คุณภาพการประกอบอาหารของเนื้อแพะและผลิตภัณฑ์เนื้อแพะบดเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาว

Cooking Qualities of Goat Meat and Comminuted Products Supplemented with Pork Fat and Shortening

วีระศักดิ์ สีหบุตร

Werasak Sihaboot

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Food Technology

Prince of Songkla University

2538

ว

เลขหมู่ TX556.G6 ว64 ส594 ก.2

Bib Key 84519

/ /

ชื่อวิทยานิพนธ์	คุณภาพการประกอบอาหารของเนื้อแพะและผลิตภัณฑ์เนื้อแพะบดเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาว
ผู้เขียน	นายวีระศักดิ์ สีหบุตร
สาขาวิชา	เทคโนโลยีอาหาร

คณะกรรมการที่ปรึกษา

_____ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกอร อินทราพิเชฐ)

_____กรรมการ
(ดร.สุกัญญา จันทะชุม)

คณะกรรมการสอบ

_____ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกอร อินทราพิเชฐ)

_____กรรมการ
(ดร.สุกัญญา จันทะชุม)

_____กรรมการ
(อาจารย์ก่องกาญจน์ อังสุภานิช)

_____กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

_____
(ดร.ไพรัตน์ สงวนไทร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์	คุณภาพการประกอบอาหารของเนื้อแพะ และผลิตภัณฑ์เนื้อแพะบดเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาว
ผู้เขียน	นายวีระศักดิ์ สีหบุตร
สาขาวิชา	เทคโนโลยีอาหาร
ปีการศึกษา	2537

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณภาพการประกอบอาหารของเนื้อแพะด้วยการให้ความร้อน 3 วิธี คือ การต้ม การอบ และไมโครเวฟ ศึกษาการสูญเสียน้ำหนักหลังการทำให้สุกและประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านคุณลักษณะกลิ่น ได้แก่ กลิ่นแพะ กลิ่นหญ้า กลิ่นออกซิไดซ์ คุณลักษณะกลิ่นรส ได้แก่ กลิ่นแพะ กลิ่นหญ้า กลิ่นออกซิไดซ์ กลิ่นเนื้อ กลิ่นตับ กลิ่นนม กลิ่นไหม้ กลิ่นน้ำซุป รสขม รสหวาน กลิ่นโลหะและกลิ่นกระดาษ คุณลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ความนุ่ม ความฉ่ำ และความต้องการ การสูญเสียน้ำหนักหลังสุกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) การต้มทำให้เนื้อแพะสูญเสียน้ำหนักมากกว่าการอบและไมโครเวฟ คุณลักษณะเนื้อสัมผัส คุณลักษณะกลิ่น คุณลักษณะกลิ่นรสและความต้องการแตกต่างกัน ยกเว้นกลิ่นไหม้และรสหวานมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

การผลิตไส้กรอกอิมัลชันและไส้กรอกบดเนื้อแพะ โดยใช้ไขมันหมูหรือเนยขาว ร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ความเป็นกรด-ด่างและปริมาณเกลือ ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกอิมัลชันเนื้อแพะ ด้านคุณลักษณะปรากฏ ได้แก่ สีภายนอก สีภายในและเนื้อสัมผัส คุณลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ความนุ่ม ความยืดหยุ่น ความฉ่ำ ความมันและความหยาบ คุณลักษณะกลิ่นรส ได้แก่ กลิ่นแพะ กลิ่นหญ้า กลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องปรุง กลิ่นหมู กลิ่นควัน กลิ่นหมักและกลิ่นออกซิไดซ์ และการยอมรับรวม ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกบดเนื้อแพะ ด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ความนุ่ม ความยืดหยุ่น ความฉ่ำและความมัน คุณลักษณะกลิ่นรส ได้แก่ กลิ่นแพะ กลิ่นหญ้า กลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องปรุง กลิ่นหมู กลิ่นหมักและกลิ่นออกซิไดซ์และการยอมรับรวม และประเมินการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป

/การเพิ่มระดับไขมันทำให้ผลิตภัณฑ์ทั้งสองชนิดมีปริมาณความชื้นและปริมาณโปรตีนลดลง แต่ปริมาณไขมันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) ความเป็นกรด ด่างและปริมาณเกลือไม่มีความแตกต่างกันทั้งระดับไขมันและชนิดของไขมัน/ คุณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกอิมัลชันเนื้อแพะ พบว่า คุณลักษณะปรากฏ สีภายนอก สีภายใน และเนื้อสัมผัส มีความ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้งระดับไขมันและชนิดของไขมัน คุณลักษณะเนื้อสัมผัส ความนุ่ม ความยืดหยุ่นและความหยาบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) ทั้งระดับไขมันและชนิดของไขมัน เมื่อเพิ่มระดับไขมันผลิตภัณฑ์มีความนุ่มมากขึ้น แต่ความยืดหยุ่นและความหยาบลดลง ขณะที่ความฉ่ำและความมันไม่มีความแตกต่างกัน คุณลักษณะกลิ่นรสไม่มีความแตกต่างกัน ยกเว้นกลิ่นเครื่องปรุง และกลิ่นควันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) เมื่อเพิ่มระดับไขมันผลิตภัณฑ์มีกลิ่นเครื่องปรุงและกลิ่นควันลดลง การใช้ไขมันหมูผลิตภัณฑ์มีกลิ่นเครื่องปรุงและกลิ่นควันมากกว่าการใช้เนยขาว การยอมรับรวมไม่มีความแตกต่างกัน แต่การยอมรับของผู้บริโภคมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) ปริมาณไขมันหมูที่ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับมากที่สุดในการผลิต ไส้กรอกอิมัลชันเนื้อแพะ คือ ไขมันหมูร้อยละ 35 หรือ เนยขาวร้อยละ 25

/คุณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกบดเนื้อแพะ ความนุ่ม ความยืดหยุ่นและความฉ่ำมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) ทั้งระดับไขมันและชนิดของไขมัน เมื่อเพิ่มระดับไขมันผลิตภัณฑ์มีความนุ่มและความชื้นขณะเคี้ยวมากขึ้น แต่ความยืดหยุ่นลดลง ขณะที่ความมันไม่มีความแตกต่างกัน คุณลักษณะกลิ่นรส กลิ่นแพะ กลิ่นเนื้อ กลิ่นหมู และกลิ่นออกซิไดซ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.01) กลิ่นหญ้าและกลิ่นเครื่องปรุงไม่มีความแตกต่างกันทั้งระดับไขมันและชนิดของไขมัน การยอมรับรวมและการยอมรับของผู้บริโภคมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) ปริมาณไขมันที่ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับมากที่สุดในการผลิตไส้กรอกบดเนื้อแพะ คือ ไขมันหมูร้อยละ 30 หรือเนยขาวร้อยละ 20 /

Thesis title	Cooking Qualities of Goat Meat and Comminuted Products Supplemented with Pork Fat and Shortening
Author	Mr. Werasak Sihaboot
Major Program	Food Technology
Academic year	1994

Abstract

Cooking qualities of goat meat were investigated. The goat meats were cooked by three different methods: boiled in water, broiled in conventional oven and cooked in microwave oven. Cooking losses were determined and sensory qualities were evaluated for texture, aroma and flavors of the cooked meats. Cooking losses were significantly different ($P< 0.05$). Boiling in water provided higher cooking losses than broiling and microwave cooking, respectively. With the exception of burned and sweet flavors, there were no significant differences in texture, aroma, flavors and desirability of the cooked goat meats.

Emulsion and ground goat meat sausages were produced using pork backfat or shortening at the levels of 20, 25, 30, 35 and 40 %. Chemical composition: moisture, protein, fat and salt content and pH were determined. Sensory qualities of the emulsion goat meat sausages were evaluated for visual appearance (outer color, inner color, and texture) texture by mouthfeel (tenderness, elasticity/ rubbery, juiciness, oiliness and coarseness)and flavors (goaty, grassy, meaty, seasoning, porky, smoky, cured and oxidized) and acceptability. Sensory qualities of ground goat meat sausages were evaluated for texture (tenderness, elasticity/ rubbery, and oiliness), flavors (goaty, grassy, meaty, seasoning, porky, cured, and oxidized) and acceptability. Consumer test was also performed.

For both sausage type products, increasing in fat levels resulted in decreasing moisture and protein content while fat content increased ($P<0.01$). There were no significant differences in pH and salt content neither among fat levels nor fat sources. For sensory qualities of emulsion sausages, outer color, inner color and texture were significantly different among fat levels and fat sources. Tenderness, elasticity/ rubbery and coarseness of the sausages were significantly different ($P<0.01$) among fat levels and fat sources. When fat levels increased,

tenderness increased by elasticity/ rubbery and coarseness decreased. There were no significant differences in juiciness and oiliness. With the exception of seasoning and smoky flavors and acceptability, the flavor characteristics of the sausages were not different ($P<0.01$). The sausages made with pork backfat gave more intense seasoning and smoky flavors than those made with shortening. Consumer acceptability was significantly different ($P<0.01$). Regarding to fat sources, the sausages with 30 % pork backfat and with 25 % shortening were most accepted.

For sensory qualities of ground goat meat sausages, tenderness, elasticity/ rubbery and juiciness were significantly different ($P < 0.01$) among fat levels and fat sources. Increasing in fat levels, the tenderness and moistness of the sausages increased while the elasticity/ rubbery decreased. Oiliness/ greasiness of the sausages was not differed. For flavor characteristics, goaty, meaty, porky and oxidized flavors and acceptability were significantly different ($P<0.01$) among fat levels and fat sources. There were no differences in grassy and seasoning flavors. Consumer acceptability was significantly different ($P<0.01$). Regarding to fat sources, the ground sausages with the highest acceptable scores were those with 30 % pork backfat and those with 20 % shortening.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือจากคณาจารย์หลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกอร อินทราพิเชฐ และดร.สุกัญญา จันทะชุม ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมที่กรุณาให้คำปรึกษา ข้อคิดเห็น ชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ ช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆและสนับสนุนให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีเสมอมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทั้งสองท่านไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์เพ็ญศรี จุงศิริวัฒน์ กลุ่มงานผลิตภัณฑ์ กรมปศุสัตว์ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ทำการวิจัย และช่วยเหลือในการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอก ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่กลุ่มงานผลิตภัณฑ์ กรมปศุสัตว์ และเจ้าหน้าที่ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณเพื่อนๆนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร, สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ และน้องๆ นักศึกษาปริญญาตรีสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่าน ที่ช่วยประเมินผลคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ขอขอบพระคุณพี่ผ่องพรรณ จำนงชอบ พี่ธรรมรักษ์ ละอองนวล และอาจารย์เอกรินทร์ นิ่มรัตน์สิงห์ที่ช่วยถ่ายทำสไลด์ ขอบคุณคุณอาจารี นาโค และคุณพัชรา แสงแก้วสุข ที่กรุณาพิมพ์วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อเสรี-คุณแม่ทองจันทร์ สีหบุตร พี่เปรมวดี สีหบุตร ที่ให้ความช่วยเหลือค่าใช้จ่ายในการทำการวิจัย และเป็นกำลังใจที่สำคัญยิ่งแก่ผู้วิจัยตลอดมา ขอขอบคุณเพื่อน พี่ และน้องชาวหอพักนักศึกษาอาคาร 14 และ ป้าๆอาจารย์สถาบันราชภัฏอุบลราชธานีที่เป็นกำลังใจด้วยดี และท้ายสุดนี้ขอขอบพระคุณมูลนิธิมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่กรุณาเอื้อเฟื้อเงินทุนอุดหนุนส่วนหนึ่งในการวิจัยครั้งนี้

วีระศักดิ์ สีหบุตร

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบาญ	(8)
รายการตาราง	(10)
รายการรูป	(12)
บทที่	
1. บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
วัตถุประสงค์	2
2. ตรวจเอกสาร	3
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับแพะ และเนื้อแพะ	3
ปัจจัยที่มีผลต่อความน่ารับประทานของเนื้อแพะ	11
คุณภาพการประกอบอาหารของเนื้อแพะ	14
การสูญเสียหลังการทำให้สุก	16
การเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสหลังการทำให้สุก	17
วิธีการทำให้สุก	17
การผลิตไส้กรอก	18
ชนิดและหน้าที่ของส่วนประกอบโดยทั่วไปของไส้กรอก	19
การผลิตไส้กรอกอิมัลชัน	32
การผลิต	32
การเกิดอิมัลชันในไส้กรอก	33
การเกิดสี	35

สารบาญ (ต่อ)

	หน้า
การรมควันและการทำให้สุก	35
การผลิตไส้กรอกบด	36
การเน่าเสียของไส้กรอก	36
3. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	38
วัสดุ	38
อุปกรณ์	38
วิธีการ	39
4. ผลและวิจารณ์	47
5. สรุป	88
เอกสารอ้างอิง	90
ภาคผนวก	105
ภาคผนวก ก แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	106
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี	113
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ	119
ประวัติผู้เขียน	133

รายการตาราง

ตารางที่ หน้า

1. ตัวอย่างพันธุ์แพะที่ให้ผลผลิตดีในเขตร้อน และกึ่งร้อน 5
2. ปริมาณโภชนะของเนื้อแพะในบางประเทศ 6
3. ปริมาณกรดอะมิโนของเนื้อแพะในประเทศอินเดีย 8
4. สัดส่วนของกรดไขมันในไขมันใต้ผิวหนัง ไขมันระหว่างกล้ามเนื้อและไขมันบริเวณไตของแพะพันธุ์ซูดานและแกะ 9
5. ปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส และวิตามินของเนื้อแพะ และเนื้อวัวในประเทศฟิลิปปินส์ 10
6. องค์ประกอบของสารเชื่อมที่ใช้ในไส้กรอก 29
7. สูตรส่วนผสมของไส้กรอกอิมัลชันเนื้อแพะ 42
8. สูตรส่วนผสมของไส้กรอกบดเนื้อแพะ 46
9. การสูญเสียน้ำหนักหลังการทำให้สุกของเนื้อแพะด้วยวิธีต้ม อบ และไมโครเวฟ 48
10. คะแนนเฉลี่ยคุณภาพการประกอบอาหารของเนื้อแพะด้วยวิธีต้ม อบ และไมโครเวฟ ประเมินด้วยวิธี QDA 49
11. คะแนนเฉลี่ยคุณภาพการประกอบอาหารของเนื้อแพะด้วยวิธีต้ม อบ และไมโครเวฟ ประเมินด้วยวิธี QDA 51
12. องค์ประกอบทางเคมี และทางกายภาพเฉลี่ยของไส้กรอกอิมัลชันเนื้อแพะ 54
13. คะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัสของไส้กรอกอิมัลชันเนื้อแพะ ประเมินด้วยวิธี QDA 58
14. คะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรส และการยอมรับรวมของไส้กรอกอิมัลชันเนื้อแพะ ประเมินด้วยวิธี QDA 61

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

15. คะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปของไส้กรอกอิมัลชันเนื้อแพะ ประเมินด้วยวิธี Facial hedonic scale 64
16. องค์ประกอบทางเคมี และทางกายภาพเฉลี่ยของไส้กรอกบดเนื้อแพะ 74
17. คะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมของไส้กรอกบดเนื้อแพะ ประเมินด้วยวิธี QDA 77
18. คะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นรสของไส้กรอกบดเนื้อแพะ ประเมินด้วยวิธี QDA 79
19. คะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคของไส้กรอกบดเนื้อแพะ ประเมินด้วยวิธี Facial hedonic scale 82

รายการรูป

รูปที่ **หน้า**

1. การสังเคราะห์ 4-methyloctanoic acid ในแพะ 13
2. ผลกระทบของความร้อน และระยะเวลาในการทำให้เนื้อสุก โดยใช้ตัวอย่างเนื้อโค เส้นผ่าศูนย์กลาง Core 1.27 เซนติเมตร ของกล้ามเนื้อ Semitendinosus 15
3. ปฏิกิริยาทางเคมีของเม็ดสี ตั้งแต่เนื้อสดจนถึงผลิตภัณฑ์ 24
4. การเกิดสารไนโตรซามีนจาก proline และ putrecine 27
5. การผลิตไส้กรอกอิมัลชันเนื้อแพะ 41
6. การผลิตไส้กรอกบดเนื้อแพะ 45
7. คะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นรสของเนื้อแพะที่ทำให้สุก ด้วยวิธีต้ม อบ และไมโครเวฟ 52

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

แพะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก การเลี้ยงแพะจะพบอยู่ทั่วไปในประเทศที่กำลังพัฒนาและการบริโภคเนื้อแพะมีมากที่สุดในทวีปเอเชียและอัฟริกา ในประเทศอินเดีย ปากีสถานและบังคลาเทศ มีการผลิตแพะประมาณหนึ่งในสามของการผลิตเนื้อสัตว์ชนิดอื่นๆ และการบริโภคเนื้อแพะมีมากในชุมชนที่ไม่บริโภคเนื้อหมู ได้แก่ ชาวมุสลิม และชาวยิว หรือชุมชนที่ไม่บริโภคเนื้อวัว เช่น ชาวฮินดู Devendra และ Burns (1983) รายงานว่า ความต้องการเนื้อแพะมีเกือบทุกส่วนในเขตร้อน ในประเทศซูดานและส่วนอื่นๆ ของทวีปอัฟริกา ชอบรับประทานเนื้อแพะมากกว่าเนื้อแกะ สำหรับในประเทศไทย พบว่า การเลี้ยงแพะจะมีมากบริเวณที่มีชาวไทยมุสลิมอยู่หนาแน่น จากข้อมูลของสำนักงานสถิติแห่งชาติ (2526) พบว่า ปริมาณการเลี้ยงแพะมีมากที่สุดในบริเวณภาคใต้คิดเป็นร้อยละ 87.57 รองลงมา คือ ภาคกลาง ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือคิดเป็นร้อยละ 6.68, 3.96 และ 1.78 ตามลำดับ (สมเกียรติ สายธนู, 2528) เนื่องจากได้มีการส่งเสริมการผลิตแพะในเขตจังหวัดภาคใต้มากขึ้น จึงคาดว่าในอนาคตการบริโภคเนื้อแพะและผลิตภัณฑ์เนื้อแพะจะเพิ่มขึ้นเช่นกัน

เนื้อแพะเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่ดีเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อสัตว์ชนิดอื่น ประกอบกับ แพะเป็นสัตว์ที่เลี้ยงง่าย ถ้ามีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับอาหารและวิธีการให้อาหาร วิธีการจัดการการป้องกันโรคและพยาธิ ตลอดจนการศึกษาเรื่องคุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ คุณภาพการประกอบอาหารและการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อแพะกันอย่างจริงจังแล้ว ก็น่าจะทำให้แพะกลายเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของไทยได้ เพราะมีรายงานว่า เนื้อแพะที่ผลิตได้ประมาณร้อยละ 74 มาจากประเทศในเขตร้อนและกึ่งร้อน (วินัย ประลมพ์กาญจน์, 2528)

การศึกษาวิจัยคุณภาพเนื้อแพะและการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อแพะในปัจจัยต่างๆ อาทิ คุณภาพการเก็บรักษา คุณภาพการประกอบอาหาร คุณภาพทางจุลินทรีย์ คุณภาพทางเคมีและคุณภาพทางประสาทสัมผัส ตลอดจนการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเนื้อแพะในประเทศไทยยังมีน้อยมาก อีกทั้งเนื้อแพะมีกลิ่นสาบแพะ (goaty flavor) ซึ่งมีผลต่อการยอมรับของ

ผู้บริโภค สารให้กลิ่นรสแพะคือ 4-methyloctanoic acid (hircinoic acid) ซึ่งเป็นสารที่ละลายน้ำได้และพบบริเวณเนื้อเยื่อไขมัน (Wang, *et al.*, 1975) อย่างไรก็ตามทัศนคติที่ดีและไม่ดีต่อแพะและผลผลิตจากแพะนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอกเป็นสำคัญนั่นคือ ขึ้นอยู่กับค่านิยม ความคุ้นเคยหรือความเคยชินของแต่ละคนหรือกลุ่มชน (สมเกียรติ สายธนู, 2528) เพื่อส่งเสริมการบริโภคและการใช้ประโยชน์จากเนื้อแพะให้สอดคล้องกับการส่งเสริมการผลิต แพะที่ดำเนินการโดยกรมปศุสัตว์ จึงได้มีการศึกษาคุณภาพการประกอบอาหาร (cooking quality) และการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อแพะบด โดยการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบด (ground sausage)และไส้กรอกอิมัลชัน (emulsion sausage) ซึ่งใช้ไขมันชนิดอื่น ได้แก่ ไขมันหมูและเนยขาวในสูตรส่วนผสมโดยศึกษาถึงสัดส่วนของไขมันที่จะให้ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ดีจนเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและ สามารถส่งเสริมให้มีการผลิตจำหน่ายในตลาดทั่วไปได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในท้องถิ่นภาคใต้ ซึ่งเป็นแหล่งผลิตแพะที่มากที่สุดของประเทศไทย

วัตถุประสงค์

1.เพื่อศึกษาคุณภาพการประกอบอาหารของเนื้อแพะและการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเนื้อแพะ

2.เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชันและไส้กรอกบดเนื้อแพะเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาว

3.เพื่อศึกษาระดับไขมันที่เหมาะสมสำหรับผลิตไส้กรอกเนื้อแพะ ในข้อ 2

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับแพะและเนื้อแพะ

1.1 จำนวนและการกระจายของประชากรแพะ

องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO, 1982) รายงานว่าในปี พ.ศ. 2523 จำนวนแพะทั้งหมดในโลก 468.7 ล้านตัว และผลผลิตเนื้อแพะมีปริมาณเนื้อจากแพะปริมาณทั้งสิ้น 2.049 ล้านเมตริกตัน จากจำนวนแพะทั้งหมดที่มีอยู่ในโลก ประมาณร้อยละ 95.84 กระจายอยู่ในกลุ่มประเทศที่กำลังพัฒนา โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศที่กำลังพัฒนาซึ่งอยู่ในเขตร้อนและกึ่งร้อนนั้นจะมีแพะประมาณร้อยละ 90 สำหรับประเทศที่มีแพะมากที่สุดในโลกคือ ประเทศอินเดีย ซึ่งมีแพะอยู่มากถึง 72.1 ล้านตัวหรือร้อยละ 15.38 ในประเทศไทย พบว่า การเลี้ยงแพะและการบริโภคเนื้อแพะมีอยู่ในชุมชนของชาวไทยมุสลิมเป็นส่วนใหญ่ อาจจะมีชาวไทยที่มีเชื้อชาติจีน อินเดีย ปากีสถานหรือชาวไทยพุทธเลี้ยงแพะและบริโภคเนื้อแพะอยู่บ้างแต่ก็เป็นส่วนน้อย จากการศึกษาจากข้อมูลของสำนักงานสถิติแห่งชาติ (2523และ 2526) เกี่ยวกับการกระจายของประชากรแพะและประชากรชาวไทยมุสลิมสรุปได้ว่า แห่งใดก็ตามที่มีชาวไทยมุสลิมอาศัยอยู่หนาแน่น แห่งนั้นก็จะมีจำนวนแพะอยู่มาก และแห่งใดที่มีชาวไทยมุสลิมอาศัยอยู่อย่างเบาบางจะมีจำนวนแพะน้อยด้วย ลักษณะการกระจายของประชากรแพะในประเทศไทยในปี 2521 (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2523) ซึ่งหากจะพิจารณาเฉพาะภาคใต้จะพบว่าการกระจายของประชากรแพะจะหนาแน่นมากที่สุดในเขต 5 จังหวัดชายแดนภาคใต้ (สงขลา สตูล ยะลา ปัตตานีและนราธิวาส) รองลงมาคือ เขตจังหวัดชายฝั่งตะวันตก (ระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ และตรัง) และเขตจังหวัดชายฝั่งตะวันออก (ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราชและพัทลุง) ตามลำดับ การเลี้ยงแพะทั้งหมดในภาคใต้มากกว่าร้อยละ 95 เลี้ยงโดยชาวไทยมุสลิม (เจือ สุทธิวนิช, 2526) ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการเลี้ยงเพื่อบริโภคเนื้อ

1.2 พันธุ์แพะที่เลี้ยงเพื่อการผลิตเนื้อ

Mason (1969) รายงานว่า จำนวนพันธุ์แพะทั้งหมดในโลก 74 พันธุ์ พบว่าเป็นพันธุ์ที่เลี้ยงเพื่อการให้เนื้อเพียงอย่างเดียว 16 พันธุ์ และที่เหลือเกือบทั้งหมดเป็นพันธุ์กึ่งเนื้อกึ่งนม ส่วนที่เป็นพันธุ์นมนั้นมีอยู่เพียงไม่กี่พันธุ์ แพะพันธุ์เนื้อที่สำคัญคือ พันธุ์บัวร์ (Boer)

นูเบียน (Nubian) ฟีเจียน (Fijian) และสิโรหิ (Sirohi) เป็นต้น (ตารางที่ 1) อย่างไรก็ตาม ส่วนมากแล้วเนื้อแพะที่ใช้บริโภคกันอยู่ทั่วไปมักมาจากแพะพันธุ์กึ่งแพะลูกผสมระหว่างพันธุ์นมจากยุโรปกับพันธุ์พื้นเมืองของประเทศต่างๆ เช่น ลูกผสมระหว่างพันธุ์แองโกลนูเบียน (Anglo Nubian) กับพันธุ์แกมบิงกัตจัง Kambing Katjang) ในมาเลเซีย (Devendra, 1962)

แพะที่เลี้ยงในประเทศไทยส่วนใหญ่จะเป็นแพะพันธุ์เนื้อมีขนาดเล็กและมีลักษณะอื่นๆ คล้ายแพะพันธุ์พื้นเมืองของมาเลเซียที่เรียกว่า พันธุ์แกมบิงกัตจัง แพะพันธุ์นี้มีเปอร์เซ็นต์ซากอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อเปรียบเทียบกับแพะพันธุ์อื่น และมีคุณภาพซากเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคในภูมิภาคนี้

1.3 ประเภทของเนื้อแพะ

เนื้อแพะที่ใช้บริโภคทั่วไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท (Devendra, 1983) ดังนี้

1.3.1 **เนื้อจากลูกอ่อน** (carbrito) ซึ่งเป็นเนื้อที่ได้จากลูกแพะที่มีอายุ 2-3 เดือน และมีน้ำหนักประมาณ 6-8 กิโลกรัม นิยมบริโภคในลาตินอเมริกา คาริบเบียน หลายแห่งในทวีปอัฟริกาและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

1.3.2 **เนื้อแพะรุ่น** (chevon) เป็นเนื้อจากแพะอายุ 1-2 ปีและมีน้ำหนักประมาณ 18-28 กิโลกรัม ซึ่งเนื้อที่ใช้บริโภคอยู่ทั่วไปจะเป็นเนื้อประเภทนี้ เพราะได้จากแพะที่กำลังมีอายุและน้ำหนักอยู่ระยะที่เหมาะสำหรับการฆ่าชำแหละเพื่อการบริโภค ในแง่คุณภาพของเนื้อแพะ แพะที่มีน้ำหนักประมาณ 11-15 กิโลกรัม จะให้เนื้อที่มีคุณภาพดี ซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อม Owen (1975) กล่าวว่า เนื้อแพะเมื่อถึงระยะเจริญพันธุ์แล้ว มีเปอร์เซ็นต์เนื้อมากกว่าแพะที่อายุน้อยกว่า นอกจากนั้น Smith และคณะ (1978) ได้ศึกษาคุณภาพของเนื้อแพะพันธุ์แองโกร่า (Angora) พบว่า เนื้อแพะรุ่น (อายุ 12-20 เดือน)ให้เนื้อที่มีความฉ่ำและนุ่มกว่าเนื้อจากลูกแพะอายุ 3-5 เดือน

1.3.3 **เนื้อแพะแก่** (mutton) เป็นเนื้อจากแพะอายุ 2-6 ปี ภายหลังจากการปลดระวางจากการเป็นพ่อ-แม่พันธุ์แล้ว เนื้อประเภทนี้จะค่อนข้างเหนียวและมีคุณภาพต่ำ

1.4 คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อแพะ

Devendra (1988) รายงานว่า ปริมาณน้ำในเนื้อแพะของประเทศอินเดีย มาเลเซียและฟิลิปปินส์มีประมาณร้อยละ 74.2-76.0 โปรตีนร้อยละ 20.6-22.3 และไขมันร้อยละ 0.6-2.6 เถ้าค่อนข้างเท่ากันคือร้อยละ 1.1 ส่วนแคลเซียมและฟอสฟอรัสมีความผันแปร เมื่อเทียบค่าในระหว่างประเทศ (ตารางที่ 2) Thulasi และ Ayyaluswami (1983) รายงานว่า โดยทั่วไปแล้ว

ตารางที่ 1 ตัวอย่างพันธุ์แพะที่ให้ผลผลิตดีในเขตร้อนและกึ่งร้อน

พันธุ์	ประเทศ	แหล่งกำเนิด สภาพภูมิอากาศ
แองโกล-นูเบียน (Anglo-Nubian)	อังกฤษ	อบอุ่น ฝนตกชุก
บัวร์ (Boer)	อัฟริกาใต้	กึ่งร้อน แห้งแล้ง
ฟิเจียน (Fijian)	ฟิจิ	ร้อน, ชื้น
จิมนาปารี (Jamnapari)	อินเดีย	ร้อน, กึ่งร้อน, แห้งแล้ง
มาเกา (Ma.T'ou)	จีน	ร้อน, กึ่งร้อน, ชื้น
นูเบียน (Nubian) และซาเฮล (Sahel)	ซูดาน	ร้อน, แห้ง

ที่มา: Derendra และ Mcleroy, 1982; Devendra และ Owen, 1983

ตารางที่ 2 ปริมาณโภชนะของเนื้อแพะในบางประเทศ (ร้อยละ)

ส่วนประกอบ	อินเดีย	มาเลเซีย	ฟิลิปปินส์
น้ำ	74.2	74.0	76.0
โปรตีน	21.4	20.6	22.3
ไขมัน	2.6	2.2	0.6
เถ้า	1.1	1.0	1.1
แคลเซี่ยม (มก/100 กรัม)	12.0	11.0	6.0
ฟอสฟอรัส (มก/100 กรัม)	193.0	154.0	150.0
เหล็ก (มก/100 กรัม)	2.1	0.4	0.4

ที่มา: Devendra (1988)

เนื้อแพะและเนื้อแกะมีปริมาณน้ำ โปรตีนและเถ้าใกล้เคียงกัน แต่ปริมาณไขมันในเนื้อแกะต่ำกว่าในเนื้อแพะ แม้ว่าซากแกะมีไขมันใต้ผิวหนังหนากว่าซากแพะ

1.4.1 **โปรตีน** เนื้อแพะประกอบด้วยกรดอะมิโนอาร์จินีน ลิวซีน และไอโซลิวซีนสูงกว่าเนื้อแกะ ส่วนกรดอะมิโนชนิดอื่นๆ ในเนื้อแพะมีปริมาณใกล้เคียงกับของเนื้อแกะ ดังตารางที่ 3 เนื้อสุกรประกอบด้วยกรดอะมิโนฮิสทิดีน ไลซีน เมทไธโอนีน ทรีโอนีน และวาลีนสูงกว่าในเนื้อวัว เนื้อแพะและเนื้อแกะ (Srinivasan and Moorjani, 1974)

1.4.2 **ไขมัน** ไขมันในซากแพะมีข้อได้ปรียบกว่าไขมันในซากแกะ คือ มีการสะสมของไขมันกระจายมากกว่า จึงทำให้ไขมันใต้ผิวหนังบางกว่าในซากแกะ ซากแพะมีส่วนประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัว (Polyunsaturated fatty acid) ซึ่งเป็นกรดไขมันที่เหมาะสำหรับเป็นอาหารมนุษย์มากกว่าซากแกะในซูดาน Gaili และ Ali (1985) พบว่า แพะมีแนวโน้มที่จะสะสมไขมันในร่างกาย เช่น ไขมันรวมอวัยวะภายในมากกว่าแกะ แต่แกะสะสมไขมันในซากได้มากกว่า นอกจากนั้นยังพบว่ากรดไขมันในซากแพะและแกะประกอบด้วยกรดไขมันปาล์มมิติก สเทียริกและโอลีอิกมากกว่าร้อยละ 90 (ตารางที่ 4)

1.4.3 **แร่ธาตุและวิตามิน** สำหรับปริมาณแร่ธาตุและวิตามินในเนื้อแพะนั้นได้มีการศึกษากันน้อยมาก ในประเทศฟิลิปปินส์ ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณแร่ธาตุ และวิตามินในเนื้อและอวัยวะภายในของแพะ ซึ่งพบว่า ปริมาณแคลเซียมในเนื้อแพะมีน้อยกว่าในเนื้อวัว แต่ลำไส้เล็กของแพะมีฟอสฟอรัสสูงกว่าของวัวเกือบ 5 เท่า (Abodon, *et al.*, 1980) (ตารางที่ 5) ตับ ไตและหัวใจของแพะประกอบด้วยวิตามินบี 1 มากกว่าในอวัยวะของวัวเนื้อ ตับ ปอด ไต ลำไส้ใหญ่ หัวใจและกระเพาะของแพะประกอบด้วยวิตามินบี 2 มากกว่าของวัว นอกจากนั้น ตับ ลำไส้ใหญ่และหัวใจของแพะก็ประกอบด้วยไนอะซินมากกว่าอวัยวะของวัวด้วย (Abodon, *et al.*, 1980) (ตารางที่ 5)

1.5 **ทัศนคติต่อแพะและผลผลิตจากแพะ**

สมเกียรติ สายธนู (2528) กล่าวว่า คนที่ไม่เคยเลี้ยงแพะหรือบริโภคผลผลิตจากแพะโดยทั่วไปมักจะมีทัศนคติที่ไม่ดีต่อแพะอยู่ 2 ประการคือ รังเกียจว่าแพะ (รวมทั้งผลผลิตจากแพะ) มีกลิ่นเหม็นสาบและแพะเป็นสัตว์ที่กินอาหารแบบไม่เลือก หรือเป็นสัตว์ที่กินแบบล้างโลก Smithและคณะ (1974) พบว่า จากการทดสอบความน่ากินของเนื้อแพะพันธุ์แองโกรา (Angora) เปรียบเทียบกับเนื้อสัตว์ชนิดอื่น โดยคณะกรรมการชาวอเมริกันให้ผลออกมาในลักษณะที่สนับสนุนอคติเหล่านี้ โดยสรุปว่า คะแนนความน่ากินของเนื้อแพะมีค่าน้อยกว่า

ตารางที่ 3 ปริมาณกรดอะมิโน (กรัม/16 กรัม ไนโตรเจน) ของเนื้อแพะในประเทศอินเดีย

กรดอะมิโน	เนื้อแพะ	เนื้อแกะ	เนื้อวัว	เนื้อสุกร
อาร์จินีน	7.4	6.8	6.8	7.1
ฮิสทิดีน	2.1	2.8	3.0	3.4
ไลซีน	7.5	7.9	8.1	8.7
ทริปโตเฟน	1.5	1.4	1.4	1.3
ฟีนิลอะลานีน	3.5	3.3	3.4	3.6
เมทไธโอนีน	2.7	3.1	2.9	3.4
ทรีโอนีน	4.8	4.6	4.5	5.2
ลิวซีน	8.4	7.6	7.5	8.2
ไอโซลิวซีน	5.1	4.6	4.5	5.4
วาลีน	5.4	5.5	4.9	6.0
ไทโรซีน	3.1	3.0	3.4	3.5
ซีสตีน	1.2	1.3	1.1	1.1

ที่มา: Srinivasan และ Moorjani (1974)

ตารางที่ 4 สัดส่วนของกรดไขมันในไขมันใต้ผิวหนัง ไขมันระหว่างกล้ามเนื้อ (intermuscular) และไขมันบริเวณไตของแพะพันธุ์ซูดานและแกะ

กรดไขมัน,	ไขมันใต้ผิวหนัง			ไขมันระหว่างกล้ามเนื้อ			ไขมันบริเวณไต		
	แพะ	แกะ	SE	แพะ	แกะ	SE	แพะ	แกะ	SE
เพนทาติคาโนอิก	8.3	7.7	0.5	10.7	10.9	1.8	9.9	9.6	1.2
ปาล์มมิติก	32.2	32.2	1.0	32.1	33.2	0.9	32.0	32.9	0.7
สเทียริก	28.9	30.1	1.9	28.0	28.9	0.9	27.5	28.1	0.8
โอลีอิก	28.7	28.2	0.8	28.2	27.8	0.7	28.1	27.7	0.4
ลิโนลีอิก	1.9	1.8	0.2	2.0	1.9	0.3	1.8	1.7	0.2

SE = Standard Error

ที่มา: Gaili และ Ali (1985)

ตารางที่ 5 ปริมาณแคลเซี่ยม ฟอสฟอรัส และวิตามิน (มก/100 กรัม) ของเนื้อแพะ และเนื้อวัวในประเทศฟิลิปปินส์

องค์ประกอบ	แคลเซี่ยม		ฟอสฟอรัส		วิตามินบี 1		วิตามินบี 2		ไนอะซิน	
	เนื้อแพะ	เนื้อวัว	เนื้อแพะ	เนื้อวัว	เนื้อแพะ	เนื้อวัว	เนื้อแพะ	เนื้อวัว	เนื้อแพะ	เนื้อวัว
เนื้อแดง	12	96	127	194	0.10	0.10	0.56	0.20	3.6	6.4
ตับ	17	26	172	310	0.15	0.16	2.76	0.96	10.6	5.4
ปอด	15	40	142	144	0.10	0.14	1.16	0.18	2.9	3.0
ไต	15	44	189	184	0.65	0.24	5.70	2.56	4.0	5.2
ลำไส้ใหญ่	-	13	28		0.04	0.04	0.14	0.08	0.5	0.2
ลำไส้เล็ก	20	20	886	173	0.04	0.07	0.19	0.32	0.7	1.5
หัวใจ	8	18	154	181	0.61	0.33	3.82	0.59	5.4	4.8
กระเพาะอาหาร	48	156	84	63	0.06	-	0.36	0.14	0.7	1.4

ที่มา: Abodon และคณะ(1980)

ของเนื้อแกะเนื้อวัว และเนื้อสุกร ซึ่งการที่ผลออกมาเช่นนี้ อาจเนื่องจากพันธุ์และอายุแพะที่ใช้ศึกษาก็ได้ เนื่องจากแพะพันธุ์แองโกราเป็นแพะพันธุ์ขน ไม่ใช่แพะที่เลี้ยงเพื่อการให้เนื้อเป็นหลัก Smith และคณะ (1978) กล่าวว่า การฆ่าชำแหละแพะพันธุ์นี้เมื่ออายุอ่อนกว่าหรือแก่เกินกว่า 1 ปี จะมีผลทำให้ความน่ากินลดลงมาก อย่างไรก็ตามทัศนคติที่ดีหรือไม่ดีต่อแพะและผลผลิตจากแพะนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอกอยู่มาก นั่นคือ ขึ้นอยู่กับค่านิยมความคุ้นเคยหรือความเคยชินของแต่ละกลุ่มชนด้วย

2. ปัจจัยที่มีผลต่อความน่ารับประทานของเนื้อแพะ

การทดสอบคุณค่าขั้นสุดท้ายของเนื้อสัตว์เพื่อการยอมรับของผู้บริโภค (acceptability) ว่าจะมีความนิยมหรือไม่อย่างไร การยอมรับหรือความนิยมนี้จะมีมากน้อยขึ้นอยู่กับการตอบสนองทางจิตวิทยาและความรู้สึกของผู้บริโภค ซึ่งเป็นความรู้สึกทางประสาทสัมผัสของแต่ละบุคคล ความรู้สึกทางประสาทสัมผัส ซึ่งมีผลต่อความน่ารับประทานของเนื้อแพะ สามารถพิจารณาได้จากปัจจัยต่างๆ ดังนี้

2.1 สี

สีของเนื้อเป็นปัจจัยแรกที่ทำให้ผู้บริโภคตัดสินใจยอมรับเนื้อหรือผลิตภัณฑ์ Adams และ Huffman (1972) รายงานว่าผู้บริโภคจะใช้สีของเนื้อเป็นตัวบ่งชี้ถึงความสดของเนื้อ Urbain (1952) ศึกษาพบว่า ผู้บริโภคจะยอมรับเนื้อวัวสดซึ่งให้สีแดงสด ถ้าสีของเนื้อเปลี่ยนไปจะทำให้ไม่ยอมรับ

ในเนื้อสุกและไม่ได้ผ่านการหมัก สีของเนื้อส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับธรรมชาติของเนื้อ ปริมาณของไมโอโกลบินและองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ ส่วนในเนื้อที่ผ่านการหมักสีของเนื้อเป็นสารประกอบไนตริกออกไซด์ไมโอโกลบิน (nitric oxide myoglobin) ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงสีน้อยเมื่อผ่านการทำให้สุก (Barton-Gade, *et al.*, 1988)

2.2 ความนุ่ม

จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการและผู้บริโภค พบว่า ความนุ่มเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญที่สุดสำหรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อวัว (AMSA, 1978) ความนุ่มของเนื้อสุกเป็นผลมาจากเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และการหดตัวของโปรตีน Smith และคณะ (1978) กล่าวว่า ความนุ่มในเนื้อวัวจะผันแปรตามปริมาณของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันและการหดตัวของเส้นใยโปรตีนแอกโตไมโอซิน (actomyosin) โดยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันจะเพิ่มมากขึ้นอย่างช้าๆ เมื่อสัตว์อายุมากขึ้น

2.3 ความชุ่มฉ่ำ

เนื้อที่มีความชุ่มฉ่ำดีในขณะบริโภค ส่วนใหญ่จะได้รับความนิยมสูงเพราะทำให้มีความรู้สึกว่าเนื้อนั้นอร่อย ความชุ่มฉ่ำในเนื้อสุกเป็นผลมาจากปัจจัย 2 ประการ ประการแรกคือความชุ่มฉ่ำจากน้ำเนื้อ ซึ่งจะไหลออกจากเนื้อขณะเคี้ยว แหล่งของน้ำเนื้อ คือไขมันแทรกและปริมาณน้ำที่เนื้อมีอยู่ อีกประการหนึ่งซึ่งทำให้มีความรู้สึกชุ่มฉ่ำมากขึ้น คือ น้ำลายที่ถูกกระตุ้นให้หลั่งออกมาขณะเคี้ยว (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529)

ในระหว่างการให้ความร้อนเพื่อทำให้เนื้อสุก ไขมันแทรกจะทำหน้าที่คล้ายๆ กับเป็นตัวกันไม่ให้น้ำภายในเนื้อถูกปล่อยออกมาก โดยไขมันแทรกจะละลายไปอุดช่องว่างในระหว่างเพอริไมเซียม (perimysium) ทำให้เนื้อนั้นมีความชุ่มฉ่ำภายในสูง (ชัยณรงค์ คันธพนิต,2529) บางครั้งวิธีการทำให้เนื้อสุกก็เป็นปัจจัยสำคัญต่อความชุ่มฉ่ำของเนื้อ โดยทั่วไปวิธีการให้ ความร้อนที่ทำให้น้ำในเนื้อและไขมันสูญเสียน้อย เนื้อจะมีความชุ่มฉ่ำสูง เช่น การทำให้สุก แบบสุกๆ ดิบๆ (rare) จะมีความชุ่มฉ่ำกว่าเนื้อสุกเต็มที่ (well done) การให้ความร้อนต่ำขณะอบจะมีการสูญเสียระหว่างอบน้อยและมีความชุ่มฉ่ำสูง (Cross, *et al.*, 1979; Carlin and Harrison, 1978)

2.4 รสชาติและกลิ่นรส

ในเนื้อแดงทุกชนิดจะมีกลิ่นรสของเนื้อ (meaty) ในเนื้อแพะจะมีกลิ่นเฉพาะตัวของแพะซึ่งเป็นสารที่สามารถละลายน้ำได้ และพบบริเวณเนื้อเยื่อไขมัน สารที่ให้กลิ่นรสของแพะ (mutton flavor) คือ 4-methyloctanoic acid (hircinoic acid) (Wang, *et al.*, 1975) ซึ่ง Lindsay (1985) รายงานว่า 4-methyloctanoic acid สามารถสังเคราะห์จากอะซิเตต (acetate) พรอพิโอเนต (propionate) และบิวทิเรต (butyrate) (รูปที่ 1) Patterson (1975); Sink และ Caporaso (1977); Ford และ Park (1980) กล่าวว่า ในเนื้อสัตว์จะมีกลิ่นของเนื้ออ่อนๆ เนื้อแกะที่มีอายุมากจะมีกลิ่นรุนแรงกว่าเนื้อลูกแกะ

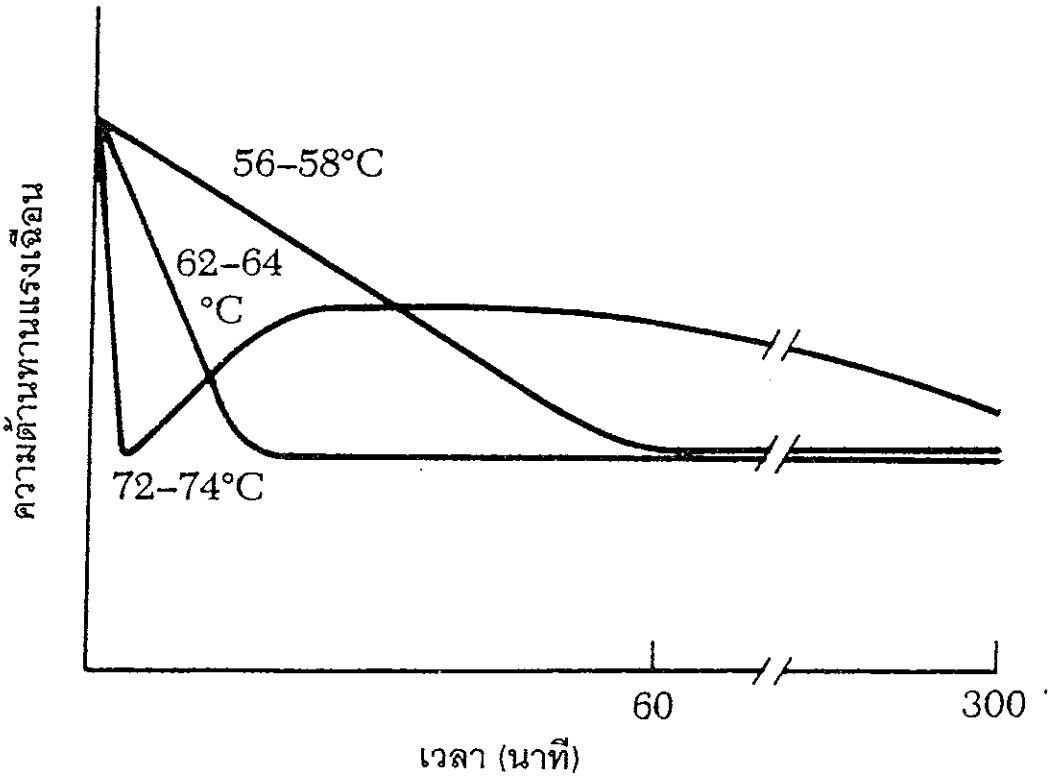
ส่วนประกอบของเนื้อที่ทำให้เกิดรสชาติ ได้แก่ สารประกอบในเนื้อ ซึ่งเมื่อได้รับความร้อนจะแปรสภาพเป็นสารประกอบให้รส กลิ่น ได้แก่ พวกอินโนซินโมโนฟอสเฟต (Inosine monophosphate, IMP) และไฮโปซานติน (Hypoxanthin) และเนื่องจากสารประกอบทั้ง 2 ชนิดนี้ เกิดจากการเปลี่ยนสภาพของ ATP ดังนั้นจึงน่าจะเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้กล้ามเนื้อที่ทำงานหนัก เช่น ขาหลัง ขาหน้า มีกลิ่นรสแรงกว่าเนื้อส่วนอื่นๆของสัตว์ (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529) นอกจากนั้น ส่วนประกอบของรสชาติของเนื้อเกิดจากส่วนที่ละลายน้ำได้ของเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ แต่รสชาติที่แตกต่างกันระหว่างชนิดของสัตว์นั้นมาจากส่วนที่ละลายได้ในไขมัน ซึ่งจะกลายเป็นสารระเหยได้เมื่อถูกความร้อน (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529)

การเปลี่ยนแปลงรสชาติและกลิ่นของเนื้อ อาจเกิดจากปัจจัยบางประการ และที่สำคัญคือ ระยะเวลา และสภาวะในการเก็บรักษาเนื้อ Bremme และคณะ (1976) กล่าวว่า การเก็บรักษาเนื้อโดยการแช่เย็นนั้นจะเกิดกลิ่นรสที่ไม่ต้องการ (off-flavor, sour odor) จากจุลินทรีย์ที่ใช้กรดอะมิโนเป็นแหล่งพลังงาน ส่วนการเก็บรักษาเนื้อโดยการแช่เยือกแข็งนั้นจะมีการเกิดกลิ่นหืนได้ โดยปฏิกิริยาทางเคมีของไขมันพบว่าที่อุณหภูมิ -10 องศาเซลเซียส สามารถเก็บเนื้อแกะให้มีคุณภาพสูงได้นาน 8 เดือน สำหรับแกะที่เลี้ยงตามทุ่งหญ้าและ 4 เดือน สำหรับแกะที่เลี้ยงโดยเสริมอาหารไขมัน

3. คุณภาพการประกอบอาหาร (Cooking quality) ของเนื้อแพะ

การทำให้เนื้อสุก คือ การทำให้เนื้อมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนสุก ซึ่งแต่ละวิธีก็จะแตกต่างกันในแง่ของอัตราความเร็ว การนำความร้อน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ ซึ่งจะให้ลักษณะสุดท้ายของเนื้อสุกที่แตกต่างกัน Forrest และคณะ (1975) พบว่า ถ้ามีการป้องกันไม่ให้อุณหภูมิภายในเนื้อสูงจนเกินไป (72 - 74 องศาเซลเซียส) ก็จะทำให้เนื้อรักษาความนุ่มไว้ได้ และไม่มีการแข็งตัวของโปรตีนเกิดขึ้น (รูปที่ 2) อุณหภูมิที่ทำให้เนื้อสุกนั้นแตกต่างกันไปตามชนิดของสัตว์ ชัยณรงค์ คันธพนิต (2529) แนะนำไว้ว่าอุณหภูมิที่ทำให้เนื้อสุกรสุกคือ 77 องศาเซลเซียส เนื้อไก่ 77-82 องศาเซลเซียส ส่วนเนื้อวัว เนื้อกระบือนั้น อาจเป็นไปตามความต้องการของผู้บริโภค เนื้อวัวนิยมทำให้สุก 3 ระดับ คือ สุกแบบสุกๆดิบๆ อุณหภูมิภายในของเนื้อ 60 องศาเซลเซียส สุกปานกลาง อุณหภูมิภายในของเนื้อ 70 องศาเซลเซียสและการทำให้เนื้อสุกเต็มที่ อุณหภูมิภายในของเนื้อ 80 องศาเซลเซียส (Cross, *et al.*, 1979) สิ่งที่จำเป็นในการทำให้เนื้อสุก ควรมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการใช้ความร้อน อุณหภูมิและการตัดแต่งเนื้อที่เหมาะสม ตลอดจนทราบลักษณะเนื้อว่ามาจากส่วนใดของซากสัตว์ ซึ่งจะทำให้เลือกวิธีการให้ความร้อนที่เหมาะสมต่อไป

คุณภาพการประกอบอาหารของเนื้อแพะ จะพิจารณาถึงคุณสมบัติของเนื้อแพะหลังจากผ่านการทำให้สุกด้วยวิธีต่างๆ ด้านการสูญเสียหลังการทำให้สุก (cooking loss) และการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสของเนื้อแพะหลังการทำให้สุก



รูปที่ 2 ผลกระทบของความร้อนและระยะเวลาในการทำให้เนื้อสุก โดยใช้ตัวอย่างเนื้อโค เส้นผ่าศูนย์กลาง Core 1.27 เซนติเมตรของกล้ามเนื้อ Semitendinosus

ที่มา: Forrest , et al., (1975)

3.1 การสูญเสียหลังการทำให้สุก

โดยปกติเมื่อกล้ามเนื้อของสัตว์ได้รับความร้อน เส้นใยจะหดตัวทั้งความยาวและความกว้าง ซาร์โคเมียร์ (sarcomere) หดตัวสั้นลง Giles (1968) พบว่า ซาร์โคเมียร์ถูกทำลายระหว่างอุณหภูมิ 50 ถึง 60 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที ซาร์โคเมียร์จะหดตัวเหลือร้อยละ 85 ของความยาวเริ่มต้น และเมื่ออุณหภูมิสูงถึง 100 องศาเซลเซียส ซาร์โคเมียร์จะหดตัวเหลือเพียงร้อยละ 60 ของความยาวเริ่มต้น Hostetler และ andmann (1968) รายงานว่า ทันทีที่เส้นใยได้รับความร้อนเส้นใยด้านกว้างจะหดตัวทันที และการหดตัวจะรวดเร็วยิ่งขึ้นที่ 45 องศาเซลเซียส และจะหดตัวเต็มที่เมื่ออุณหภูมิ 62 องศาเซลเซียส การหดตัวทางด้านกว้างนี้จะสัมพันธ์กับการสูญเสียความสามารถในการอุ้มน้ำ

3.1.1 **น้ำ** เนื้อดิบมีน้ำประมาณ 3 ส่วนต่อโปรตีน 1 ส่วน เมื่อโปรตีนหดตัว น้ำในชิ้นเนื้อจะถูกบีบออก ทำให้น้ำหนักลดลงและเนื้อแห้งขึ้น ปริมาณน้ำอิสระในโปรตีนจะสูญเสียไป ขึ้นอยู่กับอัตราที่อุณหภูมิสูงขึ้นและอุณหภูมิภายในของเนื้อ

3.1.2 **ไขมัน** การทำให้เนื้อสุก ทำให้กล้ามเนื้อมีไขมันมากขึ้น เนื่องจากเกิดการระเหยน้ำ การเพิ่มของไขมันแตกต่างกันไปตามชนิดของกล้ามเนื้อและวิธีการทำให้สุก Lowe และ Kastelire (1961) รายงานว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัดระหว่างเนื้อสดและเนื้อสุก ไขมันส่วนใหญ่จะแทรกอยู่ในคอลลาเจน (collagen) บางส่วนอยู่ระหว่างมัดเซลล์กล้ามเนื้อ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น คอลลาเจนจะเปลี่ยนจากรูปเส้นใย (fibrous form) เป็นรูปเม็ดเดี่ยว (granular form) Giles (1968) รายงานว่า คอลลาเจนบางส่วนในเนื้อวัวเริ่มเปลี่ยนสภาพที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และเปลี่ยนสภาพหมดที่ 80 องศาเซลเซียส เวลา 100 นาที Wang และคณะ (1975) รายงานว่า ไขมันที่กระจายอยู่ในเนื้อจะละลายออกตามรอยตัดหลังจากคอลลาเจนหดตัวหรือไหลออกพร้อมเจลาตินขณะปิ้งหรือย่างเนื้อ พบว่า ไขมันที่ละลายหยดลงบนเตา เป็นสาเหตุให้น้ำหนักสูญเสียไป ซึ่งปริมาณไขมันที่ละลายออกมาจะขึ้นอยู่กับชนิดของกล้ามเนื้อ ระยะเวลาในการบ่มเนื้อ อุณหภูมิและเวลาในการทำให้สุก

3.1.3 **ไนโตรเจน** การทำให้สุกมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนน้อยมาก ไนโตรเจน ส่วนใหญ่จะสูญเสียขณะน้ำไหลออกจากเนื้อ (dripping) ถ้าทำให้สุกแบบให้ความร้อนที่ปราศจากน้ำ Doty และ Pierce (1961) พบว่า หยดน้ำจากชิ้นเนื้อวัวที่ทำให้สุกโดยการย่าง (broil) ไนโตรเจนทั้งหมดร้อยละ 2.0 ถึง 2.5 ส่วนใหญ่จะเป็นสารประกอบที่ไม่ใช่โปรตีน ซึ่งรวมถึงกรดอะมิโนอิสระ

3.1.4 **คุณค่าทางอาหาร** โดยทั่วไปความร้อนไม่มีผลต่อโปรตีน แต่มีผลทำให้กรดอะมิโนเปลี่ยนไปเล็กน้อย เนื้อที่ได้รับความร้อน 121 องศาเซลเซียส เวลา 80 นาที ทำให้สูญเสียกรดอะมิโนบางชนิด เช่น เมทธิโอนีน ทริปโตเฟนและไลซีน ประมาณร้อยละ 10 และความร้อนมีผลทำให้วิตามินถูกทำลายไปบ้าง (นงลักษณ์ สุทธิวนิช, 2526)

3.2 การเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสหลังการทำให้สุก

เนื้อดิบจะมีกลิ่นรสเฉพาะของเนื้อ ซึ่งประกอบด้วยกลิ่นรสต่างๆ เช่น กลิ่นรสเนื้อ กลิ่นรสแพะ กลิ่นโลหะ (metallic) กลิ่นรสเปรี้ยว (sour) กลิ่นหืน (rancid) กลิ่นออกซิไดซ์ (oxidized) กลิ่นหญ้า (grassy)และกลิ่นกระดาษ(cardboard) เป็นต้น ซึ่งเมื่อเนื้อผ่านการทำให้สุกจะมีการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสเนื่องจากการสูญเสียของสารประกอบที่ระเหยได้ (volatile compound) หรือมีการพัฒนากลิ่นรสขึ้นมาเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมีของเนื้อเมื่อถูกความร้อน เช่น กลิ่นไหม้ (burned/brown) และกลิ่นซุปเนื้อ (brothy) เป็นต้น (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529)

จะเห็นได้ว่า การทำให้สุกจะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสไปในทางที่ต้องการและไม่เป็นที่ต้องการได้ ดังนั้นการเลือกวิธีการทำให้สุก และการใช้อุณหภูมิที่เหมาะสมจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะพัฒนาคุณภาพการประกอบอาหารของเนื้อแพะด้านกลิ่นรสของเนื้อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้ Heymann และคณะ (1990) พบว่า การอบ (roasts) เนื้อหมูที่อุณหภูมิ 76.7 องศาเซลเซียสและ 82.2 องศาเซลเซียส จะทำให้เนื้อหมูมีกลิ่นรสโลหะ (metallic flavor) น้อยกว่าการอบที่อุณหภูมิ 65.5 องศาเซลเซียสและ 71.1 องศาเซลเซียส และ Bowers และคณะ (1989) พบว่าการย่าง (braise) เนื้อลูกวัวโดยใช้อุณหภูมิสูงสามารถลดกลิ่นรสโลหะและรสเปรี้ยวลงได้

3.3 วิธีการทำให้สุก

3.3.1 **ความร้อนแห้ง** หมายถึง วิธีการทำให้สุกแบบใดก็ตามที่ทำให้บรรยากาศรอบๆก้อนเนื้อสูงขึ้น จนทำให้อุณหภูมิภายในของเนื้อสูงขึ้นและสุก ได้แก่ การอบหรือย่าง เป็นต้น การย่างส่วนมากจะเหมาะสำหรับเนื้อที่มีความนุ่มสูง เช่น กล้ามเนื้อบริเวณสันหลังหรือสันใน เนื่องจากการย่างมักใช้เวลาสั้น ความร้อนที่สูงขึ้นทำให้บริเวณผิวนอกของเนื้อ มีกลิ่นรสเฉพาะของเนื้อย่างและมีสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาของน้ำตาลและเอมีนเกิดขึ้น การอบเหมาะกับเนื้อที่มีลักษณะนุ่ม ส่วนมากจะใช้อุณหภูมิเตาอบ 150 - 175 องศาเซลเซียส (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529)

3.3.2 **ความร้อนชื้น** หมายถึง การทำให้สุกโดยการเติมน้ำด้วย เพื่อช่วยในการทำให้เนื้อนุ่ม ถ้าเนื้อนั้นเป็นส่วนที่มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันสูง การเติมน้ำเพียงเล็กน้อยจะช่วยให้คอลลาเจนเกิดการไฮโดรไลซิส (hydrolysis) และเปลี่ยนสภาพไปเป็นเจลาตินได้ วิธีการทำให้สุกวิธีนี้ ได้แก่ การ braise หรือ pot roast ซึ่งประกอบด้วยการห่อเนื้อให้มิดชิดด้วยวัสดุที่เหมาะสม เช่น อลูมิเนียมฟอยล์ แล้ววางเนื้อในถาด เติมน้ำเล็กน้อย แล้วอบที่ 95-100 องศาเซลเซียส นาน 3-4 ชั่วโมง (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529)

3.3.3 **การใช้เตาไมโครเวฟ** เป็นวิธีค่อนข้างใหม่ สามารถทำให้เนื้อสุกได้ ภายในระยะเวลาไม่กี่วินาที หลักการก็คือคลื่นไมโครเวฟที่ถูกปล่อยเข้าในเตาอบ จะทำปฏิกิริยากับน้ำในเนื้อแล้วเกิดความร้อนขึ้นและเนื่องจากคลื่นไมโครเวฟสามารถผ่านทะลุก้อนเนื้อได้ในเวลารวดเร็ว ดังนั้นเนื้อทั้งก้อนจึงสุกได้ในเวลาสั้นๆ คลื่นความถี่ที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ในสหรัฐอเมริกาคือ 915-2450 เมกะเฮริตซ์ อย่างไรก็ตาม วิธีนี้จะไม่ทำให้ผิวเนื้อเกิดสีน้ำตาล (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529)

4. การผลิตไส้กรอก

ไส้กรอกเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อที่เตรียมได้จากการบดเนื้อสัตว์กับเกลือผสมด้วยเครื่องเทศและเครื่องปรุงรสต่างๆบรรจุในถุงลักษณะกลมยาวหรือบรรจุไส้ (Henrickson, 1978) คำว่า "sausage" มีรากศัพท์มาจากคำในภาษาลาติน "salsus" หมายถึง การใส่เกลือหรือการเก็บรักษาเนื้อโดยใช้เกลือ โดยพบว่ามีการผลิตมาก่อนคริสตกาล ดังนั้นจึงจัดได้ว่าการทำไส้กรอก เป็นการถนอมอาหารที่เก่าแก่วิธีหนึ่ง (The Committee on Textbooks of the American Meat Institute, 1953) ไส้กรอกแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันไปตามลักษณะของเครื่องปรุง ชนิดของเนื้อสัตว์ ความหยาบละเอียดของเนื้อบด ในบางประเทศได้มีผู้แบ่งไส้กรอกเป็นประเภทต่างๆได้หลายระบบด้วยกัน แต่ไม่มีระบบใดที่มีความสมบูรณ์แน่นอน ซึ่ง Kramlich (1975) ได้แบ่งตามลักษณะเนื้อของไส้กรอกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. ไส้กรอกชนิดหยาบ (coarse-ground sausage) เป็นไส้กรอกที่มีลักษณะเนื้อแยกจากกันเห็นได้อย่างชัดเจน ได้จากการหมักเนื้อสัตว์ก่อนหรือไม่ก็ได้ บดผสมไขมันและ เครื่องปรุงรสทำให้แห้งโดยการผึ่งแดดหรืออาจจะรมควันก่อนก็ได้ เมื่อจะรับประทานจึงทำให้สุก ตัวอย่าง เช่น ไส้กรอกสด ไส้กรอกกึ่งแห้ง ไส้กรอกแห้ง และกุนเชียง

2. ไส้กรอกชนิดบดละเอียดเป็นอิมัลชัน (emulsion-type product) เป็นไส้กรอกที่ได้จากการหมักเนื้อสัตว์หรือไม่หมักก็ได้ จากนั้นบดผสมกับเครื่องปรุงรส และไขมันให้ละเอียดเป็นอิมัลชัน บรรจุไส้ ต้มให้สุกและอาจจะรมควันหรือไม่ก็ได้ ตัวอย่างเช่น ไส้กรอกตับ ไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์และไส้กรอกเวียนนา เป็นต้น

4.1 ชนิดและหน้าที่ของส่วนประกอบโดยทั่วไปของไส้กรอก

การผลิตไส้กรอกจัดเป็นทั้งศิลปและวิทยาศาสตร์ โดยไส้กรอกชนิดต่างๆก็มีองค์ประกอบและกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกันออกไป การเลือกองค์ประกอบต่างๆ ให้ถูกต้องและเหมาะสมเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อคุณภาพและต้นทุนการผลิตของไส้กรอก จึงควรยึดหลักพิจารณาว่า เครื่องปรุงหรือองค์ประกอบนั้นๆ มีผลต่อคุณภาพอย่างไร พิษณุ วิเชียรสรรค์ (2535); Price และ Schweigert (1973) ได้กล่าวถึงส่วนประกอบของไส้กรอกโดยทั่วไปว่าประกอบด้วย

4.1.1 **เนื้อสัตว์** เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของไส้กรอกทุกชนิด โดยทั่วไปใช้เป็นส่วนของกล้ามเนื้อลาย พบว่า คุณภาพของเนื้อสัตว์แตกต่างกันไปตามอัตราส่วนระหว่างความชื้นต่อโปรตีน อัตราส่วนระหว่างไขมันต่อเนื้อแดง ตลอดจนปริมาณของเม็ดสีในเนื้อสัตว์ ซึ่งความแตกต่างเหล่านี้ ทำให้คุณสมบัติในการเป็นสารเชื่อม (binder) ของเนื้อสัตว์แต่ละส่วนต่างกัน

Saffle (1968) กล่าวว่า เนื้อแดงจัดเป็นกล้ามเนื้อโครงสร้างที่มีความสามารถในการรวมตัวสูง (high binding meat) โดยเฉพาะเนื้อจากสัตว์ที่มีอายุมาก มีปริมาณความชื้นต่ำ สำหรับส่วนแก้มและเศษเนื้อ (trimming) มีความสามารถในการรวมตัวปานกลาง (medium binding meat) และเนื้อที่มีความสามารถในการรวมตัวต่ำ (low binding meat) เป็นพวกที่เพิ่มน้ำหนักเท่านั้น ได้แก่ เนื้อสัตว์ที่มีไขมันมาก เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อเรียบ เช่น เนื้อส่วน หัวใจ คอ และลิ้น

ในการเลือกเนื้อสัตว์ ควรเลือกเนื้อส่วนที่มีความเข้มของเม็ดสีในกล้ามเนื้อสูง ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีเข้ม นอกจากนี้คุณสมบัติทางเคมี และจุลินทรีย์ก็เป็นข้อควรคำนึงในการเลือกด้วย Youling และ Suzanne (1980) พบว่า เนื้อสัตว์ที่อยู่ในสภาพก่อนการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ (pre-rigor) จะให้ไส้กรอกที่มีคุณภาพดีกว่า ไส้กรอกที่ทำจากเนื้อสัตว์ในสภาพหลังการเกร็งตัว (post-rigor) และเนื้อสัตว์ที่อยู่ในสภาพการเกร็งตัว (rigor-mortis) จะไม่ใช้ทำ

ฝ่ายหอสมุด
คุณหญิงหลง อรรถกระวีสุนทร

ไส้กรอกเนื่องจากโปรตีนชนิดแอคติน (actin) และไมโอซิน (myosin) รวมตัวกันเป็นแอคโต-ไมโอซิน (actomyosin) ซึ่งความสามารถในการเป็นอิมัลซิฟายเออร์ (emulsifier) ต่ำ โปรตีนที่มีอยู่ในเนื้อแดง มีส่วนสำคัญในการช่วยรักษาให้อิมัลชันมีความคงตัวในระหว่างการผลิต โดยโปรตีนทำหน้าที่ 2 ประการ คือ รวมตัวกับไขมันและรวมตัวกับน้ำ

หน้าที่ของเนื้อสัตว์ในการทำไส้กรอกมีดังนี้คือ (พิษณุ วิเชียรสรรค์, 2535)

1. ให้คุณค่าทางอาหาร โดยเฉลี่ยแล้ว เนื้อสัตว์จะมีโปรตีนประมาณร้อยละ 18-20 และเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพสูง เนื่องจากประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายครบถ้วน

2. ให้ลักษณะเนื้อสัมผัส เนื่องจากโปรตีนจะจับเป็นก้อน (coagulate) เมื่อถูกความร้อนเป็นลักษณะกึ่งแข็ง (semi-rigid) และโปรตีนจะทำหน้าที่ห่อหุ้มไขมัน และตรึงน้ำในส่วนผสมไม่ให้แยกออกจากกันทั้งก่อนและหลังการให้ความร้อน ซึ่งเป็นลักษณะเนื้อที่สำคัญของไส้กรอกบางชนิด

4.1.2 **น้ำ** น้ำเป็นส่วนที่สำคัญอย่างยิ่งที่ต้องเติมในส่วนผสมของไส้กรอก ยกเว้นไส้กรอกหมักเปรี้ยว โดยทั่วไปไส้กรอกมีความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 45-55 ของน้ำหนักทั้งหมด ซึ่งส่วนใหญ่ความชื้นได้จากการใส่น้ำแข็งในระหว่างการผลิต จุดประสงค์ของการใส่น้ำแข็งเพื่อช่วยลดอุณหภูมิ ทำให้เนื้ออ่อนตัว สกัดโปรตีนแอคตินและไมโอซินได้ดีและป้องกันการแตกตัวของอิมัลชัน เพราะขณะสับเนื้อหากอุณหภูมิสูงกว่า 16 องศาเซลเซียส จะทำให้อิมัลชัน เกิดการแตกตัว ทำให้น้ำแยกตัวออกจากไขมัน (Price and Schweigert, 1973) อีกทั้งน้ำยังทำหน้าที่กระจายองค์ประกอบต่างๆให้ทั่วถึงและน้ำจะช่วยทดแทนการสูญเสียน้ำระหว่างการผลิตเติมน้ำร้อยละ 3 สำหรับไส้กรอกรมควันอาจเติมน้ำได้สูงถึงร้อยละ 20-30 Swift และ Hankins (1954) แนะนำการเติมน้ำแข็งในไส้กรอก โดยหาความแตกต่างระหว่างความชื้นทั้งหมด (W) และปริมาณโปรตีน (P) ดังนี้

$$\text{น้ำแข็งที่เติม} = \frac{W - 4P}{(0.01)W + (0.04)P}$$

4.1.3 **ไขมัน** ไขมันได้จากทั้งพืชและสัตว์ สัดส่วนของเนื้อต่อไขมันใช้ได้ตั้งแต่ 70:30, 60:40 หรือ 50:50 ขึ้นอยู่กับเครื่องมือในการผลิต เทคนิคการผลิต ตลอดจนการเลือก ส่วนผสมในไส้กรอก พิษณุ วิเชียรสรรค์ (2535) กล่าวว่า การทำไส้กรอกควรเลือกใช้มันแข็ง (back fat) เท่านั้น เนื่องจากมีจุดหลอมเหลวสูง การผลิต

ไส้กรอกจะต้องควบคุมให้มีการหลอมเหลวของไขมันในส่วนผสมให้น้อยที่สุด เพื่อหลีกเลี่ยงการเยิ้ม หรือซึมออกมาของไขมันจากไส้กรอก ซึ่งถือว่าเป็นตำหนิของผลิตภัณฑ์ การทำไส้กรอกนั้นส่วนใหญ่จะใช้ไขมันจากสัตว์ ยกเว้นประเทศในแถบตะวันออกกลางที่นับถือศาสนาอิสลามจะใช้น้ำมันพืช ซึ่งใช้ได้หลายชนิด ยกเว้นน้ำมันละหุ่ง เพราะมีหมู่ไฮดรอกซีอิสระ (hydroxy radical) มาก ซึ่งมีผลทำให้เกิดอิมัลชันน้อยและมีความหนืดน้อยกว่าไขมันอื่นๆ (Christian and Saffle, 1967) ไขมันมีหน้าที่ดังนี้ (พิษณุ วิเชียรสรรค์, 2535)

1. เป็นตัวทำให้เกิดความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ และรสชาติ
2. ทำให้ไส้กรอกมีสีดีขึ้น ไม่เข้มคล้ำเหมือนเนื้อบดล้วนๆ
3. เป็นแหล่งของพลังงานที่สำคัญ

4.1.4 เกลือ เป็นส่วนประกอบสำคัญในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก โดยมีหน้าที่เป็นตัวให้รสชาติ ช่วยสกัดโปรตีนในกล้ามเนื้อ เพื่อทำหน้าที่ประสานให้ไขมันและน้ำไม่แยกจากกัน ช่วยยืดอายุของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ โดยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ และชลอการทำงานของเอนไซม์บางชนิด (พิษณุ วิเชียรสรรค์, 2535)

ปริมาณเกลือที่ใช้นั้น โดยทั่วไปอยู่ในช่วงร้อยละ 1-5 ทั้งนี้แล้วแต่ชนิดไส้กรอก เช่น

- ไส้กรอกสด ใช้ร้อยละ 1.5-2.0
- ไส้กรอกตับ ใช้ร้อยละ 2.0-3.0
- ไส้กรอกหมัก ใช้ร้อยละ 3.0-5.0
- ไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์และโบโลญา ใช้ร้อยละ 2.3

ลักษณะเนื้อสัมผัสของไส้กรอกมีผลต่อความเค็มของไส้กรอก โดย Price และ Schweigert (1973) พบว่า ปริมาณเกลือระดับเดียวกันในไส้กรอกบดหยาบ จะเค็มกว่าในไส้กรอกบดละเอียด

Puolanne และ Terrell (1983) พบว่า ปริมาณเกลือในช่วงร้อยละ 4.0 จะได้ไส้กรอกที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) ดีที่สุดเช่นเดียวกับที่ Sofos (1983) พบว่าเกลือในปริมาณมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 2.0 ที่ค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่า 5.7 จะให้อิมัลชันที่มีความคงตัวมากกว่า เมื่อใช้ปริมาณเกลือน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.5 ที่ค่าความเป็นกรด-ด่างน้อยกว่า 5.6 นอกจากนี้ยังพบว่า เกลือป่นช่วยให้อิมัลชันที่ได้มีความคงตัว มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับอิมัลชันที่ใช้เกลือเม็ด

4.1.5 **สารให้ความหวาน** จุดประสงค์เพื่อเพิ่มรสชาติ ทำให้สีคงทน ส่วนมากใช้น้ำตาลกลูโคส เด็กซ์โทรส แล็กโทสและน้ำเชื่อมจากข้าวโพด ที่ใช้มากโดยทั่วไปคือน้ำตาลเด็กซ์โทรส

การใช้น้ำตาลไม่มีการกำหนดปริมาณไว้ เพราะว่าความหวานของน้ำตาลจะเป็นตัวกำหนดปริมาณการใช้อยู่แล้ว โดยทั่วไปปริมาณที่ใช้ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงร้อยละ 2.0-3.0 (พิษณุ วิเชียรสรรค์, 2535)

4.1.6 **เครื่องปรุงรส** เป็นตัวให้รสชาติแก่ไส้กรอกที่ใช้กันโดยทั่วไปคือ (พิษณุ วิเชียรสรรค์, 2535)

1. เครื่องเทศ เช่น พริกไทย พริกขี้หนู ดอกจันทน์ อบเชย กระวาน ลูกผักชีสมุนไพรต่างๆ หอม กระเทียม ฯลฯ

2. ผงชูรส (mono sodium glutamate) ตามพระราชบัญญัติกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2522 ให้เติมได้ไม่เกินร้อยละ 0.25

4.1.7 **ไนไตรต์และไนเตรต** ใช้ในการหมักเนื้อเพื่อให้เนื้อมีสีสดขึ้นและช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บางชนิด โดยอาจใช้ในรูปของไนไตรต์และ/หรือไนเตรตโดยตรง เช่นโปแตสเซียมไนไตรต์ โซเดียมไนไตรต์ เป็นต้น หรืออาจใช้ในรูปผงเพรค (praque powder) เป็นชื่อทางการค้าประกอบด้วยโซเดียมไนเตรต์ โปแตสเซียมไนไตรต์ และสารเพิ่มปริมาณอื่นๆ ในการใช้ไนไตรต์และ/หรือไนเตรตในผลิตภัณฑ์ ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภค ในแง่ของสารไนไตรต์และ/หรือไนเตรตคงเหลือในผลิตภัณฑ์ด้วย (พิษณุ วิเชียรสรรค์, 2535)

บทบาทของไนไตรต์และไนเตรตในผลิตภัณฑ์เนื้อ

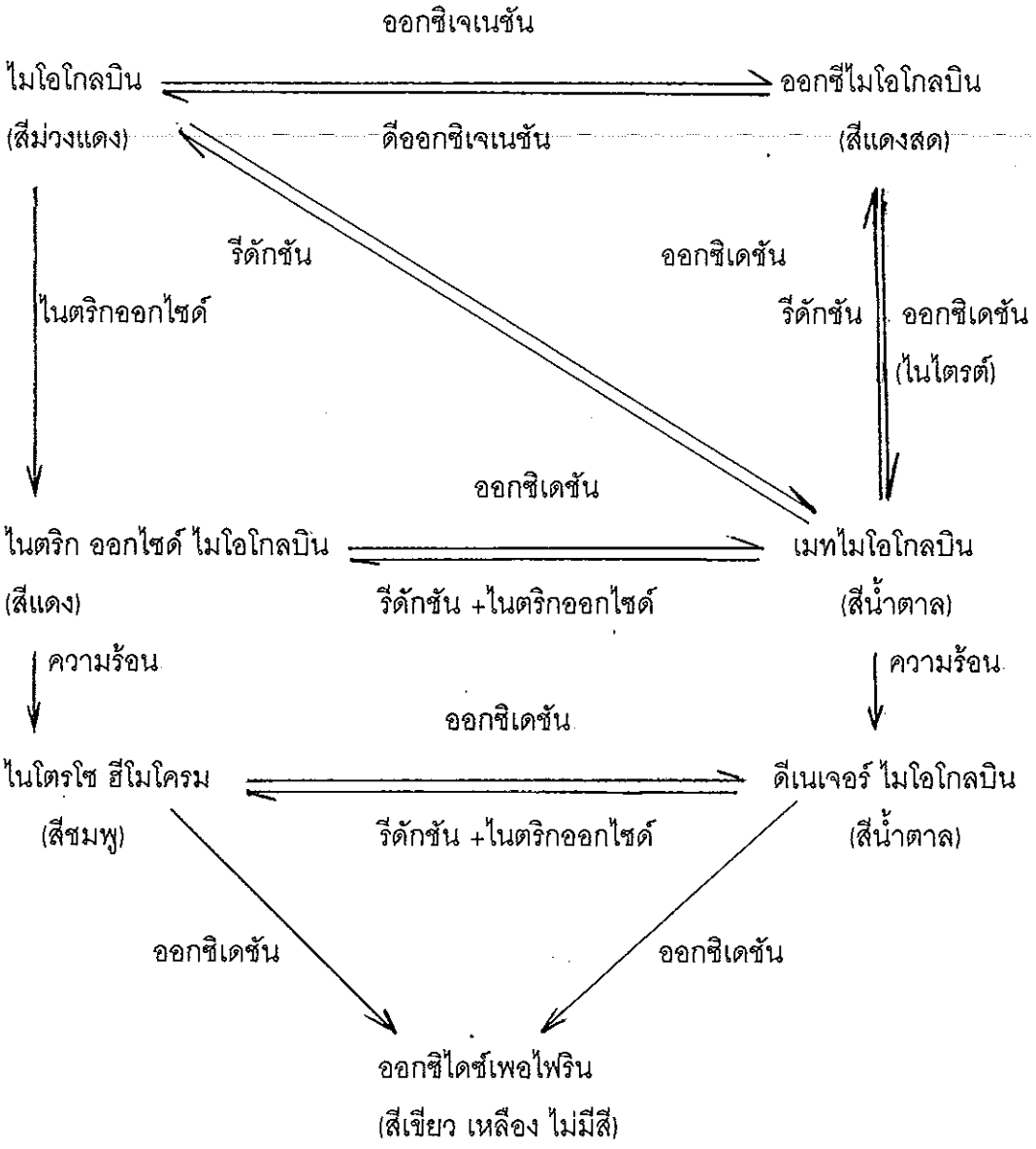
สารไนไตรต์และไนเตรตที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อ จะอยู่ในรูปของเกลือโซเดียมหรือโปแตสเซียมเท่านั้น เกลือไนไตรต์เป็นสารที่ทำลายได้ด้วยความร้อน ส่วนเกลือไนเตรตนั้นทนต่อความร้อนได้ดีกว่า แต่ถูกรีดิวส์ไปเป็นไนไตรต์ได้โดยแบคทีเรียบางชนิด เช่น Micrococcus spp. (Furia, 1972)

ไนไตรต์หรือไนเตรตเป็นสารที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อ เพื่อจุดประสงค์เป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ทั้งนี้เนื่องจากปฏิกิริยาของกรดไนตรัส (HNO_2) กับกรดอะมิโนมีผลกระทบต่อเอนไซม์ดีไฮโดรจิเนส (dehydrogenase) ของจุลินทรีย์และไนไตรต์อาจเกิดปฏิกิริยาร่วมกับพวกโมโนฟีนอล (mono phenol) เช่น ไทโรซีน (tyrosine) ทำให้เกิดการ

เปลี่ยนแปลงโครงสร้างของผนังเซลล์ของจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังพบปฏิกิริยาร่วมกับฮีม (heme pigment) ทำให้มีผลกระทบต่อระบบไซโตโครม (cytochrome system) ของเซลล์ด้วย Gray และ Randall (1979) รายงานว่า ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของไนไตรต์มากขึ้นเมื่อความเป็นกรดเพิ่มขึ้น จากการทดลองของ Christian และคณะ (1973) รายงานว่า โซเดียมไนไตรต์ในปริมาณ 100-150 ส่วนในล้านส่วน สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ Clostridium botulinum และโซเดียมไนไตรต์ยับยั้งเชื้ออื่นๆได้อีกด้วย เช่น Salmonella spp. และ Streptococcus spp. เป็นต้น (Price and Schweigert, 1973) แต่จากการทดลองของ Dodds และ Collins-Thomson (1984) พบว่า ไนไตรต์ที่มีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ Lactobacillus spp. ต่ำกว่าเชื้อชนิดอื่นๆ MacDougall และคณะ (1980a) พบว่า ไนไตรต์มีผลในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แฮม ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสได้นานขึ้น การเติมไนไตรต์ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นและรสชาติผิดปกติแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่ไม่เติมโซเดียมไนไตรต์อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) และยังพบว่ามีกลิ่นและรสชาติผิดปกติจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมไนไตรต์เพิ่มขึ้น การทดลองสอดคล้องกับงานของ MacDougall และคณะ(1975, 1980b,1980c) ซึ่งรายงานว่า ไนไตรต์และไนเตรต ช่วยในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์หมัก เช่นเดียวกับการทดลองของ Cho และ Bratzler (1970); Eackes และ Blumer (1975) พบว่าเกลือโซเดียมไนไตรต์ช่วยในการปรับปรุงคุณภาพสีและกลิ่นรสของแฮมให้ดีขึ้น

ไนไตรต์และไนเตรตเป็นสารที่ทำให้เกิดสีในผลิตภัณฑ์เนื้อ การเปลี่ยนแปลงสีในผลิตภัณฑ์เนื้อเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาต่างๆ หลายขั้นตอน กล่าวคือ ไนไตรต์และไนเตรตจะให้ไนตริกออกไซด์ ซึ่งเข้าทำปฏิกิริยากับไมโอโกลบิน ได้ไนโตรโซไมโอโกลบินสีแดง เมื่อถูกความร้อนในช่วงของการรมควันและการต้มจะเปลี่ยนเป็นไนโตรโซฮีโมโครมสีแดง ซึ่งค่อนข้างจะคงตัว (Price and Schweigert, 1973) (รูปที่ 3) การเกิดไนตริกออกไซด์มีขั้นตอนหลายแบบ กล่าวคือ ถ้าอยู่ในรูปของน้ำเกลือ บางส่วนของไนไตรต์จะอยู่ในรูปของกรดไนตริก (HNO_3) ที่ความเป็นกรด-ด่างประมาณ 5.5-6.0 จะเกิดการเปลี่ยนสภาพไปเป็นไนตริกออกไซด์ ดังสมการ

$$3HNO_3 \rightleftharpoons HNO_3 + 2NO + H_2O$$

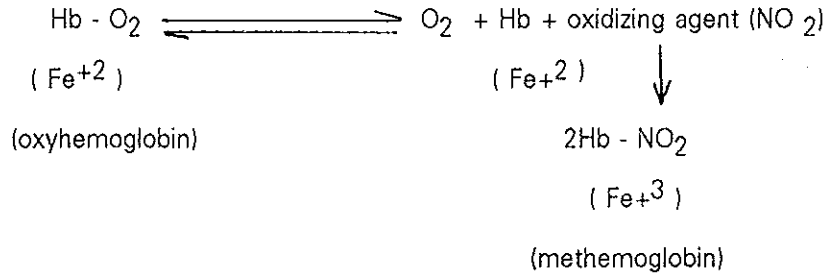


รูปที่ 3 ปฏิกิริยาทางเคมีของเม็ดสีตั้งแต่เนื้อสดจนถึงผลิตภัณฑ์

ที่มา: Price และ Schweigert (1973)

นอกจากนี้ ไนไตรต์สามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นไนตริกออกไซด์ได้อีกด้วยการรีดิวส์โดย NADH ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนโดยผ่านกระบวนการถ่ายเทอิเลกตรอน (electron transport chain) ของไมโตคอนเดรีย (Forrest,*et al.*, 1975; Dryden and Birdsall, 1980) แต่กลไกทั้งสองดังกล่าวข้างต้นเกิดช้ามาก ในปัจจุบันเพื่อให้กลไกดังกล่าวเกิดได้เร็วขึ้น จึงมีการเติมตัวรีดิวส์ เช่น กรดแอสคอร์บิค กรดอิริธอร์บิค หรือสารอื่นๆ เพื่อทำให้เกิดการให้อิเลกตรอนแก่ไนไตรต์ในการเปลี่ยนเป็นไนตริกออกไซด์ (Shivas, *et al.*, 1984)

ไนไตรต์และไนเตรตถ้าบริโภคในปริมาณมากกว่า 4 กรัมต่อวัน หรือรับประทานครั้งเดียวมากกว่า 1 กรัมจะทำให้เกิดอาการเป็นพิษได้ กล่าวคือทำให้กล้ามเนื้อเรียบคลายตัวโดย เฉพาะหลอดเลือดขนาดเล็ก ทำให้เกิดการระคายต่อกระเพาะอาหาร ลำไส้เล็กและเยื่อบุทางเดินอาหาร ทำให้เกิดอาการอุจจาระเป็นเลือดหรืออาเจียนเป็นเลือด ถ้าบริโภคมากกว่า 8 กรัมต่อวันจะถึงแก่ความตายได้ ทั้งนี้เพราะไนไตรต์หรือไนเตรต สามารถรวมตัวกับฮีโมโกลบิน เกิดเป็นเมทฮีโมโกลบิน ดังสมการ



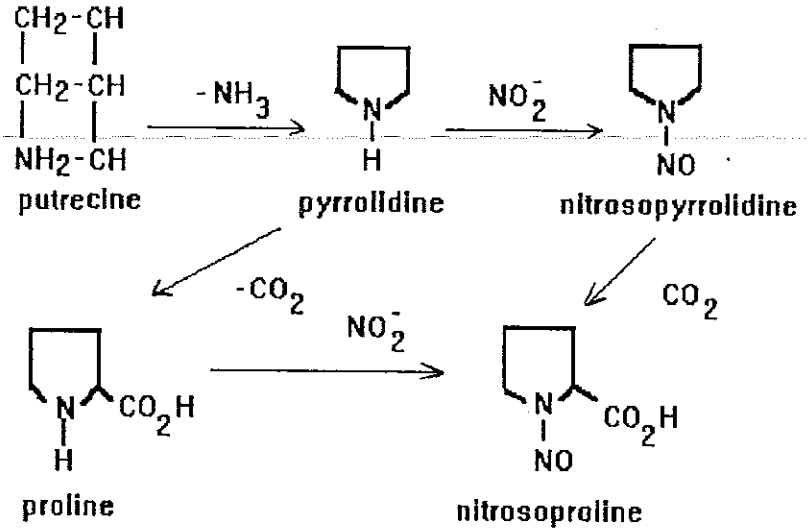
ทำให้การขนถ่ายของเม็ดเลือดแดงเสียไป เด็กที่เกิดอาการนี้ผิวหนังจะเริ่มเปลี่ยนสีเป็นสีเทาน้ำเงิน หรือสีน้ำตาลอมน้ำเงิน โดยเริ่มจาก ริมฝีปาก นิ้วมือ หน้าและตลอดลำตัว ถ้าเป็นมากอาจขาดออกซิเจน ทำให้ตายได้ (Furia,1972) Pensabene และคณะ (1974); Sen และคณะ (1974) รายงานว่า สารไนเตรตและไนไตรต์ทำให้เกิดสารไนโตรซามีน ไนโตรซามีนทุกชนิดเป็นสารก่อมะเร็ง เช่น มะเร็งในตับ ไต หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ปอด และระบบประสาทส่วนกลาง จากการทดลอง Sen และคณะ (1974) พบว่า ปริมาณของสารไนโตรซามีนในรูปของ NPYR (N-nitropyrrolidine) และ NDMA (N- nitrosodimethylamine) จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณของเกลือโซเดียมไนไตรต์ในช่วง 50-200 ส่วนในล้านส่วน กล่าวคือ เมื่อความเข้มข้นของเกลือไนไตรต์เพิ่มขึ้นปริมาณของ NPYR ก็จะเพิ่มขึ้นในช่วง 2-20 ส่วนในล้านส่วนเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Gray และ Randall (1979);

Gray และคณะ (1982) ซึ่งพบว่าความเข้มข้นของสารไนโตรซามีน (NPYR) จะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารไนไตรต์เพิ่มขึ้น

กลไกการเกิดสารไนโตรซามีน Gray (1976) ; Bhamcha และคณะ (1979) กล่าวว่า กลไกที่ได้รับการยอมรับ คือ การเกิดสารไนโตรซามีนนั้นมักจะเกิดภายหลังจากการผ่านกระบวนการให้ความร้อนในระหว่างการทอด กรดไนตรัสจะถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของไนตรัสออกไซด์ (N_2O_3) และเนื่องมาจากการระเหยของน้ำอย่างต่อเนื่องในขณะทำการทดลอง เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น (มากกว่า 100 องศาเซลเซียส) N_2O_3 ก็จะแตกตัวออกไปเป็นไนตริกออกไซด์และอนุมูล NO_2 ไนตริกออกไซด์มีความคงตัว ส่วนอนุมูล NO_2นั้นเข้าไปทำปฏิกริยากับโปรตรอนที่ได้รับจากโปรลีน (proline) เกิดเป็นเอ็นไนโตรโซโปรลีน (N-nitrosoproline)ขึ้น ซึ่งเป็นสารตัวกลางที่จะเกิดเป็น NPYR ต่อไป นอกจากนี้ยังพบว่าโปรตีนจะเกิดไนโตรเซชัน (nitrosation) ก่อน แล้วเกิดดีคาร์บอกซิเลชัน (decarboxylation) จนได้เป็น NPYR หรือเกิดดีคาร์บอกซิเลชันก่อน แล้วเกิดไนโตรเซชันได้สารไพโรลิดีน (pyrolidine) ซึ่งเป็นสารตัวกลาง นอกจากนี้ พิวตริซีน (putrecine)อาจทำให้เกิดสารไนโตรซามีน (รูปที่ 4)

เนื่องจากความเป็นพิษดังกล่าว ทำให้มีการจำกัดปริมาณการใช้สารไนไตรต์และไนเตรต เช่น คณะกรรมการอาหารและยาของสหรัฐอเมริกากำหนดให้มีสารไนไตรท์ตกค้างในผลิตภัณฑ์สำเร็จไม่เกิน 125 ส่วนในล้านส่วนและไนเตรตมีได้ไม่เกิน 500 ส่วนในล้านส่วน สำหรับประเทศไทย โดยประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84 (พ.ศ. 2527) อนุญาตให้เติมโปแตสเซียมไนเตรตและโซเดียมไนไตรตเพื่อกันเสียเนื้อสัตว์ทุกชนิดได้ ในปริมาณสูงสุดไม่เกิน 500 ส่วนในล้านส่วน และอนุญาตให้ใช้โปแตสเซียมไนเตรต์ หรือโซเดียมไนไตรต์เพื่อกันเสียเนื้อสัตว์ทุกชนิดได้ในปริมาณสูงสุดไม่เกิน 125 ส่วนในล้านส่วน

4.1.8 **สารพวกฟอสเฟต** มีคุณสมบัติทำให้โมเลกุลของเนื้อจับกันเป็นตาข่าย ป้องกันไม่ให้เลือด และน้ำเกลือซึมออกจากอิมัลชัน ซึ่งทำให้ไม่สูญเสียน้ำหนักมากเกินไปเมื่อผ่านกระบวนการให้ความร้อน นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ ทำให้เนื้อนุ่มและรสชาติดี สารประกอบฟอสเฟตที่ใช้สามารถแบ่งออกเป็น 6 กลุ่มดังนี้ คือ (พิษณุ วิเชียรสรรค์, 2535)



รูปที่ 4 การเกิดสารไนโตรซามีนจาก proline และ putrecine

ที่มา: Bhamcha, et al. (1979)

1. ออโธฟอสเฟต
   โซเดียมไดไฮโดรเจนออโธฟอสเฟต
   โซเดียมไฮโดรเจนออโธฟอสเฟต
   ไตรโซเดียมออโธฟอสเฟต
2. ไตรโพลีฟอสเฟต
   โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต
3. ไซคลิกเมตาฟอสเฟต
   โซเดียมไตรเมตาฟอสเฟต
   โซเดียมเตตราเมตาฟอสเฟต
4. ไพโรฟอสเฟต
   ไดโซเดียมไดไฮโดรเจนไพโรฟอสเฟต
   เตตราโซเดียมไพโรฟอสเฟต
5. เตตราโพลีฟอสเฟต
   โซเดียมเตตราโพลีฟอสเฟต
6. โพลีฟอสเฟตโซ่ยาว
   เฮกซาเมตาฟอสเฟต

ฟอสเฟตแต่ละกลุ่มจะมีคุณสมบัติและข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป แต่ว่าเตตรา-โซเดียมไพโรฟอสเฟตและโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต จะช่วยในการอุ้มน้ำได้ดีที่สุด แต่อย่างไรก็ตามในทางการค้าจะใช้ฟอสเฟตกลุ่มต่างๆผสมกัน เพื่อให้เกิดผลดีที่สุดต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในทุกๆด้าน สำหรับฟอสเฟตทุกชนิดที่อนุญาตให้ใช้กับผลิตภัณฑ์เนื้อ พระราชบัญญัติ พ.ศ. 2522 ได้ระบุปริมาณสูงสุดที่ใช้ได้คือ 3,000 มก./กก. (งานควบคุม มาตรฐานกองควบคุมอาหาร, 2530)

4.1.9 **สารเพิ่มปริมาณ** พวกสารอื่นๆที่ไม่ใช่เนื้อสัตว์ ซึ่งเติมเพื่อเพิ่มปริมาณ (extender, filler) และ/หรือเป็นสารเชื่อม (binder) และสารอิมัลซิฟายเออร์ สารเหล่านี้มีคุณสมบัติดังนี้

- เพิ่มปริมาณภายหลังการต้ม
- ช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัส
- ช่วยปรับปรุงรสชาติ
- ช่วยลดต้นทุนในการผลิต

ปริมาณที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกนั้น อนุญาตให้ใช้แป้งจากธัญญพืช แป้งจากพืชหัว แป้งถั่วเหลืองชนิดละเอียด โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น (soy protein concentrate, SPC) นมผงปราศจากไขมัน (nonfat dry milk) และนมผงที่ปราศจากไขมันที่กำจัดแคลเซียมออก (calcium- reduced nonfat dry milk) ในรูปเดี่ยวหรือในรูปผสมได้สูงถึงร้อยละ 3.5 แต่ในกรณีใช้สารเหล่านี้มากกว่าร้อยละ 3.5 และใช้โปรตีนถั่วเหลืองไอโซเลท (isolated soy protein, ISP) มากกว่าร้อยละ 2แล้วจะต้องระบุลงบนฉลากด้วย (พิษณุ วิเชียรสรรค์, 2535) องค์ประกอบของสารเชื่อมดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 องค์ประกอบของสารเชื่อมที่ใช้ในไส้กรอก

	องค์ประกอบ (ร้อยละน้ำหนักแห้ง)			
	โปรตีน	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	เกลือแร่
แป้งถั่วเหลืองสกัดไขมันออก	40-55	1	30	6.5
โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น	65-70	0.3	18	5
โปรตีนถั่วเหลืองไอโซเลท	90-95	-	-	2
โซเดียมคาซิเนท	90-95	1	0.3	2
หางนมผง	35	1-3	50	10

ที่มา: พิษณุ วิเชียรสรรค์ (2535)

- นมผงปราศจากไขมัน ประกอบด้วยโปรตีนประมาณร้อยละ 36 ซึ่งเป็นเคซีนประมาณร้อยละ 80 ที่เหลือเป็นพวกแลคโตอัลบูมิและแลคโตโกลบูลิ แต่มีแลคโตอัลบูมินมากกว่า

- นมผงปราศจากไขมันที่กำจัดแคลเซียมออก เป็นผลิตภัณฑ์นมที่อยู่ในสภาพแคลเซียมคาซิเนท ซึ่งมีคุณสมบัติละลายน้ำไม่ดี ดังนั้นการแตกกระจายจะไม่ทั่วถึง เพื่อให้มีคุณสมบัติเป็นอิมัลซิฟายเออร์ที่ดี จึงมีการแทนที่แคลเซียมอิออนด้วยโซเดียมอิออน ซึ่งแทนที่ได้ประมาณร้อยละ 70 ได้เป็นสารเชื่อมตัวใหม่

- หางนมผง เป็นส่วนที่เหลือจากการทำให้คาซิเนทตกตะกอน ประกอบด้วยโปรตีนแลคโตอัลบูมีนและแลคโตโกลบูลีน ซึ่งสามารถกระจายตัวได้ดี

- โซเดียมคาซิเนท เป็นส่วนที่ได้จากการตกตะกอนโปรตีนในน้ำนม ประกอบด้วยโปรตีนมากกว่าร้อยละ 85

- แป้งถั่วเหลืองละเอียดและแป้งถั่วเหลืองหยาบ เตรียมได้โดยการบดกากถั่วเหลืองที่สกัดไขมันแล้ว ทั้งสองชนิดมีส่วนประกอบทางเคมีที่เหมือนกัน คือ มีโปรตีนอยู่ในช่วงร้อยละ 40-60 (Price and Schweigert, 1973) แต่ต่างกันที่ขนาด โดยแป้งถั่วเหลืองหยาบมีขนาดใหญ่กว่า 100 เมช (mesh) ส่วนแป้งถั่วเหลืองละเอียดมีขนาดเล็กหรือเท่ากับ 100 เมช

- โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น มีโปรตีนประมาณร้อยละ 70 ในรูปน้ำหนักแห้ง เตรียมได้โดยการสกัดเอาน้ำตาลที่ละลายน้ำ เถ้าและสารอื่นๆ ออกจากกากถั่วเหลืองที่สกัดไขมันแล้วหรือแป้งถั่วเหลืองละเอียด

- โปรตีนถั่วเหลืองไอโซเลท เตรียมได้โดยการสกัดกากถั่วเหลือง ด้วยด่างหรือน้ำแล้วตกตะกอนด้วยกรด แยกตะกอน (curd) โดยการกรองหรือโดยการเหวี่ยง แล้วล้างตะกอนด้วยน้ำ ทำให้แห้งให้อยู่ในรูปที่มีการละลายน้อยที่สุด หรือทำโปรตีนที่ตกตะกอนให้เป็นกลางก่อนที่ทำให้แห้งให้อยู่ในรูปโซเดียมโปรตีนที่ละลายน้ำได้ (water- dispersible sodium protein) ซึ่งทั้งสองวิธีนี้จะได้โปรตีนมากกว่าร้อยละ 40 โดยน้ำหนักแห้ง

การผสมโปรตีนถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์เนื้อ นอกจากจะทำหน้าที่เป็นอิมัลซิฟายเออร์และสารเชื่อมแล้ว โปรตีนถั่วเหลืองยังมีผลต่อน้ำในเนื้ออีกด้วย ทำให้ไม่เกิดการสูญเสียในระหว่างการหุงต้ม ผลที่ได้คือผลิตภัณฑ์มีลักษณะชุ่มฉ่ำและมีรสดี นอกจากนี้โปรตีนถั่วเหลืองยังมีราคาถูก (Rakoshy, 1974)

ถึงแม้ว่าผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างมากก็ตาม แต่ยังมีปัญหาและอุปสรรคอีกมาก ที่ทำให้การพัฒนาทางด้านนี้ไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควร ปัญหาเหล่านี้ได้แก่ กลิ่นเหม็นเขียวและรสขมของถั่วเหลืองที่หลงเหลืออยู่ (Wolf and Cowan, 1971; Rakosky, 1974) ส่วนโปรตีนถั่วเหลืองชนิดไอโซเลทซึ่งใช้ในรูปโซเดียมโปรตีนเนทนั้นไม่มีกลิ่นรส กระจายตัวในน้ำได้ดี และเมื่อถูกความร้อนจะเปลี่ยนไปเป็นเจล (Price and Schweigert, 1973) ในแง่กฎหมายระหว่างประเทศที่ Codex กำลังร่างกฎหมายอยู่อนุญาตให้ใช้โปรตีนถั่วเหลืองชนิดเข้มข้นเป็นสารเชื่อมได้ไม่เกินร้อยละ 3.5 และเป็นสารเพิ่มปริมาณได้ไม่เกินร้อยละ 20 (Price and Schweigert, 1973)

4.1.10 **ควัน** ได้จากการเผาไหม้อย่างช้าๆของขี้เลื่อยที่ได้จากไม้เนื้อแข็งที่ไม่มียาง อาจจะใช้กาบมะพร้าวหรือชานอ้อยก็ได้ ซึ่งควันไฟนี้ช่วยในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ช่วยยืดระยะเวลาการเหม็นหืนของไขมันและทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติดีขึ้น (Lawrie, 1974) นอกจากจะใช้ควันไฟตามธรรมชาติแล้ว ยังสามารถใช้ควันเหลวที่เตรียมได้โดยการเผาขี้เลื่อยของไม้เนื้อแข็ง แล้วทำการควบแน่นควันที่ได้ตามด้วยการกลั่นตามลำดับส่วน (condensation fractinal distillation) แล้วเจือจางส่วนที่ต้องการด้วยน้ำ ได้มีการใช้ควันเหลวเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน นอกจากนี้อาจมีการเติมสารพวกฟีนอล (phonolic substances) พิเศษบางอย่าง ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติของผลไม้ลงในควันเหลวด้วย (Wilson, 1963) และข้อดีอีกอย่างของควันเหลว คือ ปราศจากสารที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง (carcinogen) (Lawrie, 1974)

4.1.11 **ไส้** ไส้ที่ใช้บรรจุไส้กรอกมี 2 ชนิด คือ

1. ไส้ธรรมชาติ ได้จากส่วนลำไส้เล็กของสัตว์ เช่น แกะ แพะ สุกรและโค นิยมใช้กับไส้กรอกหมูสด ไส้กรอกกึ่งแห้ง ไส้กรอกแห้ง ไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ ฯลฯ ซึ่งไส้ชนิดนี้ไม่ค่อยมีความสม่ำเสมอ แต่มีความเหนียวและควันไฟจับได้ง่าย (Gerrard, 1969)

2. ไส้เทียม ได้แก่

- ไส้เทียมที่บริโภคไม่ได้ ทำจากใยสังเคราะห์ เช่น ใยฝ้าย (cellulosic casing) มีข้อดีคือ มีความสม่ำเสมอมากกว่าไส้แท้ มีหลายขนาดตามความต้องการ ไม่แตกง่าย สะอาดและป้องกันการเจือปนจากจุลินทรีย์ได้ดีกว่าไส้แท้ นิยมใช้กับไส้กรอกเวียนนา ไส้กรอกตับ ฯลฯ ไส้กรอกที่บรรจุด้วยไส้ชนิดนี้ ก่อนรับประทานจะต้องลอกไส้ออกก่อน (Gerrard, 1969)

- ไส้เทียมที่บริโภคได้ ทำจากคอลลาเจน ซึ่งเป็นโปรตีนที่ได้จากเนื้อสัตว์ส่วนเอ็น หนัง กระดูก ฯลฯ ผ่านขบวนการต่างๆ นิยมใช้กับไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ ไส้กรอกแห้ง เป็นต้น (Gerrard, 1969)

5. การผลิตไส้กรอกอิมัลชัน

5.1 การผลิต

การผลิตไส้กรอกส่วนใหญ่เป็นไส้กรอกชนิดอิมัลชั่นที่นิยม คือ ไส้กรอกเวียนนา ไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์และไส้กรอกโบโลญา (bologna sausage) โดยไส้กรอกเหล่านี้มีวิธีการเตรียมคล้ายกัน แต่เครื่องเทศและขนาดของไส้ที่ใช้บรรจุต่างกัน ไส้กรอกเวียนนาและไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์บรรจุไส้ขนาดเล็กกว่าไส้กรอกโบโลญาซึ่งนิยมขายในรูปหั่น (slice) เป็นแผ่นกลมบาง (Kramlich, 1971; Tauber, 1977) วิธีการผลิตไส้กรอกอิมัลชั่น โดยสับผสมเนื้อสัตว์บดละเอียด น้ำแข็ง เกลือ เครื่องเทศ และสารที่ใช้ในการหมัก (curing agent) คือ โซเดียมไนเตรตและ/หรือโซเดียมไนไตรต์ผสมประมาณ 5 นาที จนเนื้อเหนียว เติมมันแข็งบดละเอียด นิยมใช้มันหมูซึ่งนุ่มและบดง่ายกว่ามันวัว สับผสมจนส่วนผสมละเอียดเหนียวเป็นอิมัลชัน Jones และ Mandigo (1982) กล่าวว่า ถ้าอุณหภูมิสุดท้ายของการสับผสมสูงจะทำให้ปริมาณผลผลิตไส้กรอกต่ำและมีการสูญเสียไขมันมากในระหว่างการหุงต้ม ควรให้ส่วนผสมมีอุณหภูมิสุดท้ายของการสับผสมเป็น 16 องศาเซลเซียสก่อนบรรจุไส้แล้วผูกมัดเป็นท่อน ให้ได้ขนาดตามต้องการ ทำการรมควันเพื่อให้ได้สีและกลิ่นรสที่ดี แล้วต้มในน้ำร้อนจนสุก ตัดเป็นท่อนจะได้ไส้กรอกชนิดอิมัลชัน ซึ่งคุณภาพของไส้กรอกที่มีผลต่อความชอบของผู้บริโภค คือ สี ลักษณะเนื้อสัมผัสและกลิ่นรส (Tauber, 1977) การผลิตไส้กรอกอาจเติมส่วนผสมอื่นนอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้ว เพื่อเป็นอิมัลซิฟายเออร์ สารเชื่อม หรือสารเพิ่มปริมาณ อิมัลซิฟายเออร์เป็นสารที่มีความสามารถในการห่อหุ้มเม็ดไขมัน (fat-globule) ทำให้เกิดอิมัลชันที่มีความคงตัว เช่น เลซิทิน (lecithin) สารเชื่อมเป็นสารที่มีการจับน้ำและอิมัลซิฟายไขมัน เช่น ผลิตภัณฑ์โปรตีนจากถั่วเหลือง โซเดียมคาซิเนท ส่วนสารเชื่อมเป็นสารที่ทำหน้าที่จับกับน้ำมากกว่าอิมัลซิฟายไขมัน เช่น แป้งสาลี แป้งข้าวโพด สารเพิ่มปริมาณมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นคาร์โบไฮเดรท และมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบต่ำกว่าสารเชื่อม โรงงานผลิตไส้กรอกนิยมใช้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช่เนื้อสัตว์ เพื่อเป็นสารเชื่อม (Kramlich, 1971)

5.2 การเกิดอิมัลชันในไส้กรอก

อิมัลชันประกอบด้วยของเหลว 2 ชนิด ซึ่งไม่รวมตัวกันกระจายตัวอยู่ในลักษณะเป็นสารแขวนลอย โดยของเหลวชนิดหนึ่งกระจายตัวอยู่ในของเหลวอีกชนิดหนึ่ง เช่น อิมัลชันของน้ำกับน้ำมัน อิมัลชันมี 2 ลักษณะคือ อิมัลชันของน้ำในน้ำมัน (water-in-oil, w/o) และอิมัลชันของน้ำมันในน้ำ (oil-in-water, o/w) อิมัลชันจะมีความคงตัวอยู่ได้ต้องมีสารตัวที่สามเป็นตัวเชื่อม ซึ่งจะเป็นสารพวกอิมัลซิฟายเออร์ โดยโมเลกุลของสารเหล่านี้จะประกอบด้วยส่วนที่ชอบน้ำ (hydrophilic portion) ซึ่งจับกับน้ำและส่วนที่ชอบไขมัน (lipophilic portion) ซึ่งจับกับไขมัน (Brich, *et al.*, 1977)

อิมัลชันในไส้กรอกจัดเป็นอิมัลชันชนิดไขมันในน้ำ โดยไขมันเป็นส่วน disperse phase หรือ discontinuous phase และน้ำเป็นส่วน continuous phase มีโปรตีนที่ละลายได้จากเนื้อสัตว์ ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิฟายเออร์ โดยเฉพาะโปรตีนที่ละลายในน้ำเกลือ (salt soluble protein) คือ โปรตีนไมโอฟิบริลลาร์ (myofibrillar protein) ได้แก่ แอคตินและไมโอซิน ส่วนโปรตีนซาร์โคพลาสมิค (sarcoplasmic protein) ซึ่งละลายในน้ำ มีความสามารถในการอิมัลซิฟายไขมันต่ำ (Kramlich, 1971) การสับผสมเนื้อกับเกลือและน้ำแข็งเป็นการสกัดโปรตีนเหล่านี้ออกจากเส้นใยกล้ามเนื้อ ให้อยู่ร่วมกับของเหลวอื่นที่ละลายได้ในน้ำ เมื่อใส่ไขมันแล้วสับผสมโปรตีนจะจับตัวเป็นโครงสร้าง (matrix) ห่อหุ้มไขมันที่ถูกบดละเอียด และมีสภาพเป็นเม็ดไขมันขนาดเล็กระจายอยู่ทั่วไปในโครงสร้างโปรตีน (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529; Parks and Carpenter, 1987) โปรตีนจึงทำให้อิมัลชันมีความคงตัวอยู่ได้เนื่องจากการลดแรงตึงผิว (surface tension) ที่ผิวหน้าของน้ำมันกับน้ำ โดยการล้อมรอบเม็ดไขมันไว้ (Lin and Zayas, 1987) Kramlich (1971) กล่าวว่า การสกัดโปรตีนเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการเตรียมอิมัลชันของไส้กรอกที่มีความคงตัว ต้องใช้ปริมาณเกลือ ความเป็นกรด-ด่างของเนื้อสัตว์ และ อุณหภูมิที่พอเหมาะจึงจะสกัดได้มากและนอกจากนี้คุณสมบัติของอิมัลชันยังขึ้นอยู่กับสัดส่วนของโปรตีน ไขมัน น้ำและปริมาณไขมันที่ถูกอิมัลซิฟาย (Zayas, 1985) Hansen (1960); Price และ Schweigert (1973) กล่าวว่า โปรตีนฟิบริลลา โดยเฉพาะแอคตินและไมโอซินมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อคุณภาพของไส้กรอก ซึ่งแอคตินและไมโอซินจะละลายออกจากส่วนของกล้ามเนื้อได้ เมื่อใช้เกลือในปริมาณที่พอเหมาะ พบว่าถ้าใช้เกลือร้อยละ 4 จะสกัดได้มาก แต่รสชาติไส้กรอกเค็มจัด โดยทั่วไปจะใช้เกลือร้อยละ 2-3 ซึ่งโปรตีนที่สกัดได้นี้ จะทำหน้าที่เป็นอิมัลซิฟายเออร์ เพื่อให้อิมัลชันคงตัว

ความเป็นกรด-ด่างของสารละลายที่จะใช้สกัดโปรตีนมีผลต่อลักษณะโปรตีนที่ถูกสกัดจากการทดลองของ Swift และ Sulzbacher (1963) พบว่า ซาร์โคพลาสซึม ซึ่งเป็นโปรตีนที่ละลายได้ในน้ำ จะมีคุณสมบัติในการเป็นอิมัลซิฟายเออร์มากที่สุดที่ความเป็นกรด-ด่าง 5.2 ส่วนไมโอฟิบริลลา ซึ่งเป็นโปรตีนที่ละลายได้ในน้ำเกลือจะถูกสกัดได้ดีที่สุดที่ความเป็นกรด-ด่าง 5.4-6.2 โดยมีคุณสมบัติในการเป็นอิมัลซิฟายเออร์มากที่สุดที่ความเป็นกรด-ด่าง 6.0-6.5 และไม่เปลี่ยนคุณสมบัตินี้แม้จะมีความเป็นกรด-ด่าง 8.0 ก็ตาม (Hoogenkamp, 1979)

อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการสกัดโปรตีนและความคงตัวของอิมัลชัน โดยในช่วงการสับผสมเนื้อกับเกลือ อุณหภูมิไม่ควรเกิน 14 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถสกัดได้มาก นอกจากนี้ที่อุณหภูมิต่ำไม่เกิน 5 องศาเซลเซียส (41 องศาฟาเรนไฮต์) พบว่าโปรตีนรวมตัวกับน้ำได้ดี (Hoogenkamp, 1979) ในช่วงหลังเมื่อเติมเครื่องปรุงและไขมันแล้วอุณหภูมิค่อยๆสูงขึ้น การรวมตัวของไขมันกับโปรตีนจะดีขึ้น แต่ในช่วงสุดท้ายนี้อุณหภูมิจะต้องไม่เกิน 16 องศาเซลเซียส เพราะถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปอิมัลชันจะแตกตัวได้ เนื่องจากโปรตีนและน้ำแยกออกจากกัน ไม่สามารถสร้างตาข่ายล้อมเม็ดไขมันได้ (Carpenter and Saffle, 1964) นอกจากแอคตินและไมโอซินตามธรรมชาติแล้ว ยังนิยมเติมอิมัลซิฟายเออร์ตัวอื่นๆ เช่น ฟอสเฟตเลซิธินและผลิตภัณฑ์นม เป็นต้น Pearson และคณะ (1965) ได้ทดลองหาความสามารถในการทำให้เกิดอิมัลชันและความคงตัวของอิมัลชันในผลิตภัณฑ์ ไส้กรอกโดยใช้โปรตีนถั่วเหลืองในรูปแคลเซียม (soy sodium proteinate) โปรแตสเซียมคาซิเนทและนมผงปราศจากไขมัน พบว่า โปรตีนถั่วเหลืองและโปรแตสเซียมคาซิเนทใช้เป็นอิมัลซิฟายเออร์ได้ผลดีที่ความเป็นกรด-ด่าง 10.5 และความแรงอิออนิก (ionic strength) 0.5

Zayas และ Lin (1988) กล่าวว่า สิ่งสำคัญสำหรับโรงงานผลิตไส้กรอกคือต้องการให้อิมัลชันของไส้กรอกมีความคงตัว มีการสูญเสียน้ำและไขมันไปในระหว่างการหุงต้มให้น้อยที่สุด ซึ่งการใช้เนื้อสัตว์ที่มีสัดส่วนของโปรตีนที่ละลายได้ในสารละลายเกลือกับคลอลาเจนไม่พอเหมาะการสับผสมนานเกินไป การให้ความร้อนอย่างรวดเร็วหรือมากเกินไปจะทำให้อิมัลชันไม่คงตัวและมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพไม่ดี (Kramlich, *et al.*, 1973)

Zayas และ Lin (1989) กล่าวว่า ปริมาณน้ำและไขมันที่เป็นองค์ประกอบ มีผลต่อคุณภาพและปริมาณผลผลิตไส้กรอก แต่ในขณะที่โปรตีนไมโอฟิบริลลาร์ทำหน้าที่ยึดเหนี่ยว

น้ำและไขมันเข้าด้วยกันจะเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง ทำให้สูญเสียคุณสมบัติในการจับน้ำไว้ จึงมีการเติมโปรตีนจากแหล่งอื่น เช่น โปรตีนถั่วเหลือง โซเดียมคาซิเนท นมผง ปราศจากไขมันในส่วนผสมของไส้กรอก เพื่อช่วยในการอิมัลซิฟายไขมันและการรวมตัวกับน้ำช่วยให้อิมัลชันมีความคงตัว (Hoogenkamp, 1979)

5.3 การเกิดสี

สีในไส้กรอกเกิดจากเกลือไนไตรตถูกรีดิวส์ โดยการทำงานของแบคทีเรียได้เป็นเกลือไนไตรต์และสลายต่อไปเป็นไนตริกออกไซด์ ซึ่งทำปฏิกิริยากับเม็ดสีในเนื้อ เกิดเป็นไนตริกออกไซดไมโอโกลบินที่มีสีแดงเข้ม เมื่อไส้กรอกถูกความร้อน เช่น รมควันหรือต้ม จะเปลี่ยนเป็นสีชมพูแดงของไนโตรซีลฮีโมโครม ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทบาทของไนไตรตและไนไตรต์ต่อผลิตภัณฑ์เนื้อ นอกจากนี้เกลือไนเตรตและไนไตรต์ ยังทำหน้าที่เป็นตัวยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ เช่น Clostridium spp., Staphylococcus spp. และ Streptococcus spp. ได้ด้วย (Christian, *et al.*, 1973)

5.4 การรมควันและการทำให้สุก

การรมควันมีจุดประสงค์เพื่อช่วยปรับปรุงลักษณะของไส้กรอก เช่น สี ช่วยให้ไส้กรอกมีความน่ารับประทาน ควันไฟจะเป็นตัวเพิ่มกลิ่นรสให้กับไส้กรอกและช่วยยืดอายุการเก็บโดยควันไฟมีสารจำพวกฟีนอลและกรดชนิดต่างๆ ซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย ที่บริเวณผิวของไส้กรอก (Gillespie, 1960; Jansen, 1949) ผลการวิเคราะห์ควันไฟที่ได้จากด้านข้างของตู้รมควัน ซึ่งเป็นควันไฟของไม้เนื้อแข็ง เช่น ไม้ฮิคโคริ (hickory) พบว่าประกอบด้วยสารต่างๆ ต่อไปนี้

ฟอร์มัลดีไฮด์	24- 40 ส่วนในล้านส่วน
กรดฟอร์มิก	90-125 ส่วนในล้านส่วน
อัลดีไฮด์	140-180 ส่วนในล้านส่วน
กรดอะซิติก และกรดอื่นๆ	460-500 ส่วนในล้านส่วน
ฟีนอล	20- 30 ส่วนในล้านส่วน
เรซิน	1,000 ส่วนในล้านส่วน

ส่วนการต้มไส้กรอกมีจุดประสงค์หลายประการคือ ทำให้ไส้กรอกมีเนื้อแน่นขึ้น เนื่องจากโปรตีนตกตะกอนและสูญเสียน้ำบางส่วน ไส้กรอกจะมีสีชมพูค่อนข้างอยู่ตัว เนื่องจากความร้อนจะเปลี่ยนเม็ดสีไมโอโกลบินซึ่งมีสีแดง เป็นเม็ดสีไนโตรซีลฮีโมโครม ซึ่งมีสีชมพูแดง นอกจากนี้ ยังเป็นการพาสเจอร์ไรซ์ไส้กรอก โดยช่วยยืดอายุการเก็บรักษาไส้กรอกให้นานขึ้น

Horyem และ Orkar (1977) รายงานว่า เมื่อเนื้อและผลิตภัณฑ์เนื้อถูกความร้อนจะมีสารบางอย่างระเหยได้ เช่น ซัลเฟอร์ ไนโตรเจน ไฮโดรคาร์บอน อัลดีไฮด์ คีโตน แอลกอฮอล์และกรดชนิดต่างๆทำให้เกิดกลิ่นหอม ชวนรับประทาน และความร้อนยังทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลของน้ำตาลและสารเอมีน (sugar-amine browning reaction) เนื่องจากกลุ่มเอมีนทำปฏิกิริยากับน้ำตาลที่มีคุณสมบัติในการรีดิวส์ที่อุณหภูมิสูงประมาณ 90 องศาเซลเซียส และความร้อนทำให้ไขมันละลาย โดยเฉพาะความร้อนแห้ง ทำให้ความชุ่มฉ่ำของผลิตภัณฑ์ลดลง

Rao และคณะ (1984) ได้เปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์ที่เปลี่ยนแปลงในไส้กรอกก่อนและหลังการต้มและการรมควัน พบว่า ไส้กรอกที่ผ่านการต้มและการรมควัน มีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดและแบคทีเรียแลคติกลดลง 2 และ 3 ล็อกไซเคิล (log cycle) ตามลำดับ และตรวจไม่พบแบคทีเรียโคลิฟอร์ม

6. การผลิตไส้กรอกบด

การผลิตไส้กรอกบด (ground sausage) มีขั้นตอนการผลิตคล้ายกับการผลิตไส้กรอกอิมัลชันเพียงแต่ไส้กรอกบดไม่ต้องผ่านขั้นตอนการทำอิมัลชัน หรือการสับละเอียดเพื่อให้เกิดอิมัลชันจัดเป็นไส้กรอกสด (fresh sausage) ในประเทศแถบยุโรปและอเมริกานิยมบริโภคเป็นอาหารเช้า ไม่นิยมหมักไว้ค้างคืน แต่ในการทดลองครั้งนี้จะหมักไส้กรอกไว้ในที่เย็นอย่างน้อย 1 วัน เพื่อให้ส่วนผสมต่างๆมีการกระจายทั่วกัน และให้มีการพัฒนากลิ่นรสที่ดีขึ้น (กรมปศุสัตว์, 2535)

7. การเน่าเสียของไส้กรอก

ไส้กรอกเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อที่ต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำเพื่อชลอการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่หลงเหลือจากกระบวนการผลิต และปนเปื้อนภายหลัง และเป็นสาเหตุทำให้ไส้กรอกเกิดการเน่าเสียการเน่าเสียของไส้กรอกแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ

7.1 การเกิดเมือก

พบอยู่ภายนอกของไส้ โดยเฉพาะไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ในระยะเริ่มแรก จะพบเป็นโคโลนีเดี่ยวๆต่อมาจะรวมกันกลายเป็นเมือกสีเทา เมื่อแยกเชื้อจะพบเชื้อที่ผลิตกรดแลคติก ได้แก่ Lactobacillus spp., Streptococcus spp. และ Microbacterium spp. โดยเฉพาะ

เฉพาะM. thermosphactum และ L. viridescens ทำให้ไส้กรอกเกิดเมือกและมีสีเขียว การเกิดเมือกมักเกิดบนผิวที่ชื้น โดยเฉพาะภายนอกไส้สามารถใช้น้ำร้อนล้างเมือกนี้ออกได้ ขณะที่ผลิตภัณฑ์ยังมีลักษณะภายในเหมือนเดิม (Ogilvy and Ayres, 1952)

Ogilvy และ Ayres (1952) พบว่า Micrococcus spp. สร้างเมือกบนไส้กรอกได้ ซึ่งเชื้อพวกนี้จะถูกทำลายได้ง่าย โดยการใช้ความร้อนระดับหุงต้มธรรมดา นอกจากนั้นยังพบ Bacillus spp. ด้วย Drakas และคณะ (1958) รายงานว่า จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดเมือกในไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ที่เก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส ได้แก่ Microbacterium spp. และ ยีสต์ โดยพบยีสต์ถึงร้อยละ 56 ยีสต์ที่พบคือ Debaryomyces spp และเสนอว่า การพบยีสต์ในไส้กรอกนี้ถือเป็นเรื่องปกติธรรมดา

7.2 การเกิดรสเปรี้ยว

รสเปรี้ยวมักเกิดภายในไส้กรอกเป็นผลเนื่องมาจากการเจริญของแบคทีเรีย Streptococcus spp.และเชื้ออื่นๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน แหล่งของเชื้อนี้ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์นม การเปรี้ยวของไส้กรอกเกิดเนื่องจาก การที่เชื้อแบคทีเรียใช้น้ำตาลแลคโตสและน้ำตาลชนิดอื่นๆแล้วได้กรดแลกติก

7.3 การเกิดสีเขียวของไส้กรอก

พบในไส้กรอกชนิดแฟรงเฟอร์เตอร์มากกว่าไส้กรอกชนิดอื่นๆ เกิดจากเชื้อ Lactobacillusspp., Leuconostoc spp., Pediococcus spp., Streptococcus faecium และ S. faecalis (American Meat Institute Foundation, 1960)

การเกิดสีเขียว เนื่องจากเชื้อแบคทีเรียเหล่านี้จะผลิตสารพวกเปอร์ออกไซด์ ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับเม็ดสีไนตริกออกไซด์ฮีโมโครโมเจน (nitricoxide hemochromogen) หรือไนตริกออกไซด์ไมโอโกลบิน ได้สารออกซิไดซ์เพอไฟริน ซึ่งมีสีเขียวปฏิกิริยานี้จะไม่เกิดขึ้น เมื่อมีการยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์แคตตาเลส โดยการใช้ความร้อน หรือในสภาพที่มีเกลือไนไตรต์ Jaberg และคณะ (1970) ได้ศึกษาการเปลี่ยนสีของไส้กรอกซาลามีนอร์เวย์ (Norwegian salarmi sausage) พบว่ามีสาเหตุมาจากเชื้อ Lactobacillus spp.

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

วัสดุ

1.เนื้อแพะจากภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ. สงขลา

2.ไขมันหมู เป็นมันแข็ง จากตลาดสด เทศบาลเมืองหาดใหญ่ จ. สงขลา

3.เนยขาว (Shortening) เป็นไขมันปาล์มผ่านกรรมวิธี ยี่ห้อ ซิลเวอร์คลาวด์

4.เครื่องปรุง เครื่องเทศและส่วนผสม ประกอบด้วย เกลือ, โซเดียมไนไตรต์, แอสคอร์เบส K-7 (phosphate), น้ำตาล, ผงชูรส, ลูกจันทน์, พริกไทยขาว, พริกไทยดำ, ลูกผักชี, กระเทียม, ข่า, น้ำเย็น และน้ำแข็ง

5.ไส้เทียมสำหรับบรรจุ ชนิดพลาสติกและเซลลูโลส

6 ถุงพลาสติกและเชือกพลาสติก

7 วัสดุและเคมีภัณฑ์สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี ที่เกี่ยวข้องกับ

- ปริมาณโปรตีน
- ปริมาณไขมัน
- ปริมาณโซเดียมคลอไรด์
- ความเป็นกรด-ด่าง

อุปกรณ์

1.อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมวัตถุดิบ

1.1 มีด-เขียง

1.2 ถุงพลาสติก

1.3 ห้องแช่เยือกแข็ง อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2.อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมผลิตภัณฑ์

2.1 เครื่องบดเนื้อ (Grinder)

2.2 เครื่องสับละเอียด (Chopper) ยี่ห้อ Food Processing Muller Saarbrucken ประเทศเยอรมันตะวันตก

2.3 เครื่องนวดผสม (Mixer)

2.4 เครื่องบรรจุไส้กรอก (Stuffer)

2.5 ตู้รมควัน

2.6 ห้องเย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2.7 เตาอบ

2.8 ไมโครเวฟ

3.อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี และกายภาพ ประกอบด้วย

3.1 เครื่องชั่งทศนิยม 3 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Mettler รุ่น P 163 และเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง รุ่น H35 AR ของบริษัท Mettler Instrument AG จำกัด ประเทศสวิสเซอร์แลนด์

3.2 เครื่องวัดความเป็นกรด ด่าง รุ่น pH M 61a ของบริษัท Radiometer A/S Copenhagen จำกัด ประเทศเดนมาร์ก

3.3 เครื่องปั่น ยี่ห้อ National

3.4 ตู้อบไฟฟ้า ยี่ห้อ Memmert รุ่น ULM50 ของบริษัท Memmert จำกัด ประเทศเยอรมันตะวันตก

3.5 อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

วิธีการ

1 ศึกษาคุณภาพการประกอบอาหารของเนื้อแพะ

1.1 การเตรียมเนื้อแพะ หั่นเนื้อแพะขนาด 6 X 8 X 2 เซนติเมตร ชั่งน้ำหนักให้ได้น้ำหนักแน่นอน ทำให้สุกด้วยการต้มในน้ำเดือดอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส การอบอุณหภูมิ 175 -200 องศาเซลเซียส และ ไมโครเวฟ นาน 2 นาทีจนกระทั่งอุณหภูมิภายในของเนื้อเป็น 70-74 องศาเซลเซียส

1.2 คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียหลังทำให้สุก เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักคิดโดย

$$\%\text{การสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนทำให้สุก - น้ำหนักหลังทำให้สุก) X 100}}{\text{น้ำหนักก่อนทำให้สุก}}$$

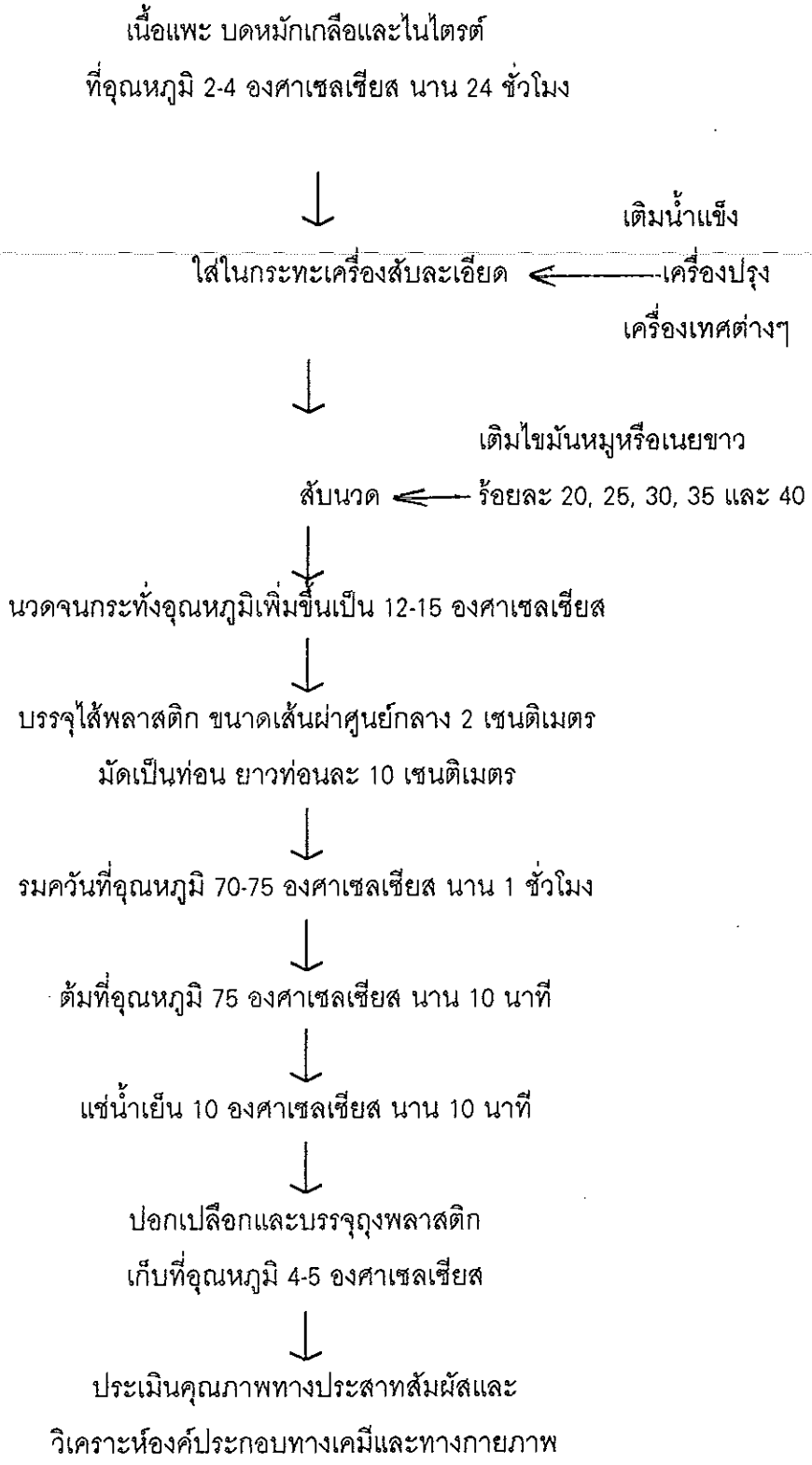
1.3 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส หั่นเนื้อเป็นลูกเต๋าขนาด 1X1X1 เซนติเมตร ใส่ในถ้วยสำหรับชิม 2-3 ชิ้น ประเมินคุณภาพขณะอุ่น โดยวางถ้วยเสริฟในกระบะทรายร้อน ปิดถ้วยด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบพรรณาคุณลักษณะเชิงปริมาณ (Quantitative Descriptive Analysis, QDA) (Stone, *et al.*, 1974) ดังแบบประเมินคุณภาพในภาคผนวก ก.1 ประเมินคุณลักษณะกลิ่น ได้แก่ กลิ่นแพะ กลิ่นหญ้าและกลิ่นออกซิไดซ์ คุณลักษณะกลิ่นรส ได้แก่ กลิ่นแพะ กลิ่นหญ้า กลิ่นออกซิไดซ์ กลิ่นเนื้อ กลิ่นต้ม กลิ่นวัว กลิ่นไหม้ กลิ่นน้ำซุป รสขม รสหวาน กลิ่นโลหะและกลิ่นกระดาษ คุณลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ความนุ่มและความฉ่ำ และความต้องการของผู้บริโภค โดยใช้ผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกหัดจำนวน 8 คน

1.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ การศึกษาการสูญเสียน้ำหนักหลังการทำให้สุก วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) จำนวน 3 ซ้ำ การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก (Randomized Complete Block, RCB) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) (IRRISTAT, 1992)

2 ศึกษาปริมาณไขมันหมูและเนยขาวที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกอิมัลชัน

2.1 การผลิตไส้กรอกอิมัลชัน ผลิตไส้กรอกอิมัลชันตามกรรมวิธีการผลิตไส้กรอกอิมัลชันในรูปที่ 5 กำหนดปริมาณไขมันหมูและเนยขาว ร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 ตามตารางที่ 7 ดังมีรายละเอียดดังนี้

เนื้อแพะเป็นเนื้อแดงล้วนๆ หั่นเอาไขมัน เอ็น และพังผืดออก คลุกเนื้อแพะด้วยเกลือไนไตรต์ และเกลือแกง เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส นาน 1 วัน บดให้ละเอียดผ่านตะแกรงรูขนาด 5 มิลลิเมตร และบดไขมันหมูให้ละเอียด ผ่านตะแกรงรูขนาด 5



รูปที่ 5 การผลิตไส้กรอกอิมัลชันเนื้อแพะ

ที่มา: ดัดแปลงจากกรมปศุสัตว์ (2535)

ตารางที่ 7 สูตรส่วนผสมของไส้กรอกอิมัลชัน

วัตถุดิบ/ส่วนผสม	ระดับไขมัน (ร้อยละ)				
	20	25	30	35	40
เนื้อแพะ(กก.)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
ไขมันหมูหรือเนยขาว(กก.)	0.60	0.75	0.90	1.05	1.20
น้ำแข็ง (กก.)	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
น้ำหนักรวม (กก.)	**4.80**	**4.95**	**5.10**	**5.25**	**5.40**
เกลือไนไตรต์[1] (กรัม)	69.60	71.78	73.95	76.12	78.30
(ร้อยละ 1.45)					
พริกไทย (กรัม)	14.40	14.85	15.30	15.75	16.20
(ร้อยละ 0.3)					
ลูกจันทน์ (กรัม)	4.80	4.95	5.10	5.25	5.40
(ร้อยละ 0.1*)					
น้ำตาล (กรัม)	14.40	14.85	15.30	15.75	16.20
(ร้อยละ 0.3*)					
ผงชูรส (กรัม)	9.60	9.90	10.20	10.50	10.80
(ร้อยละ 0.2*)					
K-7 (กรัม)	14.40	14.85	15.30	15.75	16.20
(ร้อยละ 0.3*)					

หมายเหตุ * คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักรวม

[1] เกลือร้อยละ 99.60 และไนไตรต์ ร้อยละ 0.40

มิลลิเมตร ใส่เนื้อแพะที่บดแล้วลงในกระทะเครื่องสับนวด เติมน้ำแข็ง และเครื่องปรุงต่างๆ เติมไขมันหมู หรือเนยขาว ร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 สับนวดจนละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน จนกระทั่งอุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 12-15 องศาเซลเซียส บรรจุไส้พลาสติก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร มัดเป็นท่อนยาวท่อนละ 10 เซนติเมตร รมควันที่อุณหภูมิ 70-75 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ต้มที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที แช่น้ำเย็นอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ปอกเปลือกและบรรจุถุงพลาสติก เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส

2.2.การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

- ปริมาณความชื้น โดยวิธีอบในตู้ไฟฟ้า (A.O.A.C., 1990)
- ปริมาณโปรตีน โดยวิธีเจลดาล (Kjehdahl method) (A.O.A.C., 1990)
- ปริมาณไขมัน โดยวิธีแบ็บค็อค (Babcock method) (A.O.A.C., 1990)
- ความเป็นกรด ด่าง โดยเครื่องวัดความเป็นกรด ด่าง
- ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ (Pearson and Tauber, 1984)

2.3.การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เตรียมตัวอย่างโดยหั่นไส้กรอกอิมัลชันเป็นชิ้นยาวขนาด 6 เซนติเมตร ชุดทดลองละ 1 ชิ้น จัดวางในถาดเสริฟ ถาดละ 5 ชุดทดลอง ประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ด้านลักษณะปรากฏ (Appearance) ได้แก่ สีภายนอก สีภายในและเนื้อสัมผัส ด้านคุณลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ความนุ่ม ความยืดหยุ่น ความชื้น ความมันและความหยาบ ด้านลักษณะกลิ่นรส ได้แก่ กลิ่นแพะ กลิ่นหญ้า กลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องปรุง กลิ่นหมู กลิ่นควัน กลิ่นหมัก และกลิ่นออกซิไดซ์ และการยอมรับรวม โดยวิธี QDA ดังแบบประเมินคุณภาพในภาคผนวก ก.2 สำหรับผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกหัด 8 คน และให้คะแนนแบบ Facial Hedonic Scale (Larmond,1977) ดังแบบประเมินคุณภาพในภาคผนวก ก.3 สำหรับผู้บริโภคทั่วไป 30 คน

2.4.การวิเคราะห์ทางสถิติ การวิเคราะห์ทางเคมี วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี DMRT (IRRISTAT, 1992)

3 ศึกษาปริมาณไขมันหมูและเนยขาวที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกบด

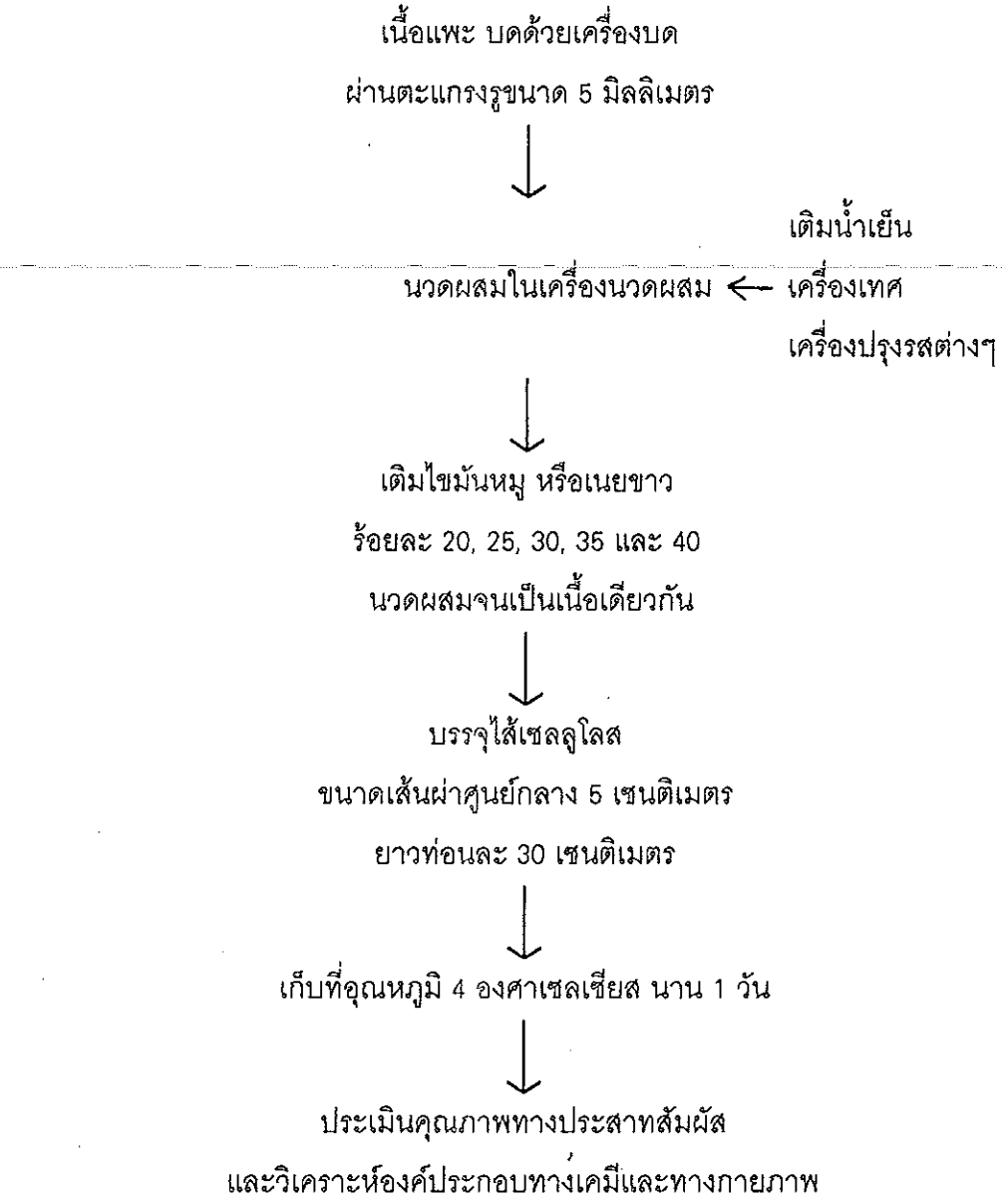
3.1.การผลิตไส้กรอกบด ผลิตไส้กรอกบดตามกรรมวิธีการผลิตไส้กรอกบดในรูปที่ 6 กำหนดปริมาณไขมันหมูและเนยขาวร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 ตามตารางที่ 8 โดยหั่นเนื้อแพะเอาไขมัน เอ็น และพังผืดออก บดเนื้อแพะให้ละเอียด ผ่านตะแกรงรูขนาด 5 มิลลิเมตร บดไขมันหมูให้ละเอียด ผ่านตะแกรงรูขนาด 5 มิลลิเมตร ใส่เนื้อแพะที่บดแล้วลงในเครื่องนวดผสม เติมน้ำแข็ง เครื่องปรุงรสและเครื่อง ใส่ไขมันหมูหรือเนยขาว ร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 นวดผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน บรรจุไส้เซลลูโลสขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ยาวท่อนละ 30 เซนติเมตร เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส นาน 1 วัน

3.2.การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

- ปริมาณความชื้น โดยวิธีอบในตู้ไฟฟ้า (A.O.A.C., 1990)
- ปริมาณโปรตีน โดยวิธีเจลดาล (A.O.A.C., 1990)
- ปริมาณไขมัน โดยวิธีแบ๊บค็อค (A.O.A.C., 1990)
- ความเป็นกรด ด่าง โดยเครื่องวัดความเป็นกรด ด่าง
- ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ (Pearson and Tauber, 1984)

3.3.การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เตรียมตัวอย่างโดยหั่นไส้กรอกบดตามขวางหนาชิ้นละ 0.5 เซนติเมตร ทอดในกระทะอุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียสให้สุก ใช้เวลา 4 นาที ใช้น้ำมันเล็กน้อย เมื่อครบ 2 นาที พลิกกลับด้านไส้กรอกและเปลี่ยนน้ำมันทุกครั้งเมื่อทอดไส้กรอกบดชุดทดลองต่างกัน จัดวางไส้กรอกที่ทอดแล้วในถาดเสริฟชุดทดลองละ 1 ชิ้น ถาดละ 5 ชุดทดลอง ประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ด้านคุณลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ความนุ่ม ความยืดหยุ่น ความชื้นและความมัน ด้านลักษณะกลิ่นรส ได้แก่ กลิ่นแพะ กลิ่นหญ้า กลิ่นเนื้อ กลิ่นเครื่องปรุง กลิ่นหมู กลิ่นหมักและกลิ่นออกซิไดซ์ และการยอมรับรวม โดยวิธี QDA ดังแบบประเมินคุณภาพในภาคผนวก ก.4 สำหรับผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกหัด 8 คน และวิธี Facial Hedonic Scale (Larmond, 1977) ดังแบบประเมินคุณภาพในภาคผนวก ก.3 สำหรับผู้บริโภคทั่วไป 30 คน

3.4.การวิเคราะห์ทางสถิติ การวิเคราะห์ทางเคมี วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี DMRT (IRRIST, 1992)



รูปที่ 6 การผลิตไส้กรอกบดเนื้อแพะ

ที่มา: ดัดแปลงจากกรมปศุสัตว์ (2535)

ตารางที่ 8 สูตรผสมของไส้กรอกบดเนื้อแพะ

วัตถุดิบ/ส่วนผสม	ระดับไขมัน (ร้อยละ)				
	20	25	30	35	40
เนื้อแพะ (กก.)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
ไขมันหมูหรือเนยขาว (กก.)	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08
น้ำเย็น (กก.)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
น้ำหนักรวม (กก.)	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00
เกลือ (ร้อยละ 1.75*) (กรัม)	45.50	47.25	49.25	50.75	52.50
โซเดียมไนไตรต์ (กรัม) (ร้อยละ 0.013*)	0.34	0.35	0.36	0.38	0.39
แอสคอร์เบส (กรัม) (ร้อยละ 0.042*)	1.09	1.13	1.18	1.22	1.26
น้ำตาล (กรัม)(ร้อยละ 1.00*)	26.00	27.00	28.00	29.00	30.00
พริกไทยดำป่น (กรัม) (ร้อยละ 0.079*)	2.05	2.13	2.21	2.29	2.37
พริกไทยขาวป่น (กรัม) (ร้อยละ 0.079*)	2.05	2.13	2.21	2.29	2.37
ลูกผักชีป่น (กรัม) (ร้อยละ 0.058*)	1.50 g	1.57	1.62	1.68	1.74
กระเทียม (กรัม) (ร้อยละ 0.11*)	2.86	2.97	3.08	3.19	3.30
ข่าโขลกละเอียด (กรัม) (ร้อยละ 0.13*)	3.38	3.51	3.64	3.78	3.90

หมายเหตุ *คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักรวม

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์

1 การศึกษาคุณภาพการประกอบอาหารของเนื้อแพะ

1.1 การสูญเสียน้ำหนักหลังการทำให้สุก

สูญเสียหลังการทำให้สุกของเนื้อแพะโดยการให้ความร้อน 3 วิธี คือการต้ม การอบ และไมโครเวฟ พบว่าการสูญเสียน้ำหนักของเนื้อแพะด้วยวิธีต้มคิดเป็นร้อยละ 40.45 ด้วยวิธีอบร้อยละ 34.44 และด้วยวิธีไมโครเวฟร้อยละ 33.69 (ตารางที่ 9) จะเห็นได้ว่าการทำให้สุกด้วยวิธีการต้มมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าวิธีการอบและไมโครเวฟอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) (ตาราง 9) ผลการทดลองสอดคล้องกับ Prasad (1988) ซึ่งได้ศึกษาถึงคุณภาพเนื้อแพะที่ทำให้สุกด้วยวิธีต่างกัน พบว่า การต้มจะมีการสูญเสียน้ำหนักหลังการทำให้สุกมากกว่าการอบ อาจเนื่องจากการอบเป็นการใช้ความร้อนแห้ง เมื่อใช้อุณหภูมิสูงจะทำให้ผิวหน้าอาหารแข็งตัวและจับกันเป็นก้อน ทำให้การระเหยน้ำออกจากอาหารเป็นไปได้ยากกว่าการใช้ความร้อนชื้น

1.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัสหลังการทำให้สุก

ผลการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อแพะที่ทำให้สุก โดยการให้ความร้อนด้วยวิธีการต้ม การอบ และไมโครเวฟปรากฏผลดังนี้คือ

1.2.1 คุณลักษณะเนื้อสัมผัส

คุณลักษณะความนุ่มและความฉ่ำของเนื้อแพะทำให้สุกด้วยวิธีการต้ม มีคะแนนเฉลี่ย 53.47 และ 44.81 ตามลำดับ วิธีการอบมีคะแนนเฉลี่ย 52.86 และ 44.30 ตามลำดับ และไมโครเวฟมีคะแนนเฉลี่ย 47.13 และ40.88 ตามลำดับ (ตารางที่ 10) จะเห็นได้ว่า เนื้อแพะทำให้สุกด้วยวิธีการต้มมีคุณลักษณะความนุ่มและความฉ่ำมากกว่าเนื้อแพะทำให้สุกด้วยวิธีการอบและไมโครเวฟ อาจเนื่องจากการใช้ความร้อนชื้น ทำให้คอลลาเจนสลายตัวเป็นเจลตินการเปลี่ยนคอลลาเจนต้องการน้ำด้วย เมื่อคอลลาเจนซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันสลายตัว ทำให้เนื้อมีความเหนียวลดลง (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529) คะแนนดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 9 การสูญเสียน้ำหนักหลังการทำให้สุกของเนื้อแพะด้วยวิธีต้ม อบ และไมโครเวฟ

วิธีทำให้เนื้อสุก	การสูญเสียหลังการทำให้สุก (%)
การต้ม	40.45 b
การอบ	34.44 a
ไมโครเวฟ	33.69 a

หมายเหตุ อักษร a, b ที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 10.คะแนนเฉลี่ยคุณภาพเนื้อสัมผัส ความต้องการ และกลิ่นของเนื้อแพะด้วยวิธีต้ม อบ และไมโครเวฟ ประเมินด้วยวิธี QDA

วิธีทำให้เนื้อสุก	เนื้อสัมผัส		ความต้องการ	กลิ่น		
	ความนุ่ม	ความฉ่ำ		กลิ่นแพะ	กลิ่นหญ้า	กลิ่นออกซิไดซ์
การต้ม	53.47	44.81	46.95	52.75	45.40	25.16
การอบ	52.86	44.30	49.15	52.50	45.71	25.41
ไมโครเวฟ	47.13	40.88	49.72	46.92	42.80	21.70

หมายเหตุ คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส จาก 1-100 คะแนน

1.2.2 **ความต้องการ**

เนื้อแพะทำให้สุกด้วยวิธีการต้ม การอบ และไมโครเวฟมีคะแนนความต้องการเฉลี่ย 46.95 49.15 และ 49.72 ตามลำดับ (ตารางที่ 10) ผลการประเมินความต้องการมีคะแนนความต้องการระดับปานกลาง และมีความต้องการเนื้อแพะทำให้สุกด้วยไมโครเวฟมากกว่าเนื้อแพะทำให้สุกด้วยวิธีการต้มและการอบ อาจเนื่องมาจากเนื้อแพะทำให้สุกด้วยไมโครเวฟมีกลิ่นแพะ กลิ่นหญ้า และกลิ่นออกซิไดซ์น้อยกว่าเนื้อแพะทำให้สุกด้วยวิธีการต้มและการอบ แต่คะแนนดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

1.2.3 **คุณลักษณะกลิ่น**

เนื้อแพะทำให้สุกด้วยวิธีการต้ม การอบ และไมโครเวฟ มีคะแนนกลิ่นแพะเฉลี่ย 52.75, 52.50 และ 46.92 ตามลำดับ คะแนนกลิ่นหญ้าเฉลี่ย 45.40, 45.71 และ 42.80 ตามลำดับและคะแนนกลิ่นออกซิไดซ์เฉลี่ย 25.16, 25.41 และ 21.70 ตามลำดับ (ตารางที่ 10) ผลการประเมินคุณลักษณะกลิ่นของเนื้อแพะทำให้สุกทั้ง 3 วิธี พบว่า มีกลิ่นแพะ และกลิ่นหญ้าระดับปานกลาง ขณะที่มีกลิ่นออกซิไดซ์ระดับต่ำ เนื้อแพะทำให้สุกด้วยไมโครเวฟมีคะแนนกลิ่นแพะ กลิ่นหญ้าและกลิ่นออกซิไดซ์น้อยกว่าเนื้อแพะทำให้สุกด้วยวิธีการต้มและการอบ คะแนนดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

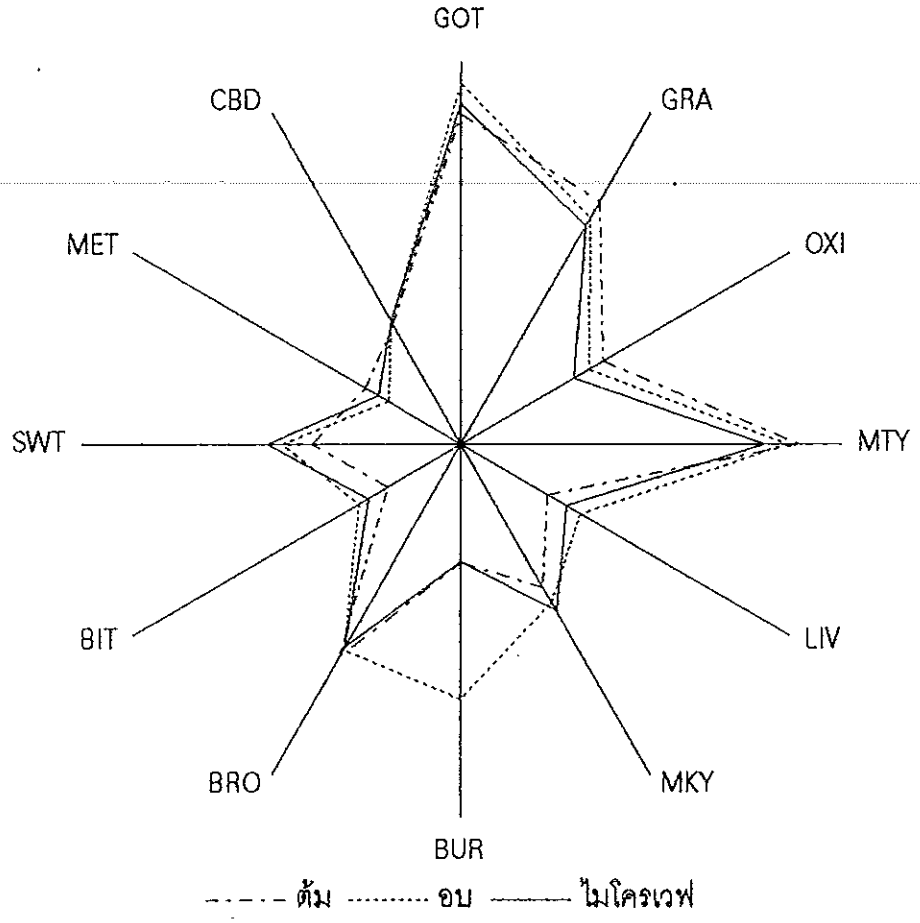
1.2.4 **คุณลักษณะกลิ่นรส**

เนื้อแพะทำให้สุกด้วยวิธีการต้ม การอบ และไมโครเวฟมีคะแนนกลิ่นแพะเฉลี่ย 42.94, 47.04 และ 44.42 ตามลำดับ คะแนนกลิ่นหญ้าเฉลี่ย 36.51, 33.95 และ 32.72 ตามลำดับ คะแนนกลิ่นออกซิไดซ์เฉลี่ย 21.58, 19.33 และ 17.20 ตามลำดับ คะแนนกลิ่นเนื้อเฉลี่ย 44.34, 42.83 และ 39.90 ตามลำดับ คะแนนกลิ่นตับเฉลี่ย 13.00, 18.16 และ 15.95 ตามลำดับ คะแนนกลิ่นนมเฉลี่ย 21.46, 23.92 และ25.15 ตามลำดับ คะแนนกลิ่นน้ำซุปเฉลี่ย 32.13, 30.88 และ 30.51 ตามลำดับ คะแนนรสขมเฉลี่ย 11.26, 15.55 และ 14.25 ตามลำดับ คะแนนกลิ่นโลหะเฉลี่ย 14.63, 11.33 และ 12.66 ตามลำดับ และคะแนนกลิ่นกระดาษเฉลี่ย 17.92, 18.14 และ 18.50 ตามลำดับ (ตารางที่ 11) ผลการประเมินคุณลักษณะกลิ่นรสเนื้อแพะ พบว่าเนื้อแพะทำให้สุกด้วยวิธีการต้มมีคะแนนกลิ่นแพะ กลิ่นตับ กลิ่นนม รสขมและกลิ่นกระดาษน้อยกว่าเนื้อแพะทำให้สุกด้วยวิธีการอบและไมโครเวฟ ขณะที่เนื้อแพะทำให้สุกด้วยไมโครเวฟมีคะแนนกลิ่นหญ้า กลิ่นออกซิไดซ์ กลิ่นเนื้อ กลิ่นน้ำซุปน้อยกว่าเนื้อแพะทำให้สุกด้วยวิธีการต้มและการอบ (รูปที่ 7) คะแนนดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ คุณลักษณะกลิ่นไหม้

ตารางที่ 11 คะแนนเฉลี่ยคุณภาพกลิ่นรสของเนื้อแพะด้วยวิธีต้ม อบ และไมโครเวฟ ประเมินด้วยวิธี QDA

วิธีการทำให้สุก	กลิ่นรส											
	กลิ่นแพะ	กลิ่นหญ้า	กลิ่นออกซิไดซ์	กลิ่นเนื้อ	กลิ่นดับ	กลิ่นนม	กลิ่นไหม้	กลิ่นน้ำซุป	รสขม	รสหวาน	กลิ่นโลหะ	กลิ่นกระดาษ
การต้ม	42.94	36.51	21.58	44.34	13.00	21.46	15.48 a	32.13	11.26	19.71 a	14.63	17.92
การอบ	47.04	33.95	19.33	42.83	18.16	23.92	33.26 b	30.88	15.55	23.66 ab	11.13	18.41
ไมโครเวฟ	44.42	32.72	17.20	39.90	15.95	25.15	15.24 a	30.51	14.25	25.58 b	12.66	18.50

หมายเหตุ คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส จาก 1-100 คะแนน
อักษร a, b ที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ



รูปที่ 7 คุณลักษณะกลิ่นรสของเนื้อแพะที่ทำให้สุกด้วยวิธีต้ม อบและไมโครเวฟ

GOT	= กลิ่นแพะ	BUR	= กลิ่นไหม้
GRA	= กลิ่นหญ้า	BRO	= กลิ่นน้ำซุป
OXI	= กลิ่นออกซิไดซ์	BIT	= รสขม
MTY	= กลิ่นเนื้อ	SWT	= รสหวาน
LIV	= กลิ่นตับ	MET	= กลิ่นโลหะ
MKY	= กลิ่นนม	CBD	= กลิ่นกระดาษ

พบว่า เนื้อแพะทำให้สุกด้วยวิธีการต้ม การอบ และไมโครเวฟมีคะแนนกลิ่นไหม้เฉลี่ย 15.48, 33.26 และ 15.24 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเนื้อแพะทำให้สุกด้วยวิธีการอบมีกลิ่นไหม้มากกว่าเนื้อแพะทำให้สุกด้วยวิธีการต้มและไมโครเวฟอย่างมีนัยสำคัญ (P <0.05) (ตารางที่ 11) อาจเนื่องจากการอบเป็นวิธีที่ใช้ความร้อนสูงและเวลานาน Heymann และคณะ (1990) พบว่าเนื้อแพะที่ทำให้สุกที่อุณหภูมิสูงจะทำให้กลิ่นไหม้เพิ่มขึ้น คุณลักษณะรสหวาน พบว่า เนื้อแพะทำให้สุกด้วยวิธีการต้ม การอบ และไมโครเวฟมีคะแนนรสหวานเฉลี่ย 19.71, 23.66 และ 25.58 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเนื้อแพะทำให้สุกด้วยไมโครเวฟมีรสหวานมากกว่าเนื้อแพะทำให้สุกด้วยวิธีการต้มและการอบอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 11) ซึ่งคุณลักษณะรสหวาน จะมีความสัมพันธ์กับการสูญเสียน้ำหนักหลังสุก ถ้าเนื้อแพะมีการสูญเสียน้ำหนักหลังสุกมาก จะทำให้ของแข็งที่ละลายน้ำได้ เช่น น้ำตาล สูญเสียมาก จึงทำให้เนื้อมีรสหวานน้อยลง

2 การศึกษาปริมาณไขมันหมู และเนยขาวที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกอิมัลชัน

การผลิตไส้กรอกอิมัลชัน โดยการเสริมด้วยไขมันหมู และเนยขาวร้อยละ 20, 25, 30, 35และ 40 มีผลการทดลองดังนี้

2.1 การเสริมด้วยไขมันหมู

2.1.1 องค์ประกอบทางเคมี ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกอิมัลชันที่เสริมด้วยไขมันหมู แสดงในตารางที่ 12

2.1.1.1 ปริมาณความชื้น การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในไส้กรอกอิมัลชันที่เสริมด้วยไขมันหมูระดับต่างๆ พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสม จะทำให้ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ต่ำลง ทั้งนี้เพราะน้ำหนักของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณไขมันที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์มีปริมาณเท่าเดิม การเสริมไขมันหมูในไส้กรอกอิมัลชันร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีปริมาณความชื้นเฉลี่ยในผลิตภัณฑ์เป็นร้อยละ 67.50, 64.76, 62.08, 61.76 และ 58.93 ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) (ตารางภาคผนวก ค 2) Swift และคณะ (1954); Baker และคณะ (1969)พบว่า เมื่ออัตราส่วนความชื้นต่อโปรตีน (moisture / protein ratio) ของไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์และโบโลญาเพิ่มขึ้น จะทำให้ความนุ่มและความฉ่ำของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 12 องค์ประกอบทางเคมีเฉลี่ยของไส้กรอกอิมัลชันเนื้อแพะ

ระดับและชนิดของไขมัน	ความชื้น (ร้อยละ)	โปรตีน (ร้อยละ)	ไขมัน (ร้อยละ)	ความเป็นกรด-ด่าง	NaCl (ร้อยละ)
20% ไขมันหมู	67.50 d	15.98 f	11.25 a	6.45	2.20
25% ไขมันหมู	64.76 cd	15.07 ef	13.50 ab	6.45	2.25
30% ไขมันหมู	62.08 bc	14.14 de	15.75 bcd	6.50	2.19
35% ไขมันหมู	61.76 bc	12.90 cd	17.00 cde	6.50	2.22
40% ไขมันหมู	58.93 ab	12.43 c	21.50 f	6.50	2.01
20% เนยขาว	66.01 d	12.11 bc	14.50 bc	6.45	1.86
25% เนยขาว	63.73 cd	11.71 bc	17.50 de	6.45	1.87
30% เนยขาว	61.55 bc	11.75 bc	19.00 e	6.40	1.69
35% เนยขาว	59.71 b	10.87 ab	23.50 fg	6.40	1.68
40% เนยขาว	55.85 a	10.24 a	25.75 g	6.40	1.71

หมายเหตุ อักษร a, b, c, d, e, f, g ที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P< 0.01$)

2.1.1.2 ปริมาณโปรตีน

ปริมาณโปรตีนของไส้กรอกอิมัลชันที่เสริมด้วยไขมันหมูระดับต่างๆ พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมจะทำให้ปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์ต่ำลง เนื่องจากการเติมไขมันหมูในระดับที่สูงขึ้นจะเป็นการเพิ่มปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์ ขณะที่ปริมาณของเนื้อแพะคงที่ การเสริมไขมันหมูร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยในผลิตภัณฑ์ร้อยละ 15.98, 15.07, 14.14, 12.90 และ 12.43 ตามลำดับ (ตารางที่ 12) และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางภาคผนวก ค 2) การผลิตไส้กรอกอิมัลชันต้องการการเชื่อมตัวของไขมันและน้ำ โดยเจลโปรตีนที่คงตัวเมื่อผ่านความร้อน เพื่อให้มีลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะปรากฏและรสชาติที่ดี (Tarrant, 1981) โดยมีโปรตีน 2 ชนิด คือ ไมโอไฟบริลลาโปรตีนและซาร์โคพลาสมิกโปรตีน ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิฟายอิงเอเจนต์ล้อมรอบผิวของอนุภาคไขมันด้วยเส้นใยตาข่ายโปรตีน 3 มิติ อุ้มอนุภาคไขมันและอุ้มน้ำด้วยแรงคะปิลลารี (capillary force) ทำให้เกิดความคงตัวของอิมัลชันตลอดไป (Tarrant, 1981)

2.1.1.3 ปริมาณไขมัน

ปริมาณไขมันของไส้กรอกอิมัลชันเสริมด้วยไขมันหมูระดับต่างๆ พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสม จะทำให้ปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์สูงขึ้นด้วย การเสริมไขมันหมูร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีปริมาณไขมันเฉลี่ยในผลิตภัณฑ์เป็นร้อยละ 11.25, 13.50, 15.75, 17.00 และ 21.50 ตามลำดับ (ตารางที่ 12) และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางภาคผนวก ค 2) พิษณุ วิเชียรสรรค์ (2535) กล่าวว่า ไขมันเป็นตัวที่ทำให้ไส้กรอกเกิดความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำและรสชาติที่ดี นอกจากนี้ยังทำให้ไส้กรอกสีดีขึ้น ไม่สีคล้ำเข้มเหมือนเนื้อบดเพียงอย่างเดียว และ Swift และคณะ (1954); Mital และ Usborne (1986) พบว่า ไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ที่มีไขมันต่ำจะมีความฉ่ำและความต้องการน้อยกว่าไส้กรอกที่มีไขมันสูง

2.1.1.4 ความเป็นกรด-ด่าง

ความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์มีค่าค่อนข้างเป็นกลางคือความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยระหว่าง 6.45-6.50 และค่าเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางภาคผนวก ค 2) ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การเสริมไขมันหมูในสูตรส่วนผสมไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างในผลิตภัณฑ์ สอดคล้องกับ Bloukas และ Paneras (1993)พบว่า ในไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ที่มีระดับไขมันต่างกัน ไม่ทำให้ความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน

ความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์ที่มีความสำคัญต่อการเกิดอิมัลชันในไส้กรอก เนื่องจากการสกัดโปรตีนที่ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิฟายอิงเอเจนต์ ยังขึ้นอยู่กับความเป็นกรด-ด่างด้วย (Hansen 1960; Price และ Schweigert, 1973) จากการทดลองของ Swift และ Sulzbacher (1963) พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายที่ใช้สกัดโปรตีนมีผลต่อลักษณะโปรตีนที่ถูกสกัด โดยพบว่า ซาร์โคพลาสมิกโปรตีนซึ่งเป็นโปรตีนที่ละลายน้ำจะมีคุณสมบัติในการเป็นอิมัลซิฟายอิงเอเจนต์มากที่สุดที่ความเป็นกรด-ด่าง5.2 ส่วนไมโอไฟบริลลาโปรตีนซึ่งเป็นโปรตีนที่ละลายได้ในน้ำเกลือจะถูกสกัดได้ดีที่สุดที่ความเป็นกรด-ด่าง 3.4 - 6.2 มีคุณสมบัติในการเป็นอิมัลซิฟายอิงเอเจนต์มากที่สุดที่ความเป็นกรด-ด่าง 6.0-6.5 และไม่เปลี่ยนคุณสมบัติเป็นอิมัลซิฟายอิงเอเจนต์แม้จะมีความเป็นกรด-ด่าง 8.0 ก็ตาม (Hoogenkamp, 1979)

2.1.1.5 ปริมาณโซเดียมคลอไรด์

ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ของไส้กรอกอิมัลชัน ที่เสริมด้วยไขมันหมูระดับต่างๆ พบว่า ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ค่อนข้างคงที่ เนื่องจากการเติมเกลือลงในสูตรส่วนผสมมีการเติมเกลือในอัตราที่เท่ากัน ผลการทดลองพบว่าปริมาณโซเดียมคลอไรด์เฉลี่ยในผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละระหว่าง 2.01-2.20 และค่าดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางภาคผนวก ค 2) ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การเสริมไขมันหมูในสูตรส่วนผสมไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์ พิษณุ วิเชียรสรรค์ (2535) กล่าวว่า เกลือทำหน้าที่เป็นตัวให้รสชาติ ช่วยสกัดโปรตีนในกล้ามเนื้อ เพื่อทำหน้าที่ประสานไขมันและน้ำไม่แยกจากกัน ช่วยยืดอายุผลิตภัณฑ์โดยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ และชลอการทำงานของเอนไซม์บางชนิด ปริมาณเกลือที่เหมาะสมในไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์และโบโลญา คือร้อยละ 2.3 Puolanne และ Terrell (1983) พบว่า ปริมาณเกลือร้อยละ 4.0 จะได้ไส้กรอกที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำดีที่สุด เช่นเดียวกับ Sofos (1983) พบว่า เกลือในปริมาณมากกว่าเกลือหรือเท่ากับร้อยละ 2.0 ที่ความเป็นกรด-ด่าง 5.7 จะให้อิมัลชันที่มีความคงตัวมากกว่าเมื่อใช้ปริมาณเกลือน้อยกว่าหรือเท่ากับ ร้อยละ 1.5 ที่ความเป็นกรด-ด่าง 5.6

2.1.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

2.1.2.1 คุณลักษณะปรากฏ

คุณลักษณะสีภายนอก พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมจะทำให้คุณลักษณะสีภายนอกของผลิตภัณฑ์มีระดับความเข้มของสีลดลงทั้งนี้เพราะปริมาณไขมันที่เพิ่มขึ้น ทำให้ความเข้มข้นของไมโอโกลบินซึ่งเป็นสารให้สีแดงในเนื้อลดลง การเสริม

ไขมันหมูร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะสีภายนอกเป็น 65.56, 56.25, 47.81, 49.25 และ 39.63 ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) (ตารางที่ 13)

คุณลักษณะสีภายใน พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมจะทำให้คุณลักษณะภายในของผลิตภัณฑ์มีความเข้มของสีลดลง การเสริมด้วยไขมันหมูร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณ-ลักษณะสีภายในเป็น 45.63, 39.31, 33.13, 33.75 และ 27.19 ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) (ตารางที่ 13) ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับ Claus และ Hunt (1991) พบว่า ไส้กรอกโบโลญาที่ระดับไขมันต่ำจะมีสีแดงเข้มมากกว่าไส้กรอกโบโลญาที่ระดับไขมันสูงและ Ahmed และคณะ (1990) กล่าวว่า การเพิ่มปริมาณน้ำหรือไขมันในสูตรส่วนผสมเป็นการเจือจางไมโอโกลบินให้มีความเข้มข้นลดลง มีผลให้สีแดงของผลิตภัณฑ์ลดน้อยลง

คุณลักษณะเนื้อสัมผัสที่ปรากฏด้วยสายตา พบว่าการเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสม มีแนวโน้มทำให้คุณลักษณะปรากฏด้านเนื้อสัมผัสเปลี่ยนไปเล็กน้อย โดยผลิตภัณฑ์มีความหยาบลดลง หรือมีความละเอียดมากขึ้น การเสริมด้วยไขมันหมูร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะเนื้อสัมผัสเป็น 38.88, 34.31, 33.75, 33.19 และ 32.75 คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 13)

2.1.2.2 คุณลักษณะเนื้อสัมผัสขณะเคี้ยว

คุณลักษณะความนุ่ม พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมจะทำให้ความนุ่มของผลิตภัณฑ์มากขึ้น มีความเหนียวลดลงSwift และคณะ (1954) กล่าวว่าไขมันทำหน้าที่เป็นส่วนที่กระจายอยู่ในอิมัลชัน (disperse phase) และเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดอิมัลชัน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำและกลิ่นรสดี ผลการทดลองพบว่าการเสริมด้วยไขมันหมูร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยด้านความนุ่มเป็น 51.50, 41.13, 33.50, 34.88 และ 23.88 ตามลำดับคะแนนเฉลี่ยดังกล่าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) (ตารางที่ 13)

คุณลักษณะความยืดหยุ่น พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมจะทำให้ความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์ลดลง การเสริมด้วยไขมันหมูร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะความยืดหยุ่นเป็น 66.56, 61.13, 51.56, 51.00 และ 41.63 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 คะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏและลักษณะเนื้อสัมผัสของไส้กรอกอิมัลชันเนื้อแพะประเมินด้วยวิธี QDA

ระดับและชนิดของไขมัน	ลักษณะปรากฏ			ลักษณะเนื้อสัมผัสขณะเคี้ยว				
	สีภายนอก	สีภายใน	เนื้อสัมผัส	ความนุ่ม	ความยืดหยุ่น	ความฉ่ำ	ความมัน	ความหยาบ
20% ไขมันหมู	65.56 d	45.63 e	38.88 b	51.50 c	66.56 e	40.88	40.06	39.69 c
25% ไขมันหมู	56.25 cd	39.31 d	34.31 ab	41.13 b	61.13 de	45.38	44.31	37.19 c
30% ไขมันหมู	47.81 bc	33.13 c	33.75 ab	33.50 b	51.56 cd	48.06	40.50	38.38 c
35% ไขมันหมู	49.25 bc	33.75 c	33.19 ab	34.88 b	51.00 bc	47.19	46.56	30.63 bc
40% ไขมันหมู	39.63 ab	27.19 ab	32.75 ab	23.88 a	41.63 ab	53.88	49.13	29.38 abc
20% เนยขาว	54.69 cd	45.13 e	29.69 a	34.06 b	51.81 cd	47.19	41.50	25.25 ab
25% เนยขาว	46.69 abc	32.63 bc	27.56 a	34.81 b	46.19 abc	46.63	43.19	23.63 ab
30% เนยขาว	37.29 ab	23.63 a	26.56 a	24.31 a	37.00 a	42.88	45.69	22.63 ab
35% เนยขาว	35.06 a	25.13 a	26.38 a	21.81 a	40.31 a	45.13	43.50	19.13 a
40% เนยขาว	35.31 a	23.00 a	26.06 a	25.00 a	39.88 a	42.44	44.38	22.75 ab

หมายเหตุ คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสจาก 1-100 คะแนน

อักษร a, b, c, d, e ที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

คุณลักษณะความฉ่ำ พบว่า การเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมไม่ทำให้คุณลักษณะความฉ่ำขณะเคี้ยวของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่าเมื่อปริมาณไขมันสูงขึ้น จะทำให้ความฉ่ำมากขึ้น เนื่องจากความฉ่ำเป็นความรู้สึกที่ประสาทสัมผัสภายในปากได้รับจากการที่ของเหลวถูกบีบและกดดันออกมาจากผลิตภัณฑ์ที่กำลังเคี้ยวอยู่ในปาก ส่วนของเหลวที่ออกมาเป็นน้ำและไขมัน ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมันสูง ก็จะทำให้ความฉ่ำเพิ่มขึ้นได้ (เยาวลักษณ์ สุรพันพิศิษฐ, 2536) โดยเมื่อเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะความฉ่ำเป็น 40.88, 45.38, 48.06, 47.19 และ 53.88 คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 13)

คุณลักษณะความมัน พบว่า การเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมไม่ทำให้คุณลักษณะความมันของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน โดยเมื่อเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะความมันเป็น 40.06, 44.31, 40.50, 46.56 และ 49.13 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 13)

คุณลักษณะความหยาบ พบว่า การเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมมีแนวโน้มทำให้คุณลักษณะความหยาบของผลิตภัณฑ์ลดลง มีความละเอียดมากขึ้น เนื่องจากคุณลักษณะความหยาบเป็นความรู้สึกในปากขณะเคี้ยวบดผลิตภัณฑ์ด้วยฟัน ความรู้สึกนี้มาจากการเคลื่อนไถลไปมาของอนุภาคเล็กๆ ในระหว่างลิ้น เหงือกและแก้มขณะเคี้ยว (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529) ปริมาณไขมันจะทำให้การเคลื่อนที่อนุภาคของเนื้อง่ายและลื่น ซึ่งอาจทำให้มีความรู้สึกว่าละเอียดมากขึ้น ผลการทดลองพบว่าการเสริมด้วยไขมันหมูร้อยละ 20, 25, 30,35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยความหยาบเป็น 39.69, 37.19, 38.38, 30.63 และ 29.38 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 13)

2.1.2.3 คุณลักษณะกลิ่นรส

คุณลักษณะกลิ่นแพะ พบว่า การเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมไม่มีผลทำให้คุณลักษณะกลิ่นแพะของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน ตามปกติเนื้อแพะจะมีกลิ่นเฉพาะตัวของแพะ ซึ่งเป็นสารที่ละลายน้ำได้และพบปริมาณเนื้อเยื่อไขมัน สารให้กลิ่นรสแพะคือ 4-methyloctanoic acid (hircinoic acid) (Wang, *et al.*, 1975) ถ้าหากกลิ่นรสแพะรุนแรงผู้บริโภคอาจจะไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ได้ เมื่อเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นแพะเป็น 32.19, 26.81, 34.69, 30.25

และ 31.38 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 14)

คุณลักษณะกลิ่นหญ้า พบว่า การเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมไม่มีผลทำให้คุณลักษณะกลิ่นหญ้าของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน กลิ่นหญ้าเป็นกลิ่นแปลกปลอมที่พบในเนื้อสัตว์ที่กินหญ้าเป็นอาหารหลัก เนื่องจากไขมันในเนื้อสามารถดูดซับกลิ่นต่างๆ ดังนั้นในเนื้อสัตว์เคี้ยวเอื้องจึงมักพบกลิ่นหญ้าเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ถ้าหากกลิ่นหญ้าในเนื้อหรือ ผลิตภัณฑ์มีความรุนแรง ผู้บริโภคอาจไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์เช่นกัน จากการทดลองพบว่า คุณลักษณะกลิ่นหญ้าของผลิตภัณฑ์มีปริมาณน้อย โดยเมื่อเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นหญ้าเป็น 11.88, 9.44, 12.50, 13.81 และ 12.50 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 14)

คุณลักษณะกลิ่นเนื้อ พบว่า การเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมไม่มีผลทำให้คุณลักษณะกลิ่นเนื้อของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน และมีคุณลักษณะกลิ่นเนื้อในปริมาณน้อย โดยเมื่อเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นเนื้อเป็น 33.00, 29.75, 31.00, 29.38 และ 27.69 คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 14)

คุณลักษณะกลิ่นเครื่องปรุง พบว่า การเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมไม่มีผลทำให้คุณลักษณะกลิ่นเครื่องปรุงของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน เนื่องจากเครื่องปรุงที่ใช้ ได้แก่ ไนไตรต์ เกลือ น้ำตาล ผงชูรส ฟอสเฟต พริกไทย และลูกจันทน์ ใช้ในสูตรส่วนผสมคิดเป็นร้อยละเท่ากันทุกสูตรส่วนผสม จากการทดลอง พบว่า คุณลักษณะกลิ่นเครื่องปรุงของผลิตภัณฑ์ค่อนข้างน้อย โดยเมื่อเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นเครื่องปรุงเป็น 41.88, 42.13, 39.94, 40.88 และ 39.08 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 14)

คุณลักษณะกลิ่นหมู พบว่า การเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหมูมากขึ้น คุณลักษณะกลิ่นหมูอาจเกิดขึ้น หรือมีในผลิตภัณฑ์ได้เนื่องจากการเติมไขมันหมู ซึ่งปกติไขมันหมูมักจะให้กลิ่นของหมูด้วย คุณลักษณะกลิ่นหมูของผลิตภัณฑ์มีปริมาณน้อย โดยเมื่อเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นหมูเป็น 23.56, 22.31, 21.75, 20.06 และ 18.88 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 คะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสและการยอมรับรวมของไส้กรอกอิมัลชันเนื้อแพะประเมินด้วยวิธี QDA

ระดับและชนิดของไขมัน	กลิ่นรส								การยอมรับรวม
	กลิ่นแพะ	กลิ่นหญ้า	กลิ่นเนื้อ	กลิ่นเครื่องปรุง	กลิ่นหมู	กลิ่นควัน	กลิ่นหมัก	กลิ่นออกซิไดซ์	
20% ไขมันหมู	32.19	11.88	33.00	41.88 c	23.56	54.56 c	43.19	12.31	62.94
25% ไขมันหมู	26.81	9.44	29.75	42.13 c	22.31	51.38 bc	39.26	9.56	60.31
30% ไขมันหมู	34.69	12.50	31.00	39.94 bc	21.75	44.94 abc	39.06	11.31	60.44
35% ไขมันหมู	30.25	13.81	29.38	40.88 c	20.06	47.94 abc	33.56	8.88	51.31
40% ไขมันหมู	31.38	12.50	27.69	39.08 dc	18.88	40.63 a	34.50	10.81	60.94
20% เนยขาว	33.63	10.00	29.56	33.44 ab	16.00	46.13 abc	33.44	9.13	66.25
25% เนยขาว	20.88	7.44	26.50	33.44 ab	14.31	41.69 ab	36.81	12.06	65.69
30% เนยขาว	28.13	10.81	24.50	31.38 a	16.31	39.81 a	33.44	7.50	58.56
35% เนยขาว	25.31	9.75	26.25	35.25 abc	18.06	38.94 a	36.19	10.19	60.44
40% เนยขาว	26.69	8.88	24.69	33.31 ab	20.56	38.63 a	32.50	9.88	57.31

หมายเหตุ คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสจาก 1-100 คะแนน

อักษร a, b, c ที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

คุณลักษณะกลิ่นควัน พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสม จะทำให้คุณลักษณะกลิ่นควันลดน้อยลง กลิ่นควันของผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นจากการรมควัน โดยมีจุดประสงค์เพื่อช่วยปรับปรุงลักษณะของไส้กรอก เช่น สี ช่วยให้ไส้กรอกมีความน่ารับประทานและช่วยยืดอายุการเก็บรักษา โดยควันไฟมีสารจำพวกฟีนอลและกรดชนิดต่างๆ ซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรีย (Gillespie, 1960) กลิ่นควันเกิดจากสารประกอบต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบของควันไฟ ได้แก่ ฟอร์มาลดีไฮด์ อัลดีไฮด์ กรดฟอร์มิก กรดอะซิติก และกรดอื่นๆ ฟีนอลและเรซิน (Jansen, 1949) ผลการทดลองพบว่าการเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นควันเป็น 54.56, 51.38, 44.94, 47.94 และ40.63 ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางที่ 14)

คุณลักษณะกลิ่นหมัก พบว่า การเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมไม่มีผลทำให้คุณลักษณะกลิ่นหมักของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน กลิ่นหมักเป็นกลิ่นรสเฉพาะตัว เนื่องจากการผลิตไส้กรอกอิมัลชันมีการหมักเนื้อด้วยเกลือและไนไตรต์ จึงอาจมีกลิ่นหมักเกิดขึ้นได้ จากการทดลองพบว่า คุณลักษณะกลิ่นหมักในผลิตภัณฑ์มีปริมาณน้อย โดยเมื่อเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นหมักเป็น 43.19, 39.26, 39.06, 33.56 และ 34.50 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 14)

คุณลักษณะกลิ่นออกซิไดซ์ พบว่า การเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสม ไม่มีผลทำให้คุณลักษณะกลิ่นออกซิไดซ์ของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน กลิ่นออกซิไดซ์เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อเป็นสำคัญ โดยเฉพาะปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดขึ้นเอง ทำให้เกิดสารพวกอัลดีไฮด์หรือคีโตน ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดกลิ่นและรสไม่ดีในอาหาร แหล่งของกลิ่นรสผิดปกติที่เกิดขึ้นคือ กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่อยู่ในเนื้อทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ โดยเกิดขึ้นตลอดเวลาเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ ทำให้ได้สารไฮโดรเปอร์ออกไซด์จำนวนมากขึ้น ไฮโดรเปอร์ออกไซด์เป็นสารประกอบที่ไม่เสถียรจะสลายตัว ทำให้ได้สารประกอบที่มีจำนวนคาร์บอนน้อยลง เช่น คีโตน อัลดีไฮด์ อัลกอฮอล์และกรด (Dugan, 1976) การเกิดออกซิเดชันของไขมันถูกเร่งโดยสารประกอบพวกฮีม (heme compounds) ซึ่งมีเหล็กเป็นองค์ประกอบ (Bhattacharya, *et al.*, 1988) จากผลการทดลองพบว่า ผลิตภัณฑ์มีคุณลักษณะกลิ่นออกซิไดซ์ โดยเมื่อเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสม

ร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นออกซิไดซ์เป็น 12.31, 9.56, 11.31, 8.88 และ 10.81 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 14)

2.1.2.4 การยอมรับรวม

การยอมรับรวม พบว่า การเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมไม่มีผลทำให้การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน โดยเมื่อเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเป็น 62.94, 60.31, 60.44, 51.31 และ 60.00 ตามลำดับ เมื่อเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมมากกว่าร้อยละ 30 ทำให้แนวโน้มการยอมรับของผู้ประเมินลดลง อาจเนื่องมาจากที่ระดับปริมาณไขมันต่ำมีลักษณะความยืดหยุ่นและสีของผลิตภัณฑ์ที่ดีกว่า คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 14)

2.1.3 การยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป

ผลคะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปในตารางที่ 15 พบว่า การเสริมด้วยไขมันหมูร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคเป็น 3.53, 3.55, 3.82, 3.88 และ 3.85 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 15) จากผลการทดลอง พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมระดับต่ำ (ร้อยละ 20 และ 25) มีแนวโน้มการยอมรับของผู้บริโภคน้อยกว่าการเติมไขมันหมูระดับสูง (ร้อยละ 30, 35 และ 40) อาจเนื่องจากปริมาณไขมันที่เพิ่มขึ้นทำให้ไส้กรอกมีความนุ่มมากขึ้น

2.2 การเสริมด้วยเนยขาว

2.2.1 องค์ประกอบทางเคมี

2.2.1.1 ปริมาณความชื้น

ปริมาณความชื้นไส้กรอกอิมัลชันที่เสริมด้วยเนยขาวระดับต่างๆ พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสม จะทำให้ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ต่ำลง เช่นเดียวกับการเสริมด้วยไขมันหมู การเสริมด้วยเนยขาวร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีปริมาณความชื้นเฉลี่ยในผลิตภัณฑ์เป็นร้อยละ 66.01, 63.73, 61.55, 59.71 และ 51.85 ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางที่ 12) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความชื้นของไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่าไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีความชื้นสูงกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$)

ตารางที่ 15 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคต่อไส้กรอกอิมัลชันเนื้อแพะ ประเมินด้วยวิธี Facial hedonic scale.

ระดับและชนิดของไขมัน	การยอมรับของผู้บริโภค
20% ไขมันหมู	3.53 abc
25% ไขมันหมู	3.55 abc
30% ไขมันหมู	3.82 bc
35% ไขมันหมู	3.88 c
40% ไขมันหมู	3.85 c
20% เนยขาว	3.73 bc
25% เนยขาว	3.77 bc
30% เนยขาว	3.57 abc
35% เนยขาว	3.47 ab
40% เนยขาว	3.23 a

หมายเหตุ

คะแนน 5 = ชอบมาก, 1 = ไม่ชอบมาก

อักษร a, b, c และ d ที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$)

(ตารางภาคผนวก ค 2) อาจเนื่องจากองค์ประกอบของไขมันหมูและเนยขาวแตกต่างกัน โดยไขมันหมูจะมีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบสูงกว่าเนยขาว

2.2.1.2 ปริมาณโปรตีน

ปริมาณโปรตีนในไส้กรอกอิมัลชันเสริมด้วยเนยขาวระดับต่างๆ พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสม จะทำให้ปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์ต่ำลง เช่นเดียวกับการเสริมด้วยไขมันหมู การเสริมด้วยเนยขาว ร้อยละ 20, 25, 30, 35 แล 40 มีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยในผลิตภัณฑ์เป็นร้อยละ 12.11, 11.71, 11.75, 10.85 และ 10.24 ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตาราง 12) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนของไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยสูงกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.0.1$) (ตารางภาคผนวก ค 2) อาจเนื่องจากไขมันหมูมีองค์ประกอบของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่เป็นโปรตีนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ขณะที่เนยขาวประกอบด้วยไขมันทั้งหมด จึงทำให้ปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์สูงกว่าเมื่อเติมในผลิตภัณฑ์

2.2.1.3 ปริมาณไขมัน

ปริมาณไขมันในไส้กรอกอิมัลชันเสริมด้วยเนยขาวระดับต่างๆ พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสมจะทำให้ปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์สูงขึ้นด้วย การเสริมเนยขาวร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีปริมาณไขมันเฉลี่ยในผลิตภัณฑ์ร้อยละ 14.50, 17.50, 19.00, 23.50 และ 25.75 ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางที่ 14) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไขมันของไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีปริมาณไขมันต่ำกว่าไส้กรอกที่เสริมด้วยเนยขาวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางภาคผนวก ค 2) เนื่องมาจากความแตกต่างขององค์ประกอบของไขมันหมู ซึ่งเป็นไขมันจากสัตว์จะมีองค์ประกอบอื่นที่ไม่ใช่ไขมันรวมอยู่ด้วย เช่น เนื้อเยื่อเกี่ยวพันและความชื้นสูงกว่าเนยขาว เนยขาวเป็นไขมันจากพืชมีปริมาณไขมันเกือบทั้งหมด

2.2.1.4 ความเป็นกรด-ด่าง

ความเป็นกรด-ด่างของไส้กรอกอิมัลชันเสริมด้วยเนยขาวระดับต่างๆ อยู่ระหว่าง 6.40-6.45 และค่าเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 12) จะเห็นได้ว่า การเสริมเนยขาวในสูตรส่วนผสมไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างของ

ผลิตภัณฑ์ เมื่อเปรียบเทียบความเป็นกรด-ด่างของไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวมีความเป็นกรด-ด่างใกล้เคียงกัน และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ความเป็นกรด-ด่างของไส้กรอกเสริมด้วยไขมันทั้งสองชนิดมีค่าระหว่าง 6.40-6.50 ซึ่งเป็นความเป็นกรด-ด่างที่ทำให้เกิดอิมัลชันที่ดีในผลิตภัณฑ์ เนื่องจากโปรตีนที่สกัดได้จะมีคุณสมบัติเป็นอิมัลซิฟายอิงเอเจนต์มากที่สุดที่ความเป็นกรด-ด่าง 6.0-6.5 (Hoogenkamp, 1979)

2.2.1.5 ปริมาณโซเดียมคลอไรด์

ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ของไส้กรอกอิมัลชันที่เสริมด้วยเนยขาวระดับต่างๆ พบว่า ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ค่อนข้างคงที่ มีปริมาณโซเดียมคลอไรด์เฉลี่ยระหว่างร้อยละ 1.68-1.86 ค่าเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 14) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโซเดียมคลอไรด์ของไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมู และเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์สูงกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาวเล็กน้อย เนื่องจากไขมันหมูเป็นเนื้อเยื่อจากสัตว์ จะมีโซเดียมคลอไรด์เป็นองค์ประกอบอยู่ ต่างจากเนยขาวซึ่งเป็นไขมันจากพืช (Price and Schweigert, 1973) แต่ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในไส้กรอกเสริมด้วยไขมันทั้งสองชนิดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางภาคผนวก ค 2)

2.2.2 **คุณภาพทางประสาทสัมผัส**

2.2.2.1 คุณลักษณะปรากฏ

คุณลักษณะสีภายนอก พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสมจะทำให้คุณลักษณะสีภายนอกของผลิตภัณฑ์มีความเข้มของสีลดลง การเสริมด้วยเนยขาวร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะสีภายนอกเป็น 54.69, 46.69, 37.29, 35.06 และ 35.31 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยดังกล่าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางที่ 13) เนื่องจากการเพิ่มปริมาณไขมันในสูตรส่วนผสมเป็นการเจือจางไมโอโกลบินให้มีความเข้มข้นลดลง มีผลให้สีแดงของผลิตภัณฑ์ลดน้อยลง (Ahmed, *et al.*, 1990) เมื่อเปรียบเทียบสีภายนอกของไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาว ในระดับดียวกัน พบว่า ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีสีภายนอกเข้มกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางภาคผนวก ค 3) อาจเนื่องมาจากองค์ประกอบของไขมันหมูมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันต่างๆและองค์ประกอบอื่นๆ ที่อาจมีผลต่อการจับหรือดูดซับควันได้ดีกว่า นอกจากนี้อาจเป็นผลจากสีไขมันหมูซึ่งโดยปกติจะมีสีเข้มกว่าเนยขาว

คุณลักษณะสีภายใน พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสม จะทำให้คุณลักษณะสีภายในของผลิตภัณฑ์มีความเข้มของสีลดลงซึ่งสอดคล้องกับ Claus และ Hunt (1991) พบว่า ไส้กรอกโบโลญาที่มีระดับไขมันต่ำจะมีสีแดงเข้มมากกว่าไส้กรอกโบโลญาที่มีระดับไขมันสูง การเสริมด้วยเนยขาวร้อยละ 20,25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะสีภายในเป็น 45.13, 32.63, 23.63, 25.13 และ 23.00 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะสีภายในของไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีสีภายในเข้มกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางภาคผนวก ค 3) ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับ Bishop และคณะ (1993) พบว่า การเติมไขมันหมูจะทำให้ไส้กรอกโบโลญามีสีเข้มกว่าการเติมน้ำมันข้าวโพด ซึ่งเป็นไขมันจากพืช

คุณลักษณะเนื้อสัมผัสเมื่อประเมินด้วยสายตา พบว่า การเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสมมีแนวโน้มทำให้คุณลักษณะปรากฏด้านเนื้อสัมผัสเปลี่ยนไปเล็กน้อย โดยผลิตภัณฑ์จะมีความหยาบลดลง (ความละเอียดเพิ่มขึ้น) อาจเนื่องจากปริมาณไขมันที่เพิ่มขึ้น ทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสเมื่อประเมินด้วยสายตามีลักษณะเนื้อละเอียดขึ้น การเสริมด้วยเนยขาวร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะเนื้อสัมผัสเป็น 29.69, 27.56, 26.56, 26.38 และ 26.06 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 13) เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะเนื้อสัมผัสของไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมู และเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ละเอียดกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาว อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) (ตารางภาคผนวก ค 3) อาจเนื่องมาจากไขมันหมูมีความสามารถในการรวมตัวกับเนื้อแพะได้ดีกว่าเนยขาวและมีความสามารถในการเกิดอิมัลชันได้ดี

2.2.2.2 คุณลักษณะเนื้อสัมผัส

คุณลักษณะความนุ่ม พบว่า เมื่อเพิ่มระดับเนยขาวในสูตรส่วนผสมจะทำให้ความนุ่มของผลิตภัณฑ์มากขึ้นหรือมีความเหนียวลดลง การเสริมด้วยเนยขาวร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะความนุ่มเป็น 34.06, 34.81, 24.31, 21.81 และ 25.00 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) (ตารางที่ 13) พิษณุ วิเชียรสรรค์ (2535) กล่าวว่า ไขมันที่เติมลงในสูตรส่วนผสมจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความนุ่มสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะความนุ่มของไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูและ

เนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีคุณลักษณะความนุ่มน้อยกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) (ตารางภาคผนวก ค 3) อาจเนื่องมาจากองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน ซึ่งพบว่าไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีปริมาณโปรตีนสูงกว่า และมีปริมาณไขมันต่ำกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาว

คุณลักษณะความยืดหยุ่น พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสมจะทำให้คุณลักษณะความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์ลดลง อาจเนื่องจากเมื่อเพิ่มปริมาณไขมันสูงขึ้น การเกิดอิมัลชันอาจไม่คงทน เนื่องจากพื้นที่ผิวของไขมันมากขึ้นเกินความสามารถสารละลายโปรตีนจะหุ้มไว้ได้ (Kramlich, *et al*, 1973) และจะทำให้ไขมันไหลออกจากอิมัลชันทำให้ความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์ลดน้อยลง Hoogenkamp (1986) กล่าวว่า ไขมันจากพืชมักจะเกิดอิมัลชันได้ไม่ดีและมีปัญหาเรื่องการคงตัวของอิมัลชันในไส้กรอก ผลการทดลองพบว่าการเสริมด้วยเนยขาวร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะความยืดหยุ่นเป็น 51.81, 46.19, 37.00, 37.00, 40.31 และ 39.88 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) (ตารางที่ 13) เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะความยืดหยุ่นของไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมู มีคุณลักษณะความยืดหยุ่นมากกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) (ตารางภาคผนวก ค 3) อาจเป็นผลมาจากองค์ประกอบทางเคมีด้านปริมาณไขมัน ไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาวจะมีปริมาณไขมันสูงกว่าไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมู ซึ่งผลการทดลองขัดแย้งกับ Ahmed และคณะ (1990) พบว่า การเพิ่มไขมันในไส้กรอกร้อยละ 15-35 ไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณลักษณะความยืดหยุ่นแตกต่างกันทางสถิติ

คุณลักษณะความฉ่ำ พบว่า การเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสมไม่ทำให้คุณลักษณะความฉ่ำขณะเคี้ยวของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน โดยเมื่อเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะความฉ่ำเป็น 47.19, 46.63, 42.88, 45.13 และ 42.44 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 13) เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะความฉ่ำของไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า การเสริมไขมันระดับต่ำ (ร้อยละ 20 และ 25) ไส้กรอกที่เสริมด้วยเนยขาวมีแนวโน้มคุณลักษณะความฉ่ำสูงกว่าไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากการเสริมไขมันหมูระดับต่ำผลิตภัณฑ์จะมีปริมาณโปรตีนสูง ทำให้เกิดอิมัลชันในไส้กรอกได้ดีทำให้มีความชื้น (ของเหลว) ออกมาน้อยขณะเคี้ยว แต่เมื่อเสริมไขมันระดับสูง

(ร้อยละ 30, 35 และ 40) ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีแนวโน้มคุณลักษณะความฉ่ำสูงกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาว อาจเนื่องมาจากปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์สูงกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 13) อย่างไรก็ตามคุณลักษณะความฉ่ำในไส้กรอกเสริมด้วยไขมันสองชนิดนี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวก ค 3)

คุณลักษณะความมัน พบว่า การเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสมไม่มีผลทำให้คุณลักษณะความมันของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน โดยเมื่อเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะความมันเป็น 41.50, 43.19, 45.69, 43.50 และ 44.38 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 13) เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะความมันของไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมู และเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณไขมันหมูและเนยขาวในสูตรส่วนผสมมีแนวโน้มให้คุณลักษณะความมันสูงขึ้นเล็กน้อย แต่การเสริมด้วยไขมันสองชนิดนี้ คุณลักษณะความมันไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวก ค 3)

คุณลักษณะความหยาบ พบว่า การเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสมมีแนวโน้มทำให้คุณลักษณะความหยาบของผลิตภัณฑ์ลดลงเช่นเดียวกับการเสริมด้วยไขมันหมู ผลการทดลอง พบว่า การเสริมด้วยเนยขาวร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะความหยาบเป็น 25.25, 23.63, 22.63, 19.13 และ 22.75 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 13) เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะความหยาบของไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีคุณลักษณะความหยาบสูงกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางภาคผนวก ค 3) อาจเนื่องจากองค์ประกอบของไขมันหมูมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเป็นองค์ประกอบสูง ขณะที่เนยขาวไม่มีส่วนเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ทำให้ความรู้สึกจากการเคี้ยวไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีคุณลักษณะหยาบกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาว

2.2.2.3 คุณลักษณะกลิ่นรส

คุณลักษณะกลิ่นแพะ พบว่า การเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสม ไม่มีผลทำให้คุณลักษณะกลิ่นแพะของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน เช่นเดียวกับการเสริมด้วยไขมันหมู โดยเมื่อเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นแพะเป็น 33.63, 20.88, 28.13, 25.31 และ 26.69 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 14) เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะกลิ่นแพะของ

ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีคุณลักษณะกลิ่นแพะสูงกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาวเล็กน้อย แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางภาคผนวก ค 3)

คุณลักษณะกลิ่นหญ้า พบว่า การเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสมไม่มีผลทำให้คุณลักษณะกลิ่นหญ้าของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน เช่นเดียวกับการเสริมด้วยไขมันหมู โดยเมื่อเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นหญ้าเป็น 10.00, 7.44, 10.81, 9.75 และ 8.88 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ต่ำมากคะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 14) เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะกลิ่นหญ้าของไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีคุณลักษณะกลิ่นหญ้าสูงกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาวเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากการเสริมเนยขาวซึ่งเป็นไขมันจากพืช อาจทำให้เจือจางกลิ่นหญ้าซึ่งเป็นกลิ่นแปลกปลอมที่ปนมากับเนื้อสัตว์ลงได้มากกว่าไขมันหมูซึ่งเป็นไขมันจากสัตว์ แต่คุณลักษณะดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางภาคผนวก ค 3

คุณลักษณะกลิ่นเนื้อ พบว่า การเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสม ไม่มีผลทำให้คุณลักษณะกลิ่นเนื้อของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน เช่นเดียวกับการเสริมด้วยไขมันหมู โดยเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นเนื้อเป็น 29.56, 26.50, 24.50, 26.25 และ 24.69 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 14) เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะ กลิ่นเนื้อของไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีคุณลักษณะกลิ่นเนื้อสูงกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาวเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากไขมันหมูซึ่งเป็นไขมันจากสัตว์ อาจมีองค์ประกอบของกลิ่นเนื้อเป็นส่วนประกอบ ขณะที่เนยขาวเป็นไขมันจากพืชไม่มีองค์ประกอบของกลิ่นเนื้อ อย่างไรก็ตาม การเสริมด้วยไขมันสองชนิดนี้ไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณลักษณะกลิ่นเนื้อแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวก ค 3)

คุณลักษณะกลิ่นเครื่องปรุง พบว่า การเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสมไม่มีผลทำให้คุณลักษณะกลิ่นเครื่องปรุงของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน เช่นเดียวกับการเสริมด้วยไขมันหมู โดยเมื่อเพิ่มเนยขาวในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นเครื่องปรุงเป็น 33.44, 33.44, 31.38, 35.25 และ 33.31 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 14) เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะกลิ่น

เครื่องปรุงของไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมู และเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีคุณลักษณะกลิ่นเครื่องปรุง มากกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางภาคผนวก ค 3)

คุณลักษณะกลิ่นหมู พบว่า การเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสม ไม่มีผลทำให้คุณลักษณะกลิ่นหมูของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน เช่นเดียวกับการเสริมด้วยไขมันหมู ซึ่งสอดคล้องกับ Bishop และคณะ. (1993); Swift และคณะ (1954) พบว่า ปริมาณไขมันในไส้กรอกโบโลญาไม่ทำให้กลิ่นรสของไส้กรอกแตกต่างกัน เมื่อเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นหมู 16.00, 14.31, 16.31, 18.06 และ 20.56 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 14) เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะกลิ่นของไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูส่วนใหญ่มีคุณลักษณะกลิ่นหมูมากกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาว อาจเนื่องจากไขมันหมูเป็นไขมันจากสัตว์ ซึ่งมีองค์ประกอบของกลิ่นหมูมากกว่าเนยขาว แต่คุณลักษณะกลิ่นหมูในผลิตภัณฑ์ที่เสริมด้วยไขมันทั้งสองชนิดมีระดับต่ำและไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางภาคผนวก ค 3)

คุณลักษณะกลิ่นควัน พบว่า การเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสม ไม่มีผลทำให้คุณลักษณะกลิ่นควันของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน เช่นเดียวกับการเสริมด้วยไขมันหมู แต่มีแนวโน้มลดลง เมื่อเพิ่มปริมาณไขมันสูงขึ้น โดยเมื่อเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นควันเป็น 46.13, 41.69, 39.81, 38.94 และ 38.63 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 14) เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะกลิ่นควันของไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีคุณลักษณะกลิ่นควันสูงกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางภาคผนวก ค 3) อาจเนื่องจากไขมันหมูมีองค์ประกอบของเนื้อเยื่อต่างๆประกอบอยู่ ทำให้การดูดซับหรือความสามารถในการจับควันได้มากกว่าเนยขาวซึ่งมีไขมันเป็นองค์ประกอบเกือบทั้งหมด

คุณลักษณะกลิ่นหมัก พบว่า การเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสมไม่มีผลทำให้คุณลักษณะกลิ่นหมักของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน เช่นเดียวกับการเสริมด้วยไขมันหมู โดยเมื่อเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านกลิ่นหมักเป็น 33.44, 36.81, 33.44, 36.19 และ 32.50 ตามลำดับ คะแนน

ดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 14) เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะกลิ่นหมักของไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีแนวโน้มคุณลักษณะกลิ่นหมักมากกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาว อาจเนื่องจากกลิ่นหมักส่วนใหญ่เกิดจากปฏิกิริยาของสารเคมีที่ใช้หมักเนื้อ เช่น เกลือและไนไตรต์กับสารพวกโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตในเนื้อสัตว์ (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529) ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันจะมีองค์ประกอบโปรตีนสูงกว่าจึงอาจทำให้เกิดการหมักและกลิ่นหมักได้มากกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาว อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองพบว่า การเสริมด้วยไขมันสองชนิดนี้ไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณลักษณะกลิ่นหมักแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวก ค 3)

คุณลักษณะกลิ่นออกซิไดซ์ พบว่า การเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสมไม่มีผลทำให้คุณลักษณะกลิ่นออกซิไดซ์ของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน เช่นเดียวกับการเสริมด้วยไขมันหมู โดยเมื่อเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นออกซิไดซ์เป็น 9.13, 12.06, 7.50, 10.19 และ 9.88 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 14) เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะกลิ่นออกซิไดซ์ของไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า การเสริมด้วยไขมันทั้งสองชนิดมีคุณลักษณะกลิ่นออกซิไดซ์ระดับน้อยมาก และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางภาคผนวก ค 3) อาจเนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่ได้มีการเก็บรักษาไว้นาน การเกิดออกซิเดชันของไขมันจึงเกิดขึ้นน้อย

2.2.2.4 การยอมรับรวม

การยอมรับรวม พบว่า การเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสมไม่ทำให้การยอมรับรวมของผู้ประเมินแตกต่างกัน เช่นเดียวกับการเสริมด้วยไขมันหมู โดยเมื่อเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับรวมเป็น 66.25, 65.69, 58.56, 60.44 และ 57.31 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 14) เมื่อเปรียบเทียบการยอมรับรวมของผู้ประเมินต่อไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาว พบว่า มีการยอมรับรวมในระดับปานกลางและมีแนวโน้มว่าการเสริมไขมันทั้งสองชนิดในระดับต่ำ ทำให้การยอมรับรวมมากกว่าการเสริมไขมันในระดับสูง แต่การยอมรับรวมต่อไส้กรอกเสริมด้วยไขมันทั้งสองชนิดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางภาคผนวก ค 3)

2.2.3 **การยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป**

ผลการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปในตารางที่ 15 พบว่า การเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสมทำให้การยอมรับของผู้บริโภคมีแนวโน้มลดลง การเสริมด้วยเนยขาวร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเป็น 3.73, 3.77, 3.57, 3.47 และ 3.23 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางที่ 15) เมื่อเปรียบเทียบการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปต่อไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า มีการยอมรับของผู้บริโภคแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางภาคผนวก ค 3) โดยการเสริมด้วยไขมันหมูระดับต่ำมีการยอมรับของผู้บริโภคน้อยกว่าการเสริมไขมันหมูในระดับสูง ขณะที่การเสริมด้วยเนยขาวในระดับต่ำมีการยอมรับของผู้บริโภคมากกว่าการเสริมด้วยเนยขาวในระดับสูง อย่างไรก็ตาม Lee และคณะ (1987) พบว่าการยอมรับไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ของผู้บริโภคมีการยอมรับสูงเมื่อเติมไขมันในระดับต่ำเนื่องจากไส้กรอกมีความลื่นมันน้อย

3 การศึกษาปริมาณไขมันหมู และเนยขาวที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกบด

การผลิตไส้กรอกบดโดยการเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีผลการทดลองดังนี้

3.1 การเสริมด้วยไขมันหมู

3.1.1 **องค์ประกอบทางเคมี** ผลการวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมู แสดงในตารางที่ 16

3.1.1.1 ปริมาณความชื้น

ปริมาณความชื้นของไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูระดับต่างๆ พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสม จะทำให้ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ต่ำลง ทั้งนี้เพราะน้ำหนักของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นเนื่องจากปริมาณไขมันที่เพิ่มขึ้น ขณะที่ปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์เท่าเดิม ผลการทดลองพบว่า การเสริมไขมันหมูในไส้กรอกบดร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีปริมาณความชื้นเฉลี่ยในผลิตภัณฑ์เป็นร้อยละ 68.77, 67.19, 65.80, 64.01 และ 62.60 ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 องค์ประกอบทางเคมีเฉลี่ยของไส้กรอกบดเนื้อแพะ

ระดับและชนิดของไขมัน	ความชื้น (ร้อยละ)	โปรตีน (ร้อยละ)	ไขมัน (ร้อยละ)	ความเป็นกรดด่าง	NaCl (ร้อยละ)
20% ไขมันหมู	68.77 d	14.62 f	9.25 a	6.10	2.12
25% ไขมันหมู	67.16 cd	14.41 ef	11.50 d	6.15	2.11
30% ไขมันหมู	65.80 c	13.67 e	14.75 e	6.10	2.17
35% ไขมันหมู	64.01 b	12.35 cd	17.00 d	6.20	2.11
40% ไขมันหมู	62.60 b	11.85 bc	19.75 ef	6.10	2.07
20% เนยขาว	67.51 cd	14.28 ef	12.50 b	6.05	2.09
25% เนยขาว	63.75 b	13.77 e	17.25 d	6.05	2.14
30% เนยขาว	62.93 b	12.72 d	18.00 de	6.05	2.11
35% เนยขาว	59.40 a	11.31 b	20.75 f	6.05	2.11
40% เนยขาว	57.80 a	10.55 a	24.25 g	6.05	2.13

หมายเหตุ อักษร a, b, c, d, e, f, g ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$)

สอดคล้องกับ Troutt และคณะ (1992); Kregal และคณะ (1986) พบว่า การผลิตเนื้อวัวบดที่เติมไขมันจากร้อยละ 5 ถึง 30 ผลิตภัณฑ์จะมีปริมาณความชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยเมื่อเพิ่มระดับไขมันสูงขึ้นปริมาณ ความชื้นในผลิตภัณฑ์จะต่ำลง

3.1.1.2 ปริมาณโปรตีน

ปริมาณโปรตีนของไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูระดับต่างๆ พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสม จะทำให้ปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์ต่ำลง เนื่องจากการเติมไขมันหมูในระดับที่สูงขึ้นจะเป็นการเพิ่มปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์ ในขณะที่ปริมาณโปรตีนคงที่ ผลการทดลอง พบว่า การเสริมไขมันหมูร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยในผลิตภัณฑ์เป็นร้อยละ 14.62, 14.41, 13.67, 12.35 และ 11.85 ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางที่ 16)

3.1.1.3 ปริมาณไขมัน

ปริมาณไขมันของไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูระดับต่างๆ พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณหมูในสูตรส่วนผสมจะทำให้ปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์สูงขึ้นด้วย การเสริมไขมันหมูร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีปริมาณไขมันเฉลี่ยในผลิตภัณฑ์เป็นร้อยละ 9.25, 11.50, 14.75, 17.00 และ 19.75 ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางที่ 16)

3.1.1.4 ความเป็นกรด-ด่าง

ความเป็นกรด-ด่างของไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูระดับต่างๆ พบว่า ผลิตภัณฑ์มีความเป็นกรด-ด่างค่อนข้างเป็นกลาง คือ มีความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยระหว่าง 6.10-6.20 และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 16) ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การเสริมไขมันหมูในสูตรส่วนผสมไม่มีผลทำให้ความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน สอดคล้องกับ Troutt และคณะ (1992) พบว่า การเพิ่มไขมันในเนื้อวัวบดร้อยละ 5 ถึงร้อยละ 30 ไม่ทำให้ความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน สำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อหมูบดจะมีความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 5.55-5.58 (Choi, *et al.* 1987) ความเป็นกรด-ด่างจะมีผลต่อลักษณะสีของผลิตภัณฑ์ ศิวาพร ศิวเวชช (2529) รายงานว่า ที่สภาวะที่มีความเป็นกรด-ด่างต่ำ การเกิดออกซิเดชันของเนื้อจะถูกเร่งให้เกิดเร็วขึ้นทำให้เกิดเมทไมโอโกลบินซึ่งมีสีน้ำตาล ความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมสำหรับการรักษาสีของเนื้อจะประมาณ 6.0-6.6

3.1.1.5 ปริมาณโซเดียมคลอไรด์

ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ของไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูระดับต่างๆ พบว่าปริมาณโซเดียมคลอไรด์ค่อนข้างคงที่ เนื่องจากการเติมเกลือลงในสูตรส่วนผสมในอัตราที่เท่ากัน ปริมาณโซเดียมคลอไรด์เฉลี่ยในผลิตภัณฑ์คิดเป็นร้อยละระหว่าง 2.07-2.17 และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 16) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการเสริมไขมันหมูในสูตรส่วนผสมไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงช่องปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์ แต่ถ้าปริมาณโซเดียมคลอไรด์ ในผลิตภัณฑ์มีปริมาณสูง อาจทำให้สีของผลิตภัณฑ์คล้ำเข้มขึ้นเนื่องจากโซเดียมคลอไรด์เพิ่มอัตราการเกิดออกซิเดชันของเม็ดสีในเนื้อแดง (Means and Schmidt.1986) นอกจากนี้ Akamittatath และคณะ. (1990) ยังรายงานว่า เกลือเร่งการเปลี่ยนสีในเนื้อคืนรูปที่ผลิตจากเนื้อหมู เนื้อวัว และเนื้อไก่งวง

3.1.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.1.2.1 คุณลักษณะเนื้อสัมผัส

คุณลักษณะความนุ่ม พบว่า การเสริมไขมันหมูร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะความนุ่มเป็น 33.48, 48.81, 45.13, 33.75 และ 28.38 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวมีความแตกต่างอย่างนัยมีสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางที่ 17) การเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมทำให้คุณลักษณะความนุ่มของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น Berry และ Leddy (1984) พบว่า ในเนื้อวัวบดที่มีระดับไขมันต่ำจะมีค่าแรงเฉือนมากกว่าเนื้อวัวบดที่มีระดับไขมันสูง Troutt และคณะ (1992) พบว่า เมื่อเพิ่มระดับไขมันในเนื้อวัวบดจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าแรงเฉือนลดลง

คุณลักษณะความยืดหยุ่น พบว่า การเสริมไขมันหมูในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะความยืดหยุ่นเป็น 39.69, 42.75, 34.75, 34.81 และ 32.31 ตามลำดับ (ตารางที่ 17) การเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมทำให้คุณลักษณะความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง Troutt และคณะ (1992) พบว่า เนื้อวัวบดที่มีไขมันสูงจะมีความยืดหยุ่นต่ำ เนื่องจากการเพิ่มปริมาณไขมันทำให้ปริมาณเนื้อและ โปรตีนผลิตภัณฑ์มีสัดส่วนที่ต่ำลงทำให้ลักษณะการยืดหยุ่นของเนื้อหรือโปรตีนมีสัดส่วนลดต่ำลงด้วย

คุณลักษณะความฉ่ำ พบว่า การเสริมไขมันหมูในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะความฉ่ำเป็น 53.88, 35.75, 35.38, 42.75 และ

ตารางที่ 17 คะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับของไส้กรอกบดเนื้อแพะ ประเมินด้วยวิธี QDA

ระดับและชนิดของไขมัน	เนื้อสัมผัสขณะเคี้ยว				การยอมรับรวม
	ความนุ่ม	ความยืดหยุ่น	ความฉ่ำ	ความมัน	
20% ไขมันหมู	33.38 bcd	39.69 de	53.88 c	50.00	63.25 c
25% ไขมันหมู	48.81 e	42.75 e	35.75 ab	37.00	58.31 bc
30% ไขมันหมู	45.13 de	34.75 bcde	35.38 ab	36.88	63.13 c
35% ไขมันหมู	33.75 bcd	34.81 bcde	42.75 bc	44.25	58.94 bc
40% ไขมันหมู	28.38 abc	32.31 abcd	49.19 c	47.25	57.69 bc
20% เนยขาว	38.69 cde	30.31 abcd	26.19 a	32.88	45.69 ab
25% เนยขาว	26.19 abc	36.56 cde	41.81 bc	42.13	50.31 abc
30% เนยขาว	26.19 abc	28.19 abc	41.81 bc	42.13	47.56 ab
35% เนยขาว	21.75 ab	24.00 a	42.31 bc	42.94	39.50 a
40% เนยขาว	17.44 a	24.76 ab	43.63 bc	45.19	47.56 ab

หมายเหตุ คะแนนทางประสาทสัมผัสจาก 1-100 คะแนน

อักษร a, b, c, และ d ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

49.19 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) (ตารางที่ 17) การเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสม ทำให้คุณลักษณะความฉ่ำของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มสูงขึ้น เนื่องจากคุณลักษณะความฉ่ำเป็นความรู้สึกที่ประสาทสัมผัสภายในปากได้รับจากการที่ของเหลวถูกบีบและกดดันออกจากผลิตภัณฑ์ที่บดอยู่ในปาก ดังนั้นเมื่อเพิ่มปริมาณไขมันหรือน้ำมากขึ้นจะมีผลทำให้ลักษณะความฉ่ำเพิ่มขึ้นได้

คุณลักษณะความมัน พบว่า การเสริมไขมันหมูในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะความมันเป็น 50.00, 37.00, 36.88, 44.25 และ 47.25 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 17) การเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสม ทำให้คุณลักษณะความมันของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มสูงขึ้น เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีมีปริมาณไขมันมากขึ้น

3.1.2.2 การยอมรับรวม

การยอมรับรวมของผู้ประเมินทางประสาทสัมผัส พบว่า การเสริมไขมันหมูในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับรวมเป็น 63.25, 58.37, 63.13, 58.94 และ 57.69 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 17) การเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสม ทำให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้ประเมินมีแนวโน้มลดลง

3.1.2.3 คุณลักษณะกลิ่นรส

คุณลักษณะกลิ่นแพะ พบว่า การเสริมไขมันหมูในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นแพะเป็น 30.56, 24.06, 21.44, 20.88 และ 23.25 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 18) การเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสม ทำให้คุณลักษณะกลิ่นแพะของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย อาจเนื่องจากปริมาณไขมันที่เพิ่มขึ้นเจือจางกลิ่นแพะให้ลดลง ในผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะกลิ่นสาบแพะ ซึ่งเป็นกลิ่นรสเฉพาะตัว ถ้าหากกลิ่นแพะมีความรุนแรงอาจทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ได้ การเติมไขมันหมูในสูตรผสม ไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะกลิ่นแพะแตกต่างกันและมีกลิ่นแพะอยู่ในระดับต่ำ

คุณลักษณะกลิ่นหญ้า พบว่า การเสริมไขมันหมูในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นหญ้าเป็น 16.00, 10.44, 10.63, 11.88 และ 11.94 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทาง

ตารางที่ 18 คะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นรสของไส้กรอกบดเนื้อแพะ ประเมินด้วยวิธี QDA

ระดับและชนิดของไขมัน	กลิ่นรส						
	กลิ่นแพะ	กลิ่นหญ้า	กลิ่นเนื้อ	กลิ่นเครื่องปรุง	กลิ่นหมู	กลิ่นหมัก	กลิ่นออกซิไดซ์
20% ไขมันหมู	30.56abc	16.00	35.69b	31.50	20.44 ab	27.56	10.38 ab
25% ไขมันหมู	24.06 ab	10.44	28.05 a	34.25	19.94 ab	28.94	9.31 a
30% ไขมันหมู	21.44 a	10.63	31.19 ab	35.94	23.63 b	30.94	10.69 ab
35% ไขมันหมู	20.88 a	11.88	28.88 a	36.13	23.19 b	29.56	10.94 ab
40% ไขมันหมู	23.25 ab	11.94	28.50 a	38.19	17.38 ab	27.81	11.25 ab
20% เนยขาว	38.50 c	17.69	29.13 a	33.38	8.69 a	29.44	17.50 bc
25% เนยขาว	28.06 abc	13.25	25.06 a	33.00	12.06 ab	28.75	17.63 bc
30% เนยขาว	27.81 abc	11.00	28.00 a	30.31	13.38 ab	31.38	18.25 abc
35% เนยขาว	35.00 bc	9.50	28.69 a	34.13	10.88 a	27.38	22.13 c
40% เนยขาว	26.38 ab	11.44	31.06 ab	35.69	12.25 ab	27.31	13.38 ab

หมายเหตุ คะแนนทางประสาทสัมผัสจาก 1-100 คะแนน

อักษร a, b, c, d ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

สถิติ (ตาร่างที่ 18) การเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสม ทำให้คุณลักษณะกลิ่นหญ้าของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย อาจเนื่องจากปริมาณไขมันที่เพิ่มขึ้นเจือจางกลิ่นหญ้าให้ลดลง

คุณลักษณะกลิ่นเนื้อ พบว่า การเสริมไขมันหมูในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นเนื้อเป็น 35.69, 28.05, 31.19, 28.88 และ 28.50 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) (ตารางที่ 18) การเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสม ทำให้คุณลักษณะกลิ่นเนื้อของผลิต-ภัณฑ์มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย อาจเนื่องจากปริมาณไขมันที่เพิ่มขึ้นจือจางกลิ่นเนื้อให้ลดลง

คุณลักษณะกลิ่นเครื่องปรุง พบว่า การเสริมไขมันหมูในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นเครื่องปรุงเป็น 31.50, 3425, 35.94, 36.13 และ 38.19 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 18) การเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสม คุณลักษณะกลิ่นเครื่องปรุงของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มสูงขึ้นเล็กน้อย กลิ่นของเครื่องปรุงส่วนใหญ่จะได้กลิ่นรสของพริกไทย ลูกผักชีและข่า

คุณลักษณะกลิ่นหมู พบว่า การเสริมไขมันหมูในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20,25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นหมูเป็น 20.44, 19.94, 23.69, 23.19 และ 17.38 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 18) การเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมไม่มีผลทำให้คุณลักษณะกลิ่นหมูของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน

คุณลักษณะกลิ่นหมัก พบว่า การเสริมไขมันหมูในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นหมักเป็น 27.56, 28.94, 30.94, 29.56 และ 27.81 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 18) การเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมไม่มีผลทำให้คุณลักษณะกลิ่นหมักของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน ผลิตภัณฑ์จะมีคุณลักษณะกลิ่นหมักค่อนข้างน้อย เนื่องจากไส้กรอกบดเป็นไส้กรอกสดซึ่งผ่านการเก็บรักษาเพียง 1 วันเท่านั้น

คุณลักษณะกลิ่นออกซิไดซ์ พบว่า การเสริมไขมันหมูในสูตรส่วน ผสมร้อยละ 20, 25 30 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นออกซิไดซ์เป็น 10.38, 9.31, 10.69, 10.94 และ 11.25 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 18) การเพิ่มปริมาณไขมันหมูในสูตรส่วนผสมไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะกลิ่นออกซิไดซ์ของผลิตภัณฑ์และคุณลักษณะกลิ่นออกซิไดซ์มีระดับต่ำ เนื่องจากไส้กรอกสดไม่ได้เก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน ทำให้การเกิดออกซิเดชันของไขมันเกิดขึ้นน้อย

3.1.3 การยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป

ผลคะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปในตารางที่ 19 พบว่า การเสริมไขมันหมูร้อยละ 30 มีคะแนนการยอมรับสูงที่สุด รองลงมาคือการเสริมไขมันหมูร้อยละ 25 ร้อยละ 35, ร้อยละ 40 และร้อยละ 20 ตามลำดับ มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเป็น 3.80 รองลงมา คือ 3.77, 3.70, 3.62 และ 3.32 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางที่ 19)

3.2 การเสริมด้วยเนยขาว

3.2.1 องค์ประกอบทางเคมีและทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีและทางกายภาพของไส้กรอกบดเสริมด้วยเนยขาว แสดงในตารางที่ 16

3.2.1.1 ปริมาณความชื้น

ปริมาณความชื้นของไส้กรอกบดเสริมด้วยเนยขาวระดับต่างๆ พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสม จะทำให้ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ต่ำลง เช่นเดียวกับการเสริมด้วยไขมันหมู การเสริมด้วยเนยขาวร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีปริมาณความชื้นเฉลี่ยในผลิตภัณฑ์เป็นร้อยละ 67.51, 63.75, 62.93, 59.40 และ 57.80 ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางที่ 16) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความชื้นของไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า ไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูมีปริมาณความชื้นเฉลี่ยสูงกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางที่ 16) อาจเนื่องมาจากองค์ประกอบของไขมันหมูและเนยขาวแตกต่างกัน โดยไขมันหมูจะมีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบสูงกว่าเนยขาว

3.2.1.2 ปริมาณโปรตีน

ปริมาณโปรตีนของไส้กรอกบดเสริมด้วยเนยขาวระดับ ต่างๆ พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสม จะทำให้ปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์ต่ำลง เช่นเดียวกับการเสริมด้วยไขมันหมู การเสริมด้วยเนยขาวร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยในผลิตภัณฑ์เป็นร้อยละ 14.28, 13.77, 12.72, 11.31 และ 10.55 ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางที่ 16) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนของไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีปริมาณ

ตารางที่ 19 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคต่อไส้กรอกบดเนื้อแพะ ประเมินด้วยวิธี Facial hedonic scale

ระดับและชนิดของไขมัน	การยอมรับของผู้บริโภค
20% ไขมันหมู	3.32 abc
25% ไขมันหมู	3.77 d
30% ไขมันหมู	3.80 d
35% ไขมันหมู	3.70 d
40% ไขมันหมู	3.62 cd
20% เนยขาว	2.67 a
25% เนยขาว	3.47 ab
30% เนยขาว	3.25 ab
35% เนยขาว	3.03 a
40% เนยขาว	3.12 ab

หมายเหตุ คะแนน 5 = ชอบมาก, 1 = ไม่ชอบมาก

อักษร a,b,c และ d ที่ต่างกัน มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$)

โปรตีนเฉลี่ยสูงกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) (ตารางที่ 16) อาจเนื่องจากไขมันหมูมีองค์ประกอบของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่เป็นโปรตีนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ขณะที่เนยขาวประกอบด้วยไขมันทั้งหมด จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่เสริมด้วยไขมันหมูมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่เสริมด้วยเนยขาว

3.2.1.3 ปริมาณไขมัน

ปริมาณไขมันของไส้กรอกบดเสริมด้วยเนยขาวระดับต่ างๆ พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสม จะทำให้ปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์สูงขึ้น เช่นเดียวกับการเสริมด้วยไขมันหมู การเสริมไขมันหมูร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีปริมาณไขมันเฉลี่ยในผลิตภัณฑ์เป็นร้อยละ 12.50, 17.25, 18.00, 20.75 และ 24.25 ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางที่ 16) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไขมันของไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีปริมาณไขมันต่ำกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางที่ 16) เนื่องจากองค์ประกอบของไขมันหมูและเนยขาวแตกต่างกัน ไขมันหมูซึ่งเป็นไขมันจากสัตว์จะมีองค์ประกอบอื่นๆที่ไม่ใช่ไขมันรวมอยู่ด้วย ขณะที่เนยขาวเป็นไขมันจากพืชมีปริมาณไขมันเกือบทั้งหมด

3.2.1.4 ความเป็นกรด-ด่าง

ความเป็นกรด-ด่างของไส้กรอกบดเสริมด้วยเนยขาวระดับต่างๆ พบว่า ความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยมีค่าคงที่คือ มีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6.05 จะเห็นได้ว่า การเสริมเนยขาวในสูตรส่วนผสมไม่มีผลทำให้ความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบความเป็นกรด-ด่างของไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า การเสริมด้วยไขมันทั้งสองชนิดนี้ไม่ทำให้ความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 17)

3.2.1.5 ปริมาณโซเดียมคลอไรด์

ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ของไส้กรอกบดเสริมด้วยเนยขาวระดับต่างๆ พบว่า ปริมาณโซเดียมคลอไรด์เฉลี่ยในผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงกัน ผลิตภัณฑ์มีปริมาณโซเดียมคลอไรด์เฉลี่ยระหว่างร้อยละ 2.09 - 2.14 ค่าเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 16) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโซเดียมคลอไรด์ของไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า การเสริมด้วยไขมันทั้งสองชนิดนี้ไม่ทำให้ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 17)

3.2.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.2.2.1 คุณลักษณะเนื้อสัมผัส

คุณลักษณะความนุ่ม พบว่า การเสริมเนยขาวร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะความนุ่มเป็น 38.69, 26.19, 26.19, 21.75 และ 17.44 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางที่ 17) การเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสม ทำให้คุณลักษณะความนุ่มของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มมากขึ้น (ความเหนียวลดลง) เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะความนุ่มของไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมู มีคุณลักษณะความนุ่มน้อยกว่าไส้กรอกบดเสริมด้วยเนยขาวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางที่ 17) อาจเนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน ซึ่งพบว่า ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูปริมาณไขมันมากกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาว

คุณลักษณะความยืดหยุ่น พบว่า การเสริมเนยขาวในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะความยืดหยุ่นเป็น 30.31, 36.56, 28.19, 24.00 และ 24.76 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 17) การเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสม ทำให้คุณลักษณะความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง ซึ่งสอดคล้องกับ Ahmed และคณะ (1990) พบว่า การเพิ่มไขมันในสูตรส่วนผสมหมูบดร้อยละ 15-35 ไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความยืดหยุ่นแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะความยืดหยุ่นของไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน ไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูมีคุณลักษณะความยืดหยุ่นสูงกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P <0.001$) (ตารางที่ 17) อาจเนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน โดยที่ไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูจะมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาว ทำให้คุณสมบัติความยืดหยุ่นสูง

คุณลักษณะความฉ่ำ พบว่า การเสริมเนยขาวในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะความฉ่ำเป็น 26.19, 41.81, 41.81, 42.31 และ 43.63 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตาราง ที่ 17) การเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสม ทำให้คุณลักษณะความฉ่ำของผลิตภัณฑ์สูงขึ้น เช่นเดียวกับการเสริมด้วยไขมันหมู เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะความฉ่ำของไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาว พบว่า ไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูมีคุณลักษณะความฉ่ำใกล้เคียง

กันและไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ยกเว้นการเสริมไขมันร้อยละ 20 ไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูมีคุณลักษณะความฉ่ำมากกว่าไส้กรอกบดเสริมด้วยเนยขาว

คุณลักษณะความมัน พบว่า การเสริมเนยขาวในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะความมันเป็น 32.88, 42.13, 42.13, 42.94 และ 45.99 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 17) การเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสม ทำให้คุณลักษณะความมันของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มสูงขึ้นเช่นเดียวกับการเสริมด้วยไขมันหมู เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะความมันของไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า การเสริมด้วยไขมันทั้งสองชนิดไม่มีผลทำให้คุณลักษณะความมันของไส้กรอกบดแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 17)

3.2.2.2 การยอมรับรวม

การยอมรับรวมของผู้ประเมินทางประสาทสัมผัส พบว่า การเสริมเนยขาวในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับรวมเป็น 45.69, 50.31, 47.56, 39.50 และ 47.56 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 17) การเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสม ทำให้การยอมรับผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง เมื่อเปรียบเทียบการยอมรับรวมของผู้ประเมินต่อไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูได้รับการยอมรับมากกว่าไส้กรอกบดเสริมด้วยเนยขาวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P< 0.01$) (ตารางที่ 17) อาจเนื่องจากการเสริมด้วยไขมันหมูจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์มีความยืดหยุ่นสูงและมีความมันน้อย ผู้ประเมินจึงชอบมากกว่า

3.2.2.3 คุณลักษณะกลิ่นรส

คุณลักษณะกลิ่นแพะ พบว่า การเสริมเนยขาวในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นแพะเป็ 38.50, 28.06, 27.81, 35.00 และ 26.38 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) (ตารางที่ 18) การเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสม ทำให้คุณลักษณะกลิ่นแพะของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะกลิ่นแพะของไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า ไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูมีคุณลักษณะกลิ่นแพะน้อยกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาวอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 18)

คุณลักษณะกลิ่นหญ้า พบว่า การเสริมเนยขาวในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นหญ้าเป็น 17.69, 13.25, 11.00, 9.50 และ 11.44 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 18) การเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสม ทำให้คุณลักษณะกลิ่นหญ้าของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะกลิ่นหญ้าของไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า การเสริมด้วยไขมันทั้งสองชนิดนี้ ไม่ทำให้คุณลักษณะกลิ่นหญ้าของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 18)

คุณลักษณะกลิ่นเนื้อ พบว่า การเสริมเนยขาวในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นเนื้อเป็น 29.16, 25.06, 28.00, 28.69 และ 31.06 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 18) การเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสมทำให้คุณลักษณะกลิ่นเนื้อของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะกลิ่นเนื้อของไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า การเสริมด้วยไขมันทั้งสองชนิดนี้ไม่ทำให้คุณลักษณะกลิ่นเนื้อของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 18)

คุณลักษณะกลิ่นเครื่องปรุง พบว่า การเสริมเนยขาวในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นเครื่องปรุงเป็น 33.28, 33.00, 30.31, 34.13 และ 35.69 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 18) การเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสมไม่มีผลทำให้คุณลักษณะกลิ่นเครื่องปรุงของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน โดยกลิ่นของเครื่องปรุงจะประกอบด้วยกลิ่นเครื่องเทศต่างๆ ที่เติมลงในสูตรส่วนผสม ได้แก่ พริกไทย ลูกผักชี กระเทียมและข่า เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะกลิ่นเครื่องปรุงของไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกันพบว่าไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีแนวโน้มคุณลักษณะกลิ่นเครื่องปรุงมากกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาวเล็กน้อย แต่คุณลักษณะดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 18)

คุณลักษณะกลิ่นหมู พบว่า การเสริมเนยขาวในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นหมูเป็น 8.69, 12.06, 13.38, 10.88 และ 12.25 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 18) การเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสมไม่มีผลทำให้คุณลักษณะกลิ่นหมูของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะกลิ่นหมูของไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกันพบว่า

ไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมู มีคุณลักษณะกลิ่นหมูมากกว่าไส้กรอกบดเสริมด้วยเนยขาวอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) (ตาราง 18) อาจเนื่องจากไขมันหมูเป็นไขมันจากสุกรซึ่งมีองค์ประกอบของกลิ่นหมูมากกว่าเนยขาวซึ่งเป็นไขมันจากพืช

คุณลักษณะกลิ่นหมัก พบว่า การเสริมเนยขาวในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นหมักเป็น 29.44, 28.75, 31.38, 27.38 และ 27.31 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 18) การเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสมไม่มีผลทำให้คุณลักษณะกลิ่นหมักของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน และมีคุณลักษณะกลิ่นหมักในระดับต่ำ เนื่องจากเป็นไส้กรอกสดซึ่งไม่ผ่านการหมักเนื้อเป็นเวลานาน เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะกลิ่นหมักของไส้กรอกบดที่เสริมด้วยไขมันหมู และเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า การเสริมด้วยไขมันทั้งสองชนิด มีคุณลักษณะกลิ่นหมักในระดับต่ำและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 18)

คุณลักษณะกลิ่นออกซิไดซ์ พบว่า การเสริมไขมันหมูในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20, 5, 30, 35 และ 40 มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะกลิ่นออกซิไดซ์เป็น 17.50, 17.63, 18.25, 22.13 และ 13.38 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางที่ 18) การเพิ่มปริมาณเนยขาวในสูตรส่วนผสม คุณลักษณะกลิ่นออกซิไดซ์ค่อนข้างคงที่ เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะกลิ่นออกซิไดซ์ของไส้กรอกบดที่เสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า ไส้กรอกบดเสริมด้วยเนยขาว มีคุณลักษณะกลิ่นออกซิไดซ์มากกว่าไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางที่ 18) อาจเนื่องจากเนยขาวมีอายุการเก็บรักษานาน ซึ่งอาจเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้ทำให้เกิดกลิ่นรสผิดปกติไป ขณะที่ไขมันหมูใช้ไขมันหมูสดจากตลาด โอกาสการเกิดออกซิเดชันของไขมันจึงมีน้อยกว่า

3.2.3 การยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป

คะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปในตารางที่ 19 พบว่า การเสริมเนยขาวร้อยละ 25 มีคะแนนการยอมรับสูงที่สุด รองลงมาคือการเสริมเนยขาวร้อยละ 30, ร้อยละ 40, ร้อยละ 35 และร้อยละ 20 ตามลำดับ มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเป็น 3.47 รองลงมาคือ 3.25, 3.12, 3.03 และ2.67 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าวมีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางที่ 19) เมื่อเปรียบเทียบการยอมรับรวมของผู้บริโภคทั่วไปต่อไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาวในระดับเดียวกัน พบว่า ผู้บริโภคมีการยอมรับไส้กรอกบดเสริมด้วยไขมันหมูมากกว่าไส้กรอกบดเสริมด้วยเนยขาว คะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคดังกล่าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) (ตารางที่ 19)

บทที่ 5

สรุป

คุณลักษณะการประกอบอาหารของเนื้อแพะโดยการให้ความร้อน 3 วิธีคือ การต้ม การอบ และไมโครเวฟ เนื้อแพะทำให้สุกด้วยวิธีต้มมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าเนื้อแพะทำให้สุกด้วยวิธีอบและไมโครเวฟ การให้ความร้อนทั้ง 3 วิธีไม่ทำให้คุณลักษณะเนื้อสัมผัสความต้องการ คุณลักษณะกลิ่นและคุณลักษณะกลิ่นรสของเนื้อแพะแตกต่างกัน ยกเว้นกลิ่นไหม้ และรสหวาน เนื้อแพะทำให้สุกด้วยวิธีอบมีกลิ่นไหม้มากกว่าเนื้อแพะทำให้สุกด้วยวิธีต้มและไมโครเวฟ และเนื้อแพะทำให้สุกด้วยวิธีไมโครเวฟมีรสหวานมากกว่าเนื้อแพะทำให้สุกด้วยวิธีอบและวิธีต้ม ตามลำดับ

การเพิ่มระดับการเสริมไขมันหมูและเนยขาวในการผลิตไส้กรอกอิมัลชันเนื้อแพะทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นและปริมาณโปรตีนลดลง แต่ปริมาณไขมันมากขึ้น ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีปริมาณความชื้นและปริมาณโปรตีนมากกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาว แต่ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมู มีปริมาณไขมันน้อยกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาว ขณะที่ความเป็นกรด ด่างและปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์ ไม่มีความแตกต่างกันทั้งระดับการเสริมไขมันและชนิดของไขมัน ลักษณะปรากฏ สีภายนอกและสีภายในของผลิตภัณฑ์มีความเข้มของสีลดลง เมื่อระดับการเสริมไขมันมากขึ้น ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีเนื้อสัมผัสหยาบมากกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาว ระดับการเสริมไขมันไม่ทำให้เนื้อสัมผัสที่ปรากฏแก่สายตาของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน แต่ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีเนื้อสัมผัสที่ปรากฏแก่สายตาหยาบมากกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาว คุณลักษณะเนื้อสัมผัสความนุ่มของผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น เมื่อระดับการเสริมไขมันมากขึ้น แต่ความยืดหยุ่นและความหยาบของผลิตภัณฑ์ลดลง ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีความนุ่มน้อยกว่าไส้กรอกบดเสริมด้วยเนยขาว แต่ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีความยืดหยุ่นและความหยาบมากกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาว ขณะที่ความชื้นขณะเคี้ยวและความมันของผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกันทั้งระดับการเสริมไขมันและชนิดของไขมัน คุณลักษณะกลิ่นรส กลิ่นแพะ กลิ่นหญ้า กลิ่นเนื้อ กลิ่นหมู กลิ่นหมักและกลิ่นออกซิไดซ์ของผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกันทั้งระดับการเสริมไขมันและชนิดของไขมัน ยกเว้นกลิ่นเครื่องปรุงและกลิ่นควันของผลิตภัณฑ์ลดลง เมื่อระดับการเสริมไขมันมากขึ้น ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีกลิ่นเครื่องปรุง

และกลิ่นควันมากกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาว การยอมรับของผู้บริโภคมีความแตกต่างกันทั้งระดับไขมันและชนิดของไขมัน ปริมาณไขมันที่ผู้บริโภคให้คะแนน ยอมรับมากที่สุดในการผลิตไส้กรอกอิมัลชันเนื้อแพะคือ ไขมันหมูร้อยละ 35 และเนยขาวร้อยละ 25

การเพิ่มระดับการเสริมไขมันหมูและเนยขาวในการผลิตไส้กรอกบดเนื้อแพะ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นและปริมาณโปรตีนลดลง แต่ปริมาณไขมันมากขึ้น ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีปริมาณความชื้น และปริมาณโปรตีนมากกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาว แต่ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีปริมาณไขมันน้อยกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาว ขณะที่ความเป็นกรด ด่างและปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกันทั้งระดับการเสริมไขมันและชนิดของไขมัน เมื่อระดับการเสริมไขมันมากขึ้น กลิ่นแพะและกลิ่นเนื้อของผลิตภัณฑ์ลดลง แต่กลิ่นหมูและกลิ่นออกซิไดซ์ของผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีกลิ่นแพะ กลิ่นเนื้อและกลิ่นหมูมากกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาว แต่ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีกลิ่นออกซิไดซ์น้อยกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาว คุณลักษณะเนื้อสัมผัสความนุ่มและความชื้นขณะเคี้ยวของผลิตภัณฑ์มากขึ้นเมื่อระดับการเสริมไขมันมากขึ้น แต่ความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์น้อยลง ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีความนุ่มและความชื้นขณะเคี้ยวน้อยกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาว แต่ไส้กรอกเสริมด้วยไขมันหมูมีความยืดหยุ่นมากกว่าไส้กรอกเสริมด้วยเนยขาว ขณะที่ความมันของผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกันทั้งระดับการเสริมไขมันและชนิดของไขมัน ปริมาณไขมันที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกบดเนื้อแพะ คือ ไขมันหมูร้อยละ 30 และ เนยขาวร้อยละ 20

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2535. การแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์. เอกสารประกอบการบรรยาย. กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ กรุงเทพฯ.

งานควบคุมมาตรฐาน, กองควบคุมอาหาร. 2530. พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตร.

จีรสิทธิ์ สงประเสริฐ, พิสุทธิ์ เนียมทรัพย์ และสุวิทย์ คำทองแก้ว. 2522. การเติบโตของชากแพะแกะที่ปล่อยเลี้ยงและขังคอกในฤดูแล้ง. รายงานการประชุมวิชาการเกษตรศาสตร์ และชีววิทยาแห่งชาติ ครั้งที่ 17. สาขาสัตวศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เจือ สุทธิวนิช. 2526. หลักและแนวทางการปรับปรุงพันธุ์แพะพื้นเมืองภาคใต้. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. บริษัทไทยวัฒนาพานิช จำกัด. กรุงเทพฯ.

นงลักษณ์ สุทธวนิช. 2526. เอกสารประกอบการสอน เทคโนโลยีของเนื้อสัตว์และสัตว์ปีก. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา.

พิษณุ วิเชียรสรรค์. 2535. หน้าที่ของส่วนผสมต่างๆ ในการทำไส้กรอก. ว. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 1(1) : 65-71.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

วินัย ประลมพ์กาญจน์. 2528. แพะและเนื้อแพะ. บทความทางวิชาการและงานวิจัย โครงการพัฒนาศูนย์วิจัยและพัฒนาแพะและแกะ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2529. วัตถุเจือปนในอาหาร : เล่ม 1. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

สมเกียรติ สายธนู. 2528. ผลผลิตเนื้อจากแพะ. บทความทางวิชาการและงานวิจัย โครงการพัฒนาศูนย์วิจัยและพัฒนาแพะและแกะ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา.

สมเกียรติ สายธนู, พีรศักดิ์ สุทธิโยธิน และเสาวนิต ดูประเสริฐ. 2528. การกระจายของประชากรแพะและลักษณะของแพะพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้. บทความทางวิชาการและงานวิจัย โครงการศูนย์วิจัยและพัฒนาแพะและแกะ. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2526. สำมะโนประชากรและการเคหะ พ.ศ. 2523. สำนักนายกรัฐมนตรี.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2523. รายงานสำมะโนการเกษตร 2521. สำนักนายกรัฐมนตรี.

Abodon, I., Del Rosario, I.F. and Olgo, L.G. 1980. Food Composition Tables Recommended for Use In The Philippines. Food and Nutritional Research Institute, Manila, Philippines, Handbook 1 (5^{th} rev. ed.).

Adams, J.R. and Huffman, D.L. 1972. Effect of controlled gas atmospheres and temperature on quality of packaged pork. J. Food Sci, 37 : 869-872.

Ahmed, P.O., Miller, M.F., Lyon, C.E., Vaughters, H.M., and Reagan, J.O. 1990. Physical and sensory characteristics of low fat fresh pork sausage processed with various levels of added water. J. Food Sci. 55(3) : 625-628.

Akamittath, J.G., Brekke, C.J. and Scharus, E.G. 1990. Lipid oxidation and color stability in restwetired meat system during frozen storage. J. Food Sci. 55 : 1513-1517.

American Meat Institute Foundation. 1960. The Science of Meat and Meat Products. London : W. H. Freeman and Co.

AMSA. 1978. Guidelines for Cookery and Sensory Evaluation of Meat. Am. Meat Sci. Assn and Natl. Livestock and meat board, Chicago IL.

A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis 15thed. The Association of Official Analytical Chemists. Verginia : Arlington.

Baker, R.C., Darfier, J. and Vedehra, D.V. 1969. Type and level of fat and amount of protein and their effect on the quality of chicken frankfurters. Food Technol. 23:100-103.

Berry, B.W. and Leddy, K.F. 1984. Effect of fat level and cooking method on sensory and texture properties of beef patties. J. Food Sci. 49 : 870.

Baton-Gade, P.A., Gross, H.R., Jones, J.M. and Winges, R.J. 1988. Factors affecting sensory properties of meat : World Animal Science. New York: Elsevier science publishers B.V.

Bhamcha, K.R., Cross, C.K., and Rubin, L.J. 1979. Mechanism of N-nitrosopyrrolidine formation in bacon. J. Agro Food Chem. 27(1) : 63-68.

Bhattacharya, M., Hanna, M.A. and Mandigo, R.W. 1988. Lipid oxidation in ground beef patties as affected by time temperature and product packaging parameter. J. Food Sci. 53 : 714-717.

Birch, G.G., Spencer, M. and Cameron, A.G. 1977. Food Science. 2d ed., New York : Pergomon Press.

Bishop, D.J., Oleson, D.G. and Knipe, C.L. 1993. Pre-emulsified corn oil pork fat, or added moisture affect quality of reduced fat bologna quality. J. Food Sci., 58(3) : 484- 487.

Bloukas, J. G. and Paneras, E. D. 1993. Substituting olive oil for pork backfat affects quality of low fat frankfurters. J. Food Sci. 58 (4) : 705-709.

Bogart, R. 1977. Scientific Farm Animal Production. Minnesota : Burgess Publishing Company

Bowers, J.A., Craig, J., and Williams, J.C. 1989. Sensory characteristics texture, color, and selected nutrient content of veal muscle. J. Food Sci. 54(6) : 1444-1449.

Bremmer, H.A., Ford, A.L., MacFarlan, J.J., Ratcliff, D. and Russell, N.T. 1976. Meat with high linoleic content : oxidative change during frozen storage. J. Food Sci., 41 : 757-781.

Carlin, A.F. and Harrison, D.L. 1978. Cooking and Sensory Methods Use in Experimental Studies On Meat. Natl. live Stock and Meat Board, Chicago, IL.

Carpenter, J.A. and Saffle, R.L. 1964. A simple method of estimating the emulsifying capacity of various sausage meats. J. Food Sci., 29 : 114.

Cho, I.C. and Bratzler, L.J. 1970. Effect of sodium nitrite on flavor of caned pork. J. Food Sci., 35 : 668.

Choi, Y.I., Kastner, C.L. and Kropf, D.H. 1987. Effects of hot boning and various levels of salt and phosphate on microbial, TBA and pH values of preblended pork during color storage. J. Food Sci. 50 : 1037-1043.

Chistian, L.N., and Saffle, R.L. 1967. The relative amounts of plant and animal fat and oils emulsified in a model system with muscle salt-soluble protein and an industrial emulsifier. Food Technol. 21 : 57-86.

Chistian, L.N., Johnsyon, R.W., Kantter, D.A., Howard, J.W. and Aunan, W.J. 1973. Effect of nitrite and nitrate on toxin production by Clostridium botulinum and on nitrosamine formation in perishable canned comminuted cured meat. Appl. Microbiol. 25 : 357-362.

Claus, J.R. and Hunt. M.C. 1991. Low-fat, high added-water bologna formulated with texture-modifying ingredients. J. Food Sci., 56(3) : 643-647.

Cross, H.R., Stanfield, Marilyn, S. and Elders, R.S. 1979. Comparison of roasting versus broiling on the sensory characteristics of beef longissimus. J. Food Sci., 44: 310-311.

Devendra, C. 1988. The Nutrition Value of Goat Meat. *In* Goat Meat Production in Asia, Proceeding of a workshop held in Tanda Jam, Pakistan, 13-18 March 1988.

Devendra, C. 1983. Goat : Husbandry and Potential in Malaysia. Ministry of Agriculture. Malaysia.

Devendra, C. 1962. Upgrading of local goats by the Anglo-Nubian at the Federal Experiment station, Serdang. Malay. Agric. J., 43 : 265-280.

Devendra, C., and Burns, M. 1983. Goat Production In The Tropics. London : Common wealth Agricultural Burlaux.

Devendra, C. and Mcleroy, G .B. 1982. Goat And Sheep Production In The Tropics. London : Longman.

Devendra, C. and Owen, J.E. 1983. Quantitative and qualitative aspects of meat production from goats. Wrld. Anim. Rev., 47 : 19-29.

Dodds, K.L., and Collins-Thomson, D.L. 1984. Incidence of nitrite depleting lactic acid bacteria cured meat and in meat starter cultures. J. Food Prot. 47 : 7-10.

Doty, D.M., and Pierce, J.C. 1961. Beef muscle characteristics as related to carcass grade, carcass weight and degree of Aging. Tech. bull. no. 1231. Ag. Marketing Serv USDA. Washington. D.C.

Drakes, S.D., Evans, J.B., and Niven, C.F. 1958. Microbial flora of packaged frankfurters and their radiation resistance. Food Res. 23 : 291-296.

Dryden, F.D., and Birdsall, J.J. 1980. Why nitrite does not impart color. Food Technol. 37 (7) : 29-31.

Dugan, L. 1976. Lipids. *In* Principle of Food Science. (eds. O : R. Fennema). New York : Marcel Dekker Inc.

Eackes, B.D. and Blumer, T.N. 1975. Effect of various levels of potassium nitrate and sodium nitrate on color and flavor of cured loins and country style hams. J. Food Sci. 40 : 977.

Edey, T.N. 1983. Lactation Growth And Body Composition. *In* a Course Manual in Tropical Sheep and Goat Production. Canberra : AVIDP.

Falvey, L., and Hengmichai, P. 1979. Carcass studies of small ruminants in the northern high lands Thai. J. Agric. Sci., 12 : 301-308.

FAO. 1982. Production Yearbook, vol. 25. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Italy : Rome.

Ford, A.L., and Park, R.J. 1980. Odors and flavors in meat *In* Meat Science : R.A. Lawrie.ed. London : Applied Science Publishers.

Forrest, J.C., Aberls, E.D., Hedrick, H.B., Judge, M.D., and Merkel, R.A. 1975. Principle of Meat Science. San Francisco : W.H. Freeman and Co.

Furia, T.E. 1972. CRC Handbook of Food Additive. 2d ed. Ohio : The Chemical Rubber Co.

Gaili, E.S., and Ali, A.E. 1985. Meat from Sudan desert sheep and goats. I. Carcass yield, offals and distribution of carcass tissues. Meat Science., 13 : 217-227.

Gerrand, Frank. 1969. Sausage And Small Goods Production. London : Leonard Hill Books.

Giles, B.G. 1968. Effect of Heat on Meat Structure. Abstr. 14th European meat. Res. Conf. Am. Meat Sci. Assoc. Chicago.

Gillespie, E. L. 1960. The Science of Meat and Meat Products. San Francisco: W.H. Freeman and Company.

Gray, J.I. 1976. N-nitrosamines and their precursors in bacon : A review. J. Milk Food Technol. 39(10) : 686-692

Gray, J.I., and Randall, C.J. 1979. The nitrite / N-nitrosamine problem in meat an update. J. Food Prot. 42(2) : 168-179.

Gray, J.I., Reddy, S.K., Price, J.F., Mandagere, A., and Welkens, W.F. 1982. inhibition of N-nitrosamines in bacon. Food Technol. 36(6) : 39-45.

Hansen, L.J. 1960. Emulsion formation in finely comminuted sausage. Food Technol. 14(11) : 565.

Henriskson, R.L. 1978. Meat, Poultry and Seafood Technology. New Jersey : Prentice Hall, Inc.

Heymann, H., Hedrick, H.B., Karrasch, M.A., Eggeman, M.K., and Ellersieck, M.R. 1990. Sensory and chemical characteristics of fresh pork roasts cooked to different endpoint temperature. J. Food Sci. 55(3) : 613-617.

Hoogenkamp, H. W. 1979. Practical Application Of Milk Protein In Meat Products. Netherlands : DMV Veghel.

Hoogenkamp, H. W. 1986. Milk Protein in Meat and Poultry Products. De Melkindustrie Veghel bv, Netherlands : Veghel.

Horyem, T., and Oskar K. 1977. Physical, Chemical And Biological Changed In Food Caused by Thermal Processing. London : Applied Science Publishers Co.

Hostetler, R.L., and Landman, W,A. 1968. Photomicrographic studies of dynamic change in muscle fiber fragments. I Effect of various heat treatment on length, width and birefringence. J. Food Sci., 33 : 468.

IRRISTAT. 1992. IRRISTAT Version 92-1. Philippines : International Rice Research Institute.

Jaberg, T.B., Haugum, M., and Murmi, E. 1970. Studies on discoloration of Norwegian salami sausage. Food Sci. & Tech. Abstr. 2(6) : 871.

Jansen, C.B. 1949. Meat and Meat Foods. New York : Ronabi Press.

Jones, K.W., and Mandigo, R.W. 1982. Effects of chopping temperature on the micro-structure of meat emulsions. J. Food Sci., 47 : 1930-1935.

Kiernat, B.H., Johnso, J.A., and Siedler, A.J. 1964. A summary of the nutrient content of meat. Am. Meat Institute Found. bull. no. 47.

Kramlich, W.E. 1975. The Science of Meat and Meat Products.Francisco : W.H. Freeman and Company.

Kramlich, W.E. 1971. Sausage products *In* The Science of Meat and Meat Products. 2d.ed J.F. Price and B.S. Schweigert. ed. San Francisco : W.H. Freeman and Co.

Kramlich, W.E., Pearson, A.E., and Tauber, F.W. 1973. Processed Meats. Westport, Connecticut :The AVI Publishing Co., Inc.

Kregal, K. K ., Prusa, K. J. and Hughes, K. V. 1986. Cholesterol content and sensory analysis of ground beef as influenced by fat level, heating and storage. J. Food Sci. 51:1162.

Larmond, E. 1977. Laboratory Method for Sensory 48 Evaluation of Food. Research Branch Canada Department of Agriculture Publication. .

Lawire, R.A. 1974. Meat Science. 2d ed. Oxford : Pergamon Press Ltd.

Lin, C.S., and Zayas, J.F. 1987. Protein solubility, emulsifying stability and capacity of two defatted corn germ proteins. J. Food Sci. 52(6) : 1615-1649.

Lindsay, R.C. 1985. Flavor. *In* Food Chemistry. 2d ed. Ed. O.R. Fennema. New York : Mascel Dekker; Inc.

Lowe, B., and Kastelire, J. 1961. Organoleptic, chemical physical and microscopic characteristics of muscle in eight beef carcass differing in age of animal carcass grade and extent of cooking. A. and H. EC. Exp Sta. Res. bull no. 495. Iowa State University.

Mac. Dougall, D.B., Gray, J.I., and Gibbins, L.N. 1980 a. Role of nitrite in cured meat flavor: Antioxidant role of nitrite. J. Food Sci. 45 : 893-897.

Mac. Dougall, D.B., Gray, J.I., Stanley, D.W., and Usborne, W.R. 1980 b. Role of nitrite in cured meat flavor : sensory analysis. J. Food Sci. 45 : 885-888.

Mac. Dougall, D.B., Gray, J.I., Kakuda Y., and Lee, M.L. 1980 c. Role of nitrite in cured meat flavor : Chemical analysis. J. Food Sci. 45 : 889-892.

Mac. Dougall, D.B., Motham, D.S., and Rhodes. 1975. Contribution of nitrite and nitrate to the color and flavor of cured meat. J. Sci. Food Agr. 26 : 1743.

Mason, I.L. 1969. A World Dictionary Of Live Stock Breeds, Types Varieties. Commonwealth Agric. Bur, Farnham Royal, England.

Means, W.J. and Schmidt, G.R. 1986. Algin / calcium gel as saw and cooked binder in structured beef steaks. J. Food Sci. 51 : 60-65.

Mital, G. S. and Usborne, W. R. 1986. Meat emulsion functionality related to fat - protein ratio and selected dairy and cereal products. Meat Sci. 18 : 1-21.

Ogilvy, W.S., and Ayres, J.C. 1952. Post-mortem changes in storage meats V. Effect of carbon dioxide on microbial growth on storage frankfurters and characteristics of some microorganism isolated from them. Food Res. 18 : 121-130.

Owen, J.E. 1975. The meat producing, characteristics of Botswana goats and sheep.Tropical Science., 17 : 123-138.

Parks, L.L., and Carpenter, J.A. 1987. Functionality of six nonmeat protein in meat emulsion systems. J. Food Sci. 52(2) : 271-274.

Patterson, R. L.S. 1975. The flavour of meat *In* Meat. D.J.A. Cole and R.A. Larwrie.ed Butterwarths : London.

Pearson, A.M., Spooner, M.E., Hegarty, G.R., and Bratzler, L.J. 1965. The emulsifying capacity and stability of soy sodium proteinate, potassium caseinate, and non-fat dry milk. Food Technol. 19(12) : 103.

Pearson, A.M., and Tauber, F.W. 1984. Processed Meats. 2d ed. Westport, C.T.: AVI Publishing Co., Inc.

Pearson, D. 1976. The Chemical Analysis of Food. 6th ed. London : Churchill Livingstone.

Pensabene, J.W., Fiddler, W., Gates, R.A., Fogen, J.C., and Wasserman, A.E. 1974. Effect of frying and other cooking condition on nitrosopyrrolidine formation in bacon. J. Food Sci. 39 : 314-316.

Price, J.F., and Schweigert, B.S. 1973. The Science of Meat and Meat Products. 2d ed. San Francisco : W.H. Freeman and Company.

Puolanne, J.E., and Terrell, R.N. 1983. Effects of salt levels in prerigor blends and cooked sausages on water binding released fat and pH. J. of Food Sci. 48 : 1022-1024.

Rakosky. 1974. Soy products for meat industry. J. Agri. Food Chem. 18(16) : 1005.

Rao, L.O., Draughon, F.A., and Melton, C.C. 1984. Sensory characters of thuringer sausage extended with textured soy protein. J. Food Sci. 49 : 334-336.

Saffle, R.L. 1968. Meat Emulsion. Advance In Food Research. Vol. 16 : 605.

Sen, P.N., Iyengar, J.R., Donadson, B.A., and Panalaks, I. 1974. Effect of sodium nitrite concentration on the formation of nitrosopyrrolidine and dimethylnitrosamine in fried bacon. J. Agro Food Chem. 22(3) : 540-541.

Shivas, S.D., Kropf, D.H., Hunt, M.C., Kastner, C.L., Kendall, J.L.A., and Dayton, A.D. 1984. Effect of ascorbic acid on display life of ground beef. J. Food Prot. 47 (1) : 11-15.

Sink, J.D., and Carporaso, F. 1977. Lamb and mutton flavor : contributing factors and chemical aspects. Meat Sci. 1 : 119-127.

Smith, G.C., Pike, M.T., and Carpenter, Z.L. 1974. Composition of palatability of goat meat and meat from other animal species. Food Sci., 19 : 1145-1150.

Smith, G.C., Carpenter, Z.L., and Shelton, M. 1978. Effect of age and quality level on the palatability of goat meat. J. Anim Sci, 46 : 1229-1234.

Sofos, J.N. 1983. Effects of reduced salt (NaCl) levels on the stability of frankfurters. J. Food Sci. 48 : 1684-1691.

Srinivasan, K.S., Moorjani, M.N. 1974. Essential amino acid content of goat meat in comparison with other meats. J. Food Sci and Technol., 11 : 123-124.

Stone, H., Sidel, J.L., Oliver, S., Woolsey, A., and Singleton, R.C. 1974. Sensory evaluation by quantitative description analysis. Food Technol. 28(1) : 24.

Swift, C.E., and Hankins, O.G. 1954. Variance in chemical determination of added moisture. Food Technol. 8 : 323-625.

Swift, C.E., and Sulzbacher, W.L. 1963. Comminuted meat emulsion : Factors affecting meat proteins as emulsion stabilizer. Food Technol. 17 : 106.

Swift, C.E., Weir, C.E., and Hankins, O.G. 1954. The effect of variations in moisture and fat content on the juiciness and tenderness of bologna. Food Technol., 22 : 117-120.

Tauber, F.W. 1977. Sausage. pp. 342-353. *In* Elements of Food Technology. N.W. Desrosier (ed.). The Westport, Connecticut : AVI publishing Co., Inc.

The Committee on Textbooks of the American Meat Institute. 1953. Sausage and Ready-to-Serve Meats. Illinois : Institute of Meat Packing, The University of Chicago.

Thulasi, G., and Ayyaluswami, P. 1983. Nutritional quality of fresh mutton and chevon sold in Madvas city. Chievon. 12 : 228-230.

Troutt, E.S., Hunt, M.C., Johnson, D.E., Claus, J.R., Kastner, C.L., Kropf, D.H., and Stroda,S. 1992. Chemical, physical, and sensory characterization of ground beef containing 5 to 30 percentage fat. J. Food Sci. 57(1) : 25-29.

Urbain, W.M. 1952. Oxygen is key to the color of meat. Nat. Provis., 127 : 140-141.

Wang, H., Rasch, E., Bates, V., Beard, F.J., Pierce, J.C., and Hankins, O.G. 1975 Histological observation on fat loci and distribution in cooked beef. Food Res. 19 : 314.

Wilson, G.D. 1963. The Science of Meat and Meat Products. New York : Reinhod Publishing Co.

Wolf, W.J., and Cowan, J.C. 1971. Soybean As A Food Source. London : Butterworths & Co, Ltd.

Youling, L.X., and Suzanne, P.B. 1993. Functional properties of myofibrillar proteins from cold shortened and thaw-rigor bovine muscles. J. Food Sci. 58(4) : 720-723.

Zayas, J.F. 1985. Structural and water binding properties of meat emulsions prepared with emulsified and unemulsified fat. J. Food Sci. 50 : 689-692.

Zayas, J.F., and Lin, C.S. 1988. Quality characteristics of frankfurters containing corn germ protein. J. Food Sci. 55(6) : 1587-1591.

Zayas, J.F., and Lin, C.S. 1989. Effect of the pretreatment of corn germ protein on the quality characteristics of frankfurters. J. Food Sci. 54(6): 1452-1456.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ก.1 แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบ QDA สำหรับประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อแพะที่ให้ความร้อนด้วยวิธีต่าง ๆ

ผู้ประเมินลำดับที่.....
วันที่.....
รหัสตัวอย่าง.....

กรุณาบ้วนปากด้วยน้ำที่จัดให้ ดมกลิ่นตัวอย่างเพื่อประเมินกลิ่น (aroma) และชิมตัวอย่างเพื่อประเมินกลิ่นรส (flavor) โดยขีดเส้นในแนวตั้งตัดกับเส้นนอนตามที่เห็นว่าเหมาะสม กรุณาบ้วนปากระหว่างตัวอย่าง ใช้เวลาของท่านให้เต็มที่ในการประเมิน

ขอบคุณ

<u>กลิ่น</u> (aroma)

กลิ่นแพะ (goaty) ----------

อ่อน แรง

กลิ่นหญ้า (grassy) ----------

อ่อน แรง

กลิ่นออกซิไดซ์ (oxidized) ----------

อ่อน แรง

<u>กลิ่นรส</u> (flavor)

กลิ่นแพะ (goaty) ----------

อ่อน แรง

กลิ่นหญ้า (grassy) ----------

อ่อน แรง

กลิ่นออกซิไดซ์ (oxidized) ----------

อ่อน แรง

กลิ่นเนื้อ (meaty) ----------

อ่อน แรง

กลิ่นตับ (liver/organ) ----------

อ่อน แรง

กลิ่นนม (milky/cowy) ----------

อ่อน แรง

กลิ่นไหม้ (burned/brown) ----------

อ่อน แรง

กลิ่นน้ำซุป (brothy) ----------

อ่อน แรง

รสขม (bitter) ----------

น้อย มาก

รสหวาน (sweet) ----------

น้อย มาก

กลิ่นโลหะ (metallic) ----------

อ่อน แรง

กลิ่นกระดาษ (cardboard) ----------

อ่อน แรง

<u>เนื้อสัมผัส</u> (texture)

ความนุ่ม (tender) ----------

น้อย มาก

ความฉ่ำ (juicy) ----------

น้อย มาก

<u>ความต้องการ</u> (desirability) ----------

น้อย มาก

ก.2 แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบ QDA สำหรับประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกอิมัลชันเนื้อแพะ

ผู้ประเมินลำดับที่.....
วันที่.....
รหัสตัวอย่าง.....

กรุณาประเมินตัวอย่าง บ้วนปากด้วยน้ำที่จัดให้ และชิมตัวอย่างเพื่อประเมินลักษณะเนื้อสัมผัส (texture) และประเมินกลิ่นรส (flavor) ตามที่เห็นว่าเหมาะสม กรุณาบ้วนปากระหว่างตัวอย่าง ใช้เวลาของท่านให้เต็มที่ในการประเมินตัวอย่าง

ขอบคุณ

ลักษณะปรากฏ (appearance)

สีภายนอก (outer color) ----------
อ่อน เข้ม

สีภายใน (inner color) ----------
อ่อน เข้ม

เนื้อสัมผัส (texture) ----------
ละเอียด หยาบ

เนื้อสัมผัส (texture)

ความนุ่ม (tenderness) ----------
นุ่ม เหนียว

ความยืดหยุ่น (elasticity / rubbery) ----------
น้อย มาก

ความฉ่ำ (juicy) ----------
แห้ง ฉ่ำ

ความมัน (oily / greasy) ----------

น้อย มาก

ความหยาบ (coarseness) ----------

ละเอียด หยาบ

<u>กลิ่นรส</u> (flavor)

กลิ่นแพะ (goaty) ----------

อ่อน แรง

กลิ่นหญ้า (grassy) ----------

อ่อน แรง

กลิ่นเนื้อ (meaty) ----------

อ่อน แรง

กลิ่นเครื่องปรุง (seasoning) ----------

อ่อน แรง

กลิ่นหมู (porky) ----------

อ่อน แรง

กลิ่นควัน (smoke) ----------

อ่อน แรง

กลิ่นหมัก (cured) ----------

อ่อน แรง

กลิ่นออกซิไดซ์ (oxidized) ----------

อ่อน แรง

<u>การยอมรับรวม</u> (overall acceptability) ----------

น้อย มาก

ก. 3 แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบ Facial Hedonic Scale

ผู้ประเมินลำดับที่.....

วันที่.....

รหัสตัวอย่าง.....

กรุณาใส่เครื่องหมาย (X) ในช่องสี่เหลี่ยมใต้รูปตามความรู้สึกของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบ	เฉยๆ	ชอบ	ชอบมาก
☐	☐	☐	☐	☐

ขอบคุณ

ก.4 แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบ QDA สำหรับประเมินทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกบดเนื้อแพะ

ผู้ประเมินลำดับที่.....
วันที่.....
รหัสตัวอย่าง.....

กรุณาประเมินตัวอย่าง บ้วนปากด้วยน้ำที่จัดให้ และชิมตัวอย่างเพื่อประเมินลักษณะเนื้อสัมผัส (texture) และประเมินกลิ่นรส (flavor) ตามที่เห็นว่าเหมาะสม กรุณาบ้วนปากระหว่างตัวอย่าง ใช้เวลาของท่านให้เต็มที่ในการประเมินตัวอย่าง

ขอบคุณ

<u>เนื้อสัมผัส</u> (texture)

ความนุ่ม (tender) ----------
นุ่ม เหนียว

ความยืดหยุ่น (elasticity/ rubbery) ----------
น้อย มาก

ความฉ่ำ (juicy) ----------
แห้ง ฉ่ำ

ความมัน (oily / greasy) ----------
น้อย มาก

<u>กลิ่นรส</u> (flavor)

กลิ่นแพะ (goaty) ----------
อ่อน แรง

กลิ่นหญ้า (grassy) ----------
อ่อน แรง

กลิ่นเนื้อ (meaty) ----------
อ่อน แรง

กลิ่นเครื่องปรุง (seasoning) ----------

อ่อน แรง

กลิ่นหมู (porky) ----------

อ่อน แรง

กลิ่นหมัก (crued) ----------

อ่อน แรง

กลิ่นออกซิไดซ์ (oxidized) ----------

อ่อน แรง

<u>การยอมรับรวม</u> (overall ----------

acceptability) น้อย มาก

ภาคผนวก ข. วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

ข. 1 การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น โดยวิธีอบไฟฟ้า (A.O.A.C., 1990)

วิธีการวิเคราะห์

1. อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเวลา 2-3 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในเดซิกเคเตอร์ จนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะเท่ากับอุณหภูมิห้อง แล้วชั่งน้ำหนัก

2. ทำเช่นข้อ 1 ซ้ำ จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

3. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอน 1-3 กรัม ใส่ลงในภาชนะหาความชื้นซึ่งทราบน้ำหนักแน่นอน นำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เวลา 4-5 ชั่วโมง

4. นำออกจากตู้อบ ใส่ในเดซิกเคเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนักภาชนะพร้อมตัวอย่าง จากนั้นนำกลับไปเข้าตู้อบ และทำเช่นเดิม จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ X 100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}}$$

ข. 2 การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน โดยวิธีเจลดาล (A.O.A.C., 1990)

2.1 สารเคมี

1. โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4)
2. เมอร์คิวรีซัลเฟต ($HgSO_4$)

- ละลายผงเมอร์คิวรีออกไซด์จำนวน 10 กรัม ในกรดซัลฟูริกเข้มข้นจำนวน 12 มล. แล้วเติมน้ำ 92 มล.

3. กรดซัลฟูริกเข้มข้น
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น ร้อยละ 60

- ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 60 กรัม และโซเดียมไธโอซัลเฟต 5 กรัมในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มล.

5. กรดบอริกเข้มข้น ร้อยละ 4
6. กรดไฮโดรคลอริก เข้มข้นร้อยละ 0.02 นอร์มัล
7. อินดิเคเตอร์ (สารผสมระหว่างเมทิลเรด เมทิลีน และโบรโมครีซอลกรีน)

2.2 วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรองให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 0.5-1.0 กรัม ห่อให้มิดชิด ใส่ลงในขวดย่อยโปรตีน
2. เติมโซเดียมซัลเฟต 2 กรัม และเมอร์คิวรีซัลเฟต 5 มล
3. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 20 มล.
4. ใส่ลูกแก้ว
5. ย่อยบนอุปกรณ์ให้ความร้อน จนกระทั่งได้สารละลายใส
6. ปล่อยทิ้งให้เย็น
7. เติมน้ำกลั่นร้อนลงไปล้างบริเวณคอขวดให้ทั่ว
8. ย่อยต่อจนกระทั่งหมดควัน
9. ทิ้งให้เย็น แล้วถ่ายลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มล. ใช้น้ำกลั่นล้างขวดย่อยให้หมดสารละลายตัวอย่าง แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มล.
10. จัดอุปกรณ์กลั่น เปิดสวิทช์ไฟ และเปิดน้ำหล่อเย็นเครื่องควบแน่น

11. นำขวดขนาด 100 มล. ซึ่งบรรจุกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาณ 5 มล. ผสมน้ำกลั่น 5 มล. และเติมอินดิเคเตอร์ แล้วไปรองรับของเหลวที่กลั่นได้ โดยส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลายกรดนี้

12. เติมสารละลายตัวอย่างปริมาณ 10 มล. ลงในช่องใส่ตัวอย่าง

13. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 60 / โซเดียมไธโอซัลเฟต ปริมาณ 10 มล. ลงในช่องใส่ตัวอย่าง

14. กลั่นประมาณ 10 นาที

15. ไตเตรทสารละลายที่กลั่นได้ด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.02 นอร์มัล จะได้จุดยุติ สีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง

16. ทำ blank ตามข้อ 1-15 โดยไม่ใส่สารตัวอย่าง

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \frac{(A-B) \times N \times 14 \times 6.25}{W}$$

โดยที่ A คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไตเตรทกับตัวอย่าง (มล.)

B คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไตเตรทกับ blank (มล.)

W คือ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

N คือ ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก (นอร์มัล)

ข. 3 การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน โดยวิธีแบ็บค็อค (A.O.A.C., 1990)

3.1 วัสดุอุปกรณ์

1. เครื่อง Babcock centrifuge
2. ขวด Paley bottle, 50%
3. แคลิเปอร์ (Calipers)
4. เครื่องชั่งชนิด 2 จาน
5. เครื่องบดเนื้อ

3.2 สารเคมี

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น
2. น้ำกลั่น

3.3 วิธีวิเคราะห์

1. บดตัวอย่างเนื้อ ชั่งสารตัวอย่าง 9 กรัม ใส่ในขวด paley

2. เติมน้ำอุ่น 10 มล. ลงในช่องด้านข้าง ปิดช่องด้านข้าง เขย่าให้เนื้อกระจายตัว

3. ค่อยๆ เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นอย่างระมัดระวังครั้งละ 3-5 มล. ผสมและเขย่าตัวอย่างให้เกิดการย่อยจนไม่มีส่วนที่เป็นก้อน จะได้ของเหลวที่ย่อยแล้วสีม่วงดำ

4. เติมน้ำร้อนทางคอขวดให้ระดับไขมันขึ้นถึงขีด 45%

5. ชั่งน้ำหนักขวดตัวอย่าง และขวดน้ำเปล่าให้เท่ากัน นำขวดทั้งสองเข้าเครื่องเหวี่ยง 2-3 นาที

6. นำขวดตัวอย่างออกจากเครื่องเหวี่ยง อ่านขีดบนและขีดล่างของระดับไขมันด้วยแคลิเปอร์ ความแตกต่างของไขมันทั้ง 2 ระดับ คือ เปอร์เซนต์ไขมันของตัวอย่าง

ถ้าตัวอย่างมีไขมันมากกว่าร้อยละ 40 ให้ใช้ตัวอย่าง 4.5 กรัม แล้วคูณเปอร์เซนต์ไขมันที่อ่านได้ด้วย 2

ข. 4 การวัดความเป็นกรด-ด่าง (Pearson, 1976)

4.1 สารเคมี

1. น้ำกลั่น

2. สารละลายบัฟเฟอร์

4.2 วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างที่บดแล้ว ประมาณ 25-50 กรัม

2. เติมน้ำกลั่น 100 มล. คนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้ว

3. พับกระดาษกรองให้เป็นรูปกรวยแหลม จุ่มกระดาษกรองด้านกรวยแหลมลงในตัวอย่าง ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที ให้ของเหลวจากตัวอย่างซึมผ่านเข้าไปในกระดาษกรอง

4. ปรับมาตรฐานของเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่างด้วยสารละลายบัฟเฟอร์

5. จุ่มอิเล็กโทรดลงในกรวยกระดาษกรอง วัดและบันทึกความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่าง

ข. 5 การวิเคราะห์หาปริมาณโซเดียมคลอไรด์ (Pearson and Tauber, 1984)

5.1 สารเคมี

1. กรดไนตริกเข้มข้น
2. สารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรท ($AgNO_3$) เข้มข้น 0.10 นอร์มัล
3. สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไธโอไซยาเนต (KSCN) เข้มข้น 0.10 นอร์มัล
4. เฟอร์ริกอลัมอินดิเคเตอร์

- เตรียมโดยละลายสารละลายอิ่มตัวของเฟอร์ริกแอมโมเนียมซัลเฟต $FeNH_4(SO_4).12H_2O$) 12 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มล.

5. ไนโทรเบนซีน หรือไดเอทิลอีเธอร์
6. สารละลายโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนต 5 กรัม

- เตรียมโดยละลายโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนต 5 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มล.

5.2 วิธีวิเคราะห์

1. บดตัวอย่างให้ละเอียด ชั่งตัวอย่าง 3 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 30 มล.
2. เติมสารละลายซิลเวอร์ไนเตรท เข้มข้น 0.10 นอร์มัล ปริมาณ 25 มล. (ใช้ปิเปตต์ชนิดกระเปาะ) เขย่าขวดลูกชมพู่ให้ตัวอย่างผสมกันดี
3. เติมกรดไนตริกเข้มข้น 15 มล. ต้มให้เดือด จนตัวอย่างย่อยหมด ได้สารละลายใส
4. เติมสารละลายโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนต 10-15 มล. และต้มให้เดือดต่อไป จนสารละลายไม่มีสี
5. เติมน้ำกลั่น 25 มล. ต้มให้เดือดต่อไปอีก 5 นาที ปล่อยให้เย็น เจือจางด้วยน้ำกลั่น ให้ได้ปริมาตร 150 มล.
6. เติมไนโทรเบนซีน 1มล. หรือไดเอทิลอีเธอร์ 25 มล. และเฟอร์ริกอลัมอินดิเคเตอร์ 2 มล. เขย่าอย่างแรงให้ซิลเวอร์ไนเตรทตกตะกอน
7. ไตเตรทซิลเวอร์ไนเตรทที่เหลือด้วยสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไธโอไซยาเนต เข้มข้น 0.10 นอร์มัล จนได้จุดยุติสีน้ำตาลอ่อน

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ (ร้อยละ)} = \frac{(25\ N_1 - XN_2)\ 5.85}{W}$$

โดยที่ N_1 คือ ความเข้มข้นที่แท้จริงของซิลเวอร์ไนเตรท (นอร์มัล)

N_2 คือ ความเข้มข้นที่แท้จริงของโพแทสเซียมไธโอไซยาเนต (นอร์มัล)

X คือ ปริมาตรของโพแทสเซียมไธโอไซยาเนตที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง (มล.)

W คือ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

$$\text{ปริมาณโซเดียม (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักอะตอมของโซเดียม (22.97)} \times 100}{\text{น้ำหนักอะตอมของโซเดียมคลอไรด์ (58.45)}}$$

ปริมาณโซเดียม (ร้อยละ) = 39.35 มิลลิกรัมต่อเกลือโซเดียมคลอไรด์ 100 มิลลิกรัม

ภาคผนวก ค. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

ตารางภาคผนวก ค. 1 ค่าความแปรปรวนของคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อแพะที่ทำให้สุก ด้วยวิธีต้ม อบ และไมโครเวฟ

ลักษณะคุณภาพ	SOV	df	SS	MS	F-Value
การสูญเสียหลังการทำให้สุก	Treatment	2	82.34	41.17	5.08*
	Error	6	42.68	7.09	
	Total	8	124.93		
เนื้อสัมผัส					
ความนุ่ม	Block	7	4570.20	652.88	4.11*
	Treatment	2	196.31	98.15	< 1
	Errors	14	2223.88	158.84	
	Total	23	6990.39		
ความฉ่ำ	Block	7	1294.42	184.91	1.78ns
	Treatment	2	73.32	36.66	< 1
	Errors	14	1453.56	103.82	
	Total	23	2821.30		
ความต้องการ	Block	7	4069.21	581.31	5.14**
	Treatment	2	34.32	17.16	< 1
	Errors	14	1582.61	113.04	
	Total	23	5686.15		

ตารางภาคผนวก ค. 1 (ต่อ)

ลักษณะคุณภาพ	SOV	df	SS	MS	F-Value
กลิ่น					
กลิ่นแพะ	Block	7	4415.52	630.78	4.86*
	Treatment	2	173.53	86.76	< 1
	Error	14	1816.56	129.756	
	Total	23	6405.64		
กลิ่นหญ้า	Block	7	11564.52	1652.07	12.25**
	Treatment	2	40.90	20.45	< 1
	Errors	14	1888.15	134.866	
	Total	23	13496.59		
กลิ่นออกซิไดซ์	Block	7	7115.75	1016.53	8.92**
	Treatment	2	68.89	34.44	< 1
	Errors	14	1595.21	113.94	
	Total	23	8779.85		

ตารางภาคผนวก ค. 1 (ต่อ)

ลักษณะคุณภาพ	SOV	df	SS	MS	F-Value
กลิ่นรส					
กลิ่นแพะ	Block	7	5551.24	793.03	16.50**
	Treatment	2	68.92	34.46	< 1
	Errors	14	672.72	48.05	
	Total	23	6292.89		
กลิ่นหญ้า	Block	7	6730.54	961.50	14.66**
	Treatment	2	59.76	29.88	< 1
	Errors	14	918.45	65.60	
	Total	23	7708.76		
กลิ่นออกซิไดซ์	Block	7	5273.56	753.36	14.48**
	Treatment	2	76.58	38.29	< 1
	Errors	14	728.23	52.01	
	Total	23	6078.37		
กลิ่นเนื้อ	Block	7	9075.25	1296.46	25.13**
	Treatment	2	81.42	40.71	< 1
	Errors	14	722.30	51.59	
	Total	23	9878.97		

ตารางภาคผนวก ค. 1 (ต่อ)

ลักษณะคุณภาพ	SOV	df	SS	MS	F-Value
กลิ่นตับ	Block	7	4742.09	677.44	22.97**
	Treatment	2	107.33	53.66	1.82^{ns}
	Errors	14	412.82	29.48	
	Total	23	5262.24		
กลิ่นนม	Block	7	3964.16	566.30	20.21**
	Treatment	2	56.43	28.21	1.01^{ns}
	Errors	14	392.24	28.01	
	Total	23	4412.84		
กลิ่นไหม้	Block	7	2776.67	396.66	2.61^{ns}
	Treatment	2	1710.27	855.13	5.63*
	Errors	14	2126.55	151.89	
	Total	23	6613.50		
กลิ่นน้ำซุป	Block	7	11933.82	1704.83	41.89**
	Treatment	2	11.45	5.72	< 1
	Errors	14	569.74	40.69	
	Total	23	12515.02		

ตารางภาคผนวก ค. 1 (ต่อ)

ลักษณะคุณภาพ	SOV	df	SS	MS	F-Value
กลิ่นโลหะ	Block	7	1544.96	220.70	6.98**
	Treatment	2	49.24	24.62	< 1
	Errors	14	442.80	31.62	
	Total	23	2037.00		
กลิ่นกระดาษ	Block	7	2047.33	292.47	10.38**
	Treatment	2	1.53	0.76	< 1
	Errors	14	394.59	28.18	
	Total	23	2443.45		
รสขม	Block	7	2976.09	425.15	18.42**
	Treatment	2	77.32	38.66	1.68^{ns}
	Errors	14	323.14	23.08	
	Total	23	3376.56		
รสหวาน	Block	7	6539.56	934.22	52.92**
	Treatment	2	142.61	71.30	4.04*
	Errors	14	247.16	17.65	
	Total	23	6929.34		

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก ค. 2 ค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกอิมัลชันเนื้อแพะเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาว

องค์ประกอบ	SOV.	df	SS	MS	F-value
ความชื้น	Treatment	9	437.60	48.62	7.93**
	Error	30	183.93	6.13	
	Total	39	621.54		
โปรตีน	Treatment	9	120.55	13.39	17.15**
	Error	30	23.43	0.78	
	Total	39	143.99		
ไขมัน	Treatment	9	751.52	83.50	28.71**
	Error	30	87.25	2.90	
	Total	39	838.77		
ความเป็น	Treatment	9	0.03	0.00	< 1
กรด-ด่าง	Error	30	0.66	0.06	
	Total	39	0.69		
เกลือ	Treatment	9	0.99	0.11	1.48ns
	Error	30	0.74	0.07	
	Total	39	1.74		

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01)

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก ค. 3 ค่าความแปรปรวนของคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกอิมัลชันเนื้อแพะเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาว

ลักษณะคุณภาพ	SOV	df	SS	MS	F-Value
ลักษณะปรากฏ					
สีภายนอก	Block	7	8372.79	1196.11	10.66**
	Treatment	9	7233.86	803.76	7.17**
	Errors	63	7067.11	112.17	
	Total	79	22673.77		
สีภายใน	Block	7	8101.95	1157.42	38.94**
	Treatment	9	5043.51	560.39	18.85**
	Errors	63	1872.73	29.72	
	Total	79	15018.20		
เนื้อสัมผัส	Block	7	7591.03	1084.43	18.58**
	Treatment	9	1338.57	148.73	2.55*
	Errors	63	3677.27	58.36	
	Total	79	12606.88		
เนื้อสัมผัส					
ความนุ่ม	Block	7	8420.93	1202.99	17.17**
	Treatment	9	6093.73	677.08	9.66**
	Errors	63	4413.81	70.06	
	Total	79	18928.48		

ตารางภาคผนวก ค. 3 (ต่อ)

ลักษณะคุณภาพ	SOV	df	SS	MS	F-Value
ความยืดหยุ่น	Block	7	7474.97	1067.85	12.88**
	Treatment	9	6704.87	744.98	8.99**
	Errors	63	5221.49	82.88	
	Total	79	19401.34		
ความฉ่ำ	Block	7	1739.88	248.55	1.49ns
	Treatment	9	954.76	106.08	< 1
	Errors	63	10496.73	166.61	
	Total	79	13191.38		
ความมัน	Block	7	18554.89	2650.69	41.64**
	Treatment	9	565.52	62.83	< 1
	Errors	63	4010.19	63.65	
	Total	79	23130.62		
ความหยาบ	Block	7	4466.68	683.09	7.70**
	Treatment	9	3769.30	48.81	5.60**
	Errors	63	5217.50	82.81	
	Total	79	13453.48		
กลิ่นรส					
กลิ่นแพะ	Block	7	3265.72	466.53	5.51**
	Treatment	9	1292.90	143.65	1.70ns
	Errors	63	5330.62	84.61	
	Total	79	9889.24		

ตารางภาคผนวก ค. 3 (ต่อ)

ลักษณะคุณภาพ	SOV	df	SS	MS	F-Value
กลิ่นหญ้า	Block	7	2656.30	379.47	12.86**
	Treatment	9	276.17	30.68	1.04ns
	Errors	63	1859.32	29.51	
	Total	79	4791.80		
กลิ่นเนื้อ	Block	7	14440.59	2062.94	61.44**
	Treatment	9	555.94	61.77	1.84ns
	Errors	63	2115.43	38.57	
	Total	79	17111.97		
กลิ่นเครื่องปรุง	Block	7	27573.14	3939.02	88.99**
	Treatment	9	1212.52	134.72	3.04**
	Errors	63	2788.69	44.26	
	Total	79	31574.37		
กลิ่นหมู	Block	7	9215.44	1316.49	12.17**
	Treatment	9	610.56	67.84	< 1
	Errors	63	6814.70	108.16	
	Total	79	16640.72		
กลิ่นควัน	Block	7	24228.78	3461.25	43.97**
	Treatment	9	2188.07	243.11	3.09**
	Errors	63	4959.02	78.71	
	Total	79	31375.88		

ตารางภาคผนวก ค. 3 (ต่อ)

ลักษณะคุณภาพ	SOV	df	SS	MS	F-Value
กลิ่นหมัก	Block	7	26484.46	3783.49	69.87**
	Treatment	9	844.57	93.84	1.73ns
	Errors	63	3411.57	54.15	
	Total	79	30740.61		
กลิ่นออกซิไดซ์	Block	7	4138.08	591.15	47.94**
	Treatment	9	161.95	17.99	1.46ns
	Errors	63	779.85	12.33	
	Total	79	5076.88		
การยอมรับรวม	Block	7	6841.19	977.31	12.76**
	Treatment	9	1315.25	146.13	1.91ns
	Errors	63	4824.27	76.57	
	Total	79	12980.72		
การยอมรับรวมของ	Block	29	14.52	0.50	1.25ns
ผู้บริโภคทั่วไป	Treatment	9	11.38	1.26	3.15**
	Error	261	104.71	0.40	
	Total	299	130.62		

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก ค.4 ค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกบดเนื้อแพะเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาว

องค์ประกอบ	SOV.	df	SS	MS	F-value
ความชื้น	Treatment	9	444.93	49.47	35.89**
	Error	30	41.32	1.37	
	Total	39	486.26		
โปรตีน	Treatment	9	71.64	7.96	33.42**
	Error	30	7.14	0.23	
	Total	39	78.79		
ไขมัน	Treatment	9	753.50	83.72	54.01**
	Error	30	46.50	1.55	
	Total	39	800.00		
ความเป็นกรด-ด่าง	Treatment	9	0.04	0.00	< 1
	Error	30	0.15	0.01	
	Total	39	0.19		
เกลือ	Treatment	9	0.01	0.00	< 1
	Error	30	0.03	0.00	
	Total	39	0.04		

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01)

ตารางภาคผนวก ค. 5 ค่าความแปรปรวนของคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกบดเนื้อแพะเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาว

ลักษณะคุณภาพ	SOV	df	SS	MS	F-Value
เนื้อสัมผัส					
ความนุ่ม	Block	7	2213.88	316.26	2.47*
	Treatment	9	6958.36	773.15	6.05**
	Errors	63	8053.73	127.83	
	Total	79	17225.98		
ความยืดหยุ่น	Block	7	7871.42	1124.48	13.26**
	Treatment	9	2705.51	300.61	3.54**
	Errors	63	5344.29	84.83	
	Total	79	15921.23		
ความฉ่ำ	Block	7	6995.67	999.38	8.72**
	Treatment	9	4334.02	481.55	4.20**
	Errors	63	7220.29	114.60	
	Total	79	18549.99		
ความมัน	Block	7	11218.64	1602.66	5.61**
	Treatment	9	1991.64	221.29	< 1
	Errors	63	17987.13	285.51	
	Total	79	31197.42		

ตารางภาคผนวก ค. 5 (ต่อ)

ลักษณะคุณภาพ	SOV	df	SS	MS	F-Value
กลิ่นรส					
กลิ่นแพะ	Block	7	11404.27	1629.18	14.25**
	Treatment	9	2389.95	265.55	2.32*
	Errors	63	7202.32	114.32	
	Total	79	20996.54		
กลิ่นหญ้า	Block	7	11136.90	1590.98	29.03**
	Treatment	9	743.37	82.59	1.51ns
	Errors	63	3452.97	54.80	
	Total	79	15333.25		
กลิ่นเนื้อ	Block	7	20444.59	2920.65	103.96**
	Treatment	9	549.57	61.06	2.17*
	Errors	63	1769.99	28.09	
	Total	79			
กลิ่นเครื่องปรุง	Block	7	22242.90	3177.55	73.31**
	Treatment	9	394.75	43.86	1.01ns
	Errors	63	2730.85	43.34	
	Total	79	25368.50		
กลิ่นหมู	Block	7	5196.99	742.42	7.04**
	Treatment	9	2102.02	233.55	2.21*
	Errors	63	6644.09	105.46	
	Total	79	13943.12		

ตารางภาคผนวก ค. 5 (ต่อ)

ลักษณะคุณภาพ	SOV	df	SS	MS	F-Value
กลิ่นหมัก	Block	7	21256.97	3036.71	201.21**
	Treatment	9	150.76	16.75	1.11ns
	Errors	63	950.80	15.09	
	Total	79	22358.54		
กลิ่นออกซิไดซ์	Block	7	5708.77	815.53	18.34**
	Treatment	9	1278.84	142.09	3.19**
	Errors	63	2801.88	44.47	
	Total	79	9789.49		
การยอมรับรวม	Block	7	9811.62	1401.66	8.83**
	Treatment	9	4757.84	528.64	3.33**
	Errors	63	10003.28	158.78	
	Total	79	24572.74		
การยอมรับรวมของ	Block	29	20.94	0.72	1.64*
ผู้บริโภคทั่วไป	Treatment	9	26.03	2.89	6.58**
	Errors	261	114.72	0.43	
	Total	299	161.69		

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายวีระศักดิ์ สีหบุตร

วันเดือนปีเกิด 11 มกราคม 2508

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ทษ.บ	สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้	2531
(เทคโนโลยีและอุตสาหกรรมอาหาร)	จ. เชียงใหม่	

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

อาจารย์ 1 ระดับ 3 สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี จ. อุบลราชธานี