค่าแรงตัดขาด	ปริมาณความชื้น
ผลิตภัณฑ์ (A)	2	3.647×10^{-3}	1.445*
ระยะเวลาเก็บ(B)	5	5.976×10^{-2}*	334.188*
AB	10	3.323×10^{-3}*	0.144*
error	18	1.288×10^{-3}	3.385×10^{-2}

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อิทธิพลร่วมของชนิดผลิตภัณฑ์และระยะเวลาเก็บมีผลต่อค่าแรงตัดขาด และ ปริมาณความชื้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.52

ตารางที่ 4.54 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของ ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และ ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่นแคลอรี่ต่ำ 2 ชนิด (ปริมาณไขมัน 13 % โดยใช้คาราจีแนนกัมและมอลโตเด็กซตริน เป็นสารทดแทนไขมัน และปริมาณไขมัน 10 % รำข้าว 2 % โดยใช้คาราจีแนนกัมเป็นสารทดแทนไขมัน) บรรจุในถุง Nylon/PE ที่ภาวะสุญญากาศเก็บที่ 4 °C ที่ระยะเวลาเก็บต่างๆ

ชนิดไส้กรอก	ระยะเวลา (วัน)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน					
		ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นรส	ความชุ่มน้ำ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ	0	$8.36^{ab} \pm 0.38$	$8.57^{a} \pm 0.45$	$8.43^{a} \pm 0.45$	$8.43^{a} \pm 0.45$	$8.50^{a} \pm 0.41$	$8.50^{a} \pm 0.41$
	3	$8.50^{b} \pm 0.41$	$8.50^{a} \pm 0.41$	$8.36^{a} \pm 0.38$	$8.43^{a} \pm 0.39$	$8.43^{a} \pm 0.45$	$8.43^{ab} \pm 0.45$
	6	$8.14^{ab} \pm 0.56$	$8.28^{ab} \pm 0.39$	$8.21^{ab} \pm 0.27$	$8.28^{a} \pm 0.39$	$8.14^{abc} \pm 0.24$	$8.21^{abc} \pm 0.27$
	9	$7.71^{ef} \pm 0.57$	$7.50^{c} \pm 0.41$	$7.36^{c} \pm 0.38$	$7.36^{bcd} \pm 0.30$	$8.00^{bcf} \pm 0.96$	$7.71^{a} \pm 0.36$
	12	$7.78^{ef} \pm 0.49$	$7.43^{c} \pm 0.45$	-	-	-	-
	15	$4.36^{g} \pm 0.38$	$5.86^{d} \pm 0.48$	-	-	-	-
13(0)	0	$7.93^{def} \pm 0.34$	$8.21^{ab} \pm 0.27$	$7.78^{bc} \pm 0.49$	$7.28^{bc} \pm 0.39$	$7.43^{ab} \pm 0.34$	$7.71^{a} \pm 0.49$
	3	$7.93^{def} \pm 0.34$	$7.86^{bc} \pm 0.48$	$7.71^{c} \pm 0.64$	$7.14^{bc} \pm 0.24$	$7.57^{ab} \pm 0.34$	$7.71^{a} \pm 0.41$
	6	$8.00^{abf} \pm 0.41$	$7.93^{bc} \pm 0.53$	$7.64^{c} \pm 0.56$	$7.21^{bc} \pm 0.27$	$7.50^{def} \pm 0.41$	$7.71^{a} \pm 0.52$

สัญลักษณ์ 13(0) และ 10(2) อธิบายได้เช่นเดียวกับสัญลักษณ์ในตารางที่ 4.49

a,b,c.... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

หมายเหตุ : ที่ระยะเวลาเก็บ 12 และ 15 วัน ผลิตภัณฑ์มีลักษณะทางกายภาพไม่เหมาะสมที่จะนำไปบริโภค ผู้ทดสอบจึงพิจารณาเฉพาะลักษณะปรากฏและสีของผลิตภัณฑ์เท่านั้น

ตารางที่ 4.54 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของ ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และ ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่นแคลอรี่ต่ำ 2 ชนิด (ปริมาณไขมัน 13 % โดยใช้คาราจีแนนกัมและมอลโตเด็กซตริน เป็นสารทดแทนไขมัน และปริมาณไขมัน 10 % รำข้าว 2 % โดยใช้คาราจีแนนกัมเป็นสารทดแทนไขมัน) บรรจุใน ถุง Nylon/PE ที่ภาวะสุญญากาศเก็บที่ 4 °C ที่ระยะเวลาเก็บต่างๆ

ชนิดไส้กรอก	ระยะเวลา (วัน)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน					
		ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นรส	ความชุ่มน้ำ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
13(0)	9	$7.43^{f} \pm 0.45$	$7.71^{c} \pm 0.57$	$7.64^{c} \pm 0.56$	$6.97^{b} \pm 0.38$	$7.36^{d} \pm 0.38$	$7.04^{c} \pm 0.39$
	12	$3.36^{c} \pm 0.48$	$6.07^{d} \pm 0.34$	-	-	-	-
	15	$1.50^{a} \pm 0.50$	$4.21^{a} \pm 0.27$	-	-	-	-
10(2)	0	$8.07^{def} \pm 0.53$	$7.57^{c} \pm 0.45$	$7.71^{c} \pm 0.57$	$7.71^{de} \pm 0.57$	$7.78^{cdef} \pm 0.57$	$8.00^{bcd} \pm 0.64$
	3	$7.93^{def} \pm 0.53$	$7.57^{c} \pm 0.39$	$7.57^{c} \pm 0.61$	$7.86^{c} \pm 0.48$	$7.75^{cdef} \pm 0.56$	$8.21^{bcd} \pm 0.49$
	6	$7.57^{ef} \pm 0.45$	$7.57^{c} \pm 0.45$	$7.86^{bc} \pm 0.38$	$7.50^{cde} \pm 0.50$	$7.71^{cdef} \pm 0.49$	$7.86^{de} \pm 0.63$
	9	$7.43^{f} \pm 0.49$	$7.52^{c} \pm 0.41$	$7.50^{c} \pm 0.41$	$7.36^{bcd} \pm 0.38$	$7.93^{cef} \pm 0.53$	$6.87^{c} \pm 0.39$
	12	$4.43^{b} \pm 0.45$	$5.85^{d} \pm 0.48$	-	-	-	-
	15	$1.36^{a} \pm 0.48$	$4.21^{a} \pm 0.49$	-	-	-	-

สัญลักษณ์ 13(0) และ 10(2) อธิบายได้เช่นเดียวกับสัญลักษณ์ในตารางที่ 4.49

a,b,c.... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

หมายเหตุ : ที่ระยะเวลาเก็บ 12 และ 15 วัน ผลิตภัณฑ์มีลักษณะทางกายภาพไม่เหมาะสมที่จะนำไปบริโภค ผู้ทดสอบจึงพิจารณาเฉพาะลักษณะปรากฏและสีของผลิตภัณฑ์เท่านั้น

ตารางที่ 4.55 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ต้นแบบและผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่นแคลอรี่ต่ำ 2 ชนิด (ปริมาณไขมัน 13% โดยใช้คาราจีแนนกัมกับมอลโตเด็กซตริน เป็นสารทดแทนไขมัน และปริมาณไขมัน 10 % รำข้าว 2 % โดยใช้คาราจีแนนกัมเป็นสารทดแทนไขมัน) บรรจุในถุง Nylon/PE ที่ภาวะสุญญากาศ เก็บที่ 4 °C ที่ระยะเวลาเก็บต่าง ๆ

SOV	d.f.	MS					
		ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นรส	ความชุ่มน้ำ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
ผลิตภัณฑ์ (A)	2	41.452*	23.823*	115.196*	20.019*	126.784*	106.703*
ระยะเวลาเก็บ(B)	5	90.195*	24.279*	115.107*	26.190*	106.006*	129.222*
AB	10	6.976*	4.295*	34.672*	3.824*	37.828*	29.571*
คนชิม(block)	6	0.161	0.335	0.186	0.354	0.331	0.094
error	102	0.217	0.183	0.179	0.165	0.174	0.167

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อิทธิพลร่วมของ ชนิดผลิตภัณฑ์ และระยะเวลาเก็บ มีผลต่อ คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ในทุกลักษณะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.54

ตารางที่ 4.56 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่นแคลอรี่ต่ำ 2 ชนิด (ปริมาณไขมัน 13 % โดยใช้คาราจีแนนกัม กับมอลโตเด็กซตริน เป็นสารทดแทนไขมัน และปริมาณไขมัน 10% รำข้าว 2% โดยใช้คาราจีแนนกัม เป็นสารทดแทนไขมัน) บรรจุในถุง Nylon/PE ที่ภาวะสุญญากาศเก็บที่ 4 °C ที่ระยะเวลาเก็บต่าง ๆ

ผลิตภัณฑ์	ระยะเวลาเก็บ (วัน)	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี / กรัม)		
		จำนวนซ้ำที่		
		1	2	ค่าเฉลี่ย
ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ	0	2.82×10^3	1.17×10^3	2.00×10^3
	3	5.34×10^3	5.98×10^3	5.66×10^3
	6	1.21×10^4	2.30×10^4	1.76×10^4
	9	5.11×10^4	6.23×10^4	5.67×10^4
	12	9.72×10^4	8.29×10^4	9.00×10^4
	15	3.42×10^6	4.81×10^6	4.12×10^6
13(0)	0	1.32×10^3	2.14×10^3	1.73×10^3
	3	5.21×10^3	3.26×10^3	4.24×10^3
	6	4.20×10^4	3.81×10^4	4.00×10^4
	9	8.65×10^4	7.34×10^4	8.00×10^4

สัญลักษณ์ 13(0) และ 10(2) อธิบายได้เช่นเดียวกับสัญลักษณ์ในตารางที่ 4.49

ตารางที่ 4.56 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชั่นแคลอรี่ต่ำ 2 ชนิด (ปริมาณไขมัน 13 % โดยใช้คาราจีแนนกัม กับมอลโตเด็กซตริน เป็นสารทดแทนไขมัน และปริมาณไขมัน 10% รำข้าว 2% โดยใช้คาราจีแนนกัม เป็นสารทดแทนไขมัน) บรรจุในถุง Nylon/PE ที่ภาวะสุญญากาศเก็บที่ 4 °C ที่ระยะเวลาเก็บต่าง ๆ

ผลิตภัณฑ์	ระยะเวลาเก็บ (วัน)	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี / กรัม)		
		จำนวนซ้ำที่		
		1	2	ค่าเฉลี่ย
13(0)	12	8.97×10^{5}	4.10×10^{6}	2.50×10^{6}
	15	3.80×10^{7}	6.40×10^{7}	5.10×10^{7}
10(2)	0	2.42×10^{3}	2.01×10^{3}	2.22×10^{3}
	3	7.71×10^{3}	8.46×10^{3}	8.08×10^{3}
	6	5.65×10^{4}	6.22×10^{4}	5.94×10^{4}
	9	8.98×10^{4}	9.07×10^{4}	9.20×10^{4}
	12	8.73×10^{5}	9.61×10^{5}	9.17×10^{5}
	15	4.14×10^{7}	1.32×10^{7}	2.73×10^{7}

สัญลักษณ์ 13(0) และ 10(2) อธิบายได้เช่นเดียวกับสัญลักษณ์ในตารางที่ 4.49

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า เมื่อระยะเวลาเก็บมากขึ้น ผลิตภัณฑ์จะมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพมากขึ้น ค่าแรงตัดขาดมีแนวโน้มสูงขึ้น ในขณะที่ปริมาณความชื้นมีแนวโน้มลดลง โดยคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส จะลดลง และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย