

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผล

ตอนที่ 1 การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีและทางจุลินทรีย์ของเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร

สายพันธุ์ของไก่ บริเวณของเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรที่นำมาใช้ และวิธีการเลาะเนื้อจากโครงกระดูกไก่มีอิทธิพลต่อลักษณะคุณสมบัติด้านเคมีและจุลินทรีย์ของเนื้อเลาะโครงกระดูกไก่ที่ได้รับ (Maria et al., 2001) ดังนั้นจึงต้องทำการศึกษาคูสมบัติของเนื้อเลาะกระดูกไก่ที่จะนำมาใช้ในการทำวิทยานิพนธ์เพื่อผลิตไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรคอเลสเตรอลต่ำโดยใช้จากเนื้อบริเวณโครงกระดูกไก่ไม่รวมหนัง ที่ผ่านการเลาะด้วยเครื่องจักรซึ่งเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรนั้นได้รับจาก บมจ. กรุงเทพโปรคิ้วส์ จำกัด ในสภาพแช่แข็ง

ตารางที่ 4.1.1 แสดงลักษณะทางเคมีของเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร

ลักษณะทางเคมี	ค่าที่วัดได้
	เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร
a_w	0.9916 ± 0.00
pH	6.53 ± 0.02
ความชื้น (ร้อยละ)	74.78 ± 1.47
เถ้า (ร้อยละ)	0.99 ± 0.02
แคลเซียม (มิลลิกรัม/100 กรัม)	90.00 ± 0.00
คอเลสเตรอล (มิลลิกรัม/100 กรัม)	69.56 ± 3.65
โปรตีน (ร้อยละ)	12.05 ± 0.44
ไขมัน (ร้อยละ)	13.45 ± 1.06

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 4 ซ้ำ

เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรมีลักษณะเป็นเนื้อบดละเอียด มีสีชมพูเข้มใกล้เคียงกับสีของเนื้อหมูหรือเนื้อวัวบด เนื่องจากมีส่วนของฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ของไขกระดูกปนอยู่ด้วย (Ang และ Hamm, 1982)

ตารางที่ 4.1.1 แสดงลักษณะทางด้านเคมีของเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรจากบริเวณโครงกระดูกไก่ไม่รวมหนังที่นำมาใช้ในการผลิตไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรคอเลสเตอรอลต่ำ จากบริษัท กรุงเทพโปรคิ้วส์ จำกัด เมื่อนำมาทำการวิเคราะห์ พบว่าค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (a_w) 0.9916 ± 0.00 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 6.53 ± 0.02 ค่าความชื้นร้อยละ 74.78 ± 1.47 ค่าปริมาณเถ้า ร้อยละ 0.99 ± 0.02 ค่าปริมาณแคลเซียม 90.00 ± 0.00 มิลลิกรัม/100 กรัม ค่าปริมาณคอเลสเตอรอล 69.56 ± 3.65 มิลลิกรัม/100 กรัม ค่าปริมาณโปรตีนร้อยละ 12.05 ± 0.44 และค่าปริมาณไขมัน ร้อยละ 13.45 ± 1.29

จากการวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีดังกล่าว พบว่า ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอรอลต่ำ จากบริษัท กรุงเทพโปรคิ้วส์ จำกัด ไม่แตกต่างจากปริมาณองค์ประกอบทางเคมีจากการสำรวจที่พบว่า มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 9.5-13.2 ความชื้นร้อยละ 62.7-73.4 ไขมันร้อยละ 13.2-25.2 และเถ้าร้อยละ 0.74-0.94 (Ang และ Hamm, 1982) มากนัก ความแตกต่างดังกล่าวอาจเกิดขึ้นเนื่องจาก ปริมาณส่วนประกอบต่างๆ สามารถแปรผันได้ตามอายุของสัตว์ สัตว์ส่วนของกระดูกต่อเนื้อ วิธีการตัดแต่ง ปริมาณหนัง และ ชนิดของเครื่องมือที่ใช้ในการแยกกระดูก (Froning, 1976)

ตารางที่ 4.1.2 แสดงปริมาณจุลินทรีย์ของเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร

ปริมาณจุลินทรีย์	เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร
จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)	7.60×10^2
โคลิฟอร์ม (MPN/กรัม)	23
<i>E. coli</i> (MPN/กรัม)	ต่ำกว่า 2
ยีสต์และรา (โคโลนี/กรัม)	149

หมายเหตุ : ค่าที่แสดงเป็นค่าที่ได้จากการทดสอบหาปริมาณด้านจุลินทรีย์ที่ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม

คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 7.60×10^2 โคโลนี/กรัม ปริมาณยีสต์และราเท่ากับ 149 MPN/กรัม มีปริมาณโคลิฟอร์มโดยวิธี MPN เท่า 23 MPN/กรัม มีปริมาณ *E. coli* โดยวิธี MPN ต่ำกว่า 2 MPN/กรัม

เปรียบเทียบกับ การสำรวจคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรใน ประเทศไทยพบว่า มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ $1.0 \times 10^6 - 4.0 \times 10^7$ โคโลนี/กรัม มีปริมาณ *E. coli* เท่ากับ $5.0 \times 10^3 - 11.2 \times 10^5$ โคโลนี/กรัม (พันธิพาและคณะ, 2546) ซึ่งสูงกว่า ที่ได้ จากการทดลองที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก วัตถุดิบ บริษัทผู้ผลิต กรรมวิธีการผลิต ระยะเวลาและวิธีการ เก็บรักษาที่แตกต่างกัน

การตรวจวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้กระทำเพื่อศึกษาลักษณะทางเคมีและจุลินทรีย์ของเนื้อ เลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรที่นำมาใช้ในการทดลองผลิตไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วย เครื่องจักร คอเลสเตอร์ลดต่ำ เนื่องจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรที่ผลิตด้วยเครื่องจักรที่ผลิต โดยผู้ผลิตต่างรายหรือผู้ผลิตรายเดียวกันแต่ใช้เครื่องจักรในการผลิตต่างรุ่น ทำให้ได้ลักษณะของ เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรไม่คงที่และ อาจทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ (พันธิพาและคณะ, 2546) ดังนั้นในการทดลองนี้จึงเลือกใช้เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรจาก บมจ. กรุงเทพ โปรตีนสัตว์ จำกัด ในการผลิตจากเครื่องจักรรุ่นเดียวกันและในกระบวนการผลิต ครั้ง เดียวกัน โดยเก็บบรรจุและจัดส่งทันทีหลังกระบวนการผลิตในสภาพแช่แข็ง จากนั้น เก็บรักษา ในสภาพแช่แข็งตลอดการทดลอง

ตอนที่ 2 การสำรวจเค้าโครงผลิตภัณฑ์

4.2.1 การสำรวจลักษณะที่สำคัญ

สำรวจลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ได้กรอกด้วยวิธี Ideal Ratio Profile Test โดยใช้ใ้กรอกที่จำหน่ายในท้องตลาดเป็นตัวอย่างอ้างอิงในการพัฒนา ใช้ผู้ทดสอบชิมกึ่งผ่านการฝึกฝนจำนวน 15 คน จากผลการทดสอบลักษณะที่ผู้ทดสอบชิมเห็นว่าเป็นลักษณะที่สำคัญต่อผลิตภัณฑ์ คือลักษณะที่แสดงดังตารางที่ 4.2.1

ตารางที่ 4.2.1 แสดงลักษณะสำคัญที่ผู้ทดสอบชิมต้องการพัฒนา

ลักษณะ	จำนวนผู้ทดสอบชิมที่ให้ความสำคัญ (คน)
1. ลักษณะปรากฏ	
- สีแดง	15
- ความตึง	4
- รูปร่าง	4
- ขนาด	5
2. กลิ่นและรสชาติ	
- รสเค็ม	13
- กลิ่นเนื้อ	12
- กลิ่นเครื่องเทศ	15
- รสหวาน	2
3. ลักษณะเนื้อสัมผัส	
- ความแน่นเนื้อ	14
- ความเป็นเนื้อเดียวกัน	9
- ความฉ่ำน้ำ	12
- ความเหนียว	3
- ความเรียบเนียน	6
4. การยอมรับโดยรวม	14

จากข้อมูลที่ได้ตั้งข้างต้นแสดงว่าลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญ คือ สีแดง รสเค็ม กลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องเทศ ความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความฉ่ำน้ำ และการยอมรับโดยรวม ส่วนลักษณะอื่นๆนั้นไม่ถือว่าเป็นลักษณะที่สำคัญเนื่องจากมีผู้บริโภคน้อยกว่าร้อยละ 40 ให้ความสำคัญกับลักษณะดังกล่าว (พัชรีย์, 2545)

4.2.2 การสำรวจระดับของลักษณะที่สำคัญของไส้กรอกในอุดมคติและไส้กรอกทั่วไปที่จำหน่ายในท้องตลาด

จากข้อมูลการออกแบบสอบถามแก่โครงผลิตภัณฑ์กับผู้ทดสอบชิมจำนวน 15 คน เมื่อได้ลักษณะสำคัญที่จะใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แล้ว จะนำลักษณะดังกล่าวมาทำการเปรียบเทียบระหว่างคะแนนทางประสาทสัมผัสของค่าในอุดมคติที่ผู้ทดสอบชิมต้องการและไส้กรอกทั่วไปที่จำหน่ายในท้องตลาดซึ่งใช้เป็นตัวอย่างอ้างอิงในการพัฒนา โดยในขั้นตอนแรกจากการทดสอบแก่โครงผลิตภัณฑ์จะสามารถกำหนดค่าอุดมคติถาวร (Fixed Ideal) ของแต่ละลักษณะได้ โดยการนำค่าอุดมคติของลักษณะเดียวกันมาหาค่าเฉลี่ยซึ่งค่าเหล่านี้จะถูกกำหนดไว้ในแบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส (ภาคผนวก ข) เพื่อใช้ในการทดลองขั้นต่อไป ซึ่งสามารถกำหนดค่า อุดมคติถาวรของแต่ละลักษณะได้ดังตารางที่ 4.2.2

ตารางที่ 4.2.2 แสดงค่าอุดมคติถาวร (Fixed Ideal) ของแต่ละลักษณะ หรือ ระยะความยาวของจุดที่ผู้บริโภคกำหนดให้เป็นระยะที่ดีที่สุดบนเส้นที่ใช้ในการอ้างอิงบนแบบทดสอบค่าคะแนนทางประสาทสัมผัสเมื่อทำการทดสอบชิม

ลักษณะสำคัญ	ค่าสัดส่วนเฉลี่ย (เซนติเมตร)
1. สีแดง	4.68
2. รสเค็ม	4.44
3. กลิ่นเนื้อ	4.67
4. กลิ่นเครื่องเทศ	4.65
5. ความแน่นเนื้อ	5.69
6. ความเป็นเนื้อเดียวกัน	6.08
7. ความฉ่ำน้ำ	4.33
8. การยอมรับโดยรวม	8.00

ขั้นตอนต่อไปจะนำลักษณะดังกล่าวมาใช้อ้างอิงเพื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างคะแนนทางประสาทสัมผัสของค่าในอุดมคติที่ผู้ทดสอบชิมต้องการและได้สกัดออกไปที่จำหน่ายในท้องตลาดซึ่งใช้เป็นตัวอ้างอิงในการพัฒนา โดยคิดเป็นอัตราส่วนของระยะทางที่ตัวอย่างอ้างอิงได้ต่อระยะทางของตัวอย่างในอุดมคติ ได้ค่าสัดส่วนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังตารางที่ 4.2.3

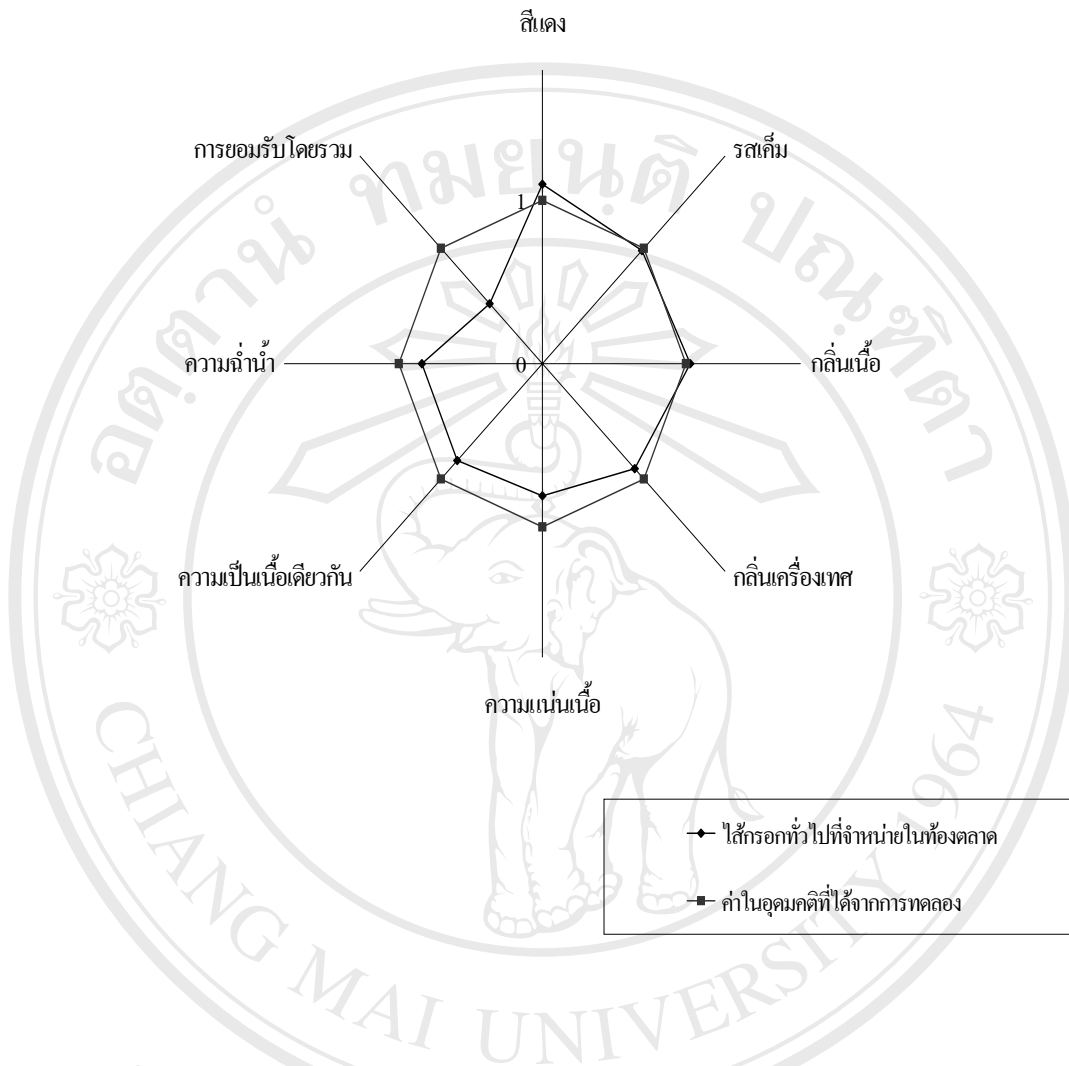
ตารางที่ 4.2.3 แสดงค่าสัดส่วนเฉลี่ย (Mean Ideal Ratio Score) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของลักษณะต่างๆที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ได้สกัดออกไปที่จำหน่ายในท้องตลาด

ลักษณะสำคัญ	ค่าสัดส่วนเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1. สีแดง	1.10	0.24
2. รสเค็ม	0.98	0.27
3. กลิ่นเนื้อ	1.03	0.22
4. กลิ่นเครื่องเทศ	0.91	0.39
5. ความแน่นเนื้อ	0.81	0.28
6. ความเป็นเนื้อเดียวกัน	0.84	0.22
7. ความฉ่ำน้ำ	0.84	0.41
8. การยอมรับโดยรวม	0.52*	0.17

หมายเหตุ * แสดงถึงค่า Ideal Ratio score ที่มีความแตกต่างจากค่า Ideal (1.00) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.2.3 แสดงให้เห็นว่าลักษณะด้านรสเค็ม กลิ่นเครื่องเทศ ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความแน่นเนื้อ ความฉ่ำน้ำ และการยอมรับรวม มีค่าสัดส่วนเฉลี่ยต่ำกว่า 1.00 แสดงว่าผลิตภัณฑ์ควรมีการปรับปรุงในทิศทางที่จะเพิ่มความเข้มของลักษณะดังกล่าวให้สูงขึ้น ส่วนลักษณะด้านกลิ่นเนื้อ และ สีแดงมีค่าสัดส่วนเฉลี่ยสูงกว่า 1.00 แสดงว่าผลิตภัณฑ์ควรมีการปรับปรุงในทิศทางที่จะลดความเข้มของลักษณะดังกล่าวให้ต่ำลง

เมื่อประมวลลักษณะที่สำคัญจากผู้ทดสอบชิมได้แล้ว จะนำค่าสัดส่วนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะมาสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์เป็นกราฟลักษณะของเส้นไซแมงมุม (Cyclic profile) เทียบกับค่าสัดส่วนในอุดมคติ ดังภาพที่ 4.2.1



ภาพที่ 4.2.1 กราฟแสดงค่าโครงสร้างผลิตภัณฑ์ของไร่กรอกทั่วไปที่จำหน่ายในท้องตลาด
เปรียบเทียบกับค่าโครงสร้างที่เหมาะสมในอุดมคติที่ได้จากการทดลอง

ในการพิจารณากราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอร์ลดต่ำ พบว่า มีลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างจากค่าอุดมคติที่ได้จากการทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ดังนี้

สีแดงของผลิตภัณฑ์ มีค่าสัดส่วนเฉลี่ยเท่ากับ 1.10 ± 0.24 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าอุดมคติที่ได้จากการทดลองแสดงว่าควรปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์มีสีแดงลดลง

รสเค็มของผลิตภัณฑ์ มีค่าสัดส่วนเฉลี่ยเท่ากับ 0.98 ± 0.27 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าอุดมคติที่ได้จากการทดลองแสดงว่าควรปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์มีรสเค็มมากขึ้นเล็กน้อย

กลิ่นเนื้อของผลิตภัณฑ์ มีค่าสัดส่วนเฉลี่ยเท่ากับ 1.03 ± 0.22 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าอุดมคติที่ได้จากการทดลองแสดงว่าควรปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นเนื้อลดลงเล็กน้อย

กลิ่นเครื่องเทศของผลิตภัณฑ์ มีค่าสัดส่วนเฉลี่ยเท่ากับ 0.91 ± 0.39 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าอุดมคติที่ได้จากการทดลองแสดงว่าควรปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์มีค่ากลิ่นเครื่องเทศมากขึ้น

ความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์ มีค่าสัดส่วนเฉลี่ยเท่ากับ 0.81 ± 0.28 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าอุดมคติที่ได้จากการทดลองแสดงว่าควรปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความแน่นเนื้อมากขึ้น

ความเป็นเนื้อเดียวกันของผลิตภัณฑ์ มีค่าสัดส่วนเฉลี่ยเท่ากับ 0.84 ± 0.22 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าอุดมคติที่ได้จากการทดลองแสดงว่าควรปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้น

ความฉ่ำน้ำของผลิตภัณฑ์ มีค่าสัดส่วนเฉลี่ยเท่ากับ 0.84 ± 0.41 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าอุดมคติที่ได้จากการทดลองแสดงว่าควรปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความฉ่ำน้ำมากขึ้น

การยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ มีค่าสัดส่วนเฉลี่ยเท่ากับ 0.52 ± 0.17 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าอุดมคติที่ได้จากการทดลองแสดงว่าควรปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์มีค่าการยอมรับโดยรวมมากขึ้น

ตารางที่ 4.2.4 แสดงค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยของค่าสัดส่วนเฉลี่ยของไส้กรอกทั่วไปที่จำหน่ายในท้องตลาด

ลักษณะ	ค่าสัดส่วนเบี่ยงเบน
สีแดง	0.10
ความแน่นเนื้อ	0.02
ความเป็นเนื้อเดียวกัน	0.03
ความฉ่ำน้ำ	0.09
รสเค็ม	0.19
กลิ่นเนื้อ	0.16
กลิ่นเครื่องเทศ	0.16
การยอมรับรวม	0.48*
ค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย	0.15**

หมายเหตุ : * คือ Mean Ideal Ratio Score – Ideal Ratio Score

** คือ ค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนของข้อมูลแต่ละตัวที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดนั้น โดยไม่คำนึงถึงทิศทางหรือเครื่องหมายของการเบี่ยงเบน

$$\text{Mean Deviation} = \sum f \left| \text{Mean Ideal Ratio Score} - \text{Ideal Ratio Score} \right| / n$$

ค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยหรือค่าเฉลี่ยของสัดส่วนเบี่ยงเบนของชุดข้อมูลที่เบี่ยงเบนไปจากค่าอุดมคติการที่ได้จากการทดลองในตอนต้นที่ 4.2.2 ของข้อมูลชุดนั้น โดยไม่คำนึงถึงทิศทางหรือเครื่องหมายของค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย (Mean deviation หรือ M.D.) (พัชรีย์, 2545) ซึ่งในที่นี้ค่าเฉลี่ยของข้อมูลคือ ค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยของข้อมูล (Ideal Ratio Score) ของไส้กรอกทั่วไปที่จำหน่ายในท้องตลาดมีค่าเท่ากับ 0.15 ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงความเบี่ยงเบนออกจากค่าอุดมคติการของข้อมูลชุดนั้น

ตอนที่ 3 การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปริมาณการใช้เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร

การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปริมาณการใช้เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทดแทนการใช้เนื้อหมูบางส่วนเพื่อให้ได้ไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรคอเลสโตรอลต่ำที่มีลักษณะที่ดีที่สุด เมื่อมีการใช้น้ำมันพืชทดแทนการใช้ไขมันสัตว์ในสูตรการผลิต โดยได้กำหนดให้มีการใช้ปริมาณการใช้เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทดแทนการใช้เนื้อหมูในปริมาณต่างๆ วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) ได้จำนวน 3 สูตร

อัตราส่วนการใช้เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทดแทนการใช้เนื้อหมูที่เหมาะสมที่จะใช้ในการทดลองขั้นต่อไปพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนของชุดข้อมูลที่เบี่ยงเบนไปจากค่าอุดมคติถาวรที่ได้จากการทดลองในตอนต้นที่ 4.2.2 ของข้อมูลชุดนั้น โดยไม่คำนึงถึงทิศทางหรือเครื่องหมายของการเบี่ยงเบนค่า (Mean deviation หรือ M.D.) (พัชรีย์, 2545) ซึ่งในที่นี้ค่าเฉลี่ยของข้อมูลคือ ค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยของข้อมูล (Ideal Ratio Score) ดังนั้นสูตรที่มีค่าเฉลี่ยของค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนของชุดข้อมูลที่เบี่ยงเบนไปจากค่าอุดมคติถาวรต่ำสุด แสดงว่ามีการเบี่ยงเบนออกจากค่าในอุดมคติน้อยที่สุดหรือมีค่าเข้าใกล้ค่าอุดมคติมากที่สุด ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมีและประสาทสัมผัส แสดงดังตารางที่ 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3 และ 4.3.4 ตามลำดับ

เมื่อกำหนดให้

สูตรที่ 1 คือ การใช้เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรในการผลิตไส้กรอกที่ปริมาณ 50 กรัม

สูตรที่ 2 คือ การใช้เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรในการผลิตไส้กรอกที่ปริมาณ 150 กรัม

สูตรที่ 3 คือ การใช้เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรในการผลิตไส้กรอกที่ปริมาณ 250 กรัม

ตารางที่ 4.3.1 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและด้านเคมีเมื่อใช้อัตราส่วนของเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรในสูตรที่ 1 (50 กรัม) สูตรที่ 2 (150 กรัม) และสูตรที่ 3 (250 กรัม)

สูตร	แรงเฉือน (นิวตัน)	pH	a_w	ความชื้น (ร้อยละ)
1	8.16 ± 0.10^a	6.69 ± 0.01	0.957 ± 0.00	57.87 ± 0.03
2	6.73 ± 0.01^b	6.79 ± 0.01	0.964 ± 0.00	57.15 ± 0.11
3	4.68 ± 0.08^c	6.86 ± 0.01	0.962 ± 0.00	59.93 ± 0.10

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 4 ซ้ำ
อักษร a, b, c ในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.3.1 แสดงการวิเคราะห์ลักษณะทางด้านกายภาพและด้านเคมี เมื่อทำการเปรียบเทียบไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 3 สูตร พบว่าค่า pH มีค่าอยู่ระหว่าง 6.69-6.86 ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.957-0.964 ค่าความชื้นมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 57.15-59.93

ทำการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ค่าแรงเฉือนของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 3 สูตร ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 4.68-8.16 นิวตัน พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยการใช้เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรปริมาณ 50 กรัม ให้ค่าของแรงเฉือนสูงที่สุด รองลงมาคือการใช้เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรปริมาณ 150 กรัม และการใช้เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรปริมาณ 250 กรัม ให้ค่าของแรงเฉือนต่ำที่สุด แสดงว่าการเพิ่มปริมาณเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทำให้ค่าแรงเฉือนในไส้กรอกลดลง

ตารางที่ 4.3.2 แสดงปริมาณคอเลสเตอรอลและไขมันเมื่อใช้อัตราส่วนของเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรในสูตรที่ 1 (50 กรัม) สูตรที่ 2 (150 กรัม) และสูตรที่ 3 (250 กรัม)

สูตร	ปริมาณคอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม/100 กรัม)	ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)
1	25.99 ± 0.41^b	21.49 ± 0.31
2	25.21 ± 0.72^b	19.74 ± 0.62
3	32.39 ± 0.14^a	22.97 ± 0.55

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 4 ซ้ำ
อักษร a, b, c... ในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.3.2 เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าปริมาณไขมันของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 3 สูตร พบว่ามีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 19.74-22.97

การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ค่าปริมาณคอเลสเตอรอลของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 3 สูตร ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 25.21-32.39 มิลลิกรัม/100 กรัม พบว่าการใช้เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรปริมาณ 250 กรัม ให้ค่าปริมาณคอเลสเตอรอลของไส้กรอกสูงที่สุด การใช้เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรปริมาณ 50 กรัม และ 250 กรัม ให้ค่าปริมาณคอเลสเตอรอลของไส้กรอกต่ำกว่าและไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แสดงว่าการเพิ่มปริมาณเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรมีแนวโน้มทำให้ค่าปริมาณคอเลสเตอรอลของไส้กรอกเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.3.3 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะด้านสีเมื่อใช้อัตราส่วนของเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรในสูตรที่ 1 (50 กรัม) สูตรที่ 2 (150 กรัม) และสูตรที่ 3 (250 กรัม)

สูตร	ค่าสี		
	L	a	b
1	54.42 ± 0.68	24.89 ± 0.11^b	14.94 ± 0.36
2	55.38 ± 0.03	25.78 ± 0.03^a	16.25 ± 0.03
3	54.53 ± 0.44	25.75 ± 0.48^a	16.32 ± 0.27

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 4 ซ้ำ
อักษร a, b, c... ในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.3.3 เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าความสว่าง (L) ของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 3 สูตรมีค่าอยู่ระหว่าง 54.42-55.38 ค่าสีเหลือง (b) ของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 3 สูตร มีค่าอยู่ระหว่าง 14.94-16.32

การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ค่าสีแดง (a) ของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 3 สูตร ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 24.89-25.78 พบว่า การใช้เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรปริมาณ 50 กรัม ให้ค่าสีแดง (a) ของไส้กรอกต่ำที่สุด การใช้เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรปริมาณ 250 กรัม และ 150 กรัม ให้ค่าสีแดง (a) ของไส้กรอกสูงกว่าและไม่มีความแตกต่างระหว่างค่าสีแดง (a) ของทั้ง 2 สูตรอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แสดงว่าการเพิ่มปริมาณเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร มีแนวโน้มทำให้ค่าสีแดง (a) ของไส้กรอกเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.3.4 แสดงค่าสัดส่วนเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ เมื่อใช้อัตราส่วนของเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรในสูตรที่ 1 (50 กรัม) สูตรที่ 2 (150 กรัม) และสูตรที่ 3 (250 กรัม) หรือ (Mean Ideal Ratio Score)

สูตร	สีแดง	ความ แน่นเนื้อ	ความเป็น เนื้อเดียวกัน	ความฉ่ำน้ำ
1	1.17 ± 0.15	0.85 ± 0.18^a	0.89 ± 0.17	0.99 ± 0.18
2	1.19 ± 0.16	0.78 ± 0.14^a	0.85 ± 0.13	0.97 ± 0.15
3	1.16 ± 0.14	0.67 ± 0.14^b	0.89 ± 0.11	1.07 ± 0.16

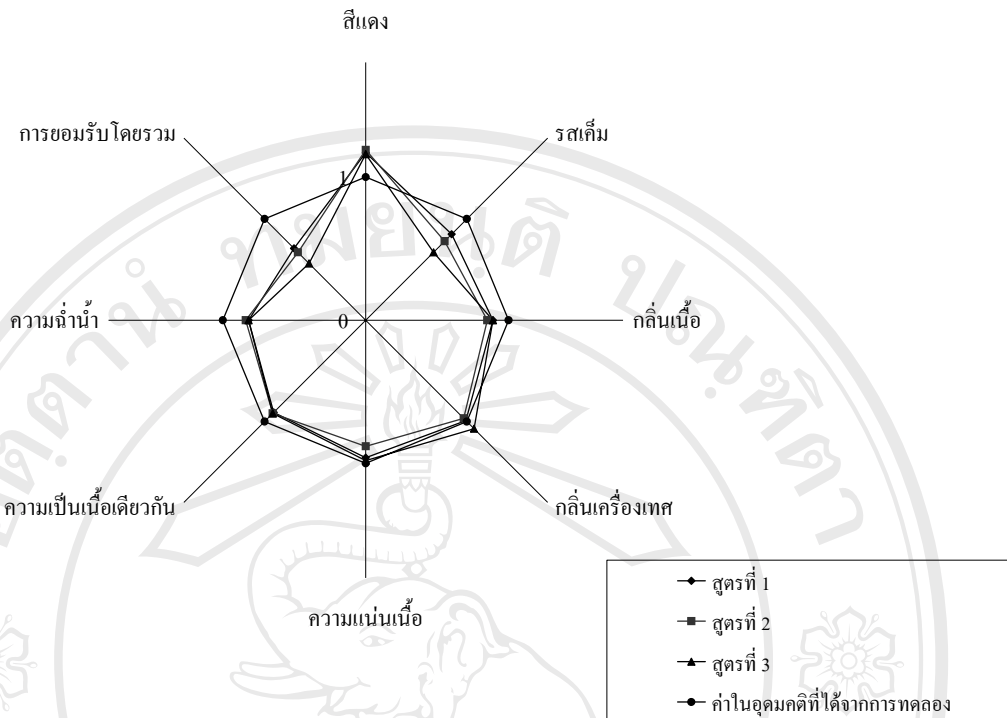
หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 4 ซ้ำ
อักษร a, b, c... ในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.3.5 แสดงค่าสัดส่วนเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ เมื่อใช้อัตราส่วนของเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรในสูตรที่ 1 (50 กรัม) สูตรที่ 2 (150 กรัม) และสูตรที่ 3 (250 กรัม) หรือ (Mean Ideal Ratio Score) (ต่อ)

สูตร	รสเค็ม	กลิ่นเนื้อ	กลิ่น เครื่องเทศ	การยอมรับรวม
1	0.96 ± 0.17	0.91 ± 0.15	0.82 ± 0.09	0.71 ± 0.13^a
2	0.88 ± 0.18	0.92 ± 0.12	0.84 ± 0.11	0.67 ± 0.11^a
3	0.98 ± 0.22	0.92 ± 0.14	0.82 ± 0.13	0.56 ± 0.11^b

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 4 ซ้ำ
อักษร a, b, c... ในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ค่าสัดส่วนเฉลี่ย (Mean ideal ratio score) ที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแต่ละลักษณะในสูตรต่างๆ จะถูกนำมาสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์ ในรูปแบบกราฟลักษณะของเส้นใยแมงมุม แสดงได้ดังภาพที่ 4.3.1



ภาพที่ 4.3.1 กราฟแสดงเค้าโครงผลิตภัณฑ์ของไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรคอกเลสเตอร์ลดต่ำ ตามสูตรการทดลองเมื่อแปรผันอัตราส่วนของเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรที่ระดับต่างกัน

ตารางที่ 4.3.4, 4.3.5 และภาพที่ 4.3.1 แสดงผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบชิมของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรคอกเลสเตอร์ลดต่ำ 3 สูตร ดังนี้ ค่าสีแดง ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความฉ่ำน้ำ รสเค็ม กลิ่นเนื้อ และกลิ่นเครื่องเทศ ของแต่ละสูตรไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่มีค่าต่ำกว่าค่าในอุดมคติใน ด้านค่าความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความฉ่ำน้ำ รสเค็ม กลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องเทศ และการยอมรับรวม แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะดังกล่าวอ่อนกว่าระดับที่ผู้บริโภคต้องการ ดังนั้นควรพัฒนาให้มีลักษณะดังกล่าวเพิ่มขึ้นและมีค่าสูงกว่าค่าในอุดมคติในด้านสีแดง แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะดังกล่าวมากกว่าระดับที่ผู้บริโภคต้องการ ดังนั้นควรพัฒนาให้มีลักษณะดังกล่าวลดลง

ตารางที่ 4.3.4, 4.3.5 เมื่อทำการเปรียบเทียบไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 3 สูตร พบว่าค่าสีแดงมีค่าอยู่ระหว่าง 1.16-1.19 ค่าความเป็นเนื้อเดียวกันมีค่าอยู่ระหว่าง 0.85-0.89 ความฉ่ำน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.97-1.07 รสเค็มมีค่าอยู่ระหว่าง 0.88-0.98 กลิ่นเนื้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.91-0.92 และกลิ่นเครื่องเทศมีค่าอยู่ระหว่าง 0.82-0.84

การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ค่าความแน่นเนื้อของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 3 สูตร ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.67-0.85 พบว่าการใช้เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรปริมาณ 250 กรัมให้ค่าความแน่นเนื้อของไส้กรอกต่ำสุด และการใช้เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรปริมาณ 50 กรัม และ 150 กรัม ให้ค่าความแน่นเนื้อของไส้กรอกสูงกว่าและไม่แตกต่างกันระหว่างทั้ง 2 สูตรอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แสดงว่าการเพิ่มปริมาณเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรมีแนวโน้มทำให้ค่าความแน่นเนื้อของไส้กรอกลดลง

การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ค่าการยอมรับรวมของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 3 สูตร ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.56-0.71 พบว่า การใช้เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรปริมาณ 250 กรัมให้ค่าการยอมรับรวมของไส้กรอกต่ำสุด และการใช้เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรด้วยเครื่องจักรปริมาณ 50 กรัม และ 150 กรัม ให้ค่าการยอมรับรวมของไส้กรอกสูงกว่าและไม่แตกต่างกันระหว่างทั้ง 2 สูตรอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แสดงว่าการเพิ่มปริมาณเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรมีแนวโน้มทำให้ค่าการยอมรับรวมของไส้กรอกลดลง

ตารางที่ 4.3.6 แสดงค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยของค่าสัดส่วนเฉลี่ยเมื่อแปรผันอัตราส่วนของเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรในสูตรที่ 1 (50 กรัม) สูตรที่ 2 (150 กรัม) และสูตรที่ 3 (250 กรัม)

ลักษณะ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
สีแดง	0.17	0.19	0.16
ความแน่นเนื้อ	0.15	0.22	0.33
ความเป็นเนื้อเดียวกัน	0.11	0.15	0.11
ความฉ่ำน้ำ	0.01	0.03	0.07
รสเค็ม	0.04	0.12	0.02
กลิ่นเนื้อ	0.09	0.08	0.08
กลิ่นเครื่องเทศ	0.18	0.16	0.18
การยอมรับรวม	0.29*	0.33	0.44
ค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย	0.13**	0.16	0.17

หมายเหตุ : * คือ Mean Ideal Ratio Score – Ideal Ratio Score

** คือ ค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนของข้อมูลแต่ละตัวที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดนั้น โดยไม่คำนึงถึงทิศทางหรือเครื่องหมายของการเบี่ยงเบน

$$\text{Mean deviation} = \frac{\sum f | \text{Mean Ideal Ratio Score} - \text{Ideal Ratio Score} |}{n}$$

การเลือกอัตราส่วนการใช้ปริมาณเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรจะทำการพิจารณาจากค่าคะแนนความชอบของผู้ทดสอบชิมในการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสเป็นหลัก สูตรที่เหมาะสมจะถูกเลือกโดยใช้ค่าเฉลี่ยของค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนของชุดข้อมูลที่เบี่ยงเบนไปจากค่าอุดมคติถาวร (Mean deviation) เป็นตัวกำหนด ซึ่งค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด หมายถึงสูตรที่ได้นั้นมีการเบี่ยงเบนออกจากค่าในอุดมคติน้อยที่สุดหรือมีค่าเข้าใกล้ค่าในอุดมคติมากที่สุด ตารางที่ 4.3.6 แสดงค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกในแต่ละสูตร ซึ่งทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Ideal Ratio Profile Test โดยสูตรที่ให้ค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ สูตรที่มีอัตราส่วนการใช้ของปริมาณเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรเป็นปริมาณ 50 กรัม รองลงมา คือ 150 กรัม และ 250 กรัม ตามลำดับ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าสูตรที่มีอัตราส่วนการใช้ของปริมาณเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรปริมาณ 50 กรัม เหมาะสมที่สุดในการใช้ผลิตไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอรอลต่ำ เนื่องจากสูตร ดังกล่าวมีค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นในแต่ละลักษณะเบี่ยงเบนออกจากค่าในอุดมคติน้อยกว่าสูตรอื่นๆ โดยมีค่าสีแดง ความแน่นเนื้อ ความฉ่ำน้ำ รสเค็ม และการยอมรับรวม เข้าใกล้ค่าอุดมคติมากกว่าสูตรอื่นๆ จึงเป็นสูตรที่เหมาะสมในการนำมาปรับปรุงในขั้นต่อไป

ผลการวิเคราะห์พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอรอลต่ำ ที่มีการใช้เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรในปริมาณต่ำ เนื่องจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรมีปริมาณน้ำสูง และมีปริมาณ โปรตีนต่ำ ซึ่งมีผลทำให้ค่าความแข็ง (Hardness) หรือค่าแรงเฉือนและค่าคะแนนเนื้อสัมผัส หรือ ความแน่นเนื้อลดลงเนื่องจากโปรตีนของเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรมีปริมาณต่ำกว่าโปรตีนที่พบในเนื้อหมู และ คุณภาพด้านหน้าที่ (Functional property) ในการที่จะเป็นตัวประสานกับไขมันเป็นไส้กรอก อิมัลชันยังต่ำอีกด้วย เนื่องจากมีโปรตีนซาโคมาซึ่งเป็นโปรตีนที่ไม่ได้เป็นองค์ประกอบของ เส้นใยไมโอไฟบริล แต่แขวนลอยในส่วนของซาโคมาทำหน้าที่เป็นตัวประสานกับไขมันในการทำไส้กรอก อิมัลชันแต่ อิมัลชันที่ได้ไม่คงทนเท่าโปรตีนในกลุ่มโปรตีนไมโอไฟบริล (Myofibrillar protein) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเส้นใยกล้ามเนื้อมีความสำคัญต่อการทำ ผลิตภัณฑ์ประเภทอิมัลชัน เนื่องจากสามารถสร้างสภาพอิมัลชันให้เกิดความคงทนได้ดี (ลักษณะ, 2540ก) โดยเฉพาะฮีโมโกลบินในปริมาณมาก จึงมีประสิทธิภาพต่ำในการเป็นตัวประสานกับ ไขมันให้เกิดเป็นโครงสร้างเจล (พันธิพาและคณะ, 2546) ดังนั้นไส้กรอกที่ใช้เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรเป็นส่วนประกอบในปริมาณมากขึ้นจึงมีค่าแรงเฉือน และ ค่าคะแนนความแน่นเนื้อจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสลดลงด้วย มีผลทำให้ค่าคะแนนการยอมรับรวมของ ไส้กรอกที่ใช้เนื้อเลาะกระดูก

ไถ่ด้วยเครื่องจักรปริมาณต่ำมีค่าคะแนนการยอมรับรวมสูงกว่า ไส้กรองที่ใช้เนื้อเลาะกระดูก
ไถ่ด้วยเครื่องจักรปริมาณสูง



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตอนที่ 4 การหาชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมันที่เหมาะสม

การศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของสารทดแทนไขมันเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีระบบอิมัลชันที่ดีในการผลิตไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอร์ลดต่ำ โดยปัจจัยที่ศึกษา คือ การทดลองใช้คาราจีแนน หรือ แป้งบุกเพียงอย่างเดียว และการใช้คาราจีแนนกับแป้งบุกร่วมกันในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 เพื่อหาชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมันที่ ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด เนื่องจากชนิดและอัตราส่วนระหว่างคาราจีแนนและ กลูโคแมนแนนในแป้งบุกมีผลทำให้เจลที่ได้มีความแข็งแรงแตกต่างกัน (Tye, 1991) วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) ได้สูตรจำนวน 3 สูตร ชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมันสารทดแทนไขมันที่เหมาะสมที่จะใช้ในการทดลองขั้นต่อไปพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนของชุดข้อมูลที่เบี่ยงเบนไปจากค่าอุดมคติยาวที่ได้จากการทดลองในตอนที 4.2.2 ของข้อมูลชุดนั้น โดยไม่คำนึงถึงทิศทางหรือเครื่องหมายของการ เบี่ยงเบนค่า (Mean deviation หรือ M.D.) (พัชรีย์, 2545) ซึ่งในที่นี้ค่าเฉลี่ยของข้อมูลคือ ค่า เบี่ยงเบนเฉลี่ยของข้อมูล (Ideal Ratio Score) ดังนั้นสูตรที่มีค่าเฉลี่ยของ ค่าเบี่ยงเบนของชุด ข้อมูลที่เบี่ยงเบนไปจากค่าอุดมคติยาวต่ำสุด แสดงว่ามีการเบี่ยงเบนออกจากค่าในอุดมคติน้อยที่สุดหรือมีค่าเข้าใกล้ค่าอุดมคติมากที่สุด ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมีและ ประสาทสัมผัส แสดงดังตารางที่ 4 . 4 . 1 , 4 . 4 . 2 , 4 . 4 . 3 และ 4 . 4 . 4 ตามลำดับ

เมื่อกำหนดให้

สูตรที่ 1 คือ การใช้คาราจีแนนเป็นสารทดแทนไขมันปริมาณ 10 กรัม

สูตรที่ 2 คือ การใช้ คาราจีแนนและแป้งบุกเป็นสารทดแทนไขมันปริมาณอย่างละ 5 กรัม

สูตรที่ 3 คือ การใช้แป้งบุกเป็นสารทดแทนไขมันปริมาณ 10 กรัม

ตารางที่ 4.4.1 แสดงลักษณะทางด้านกายภาพและด้านเคมีเมื่อใช้ชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมันที่ต่างกัน

สูตร	แรงเฉือน (นิวตัน)	pH	a_w	ความชื้น (ร้อยละ)
1	10.00 ± 0.19^a	6.78 ± 0.01^a	0.945 ± 0.00^b	58.17 ± 0.93
2	8.79 ± 0.13^b	6.69 ± 0.01^b	0.965 ± 0.00^a	58.10 ± 0.55
3	8.47 ± 0.31^b	6.70 ± 0.01^b	0.958 ± 0.00^a	56.44 ± 0.42

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 4 ซ้ำ

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

ตารางที่ 4.4.1 เมื่อทำการเปรียบเทียบไส้กรอกที่ผลิตโดยใช้ชนิดและปริมาณสารทดแทนไขมันที่ต่างกันทั้ง 3 สูตร พบว่าค่าความชื้นมีค่าอยู่ระหว่าง 56.44-58.17

การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ค่าแรงเฉือนของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 3 สูตร ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 8.47-10.00 พบว่าของไส้กรอกที่ใช้สารทดแทนไขมันเป็นคาร์ราจีแนน 10 กรัม มีค่าสูงที่สุด ค่าแรงเฉือนของไส้กรอกที่ใช้สารทดแทนไขมันเป็นแป้งบุก 10 กรัม และที่ใช้สารทดแทนไขมันเป็นคาร์ราจีแนน 5 กรัมร่วมกับแป้งบุก 5 กรัม มีค่าต่ำกว่าและไม่แตกต่างกันระหว่างทั้ง 2 สูตรอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แสดงว่าการเพิ่มปริมาณแป้งบุกหรือการลดปริมาณคาร์ราจีแนนมีแนวโน้มทำให้ค่าแรงเฉือนลดลง

การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ค่า pH ของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 3 สูตร ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 6.69-6.78 พบว่า ให้ผลในทำนองเดียวกันกับค่าแรงเฉือนดังที่ได้รายงานข้างต้น

การวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 3 สูตร เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างแต่ละสูตร พบว่า ค่าปริมาณน้ำอิสระของไส้กรอกที่ใช้สารทดแทนไขมันเป็นคาร์ราจีแนน 10 กรัม มีค่าต่ำที่สุด และ ค่าปริมาณน้ำอิสระของไส้กรอกที่ใช้สารทดแทนไขมันเป็นแป้งบุก 10 กรัม และที่ใช้สารทดแทนไขมันเป็น คาร์ราจีแนน 5 กรัมร่วมกับแป้งบุก 5 กรัม มีค่าสูงกว่า และไม่แตกต่างระหว่างทั้ง 2 สูตรอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แสดงว่าการเพิ่มปริมาณแป้งบุกหรือการลดปริมาณคาร์ราจีแนนมีแนวโน้มทำให้ค่าปริมาณน้ำอิสระเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.4.2 แสดงปริมาณคอเลสเตอรอลและไขมันเมื่อใช้ชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมันที่ต่างกัน

สูตร	ปริมาณคอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม/100 กรัม)	ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)
1	26.99 ± 1.09	22.45 ± 1.37 ^b
2	24.65 ± 1.70	22.20 ± 1.85 ^b
3	29.29 ± 1.55	28.38 ± 0.46 ^a

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 4 ซ้ำ
อักษร a, b, c... ในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.4.2 เมื่อทำการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ค่าปริมาณคอเลสเตอรอลของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 3 สูตร พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 24.65-29.29 มิลลิกรัม/100 กรัม

การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ค่าปริมาณไขมันของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 3 สูตร ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 22.20-28.38 พบว่าค่าปริมาณไขมันของไส้กรอกที่ใช้สารทดแทนไขมันเป็นแป้งบุก 10 กรัม ให้ค่าสูงที่สุด ค่าปริมาณไขมันของไส้กรอกที่ใช้สารทดแทนไขมันเป็นคาร์ราจีแนน 10 กรัม และ ค่าปริมาณไขมันของไส้กรอกที่ใช้สารทดแทนไขมันเป็นคาร์ราจีแนน 5 กรัมร่วมกับแป้งบุก 5 กรัมให้ค่าต่ำกว่า และไม่แตกต่างกันระหว่างทั้ง 2 สูตร อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แสดงว่าการเพิ่มปริมาณแป้งบุกหรือการลดปริมาณคาร์ราจีแนนมีแนวโน้มทำให้ค่าปริมาณไขมันเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.4.3 แสดงลักษณะทางด้านสีเมื่อใช้ชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมันที่ต่างกัน

สูตร	ค่าสี		
	L	a	b
1	51.61 ± 0.23	24.57 ± 0.13	14.99 ± 0.38 ^b
2	52.04 ± 0.37	24.57 ± 0.33	15.20 ± 0.17 ^{ab}
3	52.00 ± 0.18	24.30 ± 0.06	15.66 ± 0.07 ^a

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 4 ซ้ำ
อักษร a, b, c... ในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.4.3 เมื่อทำการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ค่าความสว่าง (L) ของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 3 สูตร พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 51.61-52.04 ค่าสีแดง (a) ของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 3 สูตร พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 24.30-24.57

การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ค่าสีเหลือง (b) ของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 3 สูตร ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 14.99-15.66 พบว่าค่าสีเหลือง (b) ของไส้กรอกที่ใช้สารทดแทนไขมันเป็นแป้งบุก 10 กรัม ให้ค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ ค่าสีเหลือง (b) ของไส้กรอกที่ใช้สารทดแทนไขมันเป็นคาร์ราจีแนน 5 กรัมร่วมกับแป้งบุกปริมาณ 5 กรัม และค่าสีเหลือง (b) ของไส้กรอกที่ใช้สารทดแทนไขมันเป็นคาร์ราจีแนน 10 กรัม ให้ค่าต่ำที่สุด แต่ ค่าสีเหลือง (b) ของไส้กรอกที่ใช้สารทดแทนไขมันเป็นคาร์ราจีแนนปริมาณ 5 กรัมร่วมกับแป้งบุกปริมาณ 5 กรัม ไม่มีความแตกต่างจากค่าสีเหลือง (b) ของไส้กรอกที่ใช้สารทดแทนไขมันเป็นคาร์ราจีแนน 10 กรัม และใช้สารทดแทนไขมันเป็นแป้งบุก 10 กรัม อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แสดงว่าการเพิ่มปริมาณแป้งบุกหรือการลดปริมาณคาร์ราจีแนนมีแนวโน้มทำให้ค่าสีเหลือง (b) เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.4.4 แสดงค่าสัดส่วนเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ เมื่อใช้ชนิดและปริมาณสารทดแทนไขมันที่ต่างกัน (Mean Ideal Ratio Score)

สูตร	สีแดง	ความ แน่นเนื้อ	ความเป็น เนื้อเดียวกัน	ความน่า น้ำ
1	1.35 ± 0.21 ^a	0.92 ± 0.14	0.91 ± 0.14	0.90 ± 0.21
2	1.27 ± 0.17 ^{ab}	0.90 ± 0.05	0.93 ± 0.09	0.93 ± 0.11
3	1.20 ± 0.16 ^b	0.89 ± 0.13	0.95 ± 0.09	0.97 ± 0.09

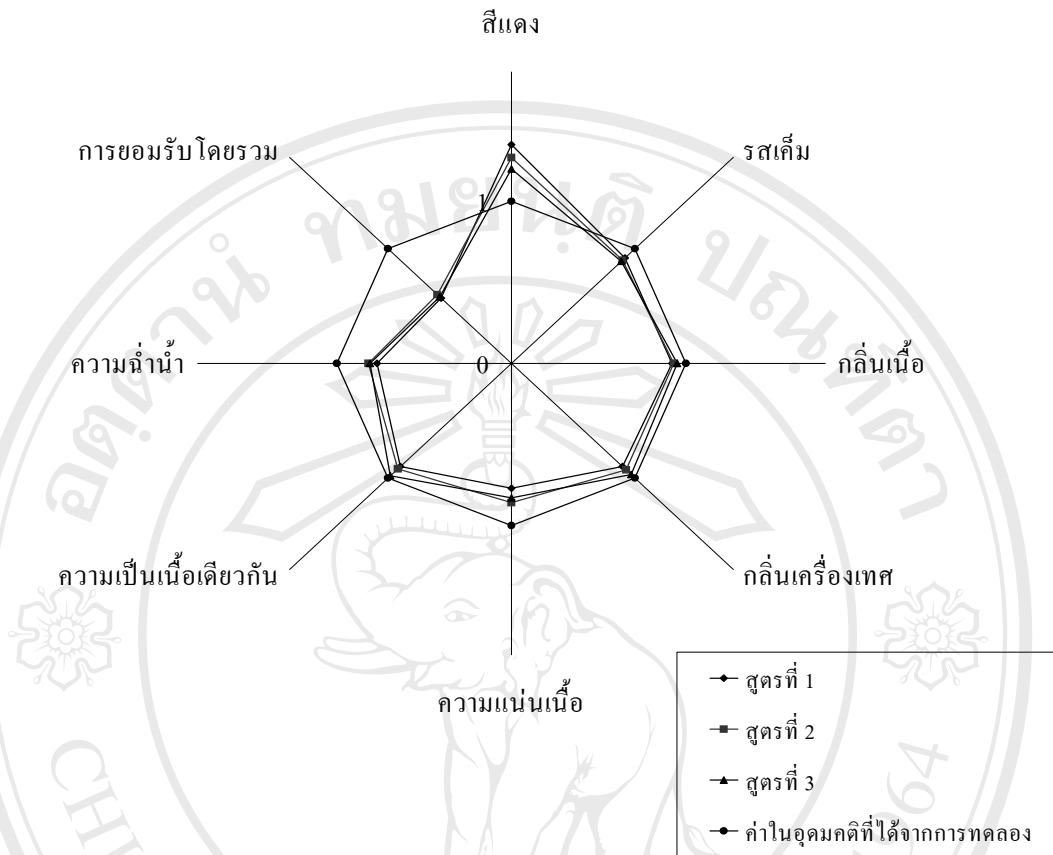
หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 4 ซ้ำ
อักษร a, b, c... ในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.4.5 แสดงค่าสัดส่วนเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ เมื่อใช้ชนิดและปริมาณสารทดแทนไขมันที่ต่างกัน (Mean Ideal Ratio Score) (ต่อ)

สูตร	รสเค็ม	กลิ่นเนื้อ	กลิ่น เครื่องเทศ	การยอมรับรวม
1	0.77 ± 0.13	0.90 ± 0.15	0.77 ± 0.19	0.57 ± 0.12
2	0.86 ± 0.16	0.92 ± 0.18	0.82 ± 0.12	0.60 ± 0.11
3	0.83 ± 0.14	0.98 ± 0.06	0.81 ± 0.19	0.58 ± 0.19

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 4 ซ้ำ
อักษร a, b, c... ในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ค่าสัดส่วนเฉลี่ย (Mean ideal ratio score) ที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแต่ละลักษณะในสูตรต่างๆ จะถูกนำมาสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์ ในรูปแบบกราฟลักษณะของเส้นใยแมงมุม แสดงได้ดังภาพที่ 4.4.1



ภาพที่ 4.4.1 กราฟแสดงค่าโครงสร้างผลิตภัณฑ์ของไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอร์ลดต่ำ ตามสูตรการทดลองเมื่อใช้ชนิดและปริมาณสารทดแทนไขมันที่ต่างกัน

ตารางที่ 4.4.4, 4.4.5 และภาพที่ 4.4.1 แสดงผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดย ใช้ผู้ทดสอบชิมของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอร์ลดต่ำ 3 สูตร ดังนี้ ค่าความแน่นเนื้อ ความเป็เนื้อเดียวกัน ความฉ่ำน้ำ รสเค็ม กลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องเทศ และการยอมรับรวมของแต่ละสูตรไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่มีค่าต่ำกว่าค่าในอุดมคติในด้านความแน่นเนื้อ ความเป็เนื้อเดียวกัน ความฉ่ำน้ำ รสเค็ม กลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องเทศ และการยอมรับรวม แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะดังกล่าวอ่อนกว่าระดับที่ผู้บริโภคต้องการ ดังนั้นควรพัฒนาให้มีลักษณะดังกล่าวเพิ่มขึ้น และมีค่าสูงกว่าค่าในอุดมคติในด้านสีแดงซึ่งแตกต่างกันในแต่ละสูตรอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีแดงมากกว่าระดับที่ผู้บริโภคต้องการ ดังนั้นควรทำการพัฒนาให้สีแดงลดลง

ตารางที่ 4.4.4 และ 4.4.5 เมื่อทำการเปรียบเทียบไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อละเกาะตุ๋นไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 3 สูตร พบว่าค่าความแน่นเนื้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.89-0.92 ค่าความเป็นเนื้อเดียวกันมีค่าอยู่ระหว่าง 0.91-0.95 ความฉ่ำน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.90-0.97 รสเค็มมีค่าอยู่ระหว่าง 0.77-0.86 กลิ่นเนื้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.90-0.98 และกลิ่นเครื่องเทศมีค่าอยู่ระหว่าง 0.77-0.82

การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ค่าสีแดงของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อละเกาะตุ๋นไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 3 สูตร ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 1.20-1.35 พบว่า ค่าสีแดงของไส้กรอกที่ใช้สารทดแทนไขมันเป็นคาร์ราจีแนน 10 กรัม ให้ค่าคะแนนการยอมรับสูงสุด รองลงมาคือ ค่าสีแดงของไส้กรอกที่ใช้สารทดแทนไขมันเป็นคาร์ราจีแนน 5 กรัมร่วมกับแป้งบุก 5 กรัม และค่าสีแดงของไส้กรอกที่ใช้สารทดแทนไขมันเป็นแป้งบุก 10 กรัม ให้ค่าคะแนนการยอมรับต่ำที่สุด แต่ค่า สีแดงของไส้กรอกที่ใช้สารทดแทนไขมันเป็นคาร์ราจีแนน 5 กรัมร่วมกับแป้งบุก 5 กรัม ไม่มีความแตกต่างจากค่าสีแดงของไส้กรอกที่ใช้สารทดแทนไขมันเป็นคาร์ราจีแนน 10 กรัม และ ใช้สารทดแทนไขมันเป็นแป้งบุก 10 กรัม อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แสดงว่าการเพิ่มปริมาณแป้งบุกหรือการลดปริมาณคาร์ราจีแนนมีแนวโน้มทำให้ค่าคะแนนการยอมรับด้านสีแดงลดลง

ตารางที่ 4.4.6 แสดงค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยของค่าสัดส่วนเฉลี่ยเมื่อใช้ชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมันที่ต่างกัน

ลักษณะ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
สีแดง	0.35	0.27	0.20
ความแน่นเนื้อ	0.12	0.10	0.12
ความเป็นเนื้อเดียวกัน	0.12	0.08	0.08
ความฉ่ำน้ำ	0.17	0.10	0.08
รสเค็ม	0.23	0.18	0.19
กลิ่นเนื้อ	0.15	0.15	0.05
กลิ่นเครื่องเทศ	0.24	0.21	0.24
การยอมรับรวม	0.43*	0.40	0.42
ค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย	0.23**	0.19	0.17

หมายเหตุ : * คือ Mean Ideal Ratio Score – Ideal Ratio Score

** คือ ค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนของข้อมูลแต่ละตัวที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดนั้น โดยไม่คำนึงถึงทิศทางหรือเครื่องหมายของการเบี่ยงเบน

$$\text{Mean deviation} = \frac{\sum f | \text{Mean Ideal Ratio Score} - \text{Ideal Ratio Score} |}{n}$$

การเลือกใช้ชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมัน 2 ชนิดคือ คาร์ราจีแนน และ แป้งบุกจะทำการพิจารณาจากค่าคะแนนความชอบของผู้ทดสอบชิมในการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสเป็นหลัก สูตรที่เหมาะสมจะถูกเลือกโดยใช้ค่าเฉลี่ยของค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนของชุดข้อมูลที่เบี่ยงเบนไปจากค่าอุดมคติถาวร (M.D.) เป็นตัวกำหนด ซึ่งค่าสัดส่วนเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด หมายถึงสูตรที่ได้นั้นมีการเบี่ยงเบนออกจากค่าในอุดมคติน้อยที่สุดหรือมีค่าเข้าใกล้ค่าในอุดมคติมากที่สุด ตารางที่ 4.4.6 จะแสดงค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ใส่กรอกในแต่ละสูตร ซึ่งทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Ideal Ratio Profile Test ค่าโครงของผลิตภัณฑ์แสดงในภาพที่ 4.4.1 โดยสูตรที่ให้ สัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ สูตรที่มีการใช้สาร ทดแทนไขมัน เป็นแป้งบุก 10 กรัม รองลงมา คือ สูตรที่ใช้สารทดแทนไขมันเป็นคาร์ราจีแนน 5 กรัมร่วมกับ แป้งบุก 5 กรัม และสูตรที่ใช้สารทดแทนไขมันเป็นคาร์ราจีแนน 10 กรัม ตามลำดับ ดังนั้นจึงสรุป ได้ว่าการใช้สารทดแทนไขมันเป็นแป้งบุก 10 กรัม เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการใช้ผลิตใส่ กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอรอลต่ำ เนื่องจากสูตร ดังกล่าวมีค่าเฉลี่ยของ ความเข้มข้นในแต่ละลักษณะเบี่ยงเบนออกจากค่าในอุดมคติน้อยกว่าสูตรอื่นๆ โดยมีค่าสีแดง ความ เป็นเนื้อเดียวกัน ความฉ่ำน้ำ และ กลิ่นเนื้อ เข้าใกล้ค่าอุดมคติมากกว่าสูตรอื่นๆ แต่เนื่องจากสูตร ดังกล่าวมีสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยต่ำกว่าสูตรที่ใช้สารทดแทนไขมันเป็นคาร์ราจีแนน 5 กรัมร่วมกับ แป้งบุก 5 กรัม ไม่นมากนัก เมื่อพิจารณาด้วยราคาของแป้งบุกซึ่ง ต่ำกว่าคาร์ราจีแนน การใช้แป้งบุก ในกระบวนการผลิตจะทำให้มีต้นทุนในการผลิตต่ำกว่า ดังนั้นสูตรที่มีการใช้สารทดแทนไขมันเป็น แป้งบุก 10 กรัม จึงเป็นสูตรที่เหมาะสมในการนำมา ปรับปรุงในขั้นต่อไป เมื่อเปรียบเทียบกับ สัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยในตอนที่ 3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.13 พบว่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยในตอนที่ 4 มีค่า สูงกว่าแสดงว่ามีความเบี่ยงเบนออกจากค่าใน อุดมคติสูงกว่า มีคะแนนเข้าใกล้ค่าอุดมคติ มากกว่าในตอนที่ 3 ในด้านความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน และ กลิ่นเนื้อ อีกทั้งลดลงจากค่า อุดมคติในด้านค่าสีแดง ความฉ่ำน้ำ รสเค็ม กลิ่นเครื่องเทศ และการยอมรับรวม ที่เป็นเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วย เครื่องจักรมีปริมาณน้ำสูง (พันธิพาและคณะ, 2546) การใช้สารทดแทนไขมันที่คุณสมบัติสามารถดูดซับน้ำและพองตัวเกิดเป็นเจลทำให้ความชื้นหนืด เพิ่มขึ้น (พรรัตน์, 2545)

ตอนที่ 5 การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของระบบอิมัลชัน

ส่วนประกอบที่เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดระบบอิมัลชันประกอบด้วย 3 ส่วนประกอบ ได้แก่ เนื้อ น้ำมันดอกทานตะวัน และ น้ำแข็ง โดยเนื้อที่ใช้ในกระบวนการผลิตใช้อัตราส่วน เนื้อหมูและเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรในอัตราส่วน 90 ต่อ 10 จากผลการทดลองที่ได้ในตอน ที่ 3 ใช้แป้งบุกเป็นสารทดแทนไขมันในปริมาณ 10 กรัม จากผลการทดลองที่ได้ในตอน ที่ 4 วาง แผนการทดลองแบบ Mixture design โดยการออกแบบของโปรแกรมโปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert Version 6.0.2 ศึกษาส่วนประกอบที่ให้ความสนใจ 3 ส่วนประกอบ คือ เนื้อ น้ำมัน ดอกทานตะวัน และน้ำแข็ง โดยกำหนดให้อัตราส่วนปัจจัยหลักทั้งหมดรวมกันเป็นร้อยละ 100 ทำให้ได้สูตร ทั้งหมด 6 สูตร นำสูตรการผลิตที่ได้ไปทำการทดลอง โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆเป็น ปัจจัยคงที่ ผลลัพธ์ที่ได้จะนำมาวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส นำข้อมูล ที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert Version 6.0.2 เพื่อหาอัตราส่วน ที่ดีที่สุดของระบบอิมัลชัน ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัส แสดง ดังตาราง 4.5.1, 4.5.2, 4.5.3 และ 4.5.4 ตามลำดับ

เมื่อกำหนดให้

สูตรที่ 1	คือ การใช้เนื้อ 600 กรัม น้ำมันดอกทานตะวัน 100 กรัม น้ำแข็ง 300 กรัม
สูตรที่ 2	คือ การใช้เนื้อ 500 กรัม น้ำมันดอกทานตะวัน 200 กรัม น้ำแข็ง 300 กรัม
สูตรที่ 3	คือ การใช้เนื้อ 600 กรัม น้ำมันดอกทานตะวัน 200 กรัม น้ำแข็ง 300 กรัม
สูตรที่ 4	คือ การใช้เนื้อ 500 กรัม น้ำมันดอกทานตะวัน 300 กรัม น้ำแข็ง 200 กรัม
สูตรที่ 5	คือ การใช้เนื้อ 550 กรัม น้ำมันดอกทานตะวัน 300 กรัม น้ำแข็ง 150 กรัม
สูตรที่ 6	คือ การใช้เนื้อ 600 กรัม น้ำมันดอกทานตะวัน 300 กรัม น้ำแข็ง 100 กรัม

ตารางที่ 4.5.1 แสดงผลการวิเคราะห์ห้ลักษณะทางด้านกายภาพและด้านเคมีเมื่อทำการแปรผัน ปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชัน

สูตร	แรงเนียน (นิวตัน)	pH	a_w	ความชื้น (ร้อยละ)
1	7.01 ± 0.02	7.01 ± 0.02	0.96 ± 0.00	67.82 ± 0.07
2	7.33 ± 0.04	7.18 ± 0.01	0.96 ± 0.00	52.08 ± 0.15
3	10.82 ± 0.49	7.15 ± 0.01	0.96 ± 0.00	52.31 ± 0.46
4	11.18 ± 0.24	7.15 ± 0.02	0.96 ± 0.00	53.27 ± 0.43
5	9.47 ± 0.18	7.11 ± 0.01	0.96 ± 0.00	52.84 ± 0.08
6	5.68 ± 0.14	7.13 ± 0.01	0.96 ± 0.00	53.14 ± 0.22

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 4 ซ้ำ

ตารางที่ 4.5.1 แสดงผลการทดสอบลักษณะทางด้านกายภาพและด้านเคมีเมื่อทำการแปรผันปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชันของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเทอรอลต่ำ 6 สูตร ดังนี้ ค่าแรงเนียน ค่า pH ค่า Total Expression Fluid (TEF) ค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) ค่าสีเหลือง (b) และ ค่าปริมาณคอเลสเทอรอลของสูตรต่างๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ค่าความชื้น และค่าปริมาณไขมันของแต่ละสูตรมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

การวิเคราะห์ค่าแรงเนียนและ ค่า pH ของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรด้วย ทั้ง 6 สูตร พบว่าการแปรผันปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชันไม่มีผลต่อค่าแรงเนียน และ ค่า pH อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แสดงว่าการแปรผันปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชันไม่มีผลต่อค่าแรงเนียน และ ค่า pH ของไส้กรอก

การวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และ ค่าความชื้นของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 6 สูตร พบว่าการแปรผันปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชันมีผลต่อค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และค่าความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แสดงว่าการแปรผันปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชันมีผลต่อ ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และค่าความชื้นของ ไส้กรอก

ตารางที่ 4.5.2 แสดงปริมาณคอเลสเตอรอล ไขมัน และค่า Total Expression Fluid (TEF) เมื่อ ทำการแปรผันปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชัน

สูตร	คอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม/100กรัม)	ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	TEF (ร้อยละ)
1	31.95	9.83 ± 0.73	3.34 ± 0.18
2	26.03	13.92 ± 0.78	1.09 ± 0.02
3	19.57	16.57 ± 0.20	0.82 ± 0.02
4	29.20	22.02 ± 0.80	0.45 ± 0.00
5	31.23	22.19 ± 0.39	0.53 ± 0.02
6	31.81	24.90 ± 1.32	1.76 ± 0.02

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 4 ซ้ำ

การวิเคราะห์ค่าปริมาณคอเลสเตอรอล และ ค่า TEF ของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 6 สูตร พบว่าการแปรผันปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชันไม่มีผลต่อค่าปริมาณคอเลสเตอรอล และ ค่า TEF ของไส้กรอก อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แสดงว่าการแปรผันปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชันไม่มีผลต่อค่าปริมาณคอเลสเตอรอล และ ค่า TEF ของไส้กรอก

การวิเคราะห์ค่าปริมาณไขมันของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 6 สูตร พบว่าการแปรผันปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชันมีผลต่อค่าปริมาณไขมันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แสดงว่าการแปรผันปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชันมีผลต่อค่าปริมาณไขมันของไส้กรอก

ตารางที่ 4.5.3 แสดงผลการวิเคราะห์ห้ลักษณะทางด้านกายภาพด้านสีเมื่อทำการแปรผันปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชัน

สูตร	ค่าสี		
	L	a	b
1	49.76 ± 0.18	26.21 ± 0.04	15.01 ± 0.06
2	52.08 ± 0.15	25.59 ± 0.06	15.80 ± 0.23
3	52.31 ± 0.46	25.53 ± 0.06	15.55 ± 0.07
4	53.27 ± 0.43	24.70 ± 0.05	15.59 ± 0.05
5	51.32 ± 0.42	25.40 ± 0.22	15.64 ± 0.20
6	49.72 ± 0.05	25.72 ± 0.05	15.69 ± 0.09

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 4 ซ้ำ

ตารางที่ 4.5.3 แสดงค่าวิเคราะห์ห้ลักษณะทางเคมีและกายภาพเมื่อใช้ปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชันที่ต่างกัน

การวิเคราะห์ค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) ของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 6 สูตร พบการแปรผันปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชันไม่มีผลต่อค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) ของไส้กรอกอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แสดงว่าการแปรผันปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชันไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) ของไส้กรอก

ตารางที่ 4.5.4 แสดงค่าสัดส่วนเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เมื่อทำการแปรผันปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชัน (Mean Ideal Ratio Score)

สูตร	สีแดง	ความ แน่นเนื้อ	ความเป็น เนื้อเดียวกัน	ความหนำน้ำ
1	1.29 ± 0.19	0.64 ± 0.25	0.77 ± 0.21	1.02 ± 0.38
2	1.07 ± 0.22	0.72 ± 0.13	0.80 ± 0.19	0.96 ± 0.27
3	1.12 ± 0.21	0.90 ± 0.16	0.87 ± 0.16	0.95 ± 0.24
4	1.04 ± 0.21	0.92 ± 0.07	0.95 ± 0.24	0.94 ± 0.13
5	1.15 ± 0.19	0.95 ± 0.13	0.93 ± 0.10	0.82 ± 0.17
6	1.20 ± 0.20	0.72 ± 0.16	0.80 ± 0.25	1.06 ± 0.30

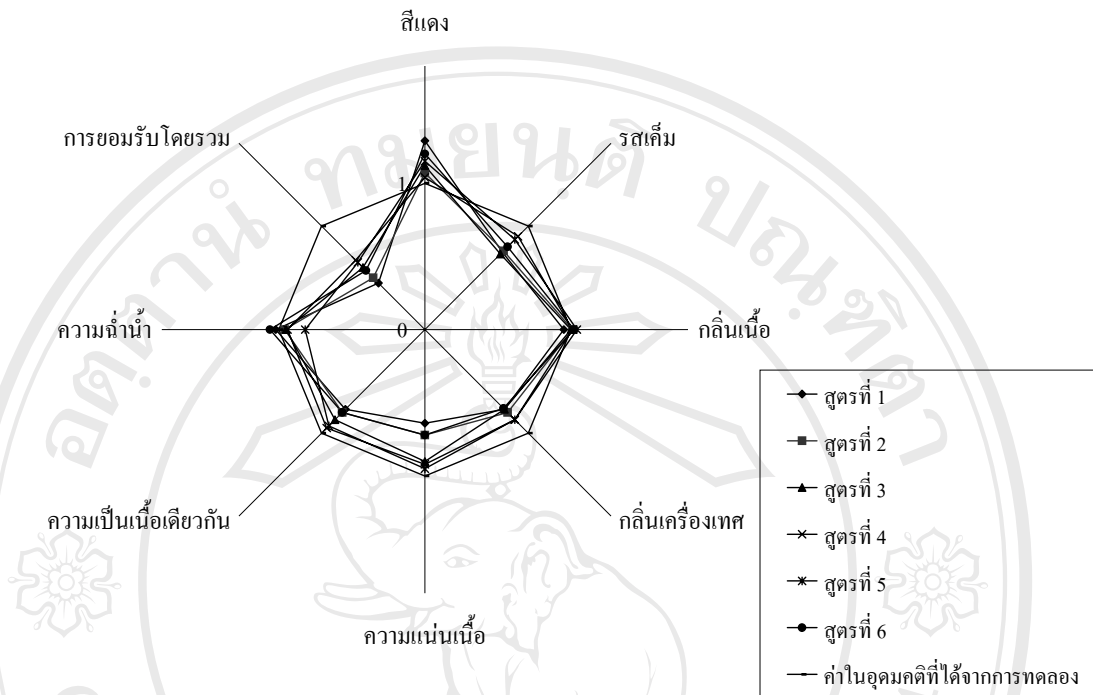
หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 10 ซ้ำ

ตารางที่ 4.5.5 แสดงค่าสัดส่วนเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เมื่อทำการแปรผันปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชัน (Mean Ideal Ratio Score) (ต่อ)

สูตร	รสเค็ม	กลิ่นเนื้อ	กลิ่น เครื่องเทศ	การยอมรับรวม
1	0.75 ± 0.29	0.95 ± 0.15	0.77 ± 0.29	0.45 ± 0.12
2	0.76 ± 0.27	1.01 ± 0.18	0.80 ± 0.28	0.50 ± 0.16
3	0.73 ± 0.27	1.00 ± 0.21	0.77 ± 0.28	0.60 ± 0.15
4	0.90 ± 0.26	1.01 ± 0.11	0.87 ± 0.14	0.6 ± 0.10
5	0.87 ± 0.25	1.04 ± 0.10	0.87 ± 0.09	0.65 ± 0.14
6	0.80 ± 0.25	1.02 ± 0.14	0.76 ± 0.35	0.57 ± 0.18

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 10 ซ้ำ

ค่าสัดส่วนเฉลี่ย (Mean ideal ratio score) ที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของ แต่ละลักษณะในสูตรต่างๆ จะถูกนำมาสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์ในรูปแบบกราฟลักษณะของเส้นใยแมงมุม แสดงได้ดังภาพที่ 4.5.1.



ภาพที่ 4.5.1 กราฟแสดงเค้าโครงผลิตภัณฑ์ของไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอรอลต่ำ ตามสูตรการทดลองเมื่อทำการแปรผันปริมาณส่วนประกอบในระบบบอิมัลชัน

ตารางที่ 4.5.4 และภาพที่ 4.5.1 แสดงผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอรอลต่ำ 6 สูตร ดังนี้ ค่าสีแดง ค่าความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความฉ่ำน้ำ รสเค็ม กลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องเทศ และการยอมรับรวมของแต่ละสูตรไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่มีค่าต่ำกว่า ค่าในอุดมคติในด้านความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน รสเค็ม กลิ่นเครื่องเทศ และการยอมรับรวม แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะดังกล่าวอ่อนกว่าระดับที่ผู้บริโภคต้องการ ดังนั้นควรพัฒนาให้มีลักษณะดังกล่าวเพิ่มขึ้น และมีค่าสูงกว่าค่าในอุดมคติในด้านสีแดง แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะดังกล่าวมากกว่าระดับที่ผู้บริโภคต้องการ ดังนั้นควรพัฒนาให้มีลักษณะดังกล่าวลดลง ส่วนด้านความฉ่ำน้ำ และกลิ่นเนื้อ มีค่าอยู่ระหว่างช่วงค่าอุดมคติดังนั้นควรพัฒนาให้มีลักษณะดังกล่าวเข้าใกล้ค่าในอุดมคติมากยิ่งขึ้น

การวิเคราะห์ค่าสีแดง ค่าความแน่นเนื้อ ค่าความเป็นเนื้อเดียวกัน ค่าความฉ่ำน้ำ รสเค็มกลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องเทศ และการยอมรับรวมของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วย

เครื่องจักรทั้ง 6 สูตร พบการแปรผันปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชันไม่มีผลต่อค่า สีแดง ค่าความแน่นเนื้อ ค่าความเป็นเนื้อเดียวกัน ค่าความหนืด รสเค็ม กลิ่นเนื้อ กลิ่น เครื่องเทศ และการยอมรับรวม อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แสดงว่าการแปรผันปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชันไม่มีผลต่อค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงของค่าสีแดง ค่าความแน่นเนื้อ ค่าความเป็นเนื้อเดียวกัน ค่าความหนืด รสเค็ม กลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องเทศ และ การยอมรับรวมของไส้กรอก

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำค่าเฉลี่ยคุณภาพทางด้านต่างๆ ไปวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert Version 6.0.2 เพื่อหาอัตราส่วนที่ดีที่สุดของปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชัน โดยให้ความสำคัญกับค่าคะแนนทางประสาทสัมผัส เนื่องจากสามารถพัฒนาให้เข้าใกล้ค่าในอุดมคติที่ผู้ทดสอบชิมต้องการได้ กำหนดให้โปรแกรมทางสถิติเลือกระดับปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชัน ทั้ง 3 ที่ให้ค่าคะแนนทางประสาทสัมผัสทางด้านต่างๆ ที่ดีที่สุด ทั้งนี้อัตราส่วนดังกล่าวจะต้องอยู่ในข้อจำกัดที่กำหนดไว้ คือ ปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชัน ที่จะทำให้ได้ค่าคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสเข้าใกล้ค่าในอุดมคติมากที่สุดในทุกๆ ลักษณะหรือ คะแนนเข้าใกล้ 1.00 โดยการคำนวณทางสถิติร่วมกันในทุกลักษณะ ทำให้ได้ระดับปัจจัยหลักที่เหมาะสมที่สุดดังตารางที่ 4.5.5

ตารางที่ 4.5.6 แสดงปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชันที่ให้ลักษณะที่ดีที่สุดของไส้กรอกผสมเนื้อละเกาะตุ๋นไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอรอลต่ำ ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผล Design Expert Version 6.0.2

เนื้อ (ร้อยละ)	น้ำมันดอกทานตะวัน (ร้อยละ)	น้ำแข็ง (ร้อยละ)
50.00	28.00	22.00

ดังนั้นจึงทำการกำหนดระดับปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชัน ที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกผสมเนื้อละเกาะตุ๋นไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอรอลต่ำ ที่ระดับ เนื้อร้อยละ 50 น้ำมันดอกทานตะวันร้อยละ 28 และน้ำแข็งร้อยละ 22 ซึ่งที่ระดับปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชันดังกล่าวจะทำให้สามารถประเมินค่าคะแนนทางประสาทสัมผัสในลักษณะด้านต่างๆ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปได้ ดังตารางที่ 4.6.5

ตารางที่ 4.5.7 แสดงค่าสัดส่วนเฉลี่ยที่ดีที่สุดเมื่อทำการแปรผันปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชัน ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผล Design Expert Version 6.0.2 (Mean Ideal Ratio Score)

ลักษณะ	ค่าสัดส่วนเฉลี่ย
สีแดง	1.05
ความแน่นเนื้อ	0.87
ความเป็นเนื้อเดียวกัน	0.90
ความฉ่ำน้ำ	0.91
รสเค็ม	0.85
กลิ่นเนื้อ	1.02
กลิ่นเครื่องเทศ	0.85
การยอมรับรวม	0.62

ระดับปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชันที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดุกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอรอลต่ำที่ระดับเนื้อ ร้อยละ 50 น้ำมันดอกทานตะวันร้อยละ 28 น้ำแข็ง ร้อยละ 22 ซึ่งที่ระดับปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชันดังกล่าวจะทำให้ได้ค่าคะแนนทางประสาทสัมผัสในลักษณะด้านสีแดง เท่ากับ 1.05 ความแน่นเนื้อ เท่ากับ 0.87 ความเป็นเนื้อเดียวกันเท่ากับ 0.90 ความฉ่ำน้ำ เท่ากับ 0.91 รสเค็ม เท่ากับ 0.85 กลิ่นเนื้อ เท่ากับ 1.02 กลิ่นเครื่องเทศ เท่ากับ 0.85 และค่าการยอมรับรวม เท่ากับ 0.62 ซึ่งเป็นระดับที่มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสเข้าใกล้ค่าในอุดมคติโดยรวมทุกลักษณะสูงที่สุด

ตารางที่ 4.5.8 แสดงค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยของค่าสัดส่วนเฉลี่ยเมื่อแปรผันปริมาณส่วนประกอบ ในระบบอิมัลชัน ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผล Design Expert Version 6.0.2

ลักษณะ	ค่าสัดส่วนเบี่ยงเบน
สีแดง	0.05
ความแน่นเนื้อ	0.14
ความเป็นเนื้อเดียวกัน	0.10
ความฉ่ำน้ำ	0.09
รสเค็ม	0.15
กลิ่นเนื้อ	0.02
กลิ่นเครื่องเทศ	0.15
การยอมรับรวม	0.39*
ค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย	0.14**

หมายเหตุ : * คือ Mean Ideal Ratio Score – Ideal Ratio Score

** คือ ค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนของข้อมูลแต่ละตัวที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดนั้น โดยไม่คำนึงถึงทิศทางหรือเครื่องหมายของการเบี่ยงเบน

$$\text{Mean deviation} = \sum f \left| \text{Mean Ideal Ratio Score} - \text{Ideal Ratio Score} \right| / n$$

เมื่อคิดค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยเปรียบเทียบกับตอนที่ 4 ซึ่งมีค่า 0.17 พบว่าค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยมีการลดลงหมายถึงว่ามีการเบี่ยงเบนออกจากค่าในอุดมคติลดลงและมีคะแนนเข้าใกล้ค่าอุดมคติมากกว่าในตอนที่ 4 ในด้านค่าสีแดง รสเค็ม กลิ่นเครื่องเทศ และ ค่าการยอมรับรวม ลดลงจากค่าอุดมคติในด้านความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความฉ่ำน้ำ และกลิ่นเนื้อ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณการใช้น้ำมันดอกทานตะวันที่สูงขึ้นจาก 250 กรัม ในตอนที่ 4 เป็น 280 กรัม ทำให้สีแดงของไส้กรอกลดลง เนื่องจากการใช้น้ำมันพืชทดแทนการใช้ไขมันสัตว์ทำให้ไส้กรอกที่ได้มีค่าความสว่าง (L) สูงขึ้น (Ambrosiadis, 1996) ค่าคะแนนการยอมรับด้าน สีแดง ที่มีเกินกว่าค่าในอุดมคติในตอนที่ 4 จึงมีค่าลดลง อีกทั้งการที่ปริมาณน้ำที่ใช้ลดลงจาก 250 กรัม ในตอนที่ 4 เป็น 220 กรัม มีผลทำให้คะแนนการยอมรับในด้านรสเค็มและกลิ่น เครื่องเทศมีค่าเข้าใกล้ค่าในอุดมคติมากขึ้น จึงส่งผลทำให้ค่าการยอมรับรวมเพิ่มมากขึ้นกว่าในตอนที่ 4

ตอนที่ 6 การหาปริมาณที่เหมาะสมของแป้งมันสำปะหลังและอังกัก (ข้าวแดง)

ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของแป้งมันสำปะหลังและข้าวแดง(อังกัก)ที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกผสมเนื้อเตากระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอร์ลดต่ำ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด เนื่องจากปัจจัยที่ศึกษาคือ แป้งมันสำปะหลังและอังกัก(ข้าวแดง) เป็นปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะสีแดงที่มีผลทำให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมเบี่ยงเบนออกจากค่าในอุดมคติใช้อัตราส่วนเนื้อเตากระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรที่ระดับร้อยละ 10 ของปริมาณเนื้อทั้งหมดตามการทดลองที่ได้ในตอนต้นที่ 3.3 และใช้แป้งบุกเป็นสารทดแทนไขมันในปริมาณ 10 กรัม ตามการทดลองที่ได้ในตอนต้นที่ 3.4 ใช้เนื้อทั้งหมด 500 กรัม น้ำมัน ดอกทานตะวัน 280 กรัม และ น้ำแข็ง 220 กรัม ตามการทดลองที่ได้ในตอนต้นที่ 3.5 วางแผนการทดลองแบบ 2^2 Factorial experiment with 3 center points. ออกแบบการทดลองและนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert Version 6.0.2 เพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมของแป้งมันสำปะหลังและ อังกัก (ข้าวแดง) ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัส แสดงดังตารางที่ 4.6.1, 4.6.2, 4.6.3 และ 4.6.4 ตามลำดับ

เมื่อกำหนดให้

สูตรที่ 1	คือ การใช้แป้งมันสำปะหลัง 100 กรัม และ อังกัก 1 กรัม
สูตรที่ 2	คือ การใช้แป้งมันสำปะหลัง 100 กรัม และ อังกัก 10 กรัม
สูตรที่ 3	คือ การใช้แป้งมันสำปะหลัง 10 กรัม และ อังกัก 1 กรัม
สูตรที่ 4	คือ การใช้แป้งมันสำปะหลัง 10 กรัม และ อังกัก 10 กรัม
สูตรที่ 5	คือ การใช้แป้งมันสำปะหลัง 55 กรัม และ อังกัก 5.5 กรัม
สูตรที่ 6	คือ การใช้แป้งมันสำปะหลัง 55 กรัม และ อังกัก 5.5 กรัม
สูตรที่ 7	คือ การใช้แป้งมันสำปะหลัง 55 กรัม และ อังกัก 5.5 กรัม

ตารางที่ 4.6.1 แสดงผลการวิเคราะห์ห้ลักษณะทางด้านกายภาพและด้านเคมีเมื่อทำการแปรผันปริมาณแป้งมันสำปะหลังและอังกัก

สูตร	แรงเนียน (นิวตัน)	pH	a_w	ความชื้น (ร้อยละ)
1	13.89 ± 0.76	6.67 ± 0.01	0.95 ± 0.00	50.88 ± 0.01
2	10.38 ± 0.53	6.65 ± 0.00	0.95 ± 0.00	50.00 ± 0.08
3	6.74 ± 0.39	6.65 ± 0.00	0.95 ± 0.00	70.24 ± 0.43
4	5.66 ± 0.20	6.65 ± 0.01	0.95 ± 0.00	68.73 ± 0.01
5	11.39 ± 0.30	6.69 ± 0.00	0.95 ± 0.00	54.07 ± 0.08
6	11.27 ± 0.24	6.70 ± 0.01	0.96 ± 0.00	54.28 ± 0.04
7	11.43 ± 0.50	6.70 ± 0.00	0.96 ± 0.00	54.15 ± 0.07

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 4 ซ้ำ

ตารางที่ 4.6.1 แสดงผลการทดสอบทางด้านกายภาพและด้านเคมีเมื่อทำการแปรผันปริมาณแป้งมันสำปะหลังและอังกักของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอร์ลดต่ำ 7 สูตร พบว่า ค่า pH ค่าปริมาณไขมันและค่าสีเหลือง (b) ของแต่ละสูตรไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่ค่าแรงเนียน ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ค่าความชื้น ค่าความสว่าง (L) และ ค่าสีแดง (a) ของแต่ละสูตรมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

การวิเคราะห์ค่าแรงเนียน ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และ ค่าความชื้น ของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 7 สูตร พบว่าการแปรผันปริมาณแป้งมันสำปะหลังและอังกักมีผลต่อค่าแรงเนียน ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และ ค่าความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แสดงว่าการแปรผันปริมาณแป้งมันสำปะหลังและอังกักมีผลต่อค่าแรงเนียน ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และค่าความชื้นของไส้กรอก

การวิเคราะห์ค่า pH ของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 7 สูตร พบว่าการแปรผันปริมาณแป้งมันสำปะหลังและอังกักไม่มีผลต่อค่า pH อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แสดงว่าการแปรผันปริมาณแป้งมันสำปะหลังและอังกักไม่มีผลต่อค่า pH ของไส้กรอก

ตารางที่ 4.6.2 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะทางด้านสี และ ปริมาณไขมันเมื่อทำการแปรผัน ปริมาณแป้งมันสำปะหลังและอังกัก

สูตร	ค่าสี			ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)
	L	a	b	
1	70.36 ± 0.12	7.03 ± 0.02	15.09 ± 0.05	20.67 ± 1.86
2	53.86 ± 0.08	23.40 ± 0.12	14.99 ± 0.14	16.88 ± 1.58
3	62.53 ± 0.10	10.32 ± 0.01	13.79 ± 0.06	14.80 ± 0.54
4	49.10 ± 0.54	23.50 ± 0.09	14.44 ± 0.37	14.52 ± 0.99
5	61.67 ± 0.05	16.46 ± 0.02	14.69 ± 0.03	20.04 ± 1.71
6	62.66 ± 0.06	17.59 ± 0.04	15.87 ± 0.03	21.72 ± 0.88
7	63.79 ± 0.09	16.43 ± 0.09	15.13 ± 0.06	20.43 ± 1.02

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 4 ซ้ำ

การวิเคราะห์ค่าความสว่าง (L) และ ค่าสีแดง (a) ของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 7 สูตร พบว่าการแปรผันปริมาณแป้งมันสำปะหลังและอังกักมีผลต่อค่าความสว่าง (L) และ ค่าสีแดง (a) อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แสดงว่าการแปรผันปริมาณ แป้งมันสำปะหลังและอังกักมีผลต่อค่าความสว่าง (L) และ ค่าสีแดง (a) ของไส้กรอก

การวิเคราะห์ค่าปริมาณไขมัน และค่าสีเหลือง (b) ของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 7 สูตร พบการแปรผันปริมาณแป้งมันสำปะหลังและอังกักไม่มีผลต่อค่าปริมาณไขมัน และค่าสีเหลือง (b) อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แสดงว่าการแปรผันปริมาณ แป้งมันสำปะหลังและอังกักไม่มีผลต่อค่าปริมาณไขมันและค่าสีเหลือง (b) ของ ไส้กรอก

ตารางที่ 4.6.3 แสดงค่าสัดส่วนเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เมื่อทำการแปรผันปริมาณแป้งมันสำปะหลังและอังกัก (Mean Ideal Ratio Score)

สูตร	สีแดง	ความ แน่นเนื้อ	ความเป็น เนื้อเดียวกัน	ความน่า น้ำ
1	0.47 ± 0.29	0.85 ± 0.27	0.91 ± 0.19	0.82 ± 0.32
2	1.39 ± 0.24	0.85 ± 0.28	0.80 ± 0.26	0.91 ± 0.30
3	0.52 ± 0.28	0.38 ± 0.31	0.33 ± 0.29	1.20 ± 0.35
4	1.42 ± 0.31	0.51 ± 0.27	0.48 ± 0.30	1.24 ± 0.32
5	1.04 ± 0.25	0.87 ± 0.16	0.81 ± 0.20	0.91 ± 0.15
6	1.09 ± 0.23	0.82 ± 0.17	0.83 ± 0.22	0.88 ± 0.27
7	1.07 ± 0.24	0.84 ± 0.24	0.94 ± 0.12	0.96 ± 0.12

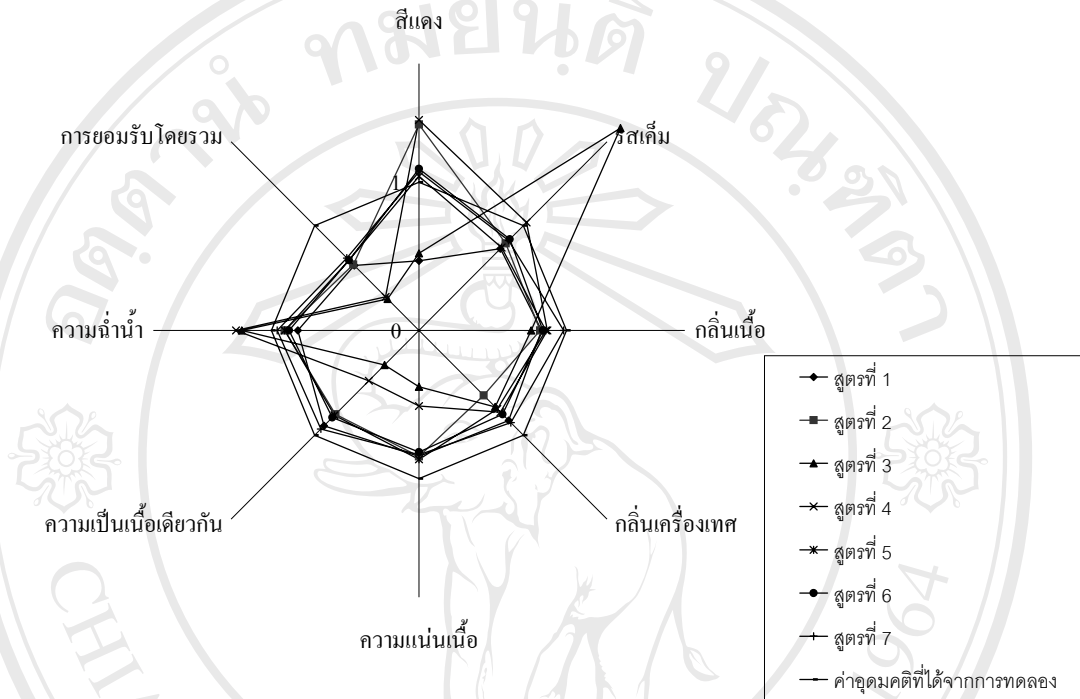
หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 10 ซ้ำ

ตารางที่ 4.6.4 แสดงค่าสัดส่วนเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เมื่อทำการแปรผันปริมาณแป้งมันสำปะหลังและอังกัก (Mean Ideal Ratio Score) (ต่อ)

สูตร	รสเค็ม	กลิ่นเนื้อ	กลิ่น เครื่องเทศ	การยอมรับรวม
1	0.78 ± 0.29	0.83 ± 0.17	0.86 ± 0.15	0.62 ± 0.11
2	0.83 ± 0.45	0.82 ± 0.29	0.62 ± 0.30	0.63 ± 0.18
3	1.93 ± 2.17	0.76 ± 0.30	0.73 ± 0.33	0.30 ± 0.14
4	1.03 ± 0.35	0.87 ± 0.26	0.78 ± 0.33	0.32 ± 0.17
5	0.79 ± 0.23	0.86 ± 0.19	0.75 ± 0.24	0.67 ± 0.09
6	0.87 ± 0.24	0.84 ± 0.38	0.80 ± 0.21	0.67 ± 0.10
7	0.86 ± 0.31	0.98 ± 0.25	0.88 ± 0.28	0.69 ± 0.10

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 10 ซ้ำ

ค่าสัดส่วนเฉลี่ย (Mean ideal ratio score) ที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแต่ละลักษณะในแต่ละสูตรจะนำมาสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์ ในรูปแบบกราฟลักษณะของเส้นใยแมงมุม แสดงได้ดังภาพที่ 4.6.1



ภาพที่ 4.6.1 กราฟแสดงเค้าโครงผลิตภัณฑ์ของไส้กรอกผสมเนื้อและกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรคอเลสเตอรอลต่ำ ตามสูตรการทดลองเมื่อแปรผันปริมาณแป้งมันสำปะหลังและอังกัก

ตารางที่ 4.6.3, 4.6.4 และภาพที่ 4.6.1 แสดงผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกผสมเนื้อและกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรคอเลสเตอรอลต่ำ 7 สูตร ดังนี้ ค่าความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน รสเค็ม กลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องเทศ และการยอมรับรวม ของแต่ละสูตรไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ส่วนค่าสีแดง และค่าความฉ่ำน้ำของแต่ละสูตรมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าต่ำกว่าค่าในอุดมคติในด้านความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องเทศ และการยอมรับรวม แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะดังกล่าวอ่อนกว่าระดับที่ผู้บริโภคต้องการ ดังนั้นควรพัฒนาให้มีลักษณะดังกล่าวเพิ่มขึ้น และค่าสีแดง ความฉ่ำน้ำ และรสเค็ม มีค่าอยู่ระหว่างช่วงค่าอุดมคติ ดังนั้นควรพัฒนาให้มีลักษณะดังกล่าวเข้าใกล้ค่าในอุดมคติมากยิ่งขึ้น

การวิเคราะห์ค่าสีแดง และค่าความหน้ำน้ำ ของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 7 สูตร พบว่าการแปรผันปริมาณแป้งมันสำปะหลังและอังกักมีผลต่อค่าสีแดงและค่าความหน้ำน้ำ อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แสดงว่าการแปรผันปริมาณแป้งมันสำปะหลังและอังกักมีผลต่อค่าสีแดงและค่าความหน้ำน้ำของไส้กรอก

การวิเคราะห์ค่าความแน่นเนื้อ ค่าความเป็นเนื้อเดียวกัน รสเค็ม กลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องเทศ และค่าการยอมรับรวมของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 7 สูตร พบว่าการแปรผันปริมาณแป้งมันสำปะหลังและอังกักไม่มีผลต่อค่าความแน่นเนื้อ ค่าความเป็นเนื้อเดียวกัน รสเค็ม กลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องเทศ และค่าการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แสดงว่าการแปรผันปริมาณแป้งมันสำปะหลังและอังกักไม่มีผลต่อค่าความแน่นเนื้อ ค่าความเป็นเนื้อเดียวกัน รสเค็ม กลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องเทศ และค่าการยอมรับรวมของไส้กรอก

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำค่าเฉลี่ยคุณภาพทางด้านต่างๆ ไปวิเคราะห์ทางสถิติโปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert Version 6.0.2 เพื่อหาอัตราส่วนที่ดีที่สุดของปริมาณแป้งมันสำปะหลังและอังกักโดยให้ความสำคัญกับค่าคะแนนทางประสาทสัมผัส เนื่องจากสามารถพัฒนาให้เข้าใกล้ค่าในอุดมคติที่ผู้ทดสอบชิมต้องการได้ กำหนดให้โปรแกรมทางสถิติเลือกระดับปริมาณแป้งมันสำปะหลังและอังกักทั้ง 7 ที่ให้ค่าคะแนนทางประสาทสัมผัสทางด้านต่างๆที่ดีที่สุด ทั้งนี้อัตราส่วนดังกล่าวจะต้องอยู่ในข้อจำกัดที่กำหนดไว้คือปริมาณส่วนประกอบในระบบอิมัลชันที่จะทำได้ ค่าคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสเข้าใกล้ค่าในอุดมคติมากที่สุดในทุกๆ ลักษณะ หรือ คะแนนเข้าใกล้ 1.00 โดยการคำนวณทางสถิติร่วมกันในทุกลักษณะทำให้ได้ระดับปัจจัยหลักที่เหมาะสมที่สุด ดังตารางที่ 4.6.4

ตารางที่ 4.6.5 แสดงปริมาณแป้งมันสำปะหลังและอังกักที่ให้ลักษณะที่ดีที่สุดของไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอร์ลดต่ำ ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผล Design Expert Version 6.0.2

แป้งมันสำปะหลัง (กรัม)	อังกัก (กรัม)
56.67	5.51

ดังนั้นจึงทำการกำหนดระดับปริมาณแป้งมันสำปะหลังและอังกักที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอร์ลดต่ำ ที่ระดับแป้งมันสำปะหลัง 56.67 กรัม และ อังกัก 5.51 กรัม ซึ่งที่ระดับปริมาณแป้งมันสำปะหลังและอังกักดังกล่าวจะทำให้สามารถประเมินค่าคะแนนทางประสาทสัมผัสในลักษณะด้านต่างๆ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ดังกล่าวได้ดังตารางที่ 4.6.6

ตารางที่ 4.6.6 แสดงค่าสัดส่วนเฉลี่ยที่ดีที่สุดเมื่อทำการแปรผันปริมาณแป้งมันสำปะหลังและอังกักด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผล Design Expert Version 6.0.2 (Mean Ideal Ratio Score)

ลักษณะ	ค่าสัดส่วนเฉลี่ย
สีแดง	1.00
ความแน่นเนื้อ	0.74
ความเป็นเนื้อเดียวกัน	0.74
ความฉ่ำน้ำ	0.98
รสเค็ม	1.00
กลิ่นเนื้อ	0.85
กลิ่นเครื่องเทศ	0.77
การยอมรับรวม	0.56

ระดับปริมาณแป้งมันสำปะหลังและอังกักที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอร์ลดต่ำที่ระดับ แป้งมันสำปะหลัง 56.67 กรัม และ อังกัก 5.51 กรัม ซึ่งที่ปริมาณแป้งมันสำปะหลังและอังกักดังกล่าวจะทำให้ได้ค่าคะแนนทางประสาทสัมผัสในลักษณะด้านสีแดง เท่ากับ 1.00 ความแน่นเนื้อ เท่ากับ 0.74 ความเป็นเนื้อเดียวกัน 0.74 ความฉ่ำน้ำ เท่ากับ 0.98 รสเค็ม เท่ากับ 1.00 กลิ่นเนื้อ เท่ากับ 0.85, กลิ่นเครื่องเทศ เท่ากับ 0.77 และค่าการยอมรับรวม เท่ากับ 0.56 ซึ่งเป็นระดับที่มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสเข้าใกล้ค่าในอุดมคติโดยรวมทุกลักษณะสูงที่สุด

ตารางที่ 4.6.7 แสดงค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย (Mean deviation) ของค่าสัดส่วนเฉลี่ย (Mean Ideal Ratio Score) เมื่อแปรผันปริมาณแป้งมันสำปะหลังและอังกักด้วย โปรแกรมวิเคราะห์ผล Design Expert Version 6.0.2

ลักษณะ	ค่าสัดส่วนเบี่ยงเบน
สีแดง	0.00
ความแน่นเนื้อ	0.26
ความเป็นเนื้อเดียวกัน	0.26
ความฉ่ำน้ำ	0.02
รสเค็ม	0.00
กลิ่นเนื้อ	0.15
กลิ่นเครื่องเทศ	0.23
การยอมรับรวม	0.44*
ค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย	0.17**

หมายเหตุ : * คือ $|\text{Mean Ideal Ratio Score} - \text{Ideal Ratio Score}|$

** คือ ค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนของข้อมูลแต่ละตัวที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดนั้น โดยไม่คำนึงถึงทิศทางหรือเครื่องหมายของการเบี่ยงเบน

$$\text{Mean deviation} = \sum f \left| \text{Mean Ideal Ratio Score} - \text{Ideal Ratio Score} \right| / n$$

เมื่อคิดค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย เปรียบเทียบกับตอนที่ 5 ซึ่งมีค่า 0.14 พบว่าค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยมีการเพิ่มขึ้นหมายถึงว่ามีการเบี่ยงเบนออกจากค่าในอุดมคติมากขึ้นแต่มีคะแนนเข้าใกล้ค่าอุดมคติมากกว่าในตอนที่ 5 ในด้านค่าสีแดง ความฉ่ำน้ำ และรสเค็ม ลดลงจากค่า อุดมคติในด้านความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องเทศ และ การยอมรับรวมที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณการใช้อังกักที่ลดลงจาก 10 กรัมในตอนที่ 5 เป็น 5.51 กรัม ทำให้สีแดงของไส้กรอกลดลงค่าคะแนนการยอมรับด้านสีแดงที่มีเกินกว่าค่าในอุดมคติในตอนที่ 5 จึงมีค่าอยู่ที่ค่าในอุดมคติ เนื่องจากการใช้อังกักเพื่อปรับปรุงลักษณะด้านสีแดงให้อยู่ในระดับที่ผู้บริโภคให้การยอมรับเนื่องจากสีมีบทบาทต่อการเลือกซื้อและการยอมรับของผู้บริโภคสูง การเติมแต่งสีในอาหารจึงมีส่วนสำคัญในการทำให้อาหารมีลักษณะน่ารับประทานมากขึ้น (รัตนา, 2544) อังกักในการทดลองนี้จึงถูกใช้เพื่อเป็นสารเติมแต่งสีในไส้กรอก (Hessetine, 1965; อรัญและคณะ, 2531)

ตอนที่ 7 การหาปริมาณที่เหมาะสมของโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและแป้งบุก

ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและแป้งบุกที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอร์ลดต่ำ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด เนื่องจากปัจจัยที่ศึกษาคือ โปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและแป้งบุกเป็นปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสที่มีผลทำให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมเบี่ยงเบนออกจากค่าในอุดมคติ ใช้อัตราส่วนเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรที่ระดับร้อยละ 10 ของปริมาณเนื้อทั้งหมดตามการทดลองที่ได้ในตอนต้นที่ 3 และใช้แป้งบุกเป็นสารทดแทนไขมันในปริมาณ 10 กรัม ตามการทดลองที่ได้ในตอนต้นที่ 4 ใช้เนื้อทั้งหมด 500 กรัม น้ำมันดอกทานตะวัน 280 กรัม และ น้ำแข็ง 220 กรัม ตามการทดลองที่ได้ในตอนต้นที่ 5 ใช้ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง 56.67 กรัม และ ข้าวแดง 5.51 กรัม ตามการทดลองที่ได้ในตอนต้นที่ 6 วางแผนการทดลองแบบ² Factorial experiment with 3 center points วางแผนการทดลองและทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert Version 6.0.2 เพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมของโปรตีนสกัดจาก ถั่วเหลืองและแป้งบุก ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพเคมี และทางประสาทสัมผัส แสดง ดังตาราง 4.7.1, 4.7.2, 4.7.3 และ 4.7.4 ตามลำดับ

เมื่อกำหนดให้

- | | |
|-----------|--|
| สูตรที่ 1 | คือ การใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง 10 กรัม และแป้งบุก 30 กรัม |
| สูตรที่ 2 | คือ การใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง 10 กรัม และแป้งบุก 10 กรัม |
| สูตรที่ 3 | คือ การใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง 50 กรัม และแป้งบุก 30 กรัม |
| สูตรที่ 4 | คือ การใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง 50 กรัม และแป้งบุก 10 กรัม |
| สูตรที่ 5 | คือ การใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง 30 กรัม และแป้งบุก 20 กรัม |
| สูตรที่ 6 | คือ การใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง 30 กรัม และแป้งบุก 20 กรัม |
| สูตรที่ 7 | คือ การใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง 30 กรัม และแป้งบุก 20 กรัม |

ตารางที่ 4.7.1 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะทางด้านกายภาพและด้านเคมีเมื่อทำการแปรผันปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและแป้งบุก

สูตร	แรงเหวี่ยง (นิวตัน)	pH	a_w	ปริมาณน้ำ (ร้อยละ)
1	8.65 ± 0.49	6.75 ± 0.01	0.99 ± 0.00	52.49 ± 0.06
2	8.62 ± 0.23	6.73 ± 0.01	0.99 ± 0.00	53.36 ± 0.01
3	9.52 ± 0.48	6.84 ± 0.01	0.95 ± 0.00	51.31 ± 0.06
4	9.12 ± 0.55	6.86 ± 0.01	0.96 ± 0.00	53.08 ± 0.04
5	8.03 ± 0.18	6.83 ± 0.01	0.96 ± 0.00	54.23 ± 0.10
6	9.04 ± 0.08	6.82 ± 0.01	0.96 ± 0.00	54.20 ± 0.13
7	11.43 ± 0.50	6.70 ± 0.00	0.96 ± 0.00	54.15 ± 0.07

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 4 ซ้ำ

ตารางที่ 4.7.1 แสดงผลการทดสอบลักษณะด้านการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและด้านเคมีเมื่อทำการแปรผันปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและแป้งบุกของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเทอรอลต่ำ ทั้ง 7 สูตร พบว่า ค่าแรงเหวี่ยง ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ค่าความชื้น ค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) ของแต่ละสูตรไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่ค่า pH ของแต่ละสูตรมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

การวิเคราะห์ค่าแรงเหวี่ยง ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ค่าความชื้น ค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) ของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 7 สูตร พบว่าการแปรผันปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและแป้งบุกไม่มีผลต่อค่าแรงเหวี่ยง ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ค่าความชื้น ค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แสดงว่าการแปรผันปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและแป้งบุกไม่มีผลต่อค่าแรงเหวี่ยง ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ค่าความชื้น ค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) ของไส้กรอก

การวิเคราะห์ค่า pH ของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 7 สูตร พบว่าการแปรผันปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและแป้งบุกมีผลต่อค่า pH อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แสดงว่าการแปรผันปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและแป้งบุกมีผลต่อค่า pH ของไส้กรอก

ตารางที่ 4.7.2 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะทางด้านกายภาพด้านสีเมื่อทำการแปรผันปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและแป้งบุก

สูตร	ค่าสี		
	L	a	b
1	68.59 ± 0.14	12.54 ± 0.04	15.23 ± 0.02
2	69.32 ± 0.09	11.72 ± 0.02	14.85 ± 0.03
3	65.97 ± 0.02	11.94 ± 0.05	15.06 ± 0.07
4	62.79 ± 0.23	12.65 ± 0.02	15.37 ± 0.03
5	62.73 ± 0.02	13.23 ± 0.03	15.95 ± 0.02
6	63.78 ± 0.21	12.17 ± 0.09	16.16 ± 0.14
7	67.69 ± 0.17	10.32 ± 0.05	15.50 ± 0.01

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 4 ซ้ำ

การวิเคราะห์ค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และ ค่าสีเหลือง (b) ของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 7 สูตร พบว่าการแปรผันปริมาณโปรตีนสกัดจาก ถั่วเหลืองและแป้งบุกไม่มีผลต่อค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และ ค่าสีเหลือง (b) อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แสดงว่าการแปรผันปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและแป้งบุกไม่มีผลต่อค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงของค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และ ค่าสีเหลือง (b) ของไส้กรอก

ตารางที่ 4.7.3 แสดงค่าสัดส่วนเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เมื่อทำการแปรผันปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและแป้งบุก (Mean Ideal Ratio Score)

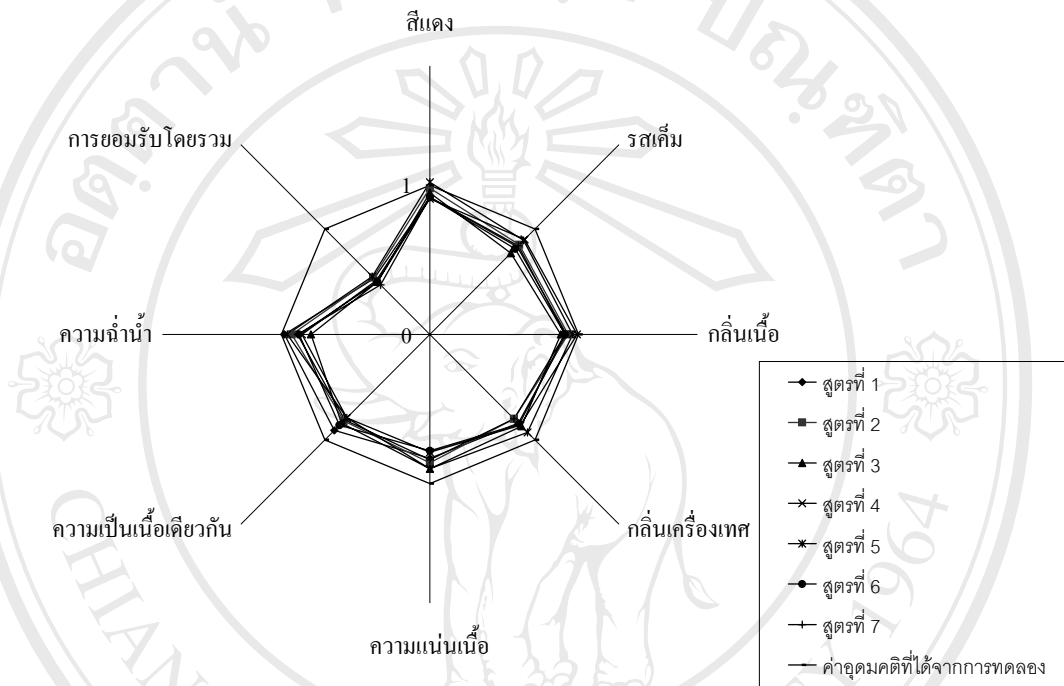
สูตร	สีแดง	ความ แน่นเนื้อ	ความเป็น เนื้อเดียวกัน	ความฉ่ำน้ำ
1	0.92 ± 0.15	0.83 ± 0.17	0.91 ± 0.11	0.98 ± 0.16
2	0.98 ± 0.15	0.86 ± 0.23	0.82 ± 0.18	0.93 ± 0.16
3	0.95 ± 0.18	0.90 ± 0.14	0.84 ± 0.12	0.80 ± 0.18
4	0.91 ± 0.15	0.79 ± 0.19	0.79 ± 0.19	0.86 ± 0.19
5	1.02 ± 0.23	0.90 ± 0.16	0.79 ± 0.19	0.96 ± 0.12
6	0.92 ± 0.15	0.78 ± 0.17	0.86 ± 0.16	0.88 ± 0.19
7	0.92 ± 0.15	0.84 ± 0.16	0.81 ± 0.21	0.89 ± 0.19

ตารางที่ 4.7.4 แสดงค่าสัดส่วนเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เมื่อทำการแปรผันปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและแป้งบุก (Mean Ideal Ratio Score) (ต่อ)

สูตร	รสเค็ม	กลิ่นเนื้อ	กลิ่น เครื่องเทศ	การยอมรับรวม
1	0.83 ± 0.15	0.92 ± 0.18	0.84 ± 0.14	0.53 ± 0.14
2	0.85 ± 0.18	0.93 ± 0.18	0.80 ± 0.22	0.54 ± 0.15
3	0.77 ± 0.22	0.88 ± 0.21	0.87 ± 0.20	0.50 ± 0.15
4	0.90 ± 0.15	0.99 ± 0.18	0.86 ± 0.19	0.51 ± 0.11
5	0.89 ± 0.15	0.96 ± 0.14	0.93 ± 0.11	0.55 ± 0.07
6	0.81 ± 0.12	0.91 ± 0.11	0.85 ± 0.17	0.50 ± 0.09
7	0.84 ± 0.16	0.91 ± 0.24	0.80 ± 0.18	0.47 ± 0.12

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 10 ซ้ำ

ค่าสัดส่วนเฉลี่ย (Mean ideal ratio score) ที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแต่ละลักษณะในสูตรต่างๆ จะถูกนำมาสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์ ในรูปแบบกราฟลักษณะของเส้นใยแมงมุม แสดงได้ดังภาพที่ 4.7.1



ภาพที่ 4.7.1 กราฟแสดงเค้าโครงผลิตภัณฑ์ของไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรคอเลสเตอร์ลดต่ำ ตามสูตรการทดลองเมื่อแปรผันปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและแป้งบุก

ตารางที่ 4.7.3, 4.7.4 และภาพที่ 4.7.1 แสดงผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรคอเลสเตอร์ลดต่ำ 7 สูตร ดังนี้ ค่าสีแดง ค่าความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน รสเค็ม กลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องเทศ และการยอมรับรวมของแต่ละสูตรไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) โดยมีค่าต่ำกว่าค่าในอุดมคติในด้านความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความฉ่ำน้ำ รสเค็ม กลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องเทศ และการยอมรับรวม แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะดังกล่าวอ่อนกว่าระดับที่ผู้บริโภคต้องการ ดังนั้นควรพัฒนาให้มีลักษณะดังกล่าวเพิ่มขึ้น ส่วนด้านสีแดง มีค่าอยู่ระหว่างช่วงค่าอุดมคติ ควรพัฒนาให้มีลักษณะดังกล่าวเข้าใกล้ค่าในอุดมคติมากยิ่งขึ้น

การวิเคราะห์ค่าสีแดง ค่าความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน รสเค็ม กลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องเทศ และการยอมรับรวมของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร

ทั้ง 7 สูตร พบว่าการแปรผันปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและแป้งบุกไม่มีผลต่อค่าสีแดง ค่าความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน รสเค็ม กลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องเทศ และการยอมรับรวม อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แสดงว่าการแปรผันปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและแป้งบุก ไม่มีผลต่อค่าสีแดง ค่าความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน รสเค็ม กลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องเทศ และการยอมรับรวมของไส้กรอก

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำค่าเฉลี่ยคุณภาพทางด้านต่างๆ ไปวิเคราะห์ทางสถิติโปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert Version 6.0.2 เพื่อหาอัตราส่วนที่ดีที่สุดของปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและ แป้งบุก โดยให้ความสำคัญกับค่าคะแนนทางประสาทสัมผัส เนื่องจากสามารถพัฒนาให้เข้าใกล้ค่าในอุดมคติที่ผู้ทดสอบชิมต้องการได้ กำหนดให้โปรแกรมทางสถิติเลือกระดับปริมาณ โปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและแป้งบุกที่ให้ค่าคะแนนทางประสาทสัมผัสทางด้านต่างๆ ที่ดีที่สุด ทั้งนี้อัตราส่วนดังกล่าวจะต้องอยู่ในข้อจำกัดที่กำหนดไว้ คือ ปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและแป้งบุกที่ทำให้ได้ค่าคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสเข้าใกล้ค่าในอุดมคติมากที่สุดในทุกๆ ลักษณะ หรือคะแนนเข้าใกล้ 1.00 โดยการคำนวณทางสถิติร่วมกันในทุกลักษณะได้ระดับปัจจัยหลักที่เหมาะสมที่สุด ดังตารางที่ 4.7.4

ตารางที่ 4.7.5 แสดงปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและแป้งบุกที่ให้ลักษณะที่ดีที่สุดของไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอรอลต่ำด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผล Design Expert Version 6.0.2

โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง (กรัม)	แป้งบุก (กรัม)
25.13	15.42

ดังนั้นจึงทำการกำหนดระดับปริมาณ โปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและแป้งบุกที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอรอลต่ำ ที่ระดับโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง 25.13 กรัม และ แป้งบุก 15.42 กรัม ซึ่งที่ระดับปริมาณ โปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและแป้งบุกดังกล่าวจะทำให้สามารถประเมินค่าคะแนนทางประสาทสัมผัสในลักษณะด้านต่างๆ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปดังกล่าวได้ ดังตารางที่ 4.6.5

ตารางที่ 4.7.6 แสดงค่าสัดส่วนเฉลี่ยที่ดีที่สุดเมื่อทำการแปรผันปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและแป้งบุกด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผล Design Expert Version 6.0.2 (Mean Ideal Ratio Score)

ลักษณะ	ค่าสัดส่วนเฉลี่ย
สีแดง	0.95
ความแน่นเนื้อ	0.83
ความเป็นเนื้อเดียวกัน	0.82
ความฉ่ำน้ำ	0.92
รสเค็ม	1.00
กลิ่นเนื้อ	0.94
กลิ่นเครื่องเทศ	0.85
การยอมรับรวม	0.51

ระดับปริมาณ โปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและแป้งบุกที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอรอลต่ำที่ระดับโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง 25.13 กรัม และแป้งบุก 15.42 กรัม ซึ่งที่ปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและแป้งบุกดังกล่าวจะทำให้ได้ค่าคะแนนทางประสาทสัมผัสในลักษณะด้านสีแดง เท่ากับ 0.95 ความแน่นเนื้อ เท่ากับ 0.84 ความเป็นเนื้อเดียวกัน 0.82 ความ ฉ่ำน้ำ เท่ากับ 0.92 รสเค็ม เท่ากับ 0.86 กลิ่นเนื้อ เท่ากับ 0.94 กลิ่นเครื่องเทศ เท่ากับ 0.85 และค่าการยอมรับรวม เท่ากับ 0.51 ซึ่งเป็นระดับที่มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสเข้าใกล้ค่าในอุดมคติโดยรวมทุกลักษณะสูงที่สุด

ตารางที่ 4.7.7 แสดงค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยของค่าสัดส่วนเฉลี่ยเมื่อแปรผันปริมาณ โปรตีนสกัด จากถั่วเหลืองและแป้งบุกด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผล Design Expert Version 6.0.2

ลักษณะ	ค่าสัดส่วนเบี่ยงเบน
สีแดง	0.05
ความแน่นเนื้อ	0.16
ความเป็นเนื้อเดียวกัน	0.18
ความฉ่ำน้ำ	0.09
รสเค็ม	0.14
กลิ่นเนื้อ	0.06
กลิ่นเครื่องเทศ	0.15
การยอมรับรวม	0.49*
ค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย	0.17**

หมายเหตุ: * คือ Mean Ideal Ratio Score – Ideal Ratio Score

** คือ ค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนของข้อมูลแต่ละตัวที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดนั้น โดยไม่คำนึงถึงทิศทางหรือเครื่องหมายของการเบี่ยงเบน

$$\text{Mean Deviation} = \sum f \left| \text{Mean Ideal Ratio Score} - \text{Ideal Ratio Score} \right| / n$$

เมื่อคิดค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยเปรียบเทียบกับตอนที่ 6 ซึ่งมีค่า 0.17 พบว่าค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยมีการลดลงหมายถึงมีการเบี่ยงเบนออกจากค่าในอุดมคติน้อยลงและมีคะแนนเข้าใกล้ค่าอุดมคติมากกว่าในตอนที่ 6 ในค่าความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องเทศ และมีค่าเท่ากับที่ค่าอุดมคติในด้านรสเค็ม และลดลงจากค่าอุดมคติในด้านสีแดง ความฉ่ำน้ำ และการยอมรับรวม ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณการใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองลดลงจาก 30 กรัมในตอนที่ 6 เป็น 25.13 กรัม และ ปริมาณการใช้แป้งบุกเพิ่มขึ้นจาก 10 กรัม ในตอนที่ 6 เป็น 15.42 กรัม ทำให้มีผลต่อสีของไส้กรอกเพราะปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองที่ลดลงทำให้มีค่าสีเหลืองลดลงค่าสีแดงมากขึ้น และความแข็งของไส้กรอกมากขึ้น (Chin, 1999) มีผลทำให้ค่าคะแนนการยอมรับรวมลดลง

ตอนที่ 8 การศึกษาอัตราเร็วที่เหมาะสมในกระบวนการสับผสม

กระบวนการสับผสมถือว่ามีความสำคัญมากต่อการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้ออิมัลชัน เนื่องจากเป็นการทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะอิมัลชันที่คงตัวเนื้อสัมผัสที่ดีมีความละเอียดสม่ำเสมอ และยืดหยุ่นดี การทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการสับผสม ประกอบด้วย 2 ปัจจัยทดลอง คือ อัตราเร็วและเวลาในการสับผสม โดยปัจจัยที่ทำการศึกษาคือ ระดับความเร็วประมาณ 1,500 รอบต่อนาทีและระดับความเร็วประมาณ 3,000 รอบต่อนาที ใช้เวลา 5 นาที ใช้อัตราส่วนเนื้อเอาระยะ 10 ของปริมาณเนื้อทั้งหมดตามการทดลองที่ได้ในตอนต้นที่ 3 และ ใช้แป้งบุกเป็นสารทดแทนไขมันในปริมาณ 10 กรัม ตามการทดลองที่ได้ในตอนต้นที่ 4 ใช้เนื้อทั้งหมด 500 กรัม น้ำมันดอกทานตะวัน 280 กรัม และ น้ำแข็ง 220 กรัม ตามการทดลองที่ได้ในตอนต้นที่ 5 ใช้ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง 56.67 กรัม และ ข้าวแดง 5.51 กรัม ตามการทดลองที่ได้ในตอนต้นที่ 6 ใช้ปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง 25.13 กรัม และ แป้งบุก 15.42 กรัม ตามการทดลองที่ได้ในตอนต้นที่ 7 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ได้สูตรจำนวน 2 สูตรโดย ระดับความเร็วที่ใช้ในกระบวนการสับผสมที่เหมาะสมจะพิจารณาจาก ค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย (Mean deviation) (พัชรีย์, 2545) ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมีและประสาทสัมผัส แสดงดังตาราง 4.8.1, 4.8.2, 4.8.3 และ 4.8.4 ตามลำดับ

เมื่อกำหนดให้

สูตรที่ 1 คือ การใช้ระดับความเร็วประมาณ 1,500 รอบต่อนาที

สูตรที่ 2 คือ การใช้ระดับความเร็วประมาณ 3,000 รอบต่อนาที

ตารางที่ 4.8.1 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะทางด้านกายภาพและด้านเคมีเมื่อทำการแปรผันระดับความเร็วในกระบวนการสับผสม

สูตร	แรงเฉือน (นิวตัน)	pH	a_w	ความชื้น (ร้อยละ)
1	8.62 ± 0.25	6.85 ± 0.01	0.96 ± 0.00	57.10 ± 0.10
2	8.76 ± 0.18	6.68 ± 0.01	0.96 ± 0.00	54.27 ± 0.03

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 4 ซ้ำ

ตารางที่ 4.8.1 แสดงผลการทดสอบลักษณะทางด้านกายภาพและด้านเคมีเมื่อทำการแปรผันระดับความเร็วในกระบวนการสับผสมของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอร์ลดต่ำ ทั้ง 2 สูตร พบว่า ค่า pH และ ค่าความชื้นของสูตรที่ 1 มีค่า สูงกว่าสูตรที่ 2 ส่วนค่าแรงเหวี่ยงของสูตรที่ 2 มีค่าสูงกว่าสูตรที่ 1 แต่ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของทั้ง 2 สูตรมีค่าเท่ากัน

ตารางที่ 4.8.2 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะด้านสีเมื่อทำการแปรผันระดับความเร็วในกระบวนการสับผสม

สูตร	ค่าสี		
	L	a	b
1	65.96 ± 0.04	12.09 ± 0.02	14.27 ± 0.03
2	68.03 ± 0.02	11.98 ± 0.03	14.75 ± 0.06

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 4 ซ้ำ

ตารางที่ 4.8.2 แสดงผลการทดสอบลักษณะทางด้านกายภาพและด้านเคมีเมื่อทำการแปรผันระดับความเร็วในกระบวนการสับผสมของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอร์ลดต่ำ ทั้ง 2 สูตร พบว่า ค่าสีแดง (a) ของสูตรที่ 1 มีค่าสูงกว่าสูตรที่ 2 ส่วนค่าความสว่าง (L) และ ค่าสีเหลือง (b) ของสูตรที่ 2 มีค่าสูงกว่าสูตรที่ 1

ตารางที่ 4.8.3 แสดงค่าสัดส่วนเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เมื่อทำการแปรผันระดับความเร็วในกระบวนการสับผสม (Mean Ideal Ratio Score)

สูตร	สีแดง	ความ แน่นเนื้อ	ความเป็น เนื้อเดียวกัน	ความฉ่ำน้ำ
1	0.98 ± 0.16	0.93 ± 0.10	0.92 ± 0.07	0.92 ± 0.09
2	1.00 ± 0.12	0.88 ± 0.15	0.90 ± 0.12	0.93 ± 0.21

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 10 ซ้ำ

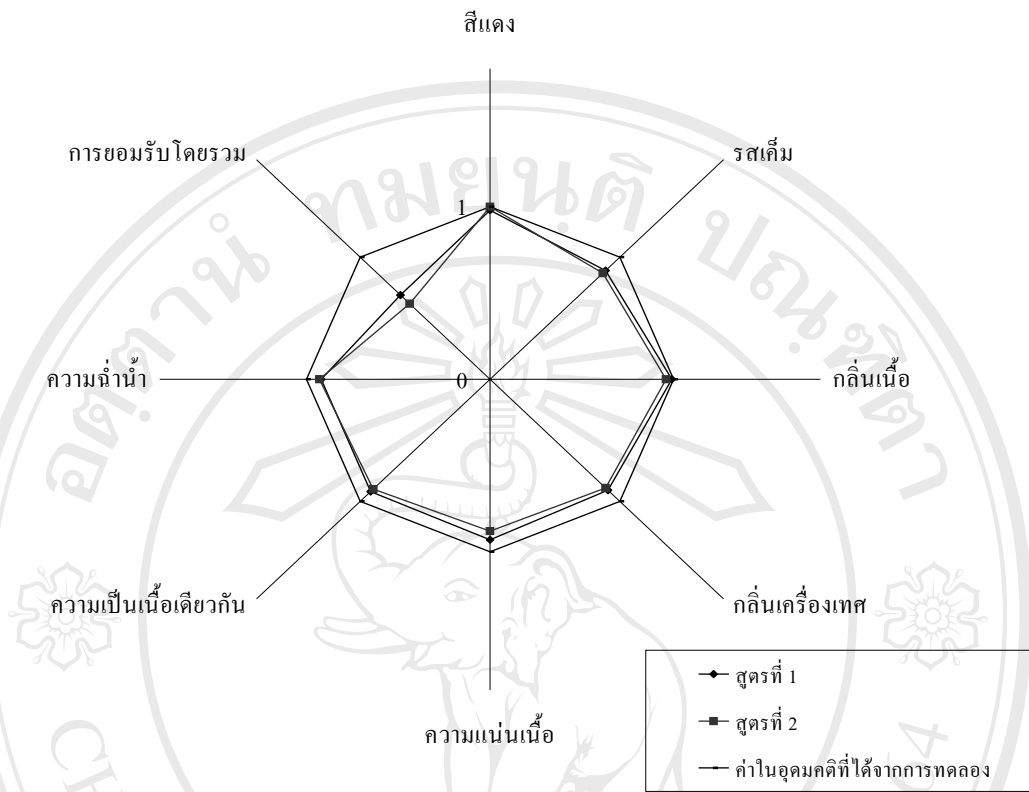
ตารางที่ 4.8.4 แสดงค่าสัดส่วนเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เมื่อทำการแปรผันระดับความเร็วในกระบวนการสับผสม (Mean Ideal Ratio Score) (ต่อ)

สูตร	รสเค็ม	กลิ่นเนื้อ	กลิ่นเครื่องเทศ	การยอมรับรวม
1	0.89 ± 0.18	0.99 ± 0.19	0.91 ± 0.11	0.69 ± 0.12
2	0.87 ± 0.23	0.96 ± 0.24	0.89 ± 0.16	0.62 ± 0.11

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 10 ซ้ำ

ตารางที่ 4.8.3 และ 4.8.4 แสดงผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ เมื่อทำการแปรผันระดับความเร็วในกระบวนการสับผสมของผลิตภัณฑ์ใส่กรอบผสมเนื้อละกระดูกลูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอร์ลดต่ำ ทั้ง 2 สูตร พบว่า ค่าความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน รสเค็ม กลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องเทศ และ การยอมรับรวม ของสูตรที่ 1 มีค่าสูงกว่าสูตรที่ 2 ส่วนค่าสีแดง และความฉ่ำน้ำของสูตรที่ 2 มีค่าสูงกว่าสูตรที่ 1

ค่าสัดส่วนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแต่ละลักษณะในสูตรต่างๆ จะถูกนำมาสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์ ในรูปแบบกราฟลักษณะของเส้นใยแมงมุม แสดงได้ดังภาพที่ 4.8.1



ภาพที่ 4.8.1 กราฟแสดงเค้าโครงผลิตภัณฑ์ของไส้กรอกผสมเนื้อและกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอร์ลดต่ำตามสูตรการทดลองเมื่อแปรผันระดับความเร็วในกระบวนการสับผสม

ตารางที่ 4.8.3, 4.8.4 และภาพที่ 4.8.1 แสดงผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกผสมเนื้อและกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอร์ลดต่ำ 2 สูตร พบว่ามีค่าต่ำกว่าค่าในอุดมคติในด้านความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความฉ่ำน้ำ รสเค็ม กลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องเทศ และการยอมรับรวม แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะดังกล่าวอ่อนกว่าระดับที่ผู้บริโภคต้องการ ดังนั้นควรพัฒนาให้มีลักษณะดังกล่าวเพิ่มขึ้น ส่วนด้านสีแดง มีค่า อยู่ระหว่างช่วงค่าอุดมคติดังนั้นควรพัฒนาให้มีลักษณะดังกล่าวเข้าใกล้ค่าในอุดมคติมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 4.8.5 แสดงค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยของค่าสัดส่วนเฉลี่ยเมื่อแปรผันระดับความเร็วในกระบวนการลับผสม

ลักษณะ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2
สีแดง	0.10	0.00
ความแน่นเนื้อ	0.07	0.14
ความเป็นเนื้อเดียวกัน	0.08	0.12
ความฉ่ำน้ำ	0.09	0.17
รสเค็ม	0.15	0.18
กลิ่นเนื้อ	0.10	0.16
กลิ่นเครื่องเทศ	0.11	0.17
การยอมรับรวม	0.31*	0.38
ค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย	0.13**	0.17

หมายเหตุ : * คือ Mean Ideal Ratio Score – Ideal Ratio Score

** คือ ค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนของข้อมูลแต่ละตัวที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดนั้น โดยไม่คำนึงถึงทิศทางหรือเครื่องหมายของการเบี่ยงเบน

$$\text{Mean Deviation} = \sum f \left| \text{Mean Ideal Ratio Score} - \text{Ideal Ratio Score} \right| / n$$

การเลือกใช้ระดับความเร็วในกระบวนการลับผสมจะทำการพิจารณาจากค่าคะแนนความชอบของผู้ทดสอบชิมในการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสเป็นหลัก สูตรที่เหมาะสมจะถูกเลือกโดยใช้ค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย (Mean deviation) เป็นตัวกำหนด ซึ่งค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยที่ต่ำที่สุดหมายถึงสูตรที่ได้นั้นมีการเบี่ยงเบนออกจากค่าในอุดมคติน้อยที่สุดหรือมีค่าเข้าใกล้ค่าในอุดมคติมากที่สุด ตารางที่ 4.8.4 จะแสดงค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกในแต่ละสูตร ซึ่งทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Ideal Ratio Profile Test ค่าโครงของผลิตภัณฑ์แสดงในภาพที่ 4.8.1 โดยสูตรที่ให้ค่า M.D. ต่ำที่สุด คือ สูตรที่มีการใช้อัตราเร็วประมาณ 1,500 รอบต่อนาที รองลงมา คือสูตรที่มีการใช้อัตราเร็วประมาณ 3,000 รอบต่อนาที จึงสรุปได้ว่าการใช้อัตราเร็วประมาณ 1,500 รอบต่อนาที เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการใช้ผลิตไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอร์ลดต่ำ เนื่องจากสูตรดังกล่าวมีค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นในแต่ละลักษณะเบี่ยงเบนออกจากค่าในอุดมคติน้อยกว่าสูตรอื่นๆ โดยมีค่าความแน่นเนื้อ ค่าความเป็นเนื้อเดียวกัน ค่าความฉ่ำน้ำ ค่ารสเค็ม ค่ากลิ่นเนื้อ ค่ากลิ่น

เครื่องเทศ และ ค่าการยอมรับรวม เข้าใกล้ค่าอุดมคติมากกว่าสูตรอื่นๆ จึงเป็นสูตรที่เหมาะสมในการนำมาปรับปรุงในขั้นต่อไป

เมื่อคิดค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย (Mean deviation) เปรียบเทียบกับตอนที่ 7 ซึ่งมีค่า 0.15 พบว่าค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยมีการลดลงหมายถึงมีการเบี่ยงเบนออกจากค่าในอุดมคติน้อยลง และมีคะแนนเข้าใกล้ค่าอุดมคติมากกว่าในตอนที่ 7 ในค่าความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่นเครื่องเทศ และ การยอมรับรวม และลดลงจากค่าอุดมคติในด้านสีแดง ความ น้ำ รสเค็ม และ กลิ่นเนื้อ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการใช้อัตราเร็วในกระบวนการสับผสมที่ลดลงจากการใช้อัตราเร็วประมาณ 3,000 รอบต่อนาที เป็นการใช้อัตราเร็วประมาณ 1,500 รอบต่อนาที เพราะอัตราเร็วในกระบวนการสับผสมที่สูงทำให้เนื้อผลิตภัณฑ์มีลักษณะนุ่ม และ ไม่แน่นเนื้อจากการที่เม็ดไขมันถูกตัดแบ่งเป็นเม็ดเล็กๆ เส้นผ่านศูนย์กลางเล็กลงผิวหน้าของเม็ดไขมันเพิ่มขึ้นมากจนสารละลายโปรตีนไม่สามารถหุ้มไว้ได้ อิมัลชันจึงไม่เกาะตัว (Pearson and Gillett, 1999) มีผลทำให้ค่าคะแนนการยอมรับรวมเพิ่มขึ้นเช่นกัน

ตอนที่ 9 ศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในกระบวนการต้ม

กระบวนการต้มจะทำให้เนื้อไก่กรอกเกิดเจลและสามารถคงรูปร่างอยู่ได้นาน อุณหภูมิและเวลาในการต้มอาจมีผลต่อลักษณะต่างๆที่สำคัญของไก่กรอก โดยปัจจัยที่ทำการศึกษาคือ อุณหภูมิ (60-90 องศาเซลเซียส) และเวลา (10-20 นาที) ใช้อัตราส่วนเนื้อและกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรที่ระดับร้อยละ 10 ของปริมาณเนื้อทั้งหมดตามการทดลองที่ได้ในตอนที่ 3 และใช้ แป้งบุกเป็นสารทดแทนไขมันในปริมาณ 10 กรัม ตามการทดลองที่ได้ในตอนที่ 4 ใช้เนื้อทั้งหมด 500 กรัม น้ำมันดอกทานตะวัน 280 กรัม และ น้ำแข็ง 220 กรัม ตามการทดลองที่ได้ในตอนที่ 5 ใช้ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง 56.67 กรัม และ ข้าวแดง 5.51 กรัม ตามการทดลองที่ได้ในตอนที่ 6 ใช้ปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง 25.13 กรัม และ แป้งบุก 15.42 กรัม ตาม การทดลองที่ได้ในตอนที่ 7 ใช้ความเร็วในกระบวนการสับผสมที่อัตราเร็วประมาณ 1,500 รอบต่อนาที ใช้เวลา 5 นาที ตามการทดลองที่ได้ในตอนที่ 8 วางแผนการทดลองแบบ 2^2 Factorial experiment with 3 center points วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert Version 6.0.2 เพื่อหาระดับของอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในกระบวนการต้ม ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัส แสดงดังตาราง 4.7.1, 4.7.2, 4.7.3 และ 4.7.4 ตามลำดับ

เมื่อกำหนดให้

- สูตรที่ 1 คือ ไส้กรอกที่ผ่านกระบวนการต้มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที
- สูตรที่ 2 คือ ไส้กรอกที่ผ่านกระบวนการต้มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที
- สูตรที่ 3 คือ ไส้กรอกที่ผ่านกระบวนการต้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที
- สูตรที่ 4 คือ ไส้กรอกที่ผ่านกระบวนการต้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที
- สูตรที่ 5 คือ ไส้กรอกที่ผ่านกระบวนการต้มที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที
- สูตรที่ 6 คือ ไส้กรอกที่ผ่านกระบวนการต้มที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที
- สูตรที่ 7 คือ ไส้กรอกที่ผ่านกระบวนการต้มที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

ตารางที่ 4.9.1 แสดงผลการวิเคราะห์ห้ลักษณะทางด้านกายภาพและด้านเคมีเมื่อใช้ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการต้มต่างกัน

สูตร	แรงเฉือน (นิวตัน)	pH	a_w	ความชื้น (ร้อยละ)
1	7.26 ± 0.23	6.81 ± 0.01	0.99 ± 0.00	57.02 ± 0.03
2	7.47 ± 0.12	6.96 ± 0.00	0.98 ± 0.00	55.98 ± 0.06
3	9.25 ± 0.14	6.95 ± 0.01	0.97 ± 0.00	57.58 ± 0.02
4	8.55 ± 0.03	6.87 ± 0.00	0.95 ± 0.00	57.36 ± 0.11
5	8.88 ± 0.14	6.86 ± 0.00	0.97 ± 0.00	56.55 ± 0.02
6	8.90 ± 0.07	6.86 ± 0.01	0.97 ± 0.00	56.57 ± 0.11
7	8.96 ± 0.15	6.86 ± 0.00	0.97 ± 0.00	56.54 ± 0.02

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 4 ซ้ำ

ตารางที่ 4.9.2 แสดงผลการวิเคราะห์ห้ลักษณะด้านสีและค่าน้ำหนัก (Cooking yield) เมื่อใช้ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการต้มต่างกัน

สูตร	ค่าน้ำหนัก (ร้อยละ)	ค่าสี		
		L	a	b
1	103.56 ± 0.30	67.71 ± 0.24	10.04 ± 0.04	14.26 ± 0.10
2	104.30 ± 0.37	67.66 ± 0.33	12.22 ± 0.78	14.82 ± 0.26
3	105.97 ± 0.69	65.17 ± 0.68	12.81 ± 0.86	15.97 ± 0.53
4	103.51 ± 0.45	64.98 ± 0.64	12.78 ± 0.40	16.49 ± 0.36
5	105.15 ± 0.49	66.52 ± 1.06	12.44 ± 0.68	14.84 ± 0.54
6	104.42 ± 0.09	65.65 ± 0.32	12.41 ± 0.24	15.42 ± 0.15
7	104.75 ± 0.76	66.41 ± 0.17	11.79 ± 0.20	14.92 ± 0.27

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 4 ซ้ำ

ตารางที่ 4.9.1 และ 4.9.2 แสดงผลการวิเคราะห์ห้ลักษณะทางด้านกายภาพและด้านเคมีเมื่อแปรผันระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการต้มของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกผสมเนื้อแกะกระดูกไก่ด้วย

เครื่องจักร คอเลสเตอร์ลดต่ำ 7 สูตร พบว่า ค่าแรงเหวี่ยง ค่าความชื้น ค่า pH และ ค่า น้ำหนัก ของแต่ละสูตรไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) ของแต่ละสูตรมีความแตกต่างอย่างมี นัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

การวิเคราะห์ค่าแรงเหวี่ยง ค่า pH และ ค่าความชื้นของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูก ไล่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 7 สูตร พบว่าการแปรผันระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการต้ม ไม่มีผล ต่อค่าแรงเหวี่ยง ค่า pH และ ค่าความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แสดงว่าการแปรผันระดับ อุณหภูมิและระยะเวลาในการต้มไม่มีผลต่อค่าแรงเหวี่ยง ค่า pH และ ค่าความชื้นของ ไส้กรอก

การวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไล่ด้วย เครื่องจักรทั้ง 7 สูตร พบว่าการแปรผันระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการต้มมีผลต่อค่าปริมาณน้ำ อิสระ (a_w) อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แสดงว่าการแปรผันระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการต้มมี ผลต่อค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของไส้กรอก

การวิเคราะห์ค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และ ค่าสีเหลือง (b) ของไส้กรอกที่ผลิตจาก เนื้อเลาะกระดูกไล่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 7 สูตร พบว่าการแปรผันระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการ ต้มมีผลต่อค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และ ค่าสีเหลือง (b) อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แสดง ว่าการแปรผันระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการต้มมีผลต่อค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และ ค่า สีเหลือง (b) ของไส้กรอก

การวิเคราะห์ ค่าน้ำหนัก ของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไล่ด้วยเครื่องจักรทั้ง 7 สูตร พบว่าการแปรผันระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการต้มไม่มีผลต่อค่าน้ำหนักอย่างมี นัยสำคัญ ($p > 0.05$) แสดงว่าการแปรผันระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการต้มไม่มีผลต่อ ค่าน้ำหนักของไส้กรอก

ตารางที่ 4.9.3 แสดงค่าสัดส่วนเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เมื่อทำการแปรผันอุณหภูมิและเวลาในการต้ม (Mean Ideal Ratio Score)

สูตร	สีแดง	ความ แน่นเนื้อ	ความเป็น เนื้อเดียวกัน	ความนุ่มนวล
1	0.56 ± 0.25	0.62 ± 0.19	0.69 ± 0.29	1.26 ± 0.22
2	0.58 ± 0.23	0.67 ± 0.25	0.68 ± 0.26	1.17 ± 0.26
3	0.83 ± 0.26	0.76 ± 0.16	0.74 ± 0.20	0.98 ± 0.24
4	0.93 ± 0.27	0.87 ± 0.11	0.75 ± 0.27	0.95 ± 0.21
5	0.94 ± 0.21	0.83 ± 0.21	0.84 ± 0.22	0.93 ± 0.24
6	0.93 ± 0.27	0.92 ± 0.15	0.98 ± 0.08	0.99 ± 0.09
7	0.94 ± 0.28	0.87 ± 0.15	0.94 ± 0.13	0.99 ± 0.16

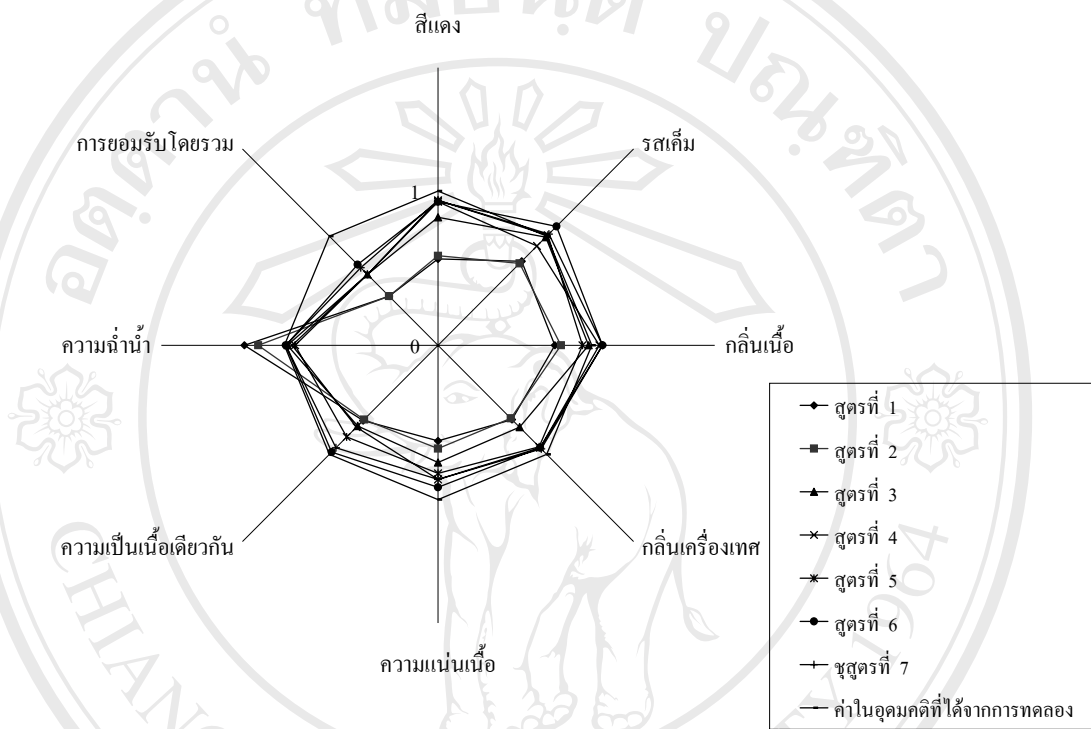
หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 10 ซ้ำ

ตารางที่ 4.9.4 แสดงค่าสัดส่วนเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เมื่อทำการแปรผันอุณหภูมิและเวลาในการต้ม (Mean Ideal Ratio Score) (ต่อ)

สิ่งทดลอง	รสเค็ม	กลิ่นเนื้อ	กลิ่น เครื่องเทศ	การยอมรับรวม
1	0.77 ± 0.25	0.76 ± 0.23	0.68 ± 0.20	0.45 ± 0.17
2	0.75 ± 0.20	0.80 ± 0.26	0.67 ± 0.25	0.45 ± 0.14
3	0.99 ± 0.24	0.98 ± 0.21	0.75 ± 0.25	0.65 ± 0.23
4	0.91 ± 0.21	1.05 ± 0.32	0.94 ± 0.33	0.65 ± 0.20
5	1.01 ± 0.24	0.94 ± 0.29	0.93 ± 0.28	0.65 ± 0.16
6	1.09 ± 0.24	1.07 ± 0.22	0.94 ± 0.26	0.74 ± 0.18
7	1.02 ± 0.18	1.07 ± 0.20	0.95 ± 0.29	0.71 ± 0.18

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 10 ซ้ำ

ค่าสัดส่วนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแต่ละลักษณะในสูตรต่างๆ จะถูกนำมาสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์ ในรูปแบบกราฟลักษณะของเส้นใยแมงมุม แสดงได้ดังภาพที่ 4.9.1



ภาพที่ 4.9.1 กราฟแสดงเค้าโครงผลิตภัณฑ์ของไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอร์ลดต่ำตามสูตรการทดลองเมื่อใช้อุณหภูมิและเวลาในการต้มต่างกัน

ตารางที่ 4.9.3, 4.9.4 และภาพที่ 4.9.1 แสดงผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอร์ลดต่ำ 7 สูตร ดังนี้ ค่าสีแดง ค่าความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความฉ่ำน้ำ รสเค็ม กลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องเทศ และการยอมรับรวมของแต่ละสูตรไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) โดยมี ค่าต่ำกว่าค่าในอุดมคติในด้านค่าสีแดง ความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่นเครื่องเทศ และการยอมรับรวม แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะดังกล่าวอ่อนกว่าระดับที่ผู้บริโภคต้องการ ดังนั้นควรพัฒนาให้มีลักษณะดังกล่าวเพิ่มขึ้น ส่วนค่าความฉ่ำน้ำ รสเค็ม และ กลิ่นเนื้อ มีค่าอยู่ระหว่างช่วงค่าอุดมคติดังนั้นควรพัฒนาให้มีลักษณะดังกล่าวเข้าใกล้ค่าในอุดมคติมากขึ้น

การวิเคราะห์ค่าสีแดง ค่าความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความฉ่ำน้ำ รสเค็ม กลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องเทศ และการยอมรับรวมของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วย

เครื่องจักรทั้ง 7 สูตร พบว่าการแปรผันระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการต้มไม่มีผลต่อค่าสีแดง ค่าความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความฉ่ำน้ำ รสเค็ม กลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องเทศ และการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แสดงว่าการแปรผันระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการต้มไม่มีผลต่อค่าสีแดง ค่าความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความฉ่ำน้ำ รสเค็ม กลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องเทศ และการยอมรับรวมของไส้กรอก

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำค่าเฉลี่ยคุณภาพทางด้านต่างๆ ไปวิเคราะห์ทางสถิติโปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert Version 6.0.2 เพื่อหาระดับของอุณหภูมิและระยะเวลาในการต้มที่ดีที่สุด โดยให้ความสำคัญกับค่าคะแนนทางประสาทสัมผัส เนื่องจากสามารถพัฒนาให้เข้าใกล้ค่าในอุดมคติที่ ผู้ทดสอบชิมต้องการได้ กำหนดให้โปรแกรมทางสถิติเลือกระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการต้มที่ให้ค่าคะแนนทางประสาทสัมผัสทางด้านต่างๆที่ดีที่สุด ทั้งนี้อัตราส่วนดังกล่าวจะต้องอยู่ในข้อจำกัดที่กำหนดไว้ คือ ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการต้มที่ทำให้ได้ค่าคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสเข้าใกล้ค่าในอุดมคติมากที่สุดในทุกๆ ลักษณะ หรือ คะแนนเข้าใกล้ 1.00 โดยการคำนวณทางสถิติร่วมกันในทุกลักษณะได้ระดับปัจจัยหลักที่เหมาะสมที่สุด ดังตารางที่ 4.7.5

ตารางที่ 4.9.5 แสดงระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการต้มที่ให้ลักษณะที่ดีที่สุดของไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอร์ลดต่ำด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผล Design Expert Version 6.0.2 (Mean Ideal Ratio Score)

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)
83.49	11.47

ดังนั้นจึงทำการกำหนดระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการต้มที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอร์ลดต่ำ ที่ระดับอุณหภูมิ 83.49 องศาเซลเซียส และ เวลาประมาณ 11.47 นาที ซึ่งที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการต้มดังกล่าวจะทำให้สามารถประเมินค่าคะแนนทางประสาทสัมผัสในลักษณะด้านต่างๆ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปดังกล่าวได้ ดังตารางที่ 4.9.5

ตารางที่ 4.9.6 แสดงค่าสัดส่วนเฉลี่ยที่ดีที่สุดเมื่อทำการแปรผันระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการต้ม ด้วยด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผล Design Expert Version 6.0.2 (Mean Ideal Ratio Score)

ลักษณะ	ค่าสัดส่วนเฉลี่ย
สีแดง	0.88
ความแน่นเนื้อ	0.81
ความเป็นเนื้อเดียวกัน	0.80
ความฉ่ำน้ำ	0.99
รสเค็ม	1.00
กลิ่นเนื้อ	1.00
กลิ่นเครื่องเทศ	0.85
การยอมรับรวม	0.67

ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการต้มที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกผสมเนื้อและกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรคอเลสเทอรอลต่ำที่ระดับอุณหภูมิ 83.49 องศาเซลเซียส และ ใช้เวลา 11.47 นาที ซึ่งที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการต้มดังกล่าวจะทำให้ได้ค่าคะแนนทางประสาทสัมผัสในลักษณะด้านสีแดง เท่ากับ 0.88 ความแน่นเนื้อ เท่ากับ 0.81 ความเป็นเนื้อเดียวกัน 0.80 ความฉ่ำน้ำ เท่ากับ 0.99 รสเค็ม เท่ากับ 1.00 กลิ่นเนื้อ เท่ากับ 1.00. กลิ่นเครื่องเทศ เท่ากับ 0.85 และค่าการยอมรับรวม เท่ากับ 0.67 ซึ่งเป็นระดับที่มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสเข้าใกล้ค่าในอุดมคติโดยรวมทุกลักษณะสูงที่สุด

ตารางที่ 4.9.7 แสดงค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยของค่าสัดส่วนเฉลี่ยเมื่อทำการแปรผันระดับอุณหภูมิ และระยะเวลาในการต้มด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผล Design Expert Version 6.0.2

ลักษณะ	ค่าสัดส่วนเบี่ยงเบน
สีแดง	0.13
ความแน่นเนื้อ	0.20
ความเป็นเนื้อเดียวกัน	0.20
ความฉ่ำน้ำ	0.00
รสเค็ม	0.00
กลิ่นเนื้อ	0.01
กลิ่นเครื่องเทศ	0.33
การยอมรับรวม	0.16*
ค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย	0.13**

หมายเหตุ : * คือ Mean Ideal Ratio Score – Ideal Ratio Score

** คือ ค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนของข้อมูลแต่ละตัวที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดนั้น โดยไม่คำนึงถึงทิศทางหรือเครื่องหมายของการเบี่ยงเบน

$$\text{Mean Deviation} = \sum f \left| \text{Mean Ideal Ratio Score} - \text{Ideal Ratio Score} \right| / n$$

เมื่อคิดค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย (Mean deviation) เปรียบเทียบกับตอนที่ 8 ซึ่งมีค่า 0.13 พบว่าค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยมีการลดลงหมายถึงมีการเบี่ยงเบนออกจากค่าในอุดมคติน้อยลงและมีคะแนนเข้าใกล้ค่าอุดมคติมากกว่าในตอนที่ 8 ในค่าความฉ่ำน้ำ รสเค็ม และ กลิ่นเนื้อ ลดลงจากค่าอุดมคติในด้านสีแดง ความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่นเครื่องเทศ และการยอมรับรวม

ตอนที่ 10 การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

ผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ผ่านการพัฒนาสูตรและกระบวนการแล้ว ทำการตรวจคุณภาพด้านต่างๆ ดังนี้ โดยเปรียบเทียบระหว่างสูตรที่ใช้ น้ำมันดอกทานตะวันและสูตรทั่วไปที่มีจำหน่ายในท้องตลาด โดยใช้อัตราส่วนเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรที่ระดับร้อยละ 10 ของปริมาณเนื้อทั้งหมดตามการทดลองที่ได้ในตอนต้นที่ 3 และใช้แป้งบุกเป็นสารทดแทนไขมันในปริมาณ 10 กรัม ตามการทดลองที่ได้ในตอนต้นที่ 4 ใช้เนื้อทั้งหมด 500 กรัม น้ำมันดอกทานตะวัน 280 กรัม และน้ำแข็ง 220 กรัม ตามการทดลองที่ได้ในตอนต้นที่ 5 ใช้ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง 56.67 กรัม และ ข้าวแดง 5.51 กรัม ตามการทดลองที่ได้ในตอนต้นที่ 6 ใช้ปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง 25.13 กรัม และ แป้งบุก 15.42 กรัม ตามการทดลองที่ได้ในตอนต้นที่ 7 ใช้ความเร็วในกระบวนการสับผสมประมาณ 1,500 รอบต่อนาที ใช้เวลา 5 นาที ตามการทดลองที่ได้ในตอนต้นที่ 8 ใช้อุณหภูมิและเวลาในกระบวนการต้มที่อุณหภูมิ 83.49 องศาเซลเซียสโดยใช้เวลา 11.47 นาที จากกระบวนการผลิตที่ได้ทำการศึกษาผ่านมาในขั้นต้น วิเคราะห์ลักษณะของผลิตภัณฑ์ด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และ ทางประสาทสัมผัสได้ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.10.1 แสดงลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

คุณภาพทางกายภาพ	ค่าที่วัดได้
ค่าแรงเหวี่ยง (นิวตัน)	9.32 ± 0.25
ค่าสี L	64.07 ± 0.06
ค่าสี a	12.58 ± 0.04
ค่าสี b	16.34 ± 0.06

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 4 ซ้ำ

ตารางที่ 4.10.2 แสดงลักษณะทางเคมีของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

คุณภาพทางเคมี	ค่าที่วัดได้
a_w	0.96 ± 0.00
pH	6.79 ± 0.01
ความชื้น (ร้อยละ)	57.66 ± 0.19
เถ้า (ร้อยละ)	2.08 ± 0.04
โปรตีน (ร้อยละ)	10.22 ± 0.12
ไขมัน (ร้อยละ)	19.97 ± 0.37
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ) (โดยการคำนวณ)	10.06 ± 0.42
เกลือ (ร้อยละ)	1.32 ± 0.00
พลังงาน (กิโลแคลอรี/100กรัม)	260.88 ± 1.34
ปริมาณไนโตรเจนที่ตกค้าง (ส่วนในล้านส่วน)	16.20
ปริมาณไนโตรเจนที่ตกค้าง (ส่วนในล้านส่วน)	51.10

คุณภาพทางเคมี	ค่าที่วัดได้	
	สูตรที่ใช้น้ำมันพืช	สูตรในท้องตลาด
คอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม/100กรัม)	27.19	43.08

คุณภาพทางเคมี	ค่าที่วัดได้	
	สูตรที่ใช้น้ำมันพืช	สูตรในท้องตลาด
แคลเซียม (มิลลิกรัม/100กรัม)	20.00	77.40

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 4 ซ้ำ

ตารางที่ 4.10.1 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะทางด้านกายภาพพบว่าไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอรอลต่ำที่ผลิตจากน้ำมันพืชที่ได้มีค่าแรงเหวี่ยง 9.32 ± 0.25 นิวตัน ค่าความสว่าง (L) 64.07 ± 0.06 ค่าสีแดง (a) 12.58 ± 0.04 และค่าสีเหลือง (b) 16.34 ± 0.06

ตารางที่ 4.10.2 การวิเคราะห์ลักษณะทางด้านเคมี พบว่าไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอรอลต่ำที่ผลิตจากน้ำมันพืชที่ได้ประกอบด้วยค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) 0.96 ± 0.00 ค่า pH 6.79 ± 0.01 ความชื้นร้อยละ 57.66 ± 0.19 ปริมาณเถ้า ร้อยละ 2.08 ± 0.04 ปริมาณโปรตีน ร้อยละ 10.22 ± 0.12 ปริมาณไขมัน ร้อยละ 19.97 ± 0.37 ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 10.06 ± 0.42 ปริมาณเกลือร้อยละ 1.32 ± 0.00 ปริมาณไนโตรเจนที่ตกค้าง 16.20 ส่วนในล้านส่วน และ ปริมาณไนโตรเจนที่ตกค้าง 51.10 ส่วนในล้านส่วน ซึ่งปริมาณไนโตรเจนที่ตกค้างไม่เกิน 500 ส่วนในล้านส่วน และ ปริมาณไนโตรเจนที่ตกค้างไม่เกิน 125 ส่วนในล้านส่วน ตามเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนดเรื่องวัตถุเจือปนอาหาร(ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 281 พ.ศ. 2547) เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณไขมันกับผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายในท้องตลาดพบว่า มีปริมาณไขมัน ร้อยละ 28.30 ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าถึงร้อยละ 8.33 แสดงว่าสูตรในการผลิตที่ใช้สามารถลดปริมาณไขมันที่ใช้ในการผลิตได้ด้วยการใช้แป้งบุกเป็นสารทดแทนไขมันในกระบวนการผลิต และการที่แป้งบุกมีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำได้ดีเกิดเป็นเจลที่มีลักษณะคงตัว (พรรรัตน์, 2545) ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นสูงและมีความหนืดมากกว่า ผลิตภัณฑ์ทั่วไปที่มีจำหน่ายในท้องตลาดซึ่งมีความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 49.79-7.87 (CondeNet, 2004)

การเปรียบเทียบระหว่างไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอรอลต่ำที่ผลิตจากน้ำมันพืช และสูตรที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ทางด้านปริมาณคอเลสเตอรอลพบว่าไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรที่ผลิตจากน้ำมันพืชมีปริมาณคอเลสเตอรอลเท่ากับ 27.19 มิลลิกรัม/100กรัม และไส้กรอกที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมีปริมาณคอเลสเตอรอลเท่ากับ 43.08 มิลลิกรัม/100กรัม ไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรที่ผลิตจากน้ำมันพืช คอเลสเตอรอลต่ำ และ ไส้กรอกที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมีปริมาณคอเลสเตอรอลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอรอลต่ำที่ผลิตจากน้ำมันพืชมีปริมาณคอเลสเตอรอลต่ำกว่าไส้กรอกที่มีจำหน่ายในท้องตลาดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณคอเลสเตอรอลจากการทดลองในตอนต้นที่ 3 และตอนที่ 5 พบว่า ปริมาณคอเลสเตอรอลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของปริมาณเนื้อสัตว์ที่ใช้ในสูตรการผลิต (เนื้อหมูและเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร) เนื่องจากคอเลสเตอรอลเป็นส่วนประกอบที่พบมากในเนื้อสัตว์ (CondeNet Inc, 2004) ไม่พบใน

น้ำมันดอกทานตะวัน น้ำแข็ง ที่เป็นส่วนประกอบหลัก หรือส่วนประกอบอื่นๆ เช่น สารทดแทนไขมัน เกลือ แป้งมันสำปะหลัง อังคัก และ เครื่องเทศ เป็นต้น อีกทั้งปริมาณคอเลสเตอรอลที่ได้จากไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรคอเลสเตอรอลต่ำนี้ยังมีค่าต่ำกว่าที่ได้จากไส้กรอกเนื้อหมูที่ใช้น้ำมันพืชในการผลิตทดแทนการใช้ไขมันสัตว์ (35.50 มิลลิกรัม/100กรัม) และที่ใช้น้ำมันสัตว์ในการผลิตที่สูตรเดียวกัน (39.00 มิลลิกรัม/100กรัม) (เรณู, 2000) ทำให้สามารถกล่าวได้ว่า ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร ตามสูตรการผลิตนี้เป็นผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่มีปริมาณคอเลสเตอรอลต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่มีจำหน่ายในท้องตลาดสามารถระบุได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่มีปริมาณคอเลสเตอรอลต่ำ เนื่องจากมีปริมาณคอเลสเตอรอลต่ำกว่า 40 มิลลิกรัม/100กรัม (FDA, 2000) เนื่องจากการใช้น้ำมันดอกทานตะวันซึ่งปราศจากคอเลสเตอรอล (CondeNet Inc, 2004) แทนการใช้ไขมันสัตว์ซึ่งมีคอเลสเตอรอลเป็นส่วนประกอบในการผลิตไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอรอลต่ำดังกล่าว ด้านปริมาณแคลเซียมพบว่า ไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรคอเลสเตอรอลต่ำมีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 20.00 มิลลิกรัม/100กรัม และไส้กรอกที่จำหน่ายในท้องตลาดมีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 77.4 มิลลิกรัม/100กรัม ปริมาณแคลเซียมที่พบในไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรต่ำกว่าที่พบในไส้กรอกที่จำหน่ายในท้องตลาดโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) การที่ไส้กรอกที่จำหน่ายในท้องตลาดมีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าอาจเกิดขึ้นเนื่องจากไส้กรอกดังกล่าวมีเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรซึ่งเป็นแหล่งของแคลเซียมปริมาณมากเนื่องจากกระบวนการผลิตเป็นการบดอัดโครงกระดูกไก่ทำให้เกิดเศษกระดูกปะปนออกมาได้เป็นองค์ประกอบในปริมาณสูงสังเกตได้จากการที่ไส้กรอกดังกล่าวมีสีค่อนข้างแดงมากเนื่องจากปริมาณเลือดที่ปะปนอยู่มากในเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรที่เกิดจากการแตกหักของกระดูกไก่ขณะเกิดการบีบอัด ซึ่งหากบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณแคลเซียมเจือปนอยู่มากติดต่อกันเป็นเวลานานอาจทำให้เกิดภาวะเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจในกระเพาะปัสสาวะได้ (พันธิพาและคณะ, 2546)

ตารางที่ 4.10.3 แสดงปริมาณจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

ปริมาณจุลินทรีย์	ค่าที่วัดได้
จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)	4.5×10^2
โคลิฟอร์ม (MPN/กรัม)	< 3
<i>E. coli</i> (MPN/กรัม)	ไม่พบ
ยีสต์และรา (โคโลนี/กรัม)	ไม่พบ
<i>Salmonella</i> (โคโลนี/กรัม)	ไม่พบ

หมายเหตุ : ค่าที่แสดงเป็นค่าที่ได้จากการทดสอบหาปริมาณจุลินทรีย์ที่ความเข้มข้นที่เหมาะสม

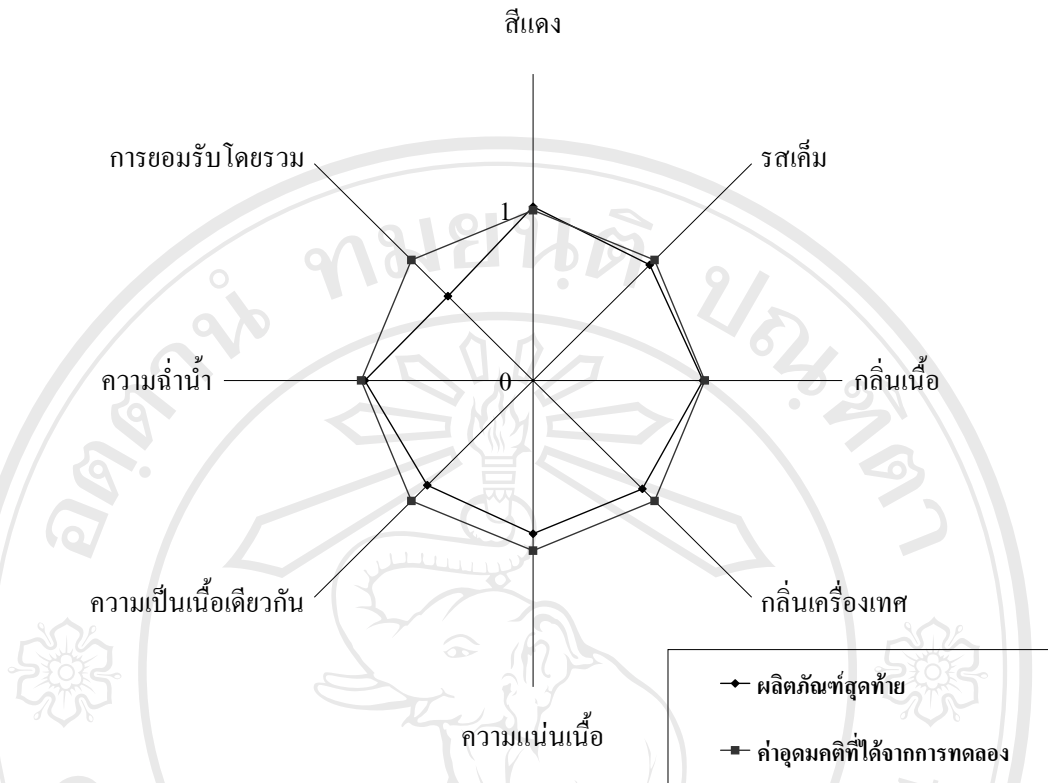
ตารางที่ 4.10.3 แสดงผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางด้านคุณภาพด้านจุลินทรีย์ซึ่งเป็นดัชนีชี้บ่งถึงความปลอดภัยของผู้บริโภคนั้น พบว่าอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะและผู้สัมผัสอาหาร โดยอาหารประเภทปรุงสุกทั่วไปตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กระทรวงสาธารณสุข (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กระทรวงสาธารณสุข, 2547) กำหนดให้สามารถมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ไม่เกิน 1×10^6 โคโลนี/กรัม ไม่พบยีสต์และรา ปริมาณโคลิฟอร์มโดยวิธี MPN น้อยกว่า 500 MPN/กรัม *E. coli* น้อยกว่า 3 MPN/กรัม และไม่พบ *Salmonella* ในตัวอย่าง 25 กรัม

ตารางที่ 4.10.4 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสัดส่วนเฉลี่ยของคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สุดท้าย (Mean Ideal Ratio Score)

ลักษณะ	ค่าสัดส่วนเฉลี่ย
สีแดง	1.02 ± 0.09
ความแน่นเนื้อ	0.90 ± 0.11
ความเป็นเนื้อเดียวกัน	0.87 ± 0.11*
ความหนึ่	0.98 ± 0.06
รสเค็ม	0.96 ± 0.104
กลิ่นเนื้อ	0.99 ± 0.17
กลิ่นเครื่องเทศ	0.90 ± 0.13
การยอมรับโดยรวม	0.70 ± 0.16*

หมายเหตุ : ค่าข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบจำนวน 10 ซ้ำ

* แสดงถึงค่าลักษณะทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบระหว่างไส้กรอกผสมเนื้อและกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรคอเลสเตอรอลต่ำที่ได้จากการทดลองและค่าในอุดมคติที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 4.10.1 กราฟแสดงเค้าโครงของผลัดกันที่สุดท้าย

ตารางที่ 4.10.4 และภาพที่ 4.10.1 แสดงเค้าโครงของผลัดกันที่สุดท้าย พบว่าค่าสัดส่วนเฉลี่ยต่างๆ ของผลัดกันที่มีค่าเข้าใกล้ค่าในอุดมคติ เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าสัดส่วนเฉลี่ยกับค่าสัดส่วนในอุดมคติในตารางที่ 4.10.4 พบว่าลักษณะด้านความเป็นเนื้อเดียวกัน และการยอมรับรวม มีค่าคะแนนต่ำกว่าค่าสัดส่วนในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนลักษณะด้านความแน่นเนื้อ ความฉ่ำน้ำ รสเค็ม กลิ่นเนื้อ และกลิ่นเครื่องเทศ มีค่าคะแนนต่ำกว่าค่าสัดส่วนในอุดมคติแต่ไม่แตกต่างกับค่าสัดส่วนในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) และค่าสีแดงมีค่าคะแนนสูงกว่าค่าสัดส่วนในอุดมคติแต่ไม่แตกต่างกับค่าสัดส่วนในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.10.5 แสดงค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยของค่าสัดส่วนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

ลักษณะ	ค่าสัดส่วนเบี่ยงเบน
สีแดง	0.02
ความแน่นเนื้อ	0.10
ความเป็นเนื้อเดียวกัน	0.13
ความฉ่ำน้ำ	0.02
รสเค็ม	0.04
กลิ่นเนื้อ	0.01
กลิ่นเครื่องเทศ	0.10
การยอมรับรวม	0.30*
ค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย	0.09**

หมายเหตุ : * คือ Mean Ideal Ratio Score – Ideal Ratio Score

** คือ ค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนของข้อมูลแต่ละตัวที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดนั้น โดยไม่คำนึงถึงทิศทางหรือเครื่องหมายของการเบี่ยงเบน

$$\text{Mean Deviation} = \sum f \left| \text{Mean Ideal Ratio Score} - \text{Ideal Ratio Score} \right| / n$$

เมื่อคิดค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย (Mean deviation) เปรียบเทียบกับการทดลองในข้างต้นพบว่าค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.09 ซึ่งมีค่าต่ำที่สุดหมายถึงมีการเบี่ยงเบนออกจากค่าในอุดมคติน้อยที่สุดและมีคะแนนเข้าใกล้ค่าอุดมคติโดยรวมมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบการทดลองที่ผ่านมาทั้งหมด และได้กรอกทั่วไปที่มีจำหน่ายในท้องตลาดซึ่งมีค่าสัดส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยเท่า 0.15 อีกทั้งไม่แตกต่างจากค่าในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ในด้านค่าสีแดง ความแน่นเนื้อ ความฉ่ำน้ำ รสเค็ม กลิ่นเนื้อ และกลิ่นเครื่องเทศ

ตอนที่ 10 สูตรและกระบวนการในการผลิตผลิตภัณฑ์สุดท้าย

ส่วนประกอบ

เนื้อหมู	450	กรัม	คิดเป็นร้อยละ	40.06
เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร	50	กรัม	คิดเป็นร้อยละ	4.45
น้ำมันดอกทานตะวัน	280	กรัม	คิดเป็นร้อยละ	24.92
น้ำแข็ง	220	กรัม	คิดเป็นร้อยละ	19.58
แป้งมันสำปะหลัง	56.67	กรัม	คิดเป็นร้อยละ	5.04
อังกัก (ข้าวแดง)	5.51	กรัม	คิดเป็นร้อยละ	0.49
เกลือ	17	กรัม	คิดเป็นร้อยละ	1.51
โซเดียมไนไตรท์	0.0215	กรัม	คิดเป็นร้อยละ	0.02
ฟอสเฟต (STPP)	3	กรัม	คิดเป็นร้อยละ	0.27
สารทดแทนไขมัน (แป้งบุก)	15.42	กรัม	คิดเป็นร้อยละ	1.37
โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง	25.13	กรัม	คิดเป็นร้อยละ	2.24
เครื่องเทศ	0.5	กรัม	คิดเป็นร้อยละ	0.04

โดยเครื่องเทศมีส่วนผสมทั้งหมด ดังนี้

พริกไทยป่น	57.14	กรัม
ลูกจันทน์ป่น	14.29	กรัม
ดอกจันทน์ป่น	5.71	กรัม
ปาปริก้าป่น	14.29	กรัม
เมล็ดผักชีป่น	5.71	กรัม
เมล็ดขี้หრაป่น	2.86	กรัม

ความเร็วที่ใช้ในกระบวนการสับผสม คือ อัตราเร็วประมาณ 1,500 รอบต่อนาที
 อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการต้ม คือ การต้มที่อุณหภูมิ 83.49 องศาเซลเซียส
 ใช้เวลา 11.47 นาที