การผลิตไส้กรอกบดเนื้อแพะเสริมเนื้อวัว โปรตีนถั่วเหลือง ไขมันหมู หรือเนยขาว และทัศนคติของผู้บริโภค

Production of Ground Goat Meat Sausages Supplemented with Beef, Soy Proteins, Pork Fat or Shortening and Consumer Attitude.

ชีพสุมน ชิตมณี

Cheepsumon Chitmanee

TX749.5.S28 ช63 2539 ฉ.2
เลขหมู่
Bib Key 91682
1 5 ธ.ค. 2543

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Food Technology
Prince of Songkla University

2539

ชื่อวิทยานิพนธ์ การผลิตไส้กรอกบดเนื้อแพะเสริมเนื้อวัว โปรตีนถั่วเหลือง ไขมันหมู หรือเนยขาว และทัศนคติของผู้บริโภค

ผู้เขียน นางสาวชีพสุมน ชิตมณี

สาขาวิชา เทคโนโลยีอาหาร

คณะกรรมการที่ปรึกษา	คณะกรรมการสอบ
....ประธานกรรมการ	....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกอร อินทราพิเชฐ)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกอร อินทราพิเชฐ)
....กรรมการ	....กรรมการ
(ดร. สุกัญญา จันทะชุม)	(ดร. สุกัญญา จันทะชุม)
	....กรรมการ
	(อาจารย์พิทยา อดุลยธรรม)
	....กรรมการ
	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไพรัตน์ โสภโณดร)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

....

(ดร. ไพรัตน์ สงวนไทร)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

หอสมุด คุณหญิงหลง อรรถกระวีสุนทร
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
จังหวัดสงขลาหาดใหญ่
ได้รับจาก
บัณฑิตวิทยาลัย
วันที่ 15 ธ.ค. 2543

ชื่อวิทยานิพนธ์ การผลิตไส้กรอกบดเนื้อแพะเสริมเนื้อวัว โปรตีนถั่วเหลือง ไขมันหมู หรือเนยขาว และทัศนคติของผู้บริโภค

ผู้เขียน นางสาวชีพสุมน ชิตมณี

สาขาวิชา เทคโนโลยีอาหาร

ปีการศึกษา 2538

บทคัดย่อ

วัตถุดิบสำหรับการผลิตไส้กรอกบดเนื้อแพะ ประกอบด้วย เนื้อแพะ เนื้อวัว และโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น มีพีเอช 6.30, 5.40 และ 6.10 ความชื้นร้อยละ 75.87, 77.50 และ 52.46 ตามลำดับ โปรตีนร้อยละ 21.01, 21.23 และ 13.72 ตามลำดับ ไขมันร้อยละ 1.50, 2.00 และ 0.10 ตามลำดับ ผลิตไส้กรอกบดเนื้อแพะ โดยใช้ไขมันหมู หรือเนยขาว ร้อยละ 30 ปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองในสูตรผสมร้อยละ 0, 3, 6, 9, 12, 15 และ 20 หรือเนื้อวัวร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์หลังจากเก็บไว้ในห้องเย็น อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน ไดแก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ค่าพีเอช และปริมาณเกลือ ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกบดเนื้อแพะ ด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ ความมัน ความหยาบ คุณลักษณะกลิ่นรส ได้แก่ กลิ่นแพะ กลิ่นหญ้า กลิ่นเครื่องปรุง กลิ่นออกซิไดซ์ กลิ่นเนื้อวัว หรือกลิ่นถั่ว และการยอมรับรวม ศึกษาคุณภาพการเก็บรักษาไส้กรอกโดยเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน วิเคราะห์ค่าทีบีเอ และประเมินกลิ่นออกซิไดซ์ทุกวัน ศึกษาทัศนคติของผู้บริโภคชาวไทยพุทธและชาวไทยมุสลิมที่มีต่อเนื้อแพะและผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะ

การเพิ่มระดับโปรตีนถั่วเหลือง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน และปริมาณไขมันลดลง ขณะที่ปริมาณเกลือ และค่าพีเอชค่อนข้างคงที่ ส่วนการเพิ่มระดับเนื้อวัว ทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน และปริมาณไขมันเพิ่มขึ้น ขณะที่ปริมาณเกลือ และค่าพีเอช ค่อนข้างคงที่

การเพิ่มระดับโปรตีนถั่วเหลืองไม่ได้ทำให้คุณลักษณะความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ ความมัน กลิ่นหญ้า กลิ่นเครื่องปรุง และกลิ่นออกซิไดซ์ ของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน แต่ความหยาบและ

กลิ่นถั่วเหลืองมากขึ้น ในขณะที่กลิ่นแพะ และการยอมรับรวมลดลง ส่วนการเพิ่มระดับเนื้อวัวไม่ได้ทำให้คุณลักษณะความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ ความมัน ความหยาบ กลิ่นหญ้า กลิ่นเครื่องปรุง และกลิ่นออกซิไดซ์ แตกต่างกัน กลิ่นแพะลดลง ในขณะที่กลิ่นเนื้อวัว และการยอมรับรวมเพิ่มขึ้น

สำหรับคุณภาพการเก็บรักษาพบว่าการเพิ่มระดับโปรตีนถั่วเหลืองทำให้ค่าทีบีเอของผลิตภัณฑ์ลดลง แต่ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสสำหรับกลิ่นออกซิไดซ์กลับเพิ่มขึ้น ส่วนการเพิ่มระดับเนื้อวัวทำให้ค่าทีบีเอของผลิตภัณฑ์ลดลง แต่กลิ่นออกซิไดซ์ไม่แตกต่างกัน โดยทั่วไปค่าทีบีเอและกลิ่นออกซิไดซ์ของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บ

การยอมรับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะของผู้บริโภคชาวไทยพุทธ สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาว ผู้บริโภคให้การยอมรับไส้กรอกที่เสริมเนื้อวัวมากที่สุด รองลงมาคือไส้กรอกที่เสริมโปรตีนถั่วเหลือง และไส้กรอกเนื้อแพะล้วน ตามลำดับ สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมู ผู้บริโภคให้การยอมรับไส้กรอกเนื้อแพะล้วนมากที่สุด รองลงมาคือไส้กรอกที่เสริมเนื้อวัวและไส้กรอกที่เสริมโปรตีนถั่วเหลือง ตามลำดับ การยอมรับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะของผู้บริโภคชาวไทยมุสลิม พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับไส้กรอกที่เสริมเนื้อวัวมากที่สุด รองลงมาคือไส้กรอกที่เสริมโปรตีนถั่วเหลือง และไส้กรอกเนื้อแพะล้วน ตามลำดับ

Thesis Title Production of Ground Goat Meat Sausages Supplemented with Beef, Soy Proteins, Pork Fat or Shortening and Consumer Attitude.

Author Miss. Cheepsumon Chitmanee

Major Program Food Technology

Academic Year 1995

Abstract

Raw matterials used for ground goat meat sausage production consisted of goat meat and beef and soy protein concentrate (SPC) having 75.87, 77.50 and 52.46% moisture, 21.01, 21.23 and 13.72% protein, 1.50, 2.00 and 0.10% fat, and pH of 6.30, 5.40 and 6.10 respectively. The ground goat meat sausages were made with 30% pork backfat or shortening. The sausages were formulated with varying amount of SPC of 0, 3, 6, 9, 12, 15 and 20% or lean beef of 0, 5, 10, 15, 20, 25 and 30%.. After 2 days of storage at 4°c chemical compositions consisting of moisture, protein, fat and salt content and pH were analyzed. Sensory qualities were evaulated for texture characteristics; tenderness, juiciness, oiliness and coarseness, flavor characteristics; goaty, grassy, seasoning, oxidized, beef or beany flavors, and acceptability. Storage qualities were studied by keeping the sausages at 4°c for 7 days. TBA values and oxidized flavor of the products were analyzed daily. Consumer attitude towards the goat meat sausages of the Buddhist and Muslim consumers were studied.

Increasing in SPC levels resulted in decreasing moisture, protein and fat content but there were no differences in pH and salt content. Increasing in beef levels resulted in increasing moisture, protein and fat content but there were no differences in pH and salt content.

When SPC levels increased, there were no differences in tenderness, juiciness, oiliness and grassy, seasoning and oxidized flavors of the products.

Coarseness and beany flavors increased while goaty flavor and acceptability decreased. When beef levels increased, there were no differences in tenderness, juiciness, oiliness, coarseness and grassy, seasoning and oxidized flavors, but goaty flavor decreased while beef flavor and acceptability of the products increased.

For storage qualities of the products, Increasing in SPC resulted in decreasing TBA values but oxidized flavor increased. Increasing The TBA values decreased with no differences in oxidized flavor when beef levels increased. As whole, the TBA values and oxidized flavor of the products increased throughout the keeping periods.

The Buddhist consumer accepted the ground goat meat sausages formulated with shortening all beef the most. Those made with SPC and goat meat were less accepted, respectively. For the formulated with pork backfat sausages, those made with goat meat were more accepted than those made with beef and SPC, respectively. The Muslim consumer accepted the sausages : formulated with shortening and all beef more than those made with shortening and SPC and goat meat, respectively.

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกอร อินทราพิเชฐ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำแนะนำในการค้นคว้าวิจัย และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบพระคุณ ดร. สุกัญญา จันทะชุม กรรมการที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไพรัตน์ โสภโณดร กรรมการผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย และอาจารย์พิทยา อดุลยธรรม กรรมการผู้แทนภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร ที่กรุณาให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ศิริจิต ทุ่งหว้า และ รองศาสตราจารย์ ดร. วินัย ประลมพ์กาญจน์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น และชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่สาว - พี่ชาย ที่ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุน และเป็นกำลังใจที่ดียิ่งมาโดยตลอด

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่าน รวมทั้งเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ในคณะอุตสาหกรรเกษตร ที่มีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ด้วยดี

ชีพสุมน ชิตมณี.

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบาญ	(8)
รายการตาราง	(10)
รายการรูป	(13)
บทที่	
1 บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
ตรวจเอกสาร	2
1. แพะและเนื้อแพะ	2
1.1 แพะกับการบริโภค	2
1.2 ประเภทของเนื้อแพะ	3
1.3 เปรียบเทียบคุณภาพของเนื้อแพะกับเนื้อสัตว์ชนิดอื่น	3
1.4 คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อแพะ	5
1.5 คุณภาพของเนื้อแพะ	5
1.6 ทัศนคติต่อแพะและผลผลิตจากแพะ	8
2. ถั่วเหลือง	10
2.1 องค์ประกอบและคุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลือง	10
2.2 การใช้ประโยชน์จากถั่วเหลือง	10
2.3 ผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆจากถั่วเหลือง	12
2.4 หน้าที่และสมบัติของโปรตีนถั่วเหลือง	16
2.5 การใช้โปรตีนถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์	18
3. การผลิตไส้กรอก	20
ชนิดและหน้าที่ของส่วนผสมต่างๆในการทำไส้กรอก	21

สารบาญ (ต่อ)

หน้า

4. การเกิดออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อและผลิตภัณฑ์.......... 29

4.1 กลไกการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมัน.......... 29..

4.2 บทบาทของไขมันในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น.......... 31

4.3 วิธีการวัดและตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่เกิดกลิ่นออกซิไดซ์.......... 33

วัตถุประสงค์.......... 34

ขอบเขตการวิจัย.......... 34

2 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ.......... 35

วัสดุ.......... 35

อุปกรณ์.......... 36

วิธีการ.......... 37

3 ผลและวิจารณ์.......... 45

4 สรุป.......... 99

เอกสารอ้างอิง.......... 101

ภาคผนวก.......... 113

ประวัติผู้เขียน.......... 148

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณโปรตีนที่ย่อยได้และพลังงานของเนื้อสัตว์ชนิดต่างๆ	4
2	องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อแพะในบางประเทศ	6
3	ปริมาณกรดอะมิโน (กรัม/16 กรัม ไนโตรเจน) ของเนื้อแพะ	7
4	คะแนนความน่ารับประทานของส่วนเนื้อสันของแพะเปรียบเทียบกับของสัตว์-ชนิดอื่น	9
5	เปรียบเทียบกรดอะมิโนจำเป็นในโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นกับในเนื้อวัว	11
6	คุณสมบัติของโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นที่ผ่านกรรมวิธีกำจัดส่วนที่ไม่ใช่โปรตีน-ด้วยวิธีการต่างๆกัน	17
7	กรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในฟอสโฟลิปิด และไตรกลีเซอไรด์ในกล้ามเนื้อ-ชนิดต่างๆ	32
8	สูตรผสมของไส้กรอกบดเนื้อแพะเสริมโปรตีนถั่วเหลืองระดับต่างๆ	41
9	สูตรผสมของไส้กรอกบดเนื้อแพะเสริมเนื้อวัวระดับต่างๆ	42
10	องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อแพะ เนื้อวัว และโปรตีนถั่วเหลือง	46
11	องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาว ร้อยละ 30 เสริมโปรตีนถั่วเหลืองระดับต่างๆ	49
12	คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบด-เนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูร้อยละ 30 เสริมโปรตีนถั่วเหลือง ด้วยวิธี QDA เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน	53
13	คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบด-เนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้เนยขาว ร้อยละ 30 เสริมโปรตีนถั่วเหลือง ด้วยวิธี QDA เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน	54
14	องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมู-หรือเนยขาว ร้อยละ 30 เสริมเนื้อวัวระดับต่างๆ	63.

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมู ร้อยละ 30 เสริมเนื้อวัว ด้วยวิธี QDA เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน	67
16	คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้เนยขาว ร้อยละ 30 เสริมเนื้อวัว ด้วยวิธี QDA เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน	68
17	ค่าทีบีเอ ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมู หรือเนยขาว ร้อยละ 30 เสริมโปรตีนถั่วเหลือง เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน	75
18	คะแนนเฉลี่ยกลิ่นออกซิไดซ์ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมู เสริมโปรตีนถั่วเหลือง เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน	77
19	คะแนนเฉลี่ยกลิ่นออกซิไดซ์ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้เนยขาว เสริมโปรตีนถั่วเหลือง เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน	78
20	ค่าทีบีเอ ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมู หรือเนยขาว ร้อยละ 30 เสริมเนื้อวัว เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน	80
21	คะแนนเฉลี่ยกลิ่นออกซิไดซ์ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมู เสริมเนื้อวัว เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน	83
22	คะแนนเฉลี่ยกลิ่นออกซิไดซ์ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้เนยขาว เสริมเนื้อวัว เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน	84
23	ความถี่และร้อยละของผู้บริโภคชาวไทยพุทธตามลักษณะทางประชากรศาสตร์	86
24	พฤติกรรมการบริโภคเนื้อแพะของผู้บริโภคชาวไทยพุทธ	87

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
25	คะแนนความชอบเนื้อสัมผัส กลิ่นรส และการยอมรับรวม ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะ ประเมินโดยผู้บริโภคชาวไทยพุทธ จำนวน 60 คน..........	90
26	ความถี่และร้อยละของผู้บริโภคชาวไทยมุสลิม ตามลักษณะทางประชากรศาสตร์	94
27	พฤติกรรมการบริโภคเนื้อแพะของผู้บริโภคชาวไทยมุสลิม......................................	95
27	คะแนนความชอบ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และการยอมรับรวม ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะ ประเมินโดยผู้บริโภคชาวไทยมุสลิม จำนวน 60 คน.........	98

รายการภาพ

ภาพที่ หน้า

1 การผลิตไส้กรอกบดเนื้อแพะ.. 40

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

แพะเป็นสัตว์เลี้ยงที่พบอยู่ทั่วไปในภูมิภาคต่างๆของโลก โดยเฉพาะประเทศกำลังพัฒนาที่อยู่ในเขตร้อน และกึ่งร้อน เช่น ประเทศต่างๆในทวีปอัฟริกา อเมริกาใต้ หมู่เกาะอินดีสตะวันตก และบางส่วนของประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในประเทศเหล่านี้ผลผลิตเนื้อจากแพะนับว่าเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่สำคัญยิ่ง ในบางแห่งความต้องการเนื้อแพะมีสูงมากกว่าที่จะสามารถผลิตได้อย่างพอเพียง ประกอบกับความนิยมบริโภคเนื้อแพะมีมากกว่าเนื้อสัตว์ชนิดอื่น จึงทำให้เนื้อแพะมีราคาสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อสัตว์ชนิดอื่น เช่น เนื้อโค ไก่ หรือสุกร (สมเกียรติ สายธนู, 2528)

การเลี้ยงแพะในประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในชุมชนของชาวไทยมุสลิม โดยเฉพาะชาวไทยมุสลิมทางภาคใต้ อาจจะมีชาวไทยอื่นๆ เช่น ชาวไทยที่มีเชื้อสายอินเดีย ปากีสถาน หรือจีนเลี้ยงอยู่บ้างแต่ก็เป็นเพียงส่วนน้อย โดยเลี้ยงไว้เพื่อใช้บริโภคภายในครัวเรือนหรือสำหรับทำบุญตามประเพณีทางศาสนา จึงทำให้เกิดความเข้าใจผิดว่า แพะเป็นสัตว์เลี้ยงของชาวไทยมุสลิมโดยเฉพาะ ประกอบกับมีสาเหตุอีกหลายอย่าง เป็นต้นว่า การเลี้ยงแพะโดยทั่วไปเป็นเพียงอาชีพรองที่ผสมผสานอยู่กับอาชีพเกษตรกรรมหลักอย่างอื่น เกษตรกรไม่สามารถใช้แรงงานจากแพะได้ แพะจึงยังมีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับจำนวนสัตว์เลี้ยงชนิดอื่น รวมทั้งทัศนคติที่ไม่ดีต่อแพะคือ แพะเป็นสัตว์ที่ชอบทำลายล้างและผลผลิตจากแพะมีกลิ่นเหม็นสาป ซึ่งทัศนคติที่ดี หรือไม่ดีนั้น สมเกียรติ สายธนู (2528) กล่าวว่ายังขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอกตัวแพะอยู่มาก นั่นคือขึ้นอยู่กับ ค่านิยม ความคุ้นเคย และความเคยชินของแต่ละคน หรือแต่ละกลุ่มชนด้วย ด้วยเหตุนี้แพะจึงเป็นสัตว์ที่ไม่ค่อยได้รับความสนใจจากทั้งภาครัฐบาล และภาคเอกชนมากนัก ทั้งที่ตามความเป็นจริงแล้วแพะเป็นสัตว์ที่เลี้ยงง่าย ขยายพันธุ์ได้เร็ว สามารถกินอาหารได้เกือบทุกชนิด มีประสิทธิภาพในการใช้อาหารสูง ทนทานต่อโรค รวมทั้งเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่ดีเมื่อเทียบกับเนื้อสัตว์ชนิดอื่นๆ และที่สำคัญมากคือในปัจจุบันมีความต้องการเนื้อแพะสูงขึ้น ในภาคใต้มักจะมีพ่อค้ากว้านซื้อแพะส่งไปจำหน่ายยังประเทศมาเลเซียเสมอๆ (วินัย ประลมพ์กาญจน์, 2528)

การศึกษาวิจัยคุณภาพเนื้อแพะ ผลิตภัณฑ์เนื้อแพะ ตลอดจนการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเนื้อแพะในประเทศไทยยังมีน้อยมาก ดังนั้นเพื่อเป็นการส่งเสริมให้มีการบริโภค และการใช้ประโยชน์จากเนื้อแพะ ให้สอดคล้องกับการผลิตแพะที่ดำเนินการโดยกรมปศุสัตว์ จึงได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อแพะขึ้น โดยการแปรรูปเป็นไส้กรอกบดซึ่งใช้โปรตีน และไขมันจากแหล่งอื่น ได้แก่ โปรตีนถั่วเหลือง เนื้อวัว ไขมันหมู และเนยขาว เสริมหรือแทนลงในสูตรส่วนผสมที่เหมาะสม เพื่อลดกลิ่นสาปแพะ และให้คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ดี นอกจากนี้ยังเป็นการใช้ประโยชน์จากโปรตีนถั่วเหลือง และเนื้อวัวซึ่งมีราคาถูกกว่าเนื้อแพะมากในการผลิตไส้กรอกบด ทำให้ช่วยลดต้นทุนการผลิตได้อีกทางหนึ่ง และเพื่อให้ผู้บริโภคชาวไทยมุสลิมบริโภคไส้กรอกบดได้ด้วย จึงใช้เนยขาวแทนไขมันหมูในกรรมวิธีการผลิต เพื่อให้ทั้งชาวไทยพุทธ และชาวไทยมุสลิมสามารถบริโภคและยอมรับไส้กรอกที่ผลิตได้ อันจะนำไปสู่การยอมรับผลิตภัณฑ์จากเนื้อแพะของผู้บริโภคโดยทั่วไป และนำไปสู่การพัฒนาการเลี้ยงแพะเพื่อบริโภคเนื้อ ซึ่งเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่สำคัญให้แพร่หลายต่อไป

ตรวจเอกสาร

1. แพะและเนื้อแพะ

1.1 แพะกับการบริโภค

วินัย ประลมพ์กาญจน์ (2528) กล่าวว่า ในเกือบทุกประเทศที่มีการบริโภคเนื้อแพะ จะมีการใช้ส่วนต่างๆของแพะสำหรับบริโภคได้เกือบทั้งสิ้น ได้แก่ซากซึ่งหมายถึงส่วนของแพะหลังจากฆ่าเอาเลือดออก เอาหัว เท้า หนัง และเครื่องในออกแล้ว แต่ปัจจุบันนี้หลายประเทศรวมทั้งประเทศไทยนิยมฆ่าแพะโดยให้หนังติดอยู่กับซากด้วย โดยใช้น้ำร้อนขูดขนออกเหมือนกับการฆ่าสุกร นอกจากซากแล้วส่วนอื่นๆ ได้แก่ ตับ ไต หัวใจ ลิ้น สมอง แก้ม ลำไส้ ปอด ม้าม เลือด และไขมันซึ่งเกาะรอบๆอวัยวะภายใน ก็สามารถใช้บริโภคได้ ในประเทศมาเลเซีย Devendra และ Burns (1983) รายงานว่า ประมาณร้อยละ 61 ของร่างกายแพะสามารถใช้บริโภคได้ และประมาณร้อยละ 82 เป็นส่วนที่จำหน่ายได้ สำหรับในประเทศบอตสวานาและมาลาวีในทวีปแอฟริกาสามารถใช้บริโภคได้ถึงร้อยละ 70-75 และร้อยละ 76 ตามลำดับ (Owen and Norman, 1977) เนื้อแพะมีการบริโภคกัน 3 รูปแบบคือ สภาพสด สภาพแช่เย็น และสภาพแช่แข็ง ซึ่งพบว่าเนื้อสดเป็นเนื้อที่นิยมบริโภคมากที่สุด (วินัย ประลมพ์กาญจน์,

Rivera และคณะ (1981) กล่าวว่าถึงแม้เนื้อแพะจะเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่ดีก็ตาม แต่ก็ยังไม่ได้รับการยอมรับเท่าที่ควร เนื่องจากมีกลิ่นแพะ ส่วนใหญ่จึงมักเตรียมอาหารที่ทำจากเนื้อแพะโดยการใส่เครื่องเทศในปริมาณมากเพื่อที่จะกลบกลิ่นแพะ

1.2 ประเภทของเนื้อแพะ

เนื้อแพะที่ใช้บริโภคโดยทั่วไปมี 3 ประเภทด้วยกันคือ (สมเกียรติ สายธนู, 2528; Devendra, 1983)

1.2.1 เนื้อจากลูกอ่อน (Cabrito) เป็นเนื้อที่ได้จากลูกแพะอายุ 2-3 เดือน และมีน้ำหนักประมาณ 6-8 กิโลกรัม

1.2.2 เนื้อแพะรุ่น (Chevon) เป็นเนื้อจากแพะอายุ 1-2 ปี และมีน้ำหนักประมาณ 18-28 กิโลกรัม ซึ่งเนื้อที่ใช้บริโภคอยู่ทั่วไปจะเป็นเนื้อประเภทนี้ เพราะได้จากแพะที่มีอายุและน้ำหนักอยู่ในระยะที่เหมาะสมสำหรับการฆ่าชำแหละเพื่อบริโภค

1.2.3 เนื้อจากแพะแก่ (Mutton) ที่มีอายุ 2-6 ปี ซึ่งจะถูกฆ่าชำแหละภายหลังจากการปลดระวางจากการเป็นพ่อ-แม่พันธุ์แล้ว เนื้อประเภทนี้จะค่อนข้างเหนียวและมักจะพบว่าประเทศที่กำลังพัฒนาในเขตร้อนส่วนใหญ่จะบริโภคเนื้อประเภทนี้

1.3 เปรียบเทียบคุณภาพของเนื้อแพะกับเนื้อสัตว์ชนิดอื่น

เนื้อแพะมีปริมาณโปรตีนที่ย่อยได้อยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อสัตว์ชนิดอื่น (McDowell and Bove, 1977) (ตารางที่ 1) ปริมาณโปรตีนของเนื้อแพะมีมากกว่าของ เนื้อแกะ โค และกระบือ บ้างเล็กน้อย อย่างไรก็ตามเนื้อแพะมีพลังงานอยู่ในระดับที่ต่ำ ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะว่าเนื้อแพะมีไขมันน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อแกะ โค และสุกร ซึ่งการที่เนื้อแพะมีโปรตีนค่อนข้างสูง และมีไขมันค่อนข้างต่ำดังกล่าวนี้ ทำให้อัตราส่วนของกล้ามเนื้อต่อกระดูกมีค่าสูงขึ้น คุณภาพซากดีได้มาตรฐานมากขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้เนื้อแพะมีความเหมาะสมกับความต้องการอาหารโปรตีนของชาวชนบทในประเทศกำลังพัฒนามากยิ่งขึ้น (สมเกียรติ สายธนู, 2528)

ตารางที่ 1 ปริมาณโปรตีนที่ย่อยได้และพลังงานของเนื้อสัตว์ชนิดต่างๆ

ชนิดของผลผลิต	โปรตีนที่ย่อยได้ (ร้อยละ)	พลังงาน (เมกกะแคลอรี/กก.)
เนื้อแพะ	18.34	2.341
เนื้อแกะ	14.45	3.720
เนื้อโค (น้ำหนักซาก 300 กก.)		
- พันธุ์เนื้อ	17.90	3.074
- พันธุ์นม	15.50	3.601
เนื้อกระบือปลัก	17.20	3.074
เนื้อสุกร	13.76	4.369
เนื้อไก่	21.00	2.194
เนื้อม้า	18.40	2.716

ที่มา : McDowell และ Bove (1977)

1.4 คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อแพะ

ปริมาณน้ำในเนื้อแพะของประเทศอินเดีย มาเลเซีย และฟิลิปปินส์ มีประมาณร้อยละ 74.2-76.0, โปรตีนร้อยละ 20.6-22.3 และไขมันร้อยละ 0.6-2.6 เถ้าด่อนข้างเท่ากันคือร้อยละ 1.1 ส่วนแคลเซียมและฟอสฟอรัสมีความผันแปรเมื่อเปรียบเทียบจากแหล่งที่ต่างกัน (ตารางที่ 2) (Devendra, 1988). Thulasi และ Ayyaluswami (1983) รายงานว่าโดยทั่วไปแล้วเนื้อแพะและเนื้อแกะมีปริมาณน้ำ โปรตีน และเถ้าใกล้เคียงกัน แต่ปริมาณไขมันในเนื้อแกะต่ำกว่าในเนื้อแพะแม้ว่าซากแกะมีไขมันใต้ผิวหนังหนากว่าของซากแพะ

1.4.1 โปรตีน เนื้อแพะประกอบด้วยกรดอะมิโนอาร์จินีน ลิวซีน และไอโซลิวซีนสูงกว่าเนื้อแกะ ส่วนกรดอะมิโนอื่นๆในเนื้อแพะมีปริมาณใกล้เคียงกับของเนื้อแกะ (ตารางที่ 3) เนื้อสุกรประกอบด้วยกรดอะมิโนฮิสติดีน ไลซีน เมทไธโอนีน ทรีโอนีน และวาลีนสูงกว่าในเนื้อวัว เนื้อแพะ และเนื้อแกะ (Srinivasan and Moorjani, 1974)

1..4.2 ไขมัน ไขมันในซากแพะมีข้อได้เปรียบกว่าไขมันในซากแกะคือจะมีการสะสมของไขมันกระจายดีกว่า จึงทำให้ไขมันใต้ผิวหนังของซากแพะบางกว่า ซากแพะจึงมีส่วนประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัว ซึ่งเป็นกรดไขมันที่เหมาะสมสำหรับอาหารมนุษย์มากกว่าในซากแกะ Gaili และ Ali (1985) พบว่ากรดไขมันในซากแพะและแกะประกอบด้วยกรดไขมันพาล์มมิติก สเทียริก และโอลีอิกมากกว่าร้อยละ 90 ปริมาณกรดไขมันดังกล่าวในสัตว์ทั้งสองชนิดไม่แตกต่างกันแต่ไขมันของแพะมีแนวโน้มที่จะประกอบด้วยกรดไขมันโอลิอิกมากกว่าของแกะ

1.4.3 แร่ธาตุและวิตามิน สำหรับปริมาณแร่ธาตุและวิตามินในซากแพะนั้น ได้มีการศึกษากันน้อยมาก ในประเทศฟิลิปปินส์ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณแร่ธาตุและวิตามินในเนื้อและอวัยวะภายในของแพะ ซึ่งพบว่าปริมาณแคลเซียมในเนื้อแพะมีน้อยกว่าในเนื้อวัว แต่ลำไส้เล็กของแพะมีธาตุฟอสฟอรัสสูงกว่าของวัวเกือบ 5 เท่า (วินัย ประลมพ์กาญจน์, 2528)

1.5 คุณภาพของเนื้อแพะ

คุณภาพของเนื้อมีปัจจัยที่มาเกี่ยวข้องหลายประการด้วยกันเช่น สีของเนื้อ รสชาติ ความชุ่มฉ่ำ ความนุ่ม สำหรับคุณภาพของเนื้อแพะ Devendra และ Burns (1983) กล่าวว่ามีการศึกษากันไม่มากเท่าที่ควร จึงควรมีการศึกษาในเรื่อง รสชาติ ความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ และการสูญเสียเมื่อปรุงอาหาร ปัจจัยหลายอย่างมีผลต่อรสชาติของเนื้อแพะ และเนื้อลูกแพะ ได้แก่ อายุ พันธุกรรม พันธุ์ ขนาด อาหารและการให้อาหาร และส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อ ซึ่งปัจจัย

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อแพะในบางประเทศ (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
แคลเซียม (มก./100 กรัม)	12	11	6
ฟอสฟอรัส (มก./100 กรัม)	193	154	150
เหล็ก (มก./100 กรัม)	-	2.1	0.4

ที่มา : Devendra (1988)

ตารางที่ 3 ปริมาณกรดอะมิโน (กรัม/16 กรัม ไนโตรเจน) ของเนื้อแพะเปรียบเทียบกับเนื้อสัตว์ชนิดอื่นในประเทศอินเดีย

กรดอะมิโน	เนื้อแพะ	เนื้อแกะ	เนื้อวัว	เนื้อสุกร
อาร์จินีน	7.4	6.8	6.8	6.1
ฮีสทิดีน	2.1	2.8	3.0	3.4
ไลซีน	7.5	7.9	8.1	8.3
ทริปโตเฟน	1.3	1.4	1.4	1.3
ฟีนิลอะลานีน	3.5	3.3	3.4	3.6
เมทไธโอนีน	2.7	3.1	3.9	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
ไทรโรซีน	3.1	3.0	3.4	3.5
ซีสตีน	1.2	1.3	1.1	1.1

ที่มา : Srinivasan และ Moorjani (1974)

เหล่านี้น่าจะมีผลต่อรสชาติของเนื้อแพะ ผู้บริโภคในหลายประเทศไม่นิยมรับประทานเนื้อแพะ เพราะเนื้อแพะมีรสชาติผิดกับเนื้อวัว และเนื้อแกะ จากการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อแพะ พบว่าผู้ชิม (taste panel) ชอบเนื้อแพะเพศเมียมากกว่าเนื้อแพะเพศผู้ แต่ไม่ได้บ่งแน่ชัดว่าเนื้อแพะเพศผู้มีรสชาติผิดปกติ หรือมีกลิ่นเหม็น นอกจากนี้ยังพบว่าเนื้อแพะเพศเมียมีความนุ่มมากกว่าเนื้อแพะเพศผู้ โดยเปรียบเทียบจากแพะซึ่งมีอายุเท่ากัน จากการศึกษาเนื้อส่วนที่เรียกว่า เรกตัส ฟีมอริส (rectus femoris) และเนื้อสันนอกพบว่า การสูญเสียเมื่อปรุงอาหารจากแพะเพศผู้สูญเสียมากกว่าจากแพะเพศเมียร้อยละ 27.3-37.6 (Devendra and Burns, 1983)

1.6 ทัศนคติต่อแพะและผลผลิตจากแพะ

สมเกียรติ สายธนู (2528) กล่าวว่าคนที่ไม่เคยเลี้ยงแพะหรือบริโภคผลผลิตจากแพะโดยทั่วไปมักจะมีทัศนคติที่ไม่ดีต่อแพะอยู่ 2 ประการ คือ รังเกียจว่าแพะ (รวมทั้งผลผลิตจากแพะ) มีกลิ่นเหม็นสาป และแพะเป็นสัตว์ที่กินอาหารแบบไม่เลือกหรือเป็นสัตว์ที่กินแบบล้างโลก

จากการทดสอบความน่ารับประทานของเนื้อแพะพันธุ์แองโกร่า (Angora) เปรียบเทียบกับเนื้อสัตว์ชนิดอื่น โดยคณะกรรมการชาวอเมริกัน ก็ให้ผลออกมาในลักษณะที่สนับสนุนอคติเหล่านี้ (ตารางที่ 4) โดยสรุปว่า คะแนนความน่ากินของเนื้อแพะมีค่าน้อยกว่าของเนื้อแกะ เนื้อวัว และเนื้อสุกร (Smith, et al., 1974)

อย่างไรก็ตาม ทัศนคติที่ดีหรือไม่ดีต่อแพะและผลผลิตจากแพะนั้นขึ้นอยู่กับ ค่านิยม ความคุ้นเคย หรือความเคยชินของแต่ละคน หรือแต่ละกลุ่มชนด้วย ตัวอย่างเช่น กลุ่มชนในแถบอเมริกาใต้ และสเปน นิยมบริโภค แคบริโต (cabrito) ซึ่งเป็นอาหารที่ประกอบจากเนื้อแพะลูกอ่อน อายุ 6-12 สัปดาห์ (น้ำหนักประมาณ 6-8 กิโลกรัม) มาก (McDowell and Bove, 1977) สำหรับประเทศในกลุ่มอาเซียนนิยมบริโภคเนื้อแพะมากเป็นบางประเทศ เช่น อินโดนีเซีย มาเลเซีย และฟิลิปปินส์ ก็พบว่ามีการบริโภคเนื้อแพะกันอย่างแพร่หลาย และความต้องการเนื้อแพะมีมากขึ้นเรื่อยๆ จนไม่สามารถผลิตได้อย่างพอเพียง ในบางแห่งเนื้อแพะมีราคาแพงกว่าเนื้อสัตว์ชนิดอื่นมาก (Devendra and Owen, 1983)

ตารางที่ 4 คะแนนความน่ารับประทานของส่วนเนื้อสันของแพะเปรียบเทียบกับของสัตว์ชนิดอื่น

ลักษณะของความน่ากิน	แพะ	แกะ	โค	สุกร
รสชาติ	5.7	6.3	6.3	6.4
ความชุ่ม	5.5	6.6	5.8	5.4
ความนุ่ม	5.0	7.2	5.9	6.6
ความพอใจโดยทั่วไป	5.4	6.6	6.2	6.2

หมายเหตุ คะแนนของลักษณะที่ศึกษามี 8 ระดับ คะแนนเป็น 1 แสดงว่า เลวที่สุด และ 8 แสดงว่า ดีที่สุด

ที่มา : Smith และคณะ (1974)

2. ถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองเป็นพืชตระกูล Leguminosae หรือตระกูลถั่วที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Glycine max โครงสร้างของเมล็ดถั่วเหลืองโดยทั่วไปจะมีลักษณะกลมรี มีน้ำหนักประมาณ 90-200 มิลลิกรัม ในเมล็ดมีส่วนประกอบซึ่งแยกได้เป็น 3 ส่วนคือ เปลือกมีปริมาณร้อยละ 8 ใบเลี้ยง ร้อยละ 90 และยอดอ่อนประมาณร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก เปลือกถั่วเหลืองมีหลายสี เช่น สีเหลืองใช้ในอุตสาหกรรมผลิตอาหารสำหรับมนุษย์ สีดำใช้ในอุตสาหกรรมผลิตน้ำมันพืช นอกจากนี้ก็ได้แก่สีเขียวและสีน้ำตาล (วันชัย สมชิต, 2527)

2.1 องค์ประกอบและคุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองทั้งเมล็ดประกอบด้วยโปรตีนร้อยละ 38-40 ไขมันร้อยละ 18-21 คาร์โบไฮเดรทและเถ้าประมาณร้อยละ 34 และ 5 ตามลำดับ โปรตีนพบมากที่สุดในส่วนใบเลี้ยงและยอดอ่อนคือพบอยู่ประมาณ 41-43 (น้ำหนักแห้ง) ขณะที่ไขมันมีอยู่ในปริมาณสูงสุด (ประมาณร้อยละ 23) ในใบเลี้ยง (Wolf, 1973) ปริมาณโปรตีนในถั่วเหลืองเมื่อเทียบกับพืชชนิดอื่นหรือเนื้อสัตว์จะเห็นว่ามีอยู่ในปริมาณค่อนข้างสูง โดยในขณะที่ข้าว ข้าวโพด ข้าวสาลี มีโปรตีนร้อยละ 8-12 หรือเนื้อสัตว์ เช่น เนื้อวัว เนื้อหมู และเนื้อปลา มีโปรตีนร้อยละ 10-18 (Johnson, 1970) โปรตีนในถั่วเหลืองประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายครบทุกชนิด โดยเฉพาะไลซีนมีในปริมาณสูงกว่าโปรตีนจากพืชชนิดอื่น แต่เมทไธโอนีนมีในปริมาณจำกัดและต่ำกว่ามาตรฐานที่ FAO กำหนดไว้ แต่ก็สามารถเติมหรือเสริมได้ถ้าต้องการ (Johnson, 1976) ผลการวิเคราะห์หาปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นแก่ร่างกายของโปรตีนถั่วเหลืองเปรียบเทียบกับกรดอะมิโนมาตรฐานที่ร่างกายต้องการ และเนื้อวัว เนื้อสุกร (ตารางที่ 5)

2.2 การใช้ประโยชน์จากถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองสามารถใช้ประโยชน์ได้หลายรูปแบบ ได้แก่ แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ เช่น น้ำนมถั่วเหลือง เต้าหู้ เต้าฮวย ซีอิ๊ว ซอส หรือใช้ในเชิงอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมน้ำมันพืช เนยเทียม เนยขาว (วันชัย สมชิต, 2527) กากถั่วเหลืองจากโรงงานสกัดน้ำมันพืชมีในปริมาณมาก กล่าวคือ จากถั่วเหลือง 100 กิโลกรัม เมื่อผ่านการสกัดน้ำมันจะได้กากประมาณ 72 กิโลกรัม และในกากมีโปรตีนสูงถึงเกือบร้อยละ 50 นับว่าเป็นแหล่งของอาหารโปรตีนที่ดีมาก แต่เนื่องจากในประเทศไทยยังไม่มีอุตสาหกรรมแปรรูปกากถั่วเหลืองเพื่อ

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบกรดอะมิโนจำเป็นในโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น กับในเนื้อวัว เนื้อสุกร และกรดอะมิโนมาตรฐานที่ร่างกายต้องการ

กรดอะมิโนจำเป็น	กรัมของกรดอะมิโน/16 กรัมไนโตรเจน			
	กรดอะมิโนมาตรฐานที่ร่างกายต้องการ	โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น	เนื้อวัว	เนื้อหมู
ไอโซลูซีน	4.2	4.9	5.1	4.9
ลูซีน	4.8	8.0	8.4	7.5
ไลซีน	4.2	6.6	8.4	7.8
เมทไธโอนีน	2.2	1.3	6.3	2.5
ฟีนิลอลานีน	2.8	5.3	4.0	4.1
ไธโอนีน	2.8	4.3	4.0	5.1
ทริปโตแฟน	1.4	1.4	6.1	1.4
วาลีน	4.2	5.0	5.7	5.0

ที่มา : ดัดแปลงจาก FAO (1970) ; Schweigert และคณะ (1956) ; Meyer (1966)

เป็นอาหารมนุษย์ โรงงานน้ำมันพืชส่วนใหญ่จึงขายกากถั่วเหลืองให้โรงงานผลิตอาหารสัตว์ในราคาค่อนข้างต่ำ ซึ่งนับเป็นการใช้ประโยชน์ที่ไม่มีประสิทธิภาพและคุณค่าเท่าที่ควร เมื่อคำนึงถึงความต้องการสารอาหารโปรตีนที่ประเทศไทยยังขาดอยู่ จึงทำให้มีผู้ประกอบอุตสาหกรรมหลายรายสนใจที่จะพัฒนาและใช้เทคนิคต่างๆในการแปรรูปกากถั่วเหลืองเหล่านี้ เพื่อให้สามารถนำมาใช้เป็นอาหารมนุษย์ได้อันจะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้สูงกว่าเดิม (ทัศนีย์ สุพจนาพรชัย, 2530)

2.3 ผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆจากถั่วเหลือง

2.3.1 แป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม (Full fat soy flour) ผลิตจากถั่วเหลืองที่กระเทาะเปลือกออกแล้วผ่านลูกกลิ้งรีดให้เป็นแผ่นบาง ผ่านความร้อนเพื่อทำลายเอนไซม์ที่มีในเมล็ดถั่ว แล้วจึงบดเพื่อให้ได้แป้งซึ่งมีขนาดอนุภาคที่สามารถผ่านตะแกรงมาตรฐานขนาด 100 เมช ได้ แล้วลดความชื้นจนได้แป้งไม่ต่ำกว่าร้อยละ 97 ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มีโปรตีนประมาณร้อยละ 40 ไขมันร้อยละ 18-20 (MaxMilner, 1978) เนื่องจากแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มมีโปรตีนและไขมันในปริมาณสูง จึงใช้ประโยชน์โดยการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ เช่น น้ำนมถั่วเหลือง เครื่องดื่มผง เต้าหู้ เต้าฮวย หรือผสมกับธัญญพืชอื่นๆในอาหารเด็กอ่อน (ทัศนีย์ สุพจนาพรชัย, 2530)

2.3.2 น้ำมันถั่วเหลือง ถ้าไม่ผลิตแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มสามารถสกัดน้ำมันออกจากเมล็ดถั่วเหลืองด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งปัจจุบันนิยมใช้ตัวทำละลายในการสกัด และตัวทำละลายที่นิยมใช้มากคือ เฮกเซน ซึ่งจะสกัดน้ำมันได้ประมาณร้อยละ 18 ของน้ำหนักถั่วเหลือง (อัจฉรีย์ วิเศษศิริ, 2523) ในส่วนที่สกัดได้นอกจากจะมีน้ำมันแล้วยังมีสารเลซิตินซึ่งใช้เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์ในอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น อุตสาหกรรมผลิตเนยเทียม มายองเนส เป็นต้น

ขั้นตอนในการสกัดน้ำมันจากถั่วเหลือง ทำความสะอาดเมล็ดถั่วเหลือง คัดเลือก บดผ่าซีก ให้ความร้อนแล้วจึงผ่านลูกกลิ้งเพื่อรีดให้เป็นแผ่นบาง จากนั้นจึงสกัดน้ำมันด้วยเฮกเซนแล้วแยกกากถั่วเหลืองออก กากที่ได้ระเหยเฮกเซนออกและจำหน่ายเป็นอาหารสัตว์ต่อไป ส่วนน้ำมันถั่วเหลืองดิบจะผ่านการกลั่นแยกเอาเฮกเซนออก จากนั้นจึงแยกกัม (Gum) ออกแล้วทำให้เป็นกลางด้วยด่าง ฟอกสีและกำจัดกลิ่นจนได้น้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์ (วันชัย สมชิต, 2527)

2.3.3 แป้งถั่วเหลืองพร่องไขมัน (Defatted soy flour) **และ เกล็ดถั่วเหลือง** (Grit) ผลิตจากถั่วเหลืองที่สกัดน้ำมันแล้ว มีไขมันประมาณร้อยละ 1 โปรตีนประมาณร้อยละ 50 ในขั้นตอนผลิตและแยกเอาตัวทำละลายออกจะใช้ความร้อนในระดับต่ำเพื่อรักษาคุณค่าของ

โปรตีนโดยให้มีโปรตีนที่ใช้ได้ (Available protein) เหลืออยู่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75 ของโปรตีนทั้งหมด แป้งถั่วเหลืองพร่องไขมัน และเกล็ดถั่วเหลือง ต่างกันที่ขนาดอนุภาค โดยแป้งจะมีลักษณะละเอียดสามารถผ่านตะแกรงขนาด 100 เมซ ได้ ขณะที่เกล็ดถั่วเหลืองมีลักษณะหยาบกว่าและผ่านตะแกรงขนาด 100 เมซ ไม่ได้ (สุคนธ์ชื่น ศรีงาม, 2526)

2.3.4 โปรตีนถั่วเหลืองสกัด (Soy protein isolate) ผลิตจากถั่วเหลืองที่สกัดไขมันรวมทั้งสารประกอบอื่นๆที่ไม่ใช่โปรตีนออก มีความบริสุทธิ์สูง มีโปรตีนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 ขั้นตอนการผลิตเริ่มจากการละลายแป้งถั่วเหลืองพร่องไขมันที่มีอัตราการละลายของโปรตีนหรือค่าดัชนีไนโตรเจนที่ละลายได้ (Nitrogen solubility index, NSI) สูงในน้ำ (NSI เป็นค่าที่ใช้วัดปริมาณของไนโตรเจนที่สามารถละลายน้ำได้ต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และเป็นค่าแสดงโปรตีนที่ยังไม่ถูกทำลาย) ปรับให้อยู่ในสภาวะที่เป็นด่างเล็กน้อย (พีเอช 7-9) ด้วยด่างเจือจางแล้วจึงแยกส่วนที่ไม่ละลายออกโดยการกรองส่วนที่เป็นกากได้แก่ โพลีแซคคาไรด์ (polysaccharide) ที่ไม่ละลายน้ำ จากนั้นปรับพีเอชส่วนที่เป็นสารละลายให้อยู่ในช่วงไอโซอิเลกตริก (Isoelectric) ด้วยกรด โปรตีนส่วนใหญ่จะตกตะกอน กรองตะกอนออก ล้างด้วยน้ำและอบจนแห้ง (ความชื้นร้อยละ 4-7) ละลายตะกอนที่ล้างแล้วด้วยน้ำและปรับพีเอชให้เป็นกลางแล้วทำแห้งใหม่โดยเครื่องทำแห้งแบบพ่นกระจาย จะได้โปรตีนถั่วเหลืองสกัดที่ละลายน้ำได้ดีกว่าและใช้งานในผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆได้สะดวกกว่า โปรตีนสกัดที่ผ่านขั้นตอนดังกล่าวจะอยู่ในรูปเกลือโซเดียมเป็นส่วนใหญ่ และประกอบด้วยโปรตีนประมาณร้อยละ 92-94 เถ้าร้อยละ 2-4 และค่า NSI ร้อยละ 85-95 (ทัศนีย์ สุพจนาพรชัย, 2530)

2.3.5 โปรตีนถั่วเหลืองแปลงเนื้อสัมผัส (Textured soy protein) **หรือ** TSP เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปลงเนื้อสัมผัสโปรตีนจากพืช ให้มีลักษณะใกล้เคียงโปรตีนจากสัตว์ทั้งในด้านสี กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส รวมทั้งคุณสมบัติด้านการเคี้ยว มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าโปรตีนพืชแปลงเนื้อสัมผัส (Textured vegetable protein) วิธีการแปรรูปที่สำคัญมี 2 วิธีคือ วิธีแรกได้แก่ วิธีไฟเบอร์สปินนิ่ง (Fiber spinning process) ซึ่งดัดแปลงจากกรรมวิธีที่สงวนลิขสิทธิ์โดย R.A. Boyer โดยการละลายโปรตีนถั่วเหลืองสกัดในสารละลายด่างเข้มข้น ร้อยละ 14-18 ให้ได้พีเอช 10-11 ที่อุณหภูมิ 40-60 องศาเซลเซียส จะได้ของเหลวที่มีลักษณะหนืด นำของเหลวที่หนืดดังกล่าวอัดผ่านช่องในสปินเนอเรท (Spinnerette) (เป็นตะแกรงมีรูเปิดขนาดเล็กตั้งแต่ 15,000 รูขึ้นไป เส้นผ่าศูนย์กลางแต่ละรู ประมาณ 0.008-0.01 นิ้ว) หลังจากผ่านสปินเนอเรท และทำให้อยู่ตัวในสารละลายกรดแล้วยืดให้ตึง ใช้ลูกกลิ้งรีดจะได้เส้นใยที่มีความ

คงตัวมากขึ้น รวมเส้นใยเหล่านี้เข้าด้วยกัน เติมสารปรุงแต่ง เช่น สี กลิ่น รส หรือเสริมด้วยอาหารบางอย่าง แล้วทำให้เป็นแผ่น ก้อน หรือชิ้น มีลักษณะคล้ายผลิตภัณฑ์อาหารจากเนื้อสัตว์บางชนิด เช่น เบคอน แฮม เนื้อวัวหรือเนื้อไก่ (อุดม กาญจนปกรณ์ชัย, 2523)

เนื่องจากวิธีผลิตดังกล่าวมีขั้นตอนที่ยุ่งยาก ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีราคาค่อนข้างสูง ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มีจำหน่ายในสหรัฐอเมริกาในลักษณะอาหารเช้าซึ่งมีรสชาติเหมือนไส้กรอก แฮม เนื้อบด ซึ่งทำสุกเพื่อพร้อมที่จะบริโภคและแช่แข็งเพื่อยืดอายุการเก็บ ข้อดีของผลิตภัณฑ์เหล่านี้ที่ผู้ผลิตระบุไว้คือไม่มีสารคลอเรสเตอรอล ไม่มีไขมันสัตว์ และมีโปรตีนในปริมาณสูง (ทัศนีย์ สุพจนาพรชัย, 2530)

วิธีผลิตโปรตีนถั่วเหลืองแปลงเนื้อสัมผัสอีกวิธีคือการใช้เครื่องคุกเกอร์เอกซ์ทรูดเดอร์ (Cooker extruder) โดยใช้แป้งถั่วเหลืองพร่องไขมันเป็นวัตถุดิบ อาจผสมกลูเต็น (Gluten) จากแป้งสาลีประมาณร้อยละ 15-20 เพื่อเป็นแหล่งเมทไธโอนีน และช่วยปรับปรุงโครงสร้างตลอดจนสมบัติด้านการเคี้ยวของผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตวิธีนี้ราคาถูกกว่าพวกที่ได้จากวิธีสปินนิ่ง โดยทั่วไปจะแปรรูปแป้งถั่วเหลืองที่ผสมตามสูตรกับน้ำ สี กลิ่นรส เกลือแร่ วิตามิน ในอัตราส่วนที่เหมาะสม ผ่านเข้าเครื่องเอกซ์ทรูดเดอร์ ที่ความดัน 300-700 ปอนด์/ตารางนิ้ว อุณหภูมิประมาณ 200-240 องศาเซลเซียส แล้วอัดผ่านรูเล็กๆที่มีขนาดและรูปร่างตามลักษณะของชิ้นเนื้อ เนื้อสัมผัสของโปรตีนจะมีลักษณะเปลี่ยนไปขณะผ่านตามสกรูของเครื่อง (Smith, et al., 1981) ทำให้ไม่ละลาย มีความยืดหยุ่นคล้ายเนื้อสัตว์ จากนั้นจึงทำแห้งโดยให้มีความชื้นสุดท้ายประมาณร้อยละ 6-8 โปรตีนร้อยละ 50 และไขมันร้อยละ 1.5 เมื่อทำให้คืนรูป ผลิตภัณฑ์สามารถดูดน้ำคืนได้ประมาณ 2-3 เท่า มีความชื้นประมาณร้อยละ 60-65 และโปรตีนประมาณร้อยละ 16 ซึ่งทั้งปริมาณโปรตีนและความชื้นจะใกล้เคียงกับที่มีอยู่ในเนื้อบด (Smith and Circle, 1972) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากวิธีเอกซ์ทรูชั่น (Extrusion process) มีความแตกต่างกันในแง่ของความหนาแน่น รูปร่าง ขนาด สี และกลิ่นรส เนื่องจากสภาวะในกระบวนการผลิต ส่วนผสมตั้งต้น รูปแบบของแม่พิมพ์ที่ใช้ ความเร็วของใบมีดที่ตัดขณะผ่านออกจากเครื่อง (Smith, et al., 1981)

ข้อดีของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยวิธีนี้คือมีความชื้นค่อนข้างต่ำจึงเก็บที่อุณหภูมิห้องได้ประมาณ 1 ปี คืนรูปได้โดยไม่เสียลักษณะโครงสร้าง รูปร่าง และเนื้อสัมผัส มีจุลินทรีย์ปนเปื้อนในปริมาณต่ำ เพราะผ่านความดันและอุณหภูมิสูงในขั้นตอนการผลิต การดูดซับน้ำและไขมันดี ทำให้มีการเสียน้ำหนักน้อยเมื่อใช้ผลิตเป็นอาหาร นอกจากนั้นยังสามารถผสมสี กลิ่น

รส และองค์ประกอบอื่นๆในรูปแบบที่ผู้บริโภคต้องการได้อย่างกว้างขวางอีกด้วย (Smith and Circle, 1972; Smith, et al., 1972)

ปัจจุบันมีการใช้เทคนิคที่เรียกว่าเอกซ์ทรูดสองตอน (Double extrusion) โดยใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์ (Extruder) ที่มีสองสกรู ต่อเนื่องกับสกรูตัวแรก ทำหน้าที่ปรับสภาพความชื้นในวัตถุดิบให้เหมาะสม นวดให้เกิดโดห์ (Dough) เพิ่มอุณหภูมิ แปรสภาพโปรตีน ลดกลิ่นไม่พึงปรารถนาในแป้งถั่วเหลือง และสกรูตัวที่สอง จะทำหน้าที่เพิ่มอุณหภูมิให้สูงกว่าเดิม นวดปรับโครงสร้างของเส้นใยทำให้เกิดการเชื่อมต่อ ลดอุณหภูมิและตัดให้ได้ชิ้นที่มีขนาดตามต้องการ หลังการทำแห้งผลิตภัณฑ์จะมีเนื้อสัมผัสแน่น มีโครงสร้างที่พองตัวได้ดีกว่าการใช้เครื่องที่มีสกรูเดียว ซึ่งเมื่อดูดน้ำคืนจะมีลักษณะและเนื้อสัมผัสคล้ายไมโอไฟบริลลาโปรตีนมากยิ่งขึ้น โปรตีนถั่วเหลืองแปลงเนื้อสัมผัสประกอบด้วย โปรตีนร้อยละ 48-53 ไขมันประมาณร้อยละ 1 และเถ้าประมาณร้อยละ 6-7 (Wolf, 1978)

2.3.6 โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น (Soy protein concentrate) เป็นผลิตภัณฑ์ที่เตรียมจากถั่วเหลืองที่มีคุณภาพสูง สะอาด ผ่านการเอาเปลือกออก รวมทั้งผ่านขั้นตอนการสกัดเอาไขมัน และส่วนที่ไม่ใช่โปรตีนที่ละลายน้ำเช่น คาร์โบไฮเดรท เถ้า กรดไฟติค (Phytic acid) ออกแล้ว และต้องมีโปรตีน (N 6.25) อยู่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ในลักษณะแห้ง (Smith, 1978) โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นจะมีขั้นตอนในการผลิตดังนี้

2.3.6.1 การเตรียมถั่วเหลือง

- การทำความสะอาดคัดแยกเอาโลหะต่างๆ อิฐ หิน ดิน ทราย ออกโดยใช้เครื่องแยกแบบแม่เหล็ก (Magnetic separator) แล้วร่อนด้วยตะแกรงเพื่อคัดขนาดเมล็ดที่เล็กและลีบ และอาจกำจัดฝุ่นโดยใช้เครื่องแยกแบบไซโคลน
- การผ่าซีกด้วยเครื่องบดแบบลูกกลิ้ง (Cracking rolls) เครื่องจะผ่าเมล็ดถั่วเหลืองเป็นชิ้นเล็กๆจำนวน 6-8 ชิ้นต่อเมล็ด เปลือกเมล็ดถั่วเหลืองจะหลุดร่อนออกมา แล้วแยกออกโดยอาศัยลม (Aspiration)
- อบเนื้อถั่วเหลืองให้นิ่มที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส ให้มีความชื้น ร้อยละ 10-11 บดให้เป็นแผ่นบางๆโดยใช้ลูกกลิ้ง 2 ลูก ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 20-32 นิ้ว และยาว 42-48 นิ้ว โดยหมุนด้วยความเร็วต่างกัน

2.3.6.2 การสกัดน้ำมัน ตัวทำละลายที่ใช้ เช่น เฮกเซนซึ่งมีจุดเดือด 66-69 องศาเซลเซียส หรือเฮปเทนซึ่งมีจุดเดือด 89-98 องศาเซลเซียส ในยุโรปนิยมใช้ไซโคลเฮกเซน

2.3.6.3 การแยกตัวทำละลายออกจากกากถั่วเหลืองจะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า โทสเทอร์ (Toaster) ซึ่งมีลักษณะเป็นถังรูปทรงกระบอกสูงภายในก็แบ่งเป็นชั้นๆ กากถั่วเหลืองจะถูกส่งเข้าจากด้านบน ความร้อนจากไอน้ำทำให้ตัวทำละลายระเหยออกไปตามท่อสู่เครื่องควบแน่น กากถั่วเหลืองร้อนอย่างช้าๆจนมีอุณหภูมิสูงถึง 110 องศาเซลเซียส หรืออาจใช้อุณหภูมิต่ำกว่าร่วมกับการลดความดันเพื่อรักษาคุณภาพของโปรตีน ความชื้นของกากถั่วเหลืองจะลดลงเหลือประมาณร้อยละ 13-15 หลังจากนั้นทำให้เย็นและบดเป็นผงละเอียด

2.3.6.4 สกัดส่วนที่ไม่ใช่โปรตีนที่ละลายน้ำได้ Wolf (1975) ได้กล่าวถึงวิธีการกำจัดส่วนที่ไม่ใช่โปรตีนที่ละลายน้ำได้ออกจากถั่วเหลืองบดหยาบชนิดปราศจากไขมันซึ่งทำได้ 3 วิธีดังนี้

ก. ใช้สารละลายแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 20-80

ข. ใช้กรดอ่อน ที่นิยมใช้คือกรดไฮโดรคลอริกที่พีเอช 4.2-4.5 ซึ่งเป็นจุดไอโซอิเลกตริกของโปรตีนในถั่วเหลือง ที่จุดนี้โปรตีนร้อยละ 90 จะตกตะกอน

ค. ใช้ความร้อนชื้น ทำให้โปรตีนเปลี่ยนจากสภาพธรรมชาติแล้วตกตะกอน

2.3.6.5 การทำให้เป็นกลาง ในกรณีที่สกัดส่วนที่ไม่ใช่โปรตีนที่ละลายน้ำด้วยกรดอ่อน ด่างที่ใช้ในการทำให้เป็นกลางนิยมใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

2.3.6.6 การทำแห้ง วิธีการกำจัดส่วนที่ไม่ใช่โปรตีนที่ละลายน้ำได้ออกในแต่ละวิธีจะได้โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน โดยดัชนีการละลายของไนโตรเจนของโปรตีนถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดส่วนที่ไม่ใช่โปรตีนที่ละลายน้ำได้ด้วยวิธีสกัดด้วยกรดจะมีค่าสูงสุด ส่วนวิธีการสกัดด้วยแอลกอฮอล์และวิธีสกัดด้วยความร้อนชื้นจะมีดัชนีการละลายของไนโตรเจนต่ำมากเนื่องจากการสกัดด้วยความร้อนชื้น และแอลกอฮอล์ทำให้โปรตีนเปลี่ยนสภาพจากธรรมชาติมาก การละลายของโปรตีนจึงลดลง (ตารางที่ 6)

2.4 หน้าที่และสมบัติของโปรตีนถั่วเหลือง

Wolf และ Cowan (1978) กล่าวว่า โปรตีนถั่วเหลืองนอกจากจะเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์อาหารแล้ว ยังทำหน้าที่ต่างๆที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีคุณภาพเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคอีกด้วย เช่น ทำให้เกิดอิมัลชั่นที่มีเสถียรภาพ ของเหลวสองชนิดที่ในสภาวะปกติทั่วๆไปไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกันเมื่ออยู่ในอิมัลชั่นจะสามารถกระจายอยู่รวมกันได้โดยไม่มีการแยกชั้น โดยที่ของเหลวชนิดหนึ่งจะมีลักษณะเป็นอนุภาคขนาดเล็กละเอียดกระจายอยู่อย่าง

ตารางที่ 6 คุณสมบัติของโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นที่ผ่านกรรมวิธีกำจัดส่วนที่ไม่ใช่โปรตีนด้วยวิธีการต่างๆกัน

คุณสมบัติ	วิธีการกำจัดส่วนที่ไม่ใช่โปรตีนที่ละลายน้ำ		
	สกัดด้วยแอลกอฮอล์	สกัดด้วยกรด	สกัดด้วยความร้อนชื้น
โปรตีน (ร้อยละ)	66.0	67.0	70.0
ความชื้น (ร้อยละ)	6.7	5.2	3.1
ไขมัน (ร้อยละ) (สกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์)	0.3	0.3	1.2
เยื่อใย (ร้อยละ)	3.5	3.4	4.4
เถ้า (ร้อยละ)	5.6	4.8	3.7
ดัชนีการละลายของไนโตรเจน	5 .0	69.0	3.0
พีเอช	6.0	6.6	6.9

หมายเหตุ ดัชนีการละลายของไนโตรเจน = $\frac{\text{ร้อยละของไนโตรเจนที่ละลายน้ำได้} \times 100}{\text{ร้อยละของไนโตรเจนในตัวอย่าง}}$

ที่มา : Wolf (1975)

สม่ำเสมอในของเหลวอีกชนิดหนึ่ง โปรตีนในถั่วเหลืองช่วยในการเกิดอิมัลชั่นชนิดน้ำมันในน้ำทำให้อิมัลชั่นที่ได้เสถียรโดยโปรตีนทำหน้าที่เป็นสารยึดผิว (Surface active agent) ระหว่างผิวของน้ำมันและน้ำทำให้แรงตึงผิวของของเหลวทั้งสองชนิดต่ำลง นอกจากนี้ยังช่วยให้เกิดอิมัลชั่นที่เสถียรในไส้กรอกอิมัลชั่นด้วย หน้าที่อีกอย่างหนึ่งของโปรตีนถั่วเหลือง ได้แก่ การดูดซับไขมันและน้ำในผลิตภัณฑ์เนื้อบด และลดการสูญเสียไขมันระหว่างการทำให้สุกซึ่งทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ในปริมาณมากและต้นทุนการผลิตต่ำ การที่โปรตีนถั่วเหลืองดูดซับน้ำได้ดีเพราะโครงร่างเปปไทด์ (Peptide backbone) ของโปรตีนมีโซ่ด้านข้าง (Side chain) ที่มีขั้วมาก จึงจับโมเลกุลของน้ำไว้ได้ในปริมาณมาก นอกจากนี้โปรตีนถั่วเหลืองยังช่วยเพิ่มความเหนียวข้นในอาหารพวกซุปและเกรวี่ (Gravy) เพราะมีคุณสมบัติในการเกิดเจลที่โครงสร้างอุ้มน้ำและไขมันไว้ได้ในปริมาณมากทำให้ผลิตภัณฑ์มีความยืดหยุ่นและชุ่มน้ำ

2.5 การใช้โปรตีนถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

ส่วนใหญ่ใช้ในลักษณะทดแทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์มากกว่าใช้เป็นอาหารโปรตีนทั้งหมดเพื่อลดต้นทุนในการผลิตและปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ ข้อเสียของการใช้งานในลักษณะนี้คือกลิ่นรสและลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากโปรตีนถั่วเหลืองมีกลิ่นถั่วและเนื้อสัมผัสต่างจากโปรตีนจากเนื้อสัตว์ ในสหรัฐอเมริกาอนุญาตให้ใช้แป้งถั่วเหลืองพร่องไขมัน หรือโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นไม่เกินร้อยละ 3.5 ในไส้กรอกสดและไส้กรอกต้ม ในลูกชิ้นให้ใช้แป้งถั่วเหลืองพร่องไขมัน เกล็ดถั่วเหลือง โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น หรือโปรตีนถั่วเหลืองสกัดได้ไม่เกินร้อยละ 12 (Smith and Circle, 1972)

ปัจจุบันมีผู้ใช้โปรตีนถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก กุนเชียง เนื้อบดอบ และอื่นๆมากยิ่งขึ้น ในสหรัฐอเมริกาใช้โปรตีนถั่วเหลืองแปลงเนื้อสัมผัสในโปรแกรมอาหารกลางวันสำหรับเด็ก ปริมาณที่กระทรวงเกษตรประเทศสหรัฐอเมริกาอนุญาตให้ใช้สูงสุดคือร้อยละ 30 (Smith and Johnson, 1981 ; Hui, 1979 ; Lawrie, 1978) แต่ข้อกำหนดเกี่ยวกับคุณภาพมาตรฐานและปริมาณที่อนุญาตให้ใช้ในอาหารต่างชนิดยังอยู่ระหว่างการพิจารณาเป็นมาตรฐานระหว่างประเทศ เท่าที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันจึงเป็นลักษณะที่อนุญาตให้ใช้ได้ โดยให้มีการระบุชนิดและปริมาณที่ใช้ไว้ในฉลาก เพื่อให้ผู้บริโภคสามารถตัดสินใจเลือกซื้อได้อย่างถูกต้อง สำหรับประเทศไทยการใช้ผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ยังไม่มีกฎหมายควบคุม (ทัศนีย์ สุพจนาพรชัย, 2530)

อนุกูล พลศิริ (2520) ทดลองผลิตเนื้อบดอบโดยใช้โปรตีนถั่วเหลืองผสมในปริมาณร้อยละ 0, 15 และ 30 ผลการทดลองพบว่ามีความแตกต่างกันมากในเรื่อง สี กลิ่น และรสของเนื้อบดอบเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ใช้เนื้อบดล้วนๆ แต่จะไม่พบความแตกต่างของความรู้สึกเมื่อเคี้ยว (Mouth feel) และความชุ่มฉ่ำ (Juiceness) ก็ไม่ต่างกัน สำหรับปริมาณไขมันจะลดลงในตัวอย่างที่ผสมโปรตีนถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำในเนื้อบดอบไม่มีความแตกต่างกัน ตัวอย่างที่เติมโปรตีนถั่วเหลืองน้ำหนักจะหายไปน้อยกว่าตัวอย่างที่ไม่ได้เติม

สุจินดา นิมมานิตย์ และ สุภรัตน์ ชวนะ (2521) ทดลองผลิตไส้กรอกแบบเยอรมัน (Bratwurst) โดยใช้โปรตีนเกษตรที่มีความชื้นร้อยละ 4 (ชนิดแห้ง) และชนิดที่มีความชื้นร้อยละ 70 (ชนิดเปียก) ผสมลงไปในอัตราส่วนร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 พบว่าถ้าผสมโปรตีนเกษตรร้อยละ 25 จะเป็นที่ยอมรับทั้งในเรื่องสี กลิ่น รส และลักษณะเนื้อ แต่ถ้าผสมโปรตีนเกษตรลงไปถึงร้อยละ 50 จะเป็นที่ยอมรับในเรื่องสีเท่านั้น ในการเปรียบเทียบไส้กรอกที่ผสมโปรตีนเกษตรที่มีความชื้นร้อยละ 4 และร้อยละ 70 ในปริมาณที่เหมาะสมดังกล่าวพบว่าไส้กรอกที่ผสมโปรตีนเกษตรที่มีความชื้นร้อยละ 4 จะเป็นที่ยอมรับมากกว่าไส้กรอกที่ผสมโปรตีนเกษตรที่มีความชื้นร้อยละ 70 เนื่องจากมีกลิ่นถั่วมากเกินไป และในการเปรียบเทียบคุณค่าทางอาหาร ปรากฏว่าไส้กรอกที่ผสมโปรตีนเกษตรทั้ง 4 อัตราส่วนนั้น มีคุณค่าทางอาหารเท่ากับไส้กรอกหมูที่ทำในวิธีการแบบเดียวกัน แต่มีราคาถูกกว่า

ศรีเมือง มาลีหวล (2524) ทดลองทำไส้กรอกเวียนนาโดยใช้โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นทดแทนเนื้อสัตว์ในปริมาณร้อยละ 0, 3, 6, 12, 24, 48 และ 96 ตามลำดับ กำหนดให้ปริมาณส่วนประกอบอื่นๆคงที่เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต แล้ววิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และประสาทสัมผัส ผู้บริโภคทั่วไปยอมรับไส้กรอกเวียนนาที่ผสมโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นในปริมาณสูงสุดร้อยละ 12

จิระศักดิ์ วังวิวัฒน์ (2528) ทดลองผลิตไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ ชนิดที่ไม่เติมโปรตีนเกษตร และชนิดที่เติมโปรตีนเกษตร (ในอัตราส่วนโปรตีนเกษตร 1 ส่วน : น้ำ 3 ส่วน) ในปริมาณร้อยละ 6, 12, 18 และ 24 ของน้ำหนักเนื้อสัตว์ พบว่าไส้กรอกชนิดที่ไม่เติมโปรตีนเกษตรกับไส้กรอกชนิดที่เติมโปรตีนเกษตรไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกลักษณะที่ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส ส่วนไส้กรอกชนิดที่เติมโปรตีนเกษตรระดับต่างๆพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ในทุกลักษณะ ยกเว้นความชุ่มฉ่ำ โดยเมื่อคำนึงถึงการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าสามารถเติมโปรตีนเกษตรในไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ได้ในปริมาณสูง

CENTRAL LIBRARY
PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

สุดร้อยละ 18 สำหรับการวิเคราะห์ทางด้านเคมี และกายภาพ พบว่าไส้กรอกทุกตัวอย่างมีค่าใกล้เคียงกัน

ทัศนีย์ สุพจนาพรชัย (2530) ทดลองผลิตกุนเชียงและไส้กรอกเวียนนาเพื่อใช้เป็นตัวอย่างต้นแบบ และทดสอบการยอมรับโดยเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายในท้องตลาด พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นที่ยอมรับ จากนั้นจึงทดแทนเนื้อหมูหรือเนื้อวัวด้วยโปรตีนถั่วเหลืองแปลงเนื้อสัมผัส 4 ชนิด และแป้งถั่วเหลืองพร่องไขมัน 1 ชนิดในปริมาณร้อยละ 10 และคัดเลือกตัวอย่างซึ่งเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ที่ได้คะแนนสูงสุดคือ Bontrae สีชมพู (เป็นโปรตีนถั่วเหลืองแปลงเนื้อสัมผัส ลักษณะเป็นชิ้นสีชมพู กลิ่นรสเลียนแบบแฮม) สำหรับกุนเชียง และ Bontrae สีขาว (เป็นโปรตีนถั่วเหลืองแปลงเนื้อสัมผัส ลักษณะเป็นชิ้นสีขาว กลิ่นรสเลียนแบบเนื้อไก่) สำหรับไส้กรอกเวียนนา และผลิตอีกครั้งโดยทดแทนแต่ละชนิดในปริมาณร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าปริมาณการทดแทนที่ผู้ทดสอบยังยอมรับอยู่ในช่วงร้อยละ 10-20 จึงได้ทำการทดลองให้ละเอียดยิ่งขึ้นเป็น ร้อยละ 10, 12.5, 15, 17.5 และ 20 และคัดเลือกระดับซึ่งให้ผลิตภัณฑ์ที่สูญเสียน้ำหนักน้อยและมีคะแนนการยอมรับรวมสูงสุด พบว่าในกุนเชียงสามารถใช้ Bontrae สีชมพู ทดแทนเนื้อหมูได้ร้อยละ 15 และในไส้กรอกเวียนนาเมื่อใช้ Bontrae สีขาวร้อยละ 10 จะให้ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (meat shear) สูง สูญเสียน้ำหนักน้อยและคะแนนการยอมรับรวมสูงสุด

กาญจนารัตน์ ทวีสุข และคณะ (2532) ทดลองใช้โปรตีนเกษตรแทนเนื้อหมูในการทำกุนเชียง โดยใช้โปรตีนเกษตรในปริมาณร้อแยละ 10, 20, 30 และ 40 ของเนื้อหมูที่ใช้ทั้งหมด เปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ใช้โปรตีนเกษตรเลย พบว่า ถ้าผสมโปรตีนเกษตรเพียงร้อยละ 10 ผู้ชิมยอมรับเท่ากับกุนเชียงหมูล้วน และถ้าผสมโปรตีนเกษตรร้อยละ 20 ผู้ชิมจะยอมรับน้อยลง และเมื่อผสมถึงร้อยละ 30 และ 40 ผู้ชิมจะไม่ยอมรับ เมื่อวิเคราะห์ทางเคมีพบว่า กุนเชียงหมูล้วนและกุนเชียงผสมโปรตีนเกษตรระดับต่างๆนั้นมีปริมาณความชื้นและปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างกัน แต่มีปริมาณไขมันแตกต่างกัน โดยพบว่า ยิ่งเติมโปรตีนเกษตรปริมาณมากขึ้นปริมาณไขมันจะน้อยลง

3. การผลิตไส้กรอก

ไส้กรอกเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผสมเนื้อสัตว์ที่ลดขนาดแล้วกับเกลือ เครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสต่างๆ บรรจุในไส้ หรือถุง รมควันหรือไม่ก็ได้ และทำให้สุก ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้เป็นที่รู้จัก

และบริโภคกันมาตั้งแต่สมัยก่อนคริสตกาล คำว่า " ไส้กรอก " หรือ " sausage " มีรากศัพท์มาจากภาษาลาตินว่า " salsus " หมายถึง เนื้อสัตว์ที่เก็บรักษาโดยการใช้เกลือ (Kramlich, et al., 1973) แหล่งกำเนิดเริ่มแรกอยู่ในยุโรป ต่อมาความนิยมได้แพร่ขยายไปอย่างกว้างขวางทั่วโลก โดยความแตกต่างของชนิดและรสชาติได้จากการใช้เครื่องเทศและเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสตามรสนิยมของแต่ละท้องที่ และตั้งชื่อตามแหล่งแรกที่ผลิต เช่น ไส้กรอกเวียนนา ไส้กรอก แฟรงเฟอเตอร์ ซึ่งมีชื่อตามชื่อเมืองที่ผลิตเป็นแห่งแรก (Kiernat, et al., 1964)

ปัจจุบันผู้บริโภคในประเทศไทยนิยมบริโภคไส้กรอกมากยิ่งขึ้น เนื่องจากสะดวกในการเตรียมเพื่อบริโภค และดัดแปลงเป็นอาหารต่างๆได้หลายอย่าง หรืออาจใช้เป็นอาหารว่าง อาหารเช้า สำหรับผู้ที่มีเวลาในการประกอบอาหารเช้ารับประทานเองไม่มากนัก และนับวันอาหารประเภทนี้จะเป็นที่นิยมมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากสะดวกในการรับประทานและเก็บรักษา อีกทั้งมีรสชาติดีและคุณค่าทางโภชนาการสูง (ทัศนีย์ สุพจนาพรชัย, 2530)

มีผู้แบ่งไส้กรอกเป็นชนิดต่างๆได้หลายระบบด้วยกัน แต่ไม่มีระบบใดที่มีความสมบูรณ์แน่นอน ซึ่ง Kramlich และคณะ (1975) ได้แบ่งตามลักษณะเนื้อของไส้กรอกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. ไส้กรอกชนิดหยาบ (Coarse ground sausage) เป็นไส้กรอกที่มีลักษณะเนื้อแยกจากกันเห็นได้อย่างชัดเจน ได้จากการหมักเนื้อสัตว์ก่อนหรือไม่ก็ได้ บดผสมไขมันและเครื่องปรุงรส นำมาทำให้แห้งโดยการผึ่งแดด หรืออาจจะรมควันก่อนก็ได้ เมื่อจะรับประทานจึงทำให้สุก เช่น ไส้กรอกสด ไส้กรอกกึ่งแห้ง ไส้กรอกแห้ง และกุนเชียง

2. ไส้กรอกชนิดบดละเอียดเป็นอิมัลชั่น (Emulsion - type sausage) เป็นไส้กรอกที่ได้จากการหมักเนื้อสัตว์หรือไม่ก็ได้ จากนั้นบดผสมกับเครื่องปรุงรสและไขมันให้ละเอียดเป็นอิมัลชั่น บรรจุไส้ ต้มให้สุก และอาจจะรมควันหรือไม่ก็ได้ เช่น ไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ และไส้กรอกเวียนนา เป็นต้น

3.1 ชนิดและหน้าที่ของส่วนผสมต่างๆในการทำไส้กรอก

การผลิตไส้กรอกจัดเป็นทั้งศิลปและวิทยาศาสตร์ โดยไส้กรอกชนิดต่างๆก็มีองค์ประกอบและกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกันออกไป การเลือกองค์ประกอบต่างๆให้ถูกต้อง และเหมาะสมเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพและต้นทุนการผลิตของไส้กรอก จึงควรยึดหลักพิจารณาว่า เครื่องปรุงหรือองค์ประกอบนั้นๆ มีผลต่อคุณภาพอย่างไร (นงลักษณ์ สุทธิวนิช, 2527)

Price และ Schweigert (1973) ได้กล่าวถึงส่วนประกอบของไส้กรอกโดยทั่วไป ประกอบด้วย เนื้อแดง ไขมัน เครื่องเทศและสารปรุงแต่งกลิ่นรส เกลือ ไนเตรตและไนไตรต์ น้ำตาล และ/หรือฟอสเฟต

3.1.1 เนื้อแดง เป็นวัตถุดิบที่มีราคาสูง จึงควรเลือกเนื้อที่สด ปราศจากโรค ไม่มีกระดูกอ่อนปน ไม่มีจุดคั่งของเลือด โปรตีนในเนื้อแบ่งตามหน้าที่และการละลายได้ 3 ชนิด คือ

3.1.1.1 ซาร์โคพลาสมิกโปรตีน สกัดออกจากเส้นใยกล้ามเนื้อโดยน้ำเกลือเจือจาง ทำหน้าที่เป็นตัวประสานไขมันที่ดี แต่อิมัลชั่นที่ได้ไม่คงตัว

3.1.1.2 ไมโอไฟบริลลาโปรตีน เป็นโปรตีนโครงสร้างที่ละลายได้ในน้ำเกลือเข้มข้น ดังนั้นขณะสับนวดเพื่อสกัดไมโอซินและแอคติน ออกจากเส้นใยกล้ามเนื้อเพื่อทำหน้าที่ห่อหุ้มหรือประสานรอบๆหยดไขมัน (Fat droplet) เพื่อให้เกิดสภาพอิมัลชั่นที่คงตัวอยู่ได้นาน จนกว่าจะได้รับความร้อนซึ่งทำให้เนื้อไส้กรอกคงตัว Hansen (1960) สรุปว่าโปรตีนที่ละลายน้ำได้ในสารละลายเกลือเป็นอิมัลชั่นที่ดีกว่าโปรตีนที่ละลายได้ในน้ำ

3.1.1.3 สโตรมาโปรตีน คือโปรตีนที่ได้จากเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ประกอบด้วยคอลลาเจนเป็นส่วนใหญ่ ไม่ละลายในกรด ด่าง และเกลือ จะหดตัวมากเมื่อได้รับความร้อน และเปลี่ยนสภาพเป็นเจลหรือรูภายในไส้กรอก ดังนั้นจึงควรหลีกเลี่ยงการใช้ในปริมาณมาก

หน้าที่ของเนื้อสัตว์ในการทำไส้กรอกมีดังนี้ คือ (พิษณุ วิเชียรสรรค์, 2535)

1. ให้คุณค่าทางอาหาร โดยเฉลี่ยแล้วเนื้อสัตว์จะมีโปรตีนประมาณร้อยละ 18 - 20 และเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพสูง เนื่องจากประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายครบถ้วน

2. ให้ลักษณะเนื้อสัมผัส เนื่องจากโปรตีนจะจับก้อน เมื่อถูกความร้อนเป็นลักษณะกึ่งแข็ง และโปรตีนจะทำหน้าที่ห่อหุ้มไขมัน และตรึงน้ำในส่วนผสมไม่ให้แยกออกจากกัน ทั้งก่อนและหลังการให้ความร้อน ซึ่งเป็นลักษณะเนื้อที่สำคัญของไส้กรอกบางชนิด

3. ไมโอโกลบินซึ่งเป็นสารสีแดงในเนื้อสัตว์ จะเป็นตัวที่ให้สีที่สำคัญของไส้กรอก

3.1.2 ไขมัน ในการทำไส้กรอกนั้นส่วนใหญ่ใช้ไขมันจากสัตว์ ยกเว้นประเทศในแถบตะวันออกกลางที่นับถือศาสนาอิสลามจะใช้น้ำมันพืช ซึ่งใช้ได้หลายชนิด ยกเว้นน้ำมันละหุ่ง เพราะมีหมู่ไฮดรอกซีอิสระ (Hydroxy radical) มาก ซึ่งมีผลทำให้เกิดอิมัลชั่นน้อยและมีความหนืดน้อยกว่าน้ำมันอื่นๆ (Cristian and Saffle, 1967)

Baker และคณะ (1969) ทดลองเกี่ยวกับชนิดและปริมาณไขมันที่มีผลต่อไส้กรอกไก่ โดยใช้ไขมันจากเมล็ดฝ้าย ไขมันไก่ และไขมันวัวผสมไส้กรอก โดยใช้ไขมัน 4 ระดับในอัตรา

ร้อยละ 20, 25, 30 และ 35 ตามลำดับ ผลการทดลองสรุปได้ว่าไขมันไก่ให้ไส้กรอกที่มีความนุ่มกว่าไขมันหมู น้ำมันจากเมล็ดฝ้าย และไขมันวัวตามลำดับ ส่วนระดับไขมันพบว่าการใช้ไขมันร้อยละ 30 มีผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะ กลิ่น สี และการยอมรับดีที่สุด

พิษณุ วิเชียรสรรค์ (2535) กล่าวว่า การทำไส้กรอกควรเลือกใช้มันแข็งเท่านั้น เนื่องจากมีจุดหลอมเหลวสูง ในการผลิตไส้กรอกจะต้องควบคุมให้มีการหลอมเหลวของไขมันในส่วนผสมให้น้อยที่สุดเพื่อหลีกเลี่ยงการเยิ้มหรือซึมออกมาของน้ำมันจากไส้กรอก ซึ่งถือว่าเป็นตำหนิของผลิตภัณฑ์ ไขมันมีหน้าที่ดังนี้

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

3.1.3 เครื่องเทศและสารปรุงแต่งกลิ่นรส เป็นสิ่งสำคัญที่เติมเพื่อช่วยปรุงแต่งให้กลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มได้ดังนี้ คือ (พิษณุ วิเชียรสรรค์, 2535)

- เครื่องเทศ เช่น พริกไทย ลูกจันทร์เทศ อบเชย กระวาน สมุนไพรต่างๆ หอม กระเทียม เป็นต้น
- สารเพิ่มรส (Flavor enhancers) เช่น ผงชูรส โปรตีนผักไฮโดรไลเซท (Hydrolysed vegetable protein) ยีสต์ไฮโดรไลส์ (Hydrolysed yeast) และเนื้อสกัด (Beef extract)

สิ่งที่ควรระวังอย่างยิ่งก็คือ พวกจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับเครื่องเทศ และความไม่สม่ำเสมอของวัตถุดิบ ดังนั้น ในปัจจุบันจึงมีการกลั่นหรือสกัดเครื่องเทศเหล่านี้ ให้อยู่ในรูปของเหลวและใช้ได้ ซึ่งจะทำให้ปัญหาความแปรปรวนของคุณภาพของวัตถุดิบหมดไปและปราศจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ด้วย ส่วนในแง่ของการถนอมรักษา เครื่องเทศบางตัวมีคุณสมบัติในการเป็นสารกันหืน (Antioxidants) รวมทั้งช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้เสื่อมเสียและเกิดโรคได้บางชนิด แต่ปริมาณที่ใช้จะต้องสูงมากกว่าร้อยละ 10 ของส่วนผสมทั้งหมดจึงจะมีผลในการยับยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ เช่น Salmonella ในไส้กรอกหมักเปรี้ยวได้บ้าง แต่หากอุณหภูมิที่ใช้หมักไส้กรอกเปรี้ยวสูงเกินกว่า 25 องศาเซลเซียส แล้วการใช้เครื่องเทศ (กระเทียม และหัวหอม) ในปริมาณดังกล่าว ก็ไม่สามารถหยุดยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ Salmonella ได้ (พิษณุ วิเชียรสรรค์, 2535)

3.1.4 เกลือบริโภค เป็นส่วนสำคัญในการผลิตไส้กรอก โดยมีหน้าที่เป็นตัวให้รสชาติ ช่วยสกัดโปรตีนในกล้ามเนื้อ เพื่อทำหน้าที่ประสานให้ไขมันและน้ำไม่แยกจากกัน ช่วยยืดอายุของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ โดยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ และชลอการทำงานของน้ำย่อยบางชนิด

ปริมาณเกลือที่ใช้นั้นโดยทั่วไปอยู่ในช่วงร้อยละ 1-5 ทั้งนี้แล้วแต่ชนิดของไส้กรอก เช่น

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

ลักษณะเนื้อสัมผัสของไส้กรอก มีผลต่อความเค็มของไส้กรอก โดย Price และ Schweigert (1973) พบว่าปริมาณเกลือระดับเดียวกัน ในไส้กรอกบดหยาบจะเค็มกว่าในไส้กรอกบดละเอียด

Puolanne และ Terrell (1983) พบว่า ปริมาณเกลือในช่วงร้อยละ 4.0 จะได้ไส้กรอกที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity) ดีที่สุด เช่นเดียวกับที่ Sofos (1983) พบว่าเกลือในปริมาณมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 2.0 ที่ค่าความเป็นกรด - ด่างมากกว่า 5.7 จะได้อิมัลชั่นที่มีความคงตัวมากกว่าเมื่อใช้ปริมาณเกลือน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.5 ที่ค่าความเป็นกรด - ด่าง น้อยกว่า 5.6 นอกจากนี้ยังพบว่า เกลือป่นช่วยให้อิมัลชั่นที่ได้มีความคงตัวมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับอิมัลชั่นที่ใช้เกลือเม็ด

3.1.5 สารให้ความหวาน จุดประสงค์เพื่อเพิ่มรสชาติ ทำให้สีคงทน ส่วนมากใช้น้ำตาลกลูโคส เด็กซโตรส แล็คโตส และคอร์นไซรัป แต่ที่ใช้มากโดยทั่วไปคือน้ำตาลเด็กซโตรส การใช้น้ำตาลไม่มีการกำหนดปริมาณไว้ เพราะว่าความหวานของน้ำตาลจะเป็นตัวกำหนดปริมาณการใช้อยู่แล้ว แต่โดยทั่วไปปริมาณที่ใช้จะอยู่ในช่วงร้อยละ 2.0 - 3.0

3.1.6 น้ำ น้ำเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งที่ต้องเติมลงไปในส่วนผสมของไส้กรอก ยกเว้นไส้กรอกหมักเปรี้ยว โดยน้ำจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ให้ลักษณะสัมผัสของไส้กรอก ทำให้ไส้กรอกอ่อนนุ่มและชุ่มฉ่ำ อีกทั้งยังทำหน้าที่กระจายองค์ประกอบต่างๆให้ทั่วถึง และน้ำจะช่วยทดแทนการสูญเสียน้ำระหว่างการผลิตและการให้ความร้อน นงลักษณ์ สุทธิวนิช (2527) กล่าวว่า ไส้กรอกสดควรเติมน้ำประมาณร้อยละ 3 สำหรับไส้กรอกรมควันอาจเติมน้ำได้สูงถึงร้อยละ 20 - 30

3.1.7 สารประกอบฟอสเฟต หน้าที่ของสารประกอบฟอสเฟตในไส้กรอก คือจะช่วยเพิ่มความสามารถของเกลือในการสกัดโปรตีนออกมาได้ดีขึ้น จึงทำให้ความสามารถในการห่อหุ้มไขมันและตรึงน้ำในส่วนผสมดีขึ้น สารประกอบฟอสเฟตที่ใช้สามารถแบ่งออกได้เป็น 6 กลุ่มด้วยกันดังนี้ คือ (พิษณุ วิเชียรสรรค์, 2535)

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

โดยฟอสเฟตแต่ละกลุ่มจะมีคุณสมบัติ และข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป แต่เตตราโซเดียมไพโรฟอสเฟต และ โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต จะช่วยในการอุ้มน้ำได้ดีที่สุด แต่อย่างไรก็ตามในทางการค้าจะใช้ฟอสเฟตกลุ่มต่างๆผสมกัน เพื่อให้เกิดผลดีที่สุดต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในทุกๆด้าน สำหรับฟอสเฟตทุกชนิดที่อนุญาตให้ใช้กับผลิตภัณฑ์เนื้อนั้น พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 ได้ระบุปริมาณสูงสุดที่ให้ใช้ได้คือ 3,000 มก./ กก. (งานควบคุมมาตรฐาน กองควบคุมอาหาร, 2530)

3.1.8 ไนเตรตและไนไตรต์

ในการผลิตไส้กรอกโดยมากจะมีการเติมเกลือไนเตรต และไนไตรต์ลงไปด้วยเพื่อทำหน้าที่ ดังนี้ (พิษณุ วิเชียรสรรค์, 2535)

1. สร้างสีให้ผลิตภัณฑ์ โดยไนตริกออกไซด์ จะทำปฏิกิริยากับ ไมโอโกลบิน ได้สารไนตริกออกไซด์ไมโอโกลบิน เมื่อถูกความร้อนจะเปลี่ยนเป็น ไนโตรโซฮีโมโครม ซึ่งมีสีชมพูสดน่ารับประทาน
2. ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ <u>Clostridium</u> <u>botulinum</u>
3. ให้กลิ่น และรสชาติเฉพาะกับผลิตภัณฑ์
4. สามารถยับยั้งการหืนของไขมันได้

ข้อที่ควรระวังคือกรณีที่ใช้ไนเตรตเนื่องจากไนเตรตเป็นสารที่คงตัวและต้องอาศัยจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยไนเตรตให้เป็นไนไตรต์ก่อน เช่น Micrococcus spp. และ Staphylococcus spp. เป็นต้น หลังจากนั้นแล้วจึงแตกตัวเป็นไนตริกออกไซด์ เพื่อเข้าทำปฏิกิริยาต่างๆ หากในกระบวนการผลิตไม่มีการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เหล่านี้ ไนเตรตก็จะไม่มีการแตกตัวและคงค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์ไปจนถึงผู้บริโภค ตามประกาศกระทรวงสาธารณะสุขอนุญาตให้ใช้ได้สูงสุด 500 และ 125 พีพีเอ็ม สำหรับไนเตรตและไนไตรต์ตามลำดับ โดยในปัจจุบันได้มีการพยายามให้ผู้ผลิตหันมาใช้แต่ไนไตรต์เพียงอย่างเดียว เพราะไนไตรต์แตกตัวง่าย (พิษณุ วิเชียรสรรค์, 2535)

3.1.9 แอสคอร์เบท (Ascorbate) **และ อิริทรอเบท** (Erythorbate)

เนื่องจากแอสคอร์เบท และอิริทรอเบท เป็นตัวรีดิวซ์ การเติมสารนี้ลงไปในส่วนผสมจึงทำให้การแตกตัวของไนไตรต์เป็นไนตริกออกไซด์เร็วยิ่งขึ้น และทำให้เกลือไนไตรต์ในผลิตภัณฑ์น้อยลงจึงทำให้ปลอดภัยต่อผู้บริโภคมากขึ้น ปริมาณที่แนะนำให้ใช้จะอยู่ระหว่าง 300 - 500 มก./กก. (พิษณุ วิเชียรสรรค์, 2535)

3.1.10 สารอื่นๆที่ไม่ใช่เนื้อสัตว์ (Non-meat ingredient) ใช้เพื่อเป็นสารเสริมเนื้อ (Extenders) สารเชื่อม (Binders) สารเติม (Fillers) สารให้ความคงตัว (Stabilizers) และอิมัลซิฟายเออร์ (Emulsifiers) เพื่อทำให้อิมัลชั่นมีความคงตัว มีลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ดี เพิ่มน้ำหนักหรือปริมาณ ปรับปรุงรสชาติ และลดต้นทุนการผลิต โดยข้อแตกต่างระหว่างสารเชื่อม กับสารเติม คือ สารเชื่อมจะมีโปรตีนมากกว่าสารเติม และเป็นตัวที่สามารถรวมกับน้ำและไขมัน ทำให้เกิดอิมัลชั่นได้ เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทสารโปรตีน เช่น นมผงปราศจากไขมัน โซเดียมเคซิเนท และโปรตีนจากพืช ส่วนสารเติมจะเป็นผลิตภัณฑ์จากธัญญพืชซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวกคาร์โบไฮเดรทสามารถดูดน้ำได้มาก ทำให้ได้น้ำหนักเพิ่มขึ้น (Price and Schweigert, 1973)

ปริมาณที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกนั้น อนุญาตให้ใช้แป้งจากธัญญพืช แป้งจากพืชหัว แป้งจากถั่วเหลืองชนิดละเอียด โปรตีนถั่วเหลืองชนิดเข้มข้น นมผงปราศจากไขมัน และนมผงปราศจากไขมันที่กำจัดแคลเซียมออก (Calcium-reduced nonfat dry milk) ในรูปเดี่ยวหรือในรูปผสมได้สูงถึงร้อยละ 3.5 แต่ในกรณีที่ใช้สารเหล่านี้มากกว่าร้อยละ 3.5 และใช้โปรตีนถั่วเหลืองชนิดไอโซเลท มากกว่าร้อยละ 2.0 แล้วจะต้องระบุลงบนฉลากด้วย (Price and Schweigert, 1973)

3.1.10.1 **สารเชื่อม** (Binders) จำแนกได้หลายจำพวกตามแหล่งกำเนิด เช่น ชนิดที่ได้จากพืช และสัตว์ หรือจำแนกได้ตามหน้าที่ สารเชื่อมมีส่วนผสมส่วนใหญ่เป็นพวกโปรตีน ซึ่งทำหน้าที่ในการรวมตัวกับน้ำ และช่วยให้ไขมันเกิดการกระจายตัวดี สารเชื่อมที่ได้จากผลิตภัณฑ์นม ได้แก่ (Price and Schweigert, 1973)

- นมผงปราศจากไขมัน ประกอบด้วยโปรตีนประมาณร้อยละ 36 ซึ่งเป็นเคซีน (Casein) ประมาณร้อยละ 80 ที่เหลือเป็นพวกแลคโตอัลบูมิน (Lactoalbumin) และแลคโตโกลบูลิน (Lactoglobulin) แต่มีแลคโตอัลบูมินมากกว่า

- นมผงปราศจากไขมันที่กำจัดแคลเซียมออก เป็นผลิตภัณฑ์นมที่อยู่ในสภาพแคลเซียมเคซีเนท (calcium caseinate) ซึ่งมีคุณสมบัติละลายน้ำไม่ดี ดังนั้นการแตกกระจายจะไม่ทั่วถึง เพื่อให้มีคุณสมบัติในการเป็นอิมัลซิฟายเออร์ที่ดี จึงเป็นการแทนที่แคลเซียมอิออนด้วยโซเดียมอิออน ซึ่งแทนที่ได้ประมาณร้อยละ 70 ได้เป็นสารเชื่อมตัวใหม่

- หางนมผง เป็นส่วนที่เหลือหลังจากทำให้คาซิเนทตกตะกอน ประกอบด้วยโปรตีนแลคโตอัลบูมิน และโปรตีนแลคโตโกลบูลิน ซึ่งสามารถกระจายตัวได้ดี

- โซเดียมคาซิเนท เป็นส่วนที่ได้จากการตกตะกอนโปรตีนในน้ำนม ประกอบด้วยโปรตีนมากกว่าร้อยละ 85

ส่วนสารเชื่อมที่ได้จากพืช และนิยมใช้ คือ โปรตีนถั่วเหลือง มีปริมาณโปรตีนสูง ซึ่งสารเชื่อมอื่นๆที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก ได้แก่ แป้งถั่วเหลืองชนิดละเอียด แป้งถั่วเหลืองชนิดหยาบ โปรตีนถั่วเหลืองชนิดเข้มข้น และโปรตีนถั่วเหลืองชนิดไอโซเลท
(จิระศักดิ์ วังวิวัฒน์, 2528)

การผสมโปรตีนถั่วเหลืองลงในผลิตภัณฑ์เนื้อ นอกจากจะทำหน้าที่เป็นอิมัลซิฟายเออร์และสารเชื่อมแล้ว โปรตีนถั่วเหลืองยังมีผลต่อน้ำในเนื้ออีกด้วย ทำให้ไม่เกิดการสูญเสียน้ำในระหว่างหุงต้ม ผลที่ได้คือ ผลิตภัณฑ์มีลักษณะชุ่มฉ่ำและมีรสดี นอกจากนี้โปรตีนถั่วเหลืองยังมีราคาถูก (Rakosky, 1974)

ถึงแม้ว่าผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างมากมายก็ตาม แต่ยังมีปัญหาและอุปสรรคอีกมากที่ทำให้การพัฒนาทางด้านนี้ไม่ก้าวหน้าไปเท่าที่ควร ปัญหาเหล่านี้ได้แก่ กลิ่นเหม็นเขียว และรสขมของถั่วเหลืองที่หลงเหลืออยู่ (Wolf and Cowan, 1971) และในแง่กฎหมายระหว่างประเทศที่โคเด็กซ์ (Codex) อนุญาตให้ใช้โปรตีนถั่วเหลืองชนิดเข้มข้นในแง่สารเชื่อมได้ไม่เกินร้อยละ 3.5 และในแง่สารเติมได้ไม่เกินร้อยละ 20 (ในรูปน้ำหนักแห้ง)

ข้อเสียเปรียบในการใช้สารเชื่อมจากพืชพวกแป้งถั่วเหลืองชนิดละเอียด และแป้งถั่วเหลืองชนิดหยาบ คือ มีกลิ่นของถั่ว และรสขม (Rakosky, 1974) ส่วนโปรตีนถั่วเหลืองชนิดไอโซเลทซึ่งใช้ในรูปโซเดียมโปรติเนทนั้นไม่มีกลิ่นรส กระจายตัวในน้ำได้ดี และเมื่อถูกความร้อนจะเปลี่ยนเป็นเจล (Price and Schweigert, 1973)

3.1.10.2 **สารเติม** (Fillers) ใช้เพื่อเพิ่มน้ำหนักแก่ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ แป้งสาลี แป้งจากข้าวบาเล่ย์ ข้าวโพด ข้าวโอ๊ต ข้าวจ้าว ข้าวไรน์ และแป้งมันฝรั่ง ยกเว้นแป้งจากถั่วเหลืองซึ่งแป้งเหล่านี้มีปริมาณของโปรตีนน้อย ดังนั้นจึงไม่มีคุณสมบัติในการเป็นอิมัลซิฟายเออร์ ในการต้มไส้กรอกถ้าให้ความร้อนสูงเกินอุณหภูมิที่แป้งเกิดเป็นเจล จะมีผลทำให้คุณสมบัติในการอุ้มน้ำของแป้งหมดไป โดยจะเกิดการจับตัวกันเองจนแน่น และเอนไซม์อะไมเลส ที่มีอยู่ในเนื้อจะย่อยแป้ง ทำให้คุณสมบัติในการอุ้มน้ำของแป้งลดลง อุณหภูมิที่แป้งแต่ละชนิดเกิดเป็นเจลจะต่างกัน เช่น แป้งสาลีอุณหภูมิ 52 องศาเซลเซียส แป้งมันฝรั่งอุณหภูมิ 63 องศาเซลเซียส ดังนั้นเพื่อให้แป้งเกิดการแตกตัวน้อยที่สุด จึงจะต้องทำการผลิตให้เร็วที่สุด เพื่อให้แป้งเกิดการพองตัวในช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมนี้ (Price and Schweigert, 1973)

3.1.10.3 **สารให้ความคงตัว** (Stabilizers) ได้แก่ อัลจิเนท (Alginate) ไอริช- มอสส์ (Irish moss) กัมอะราบิก (Gum arabic) และกัมทรากาเคนธ์ (Gum tragacanth) นั้นก็มีใช้ในไส้กรอกด้วย ใช้ในจุดประสงค์เพื่อทำให้อิมัลชั่นมีความคงตัว นอกจากนี้ยังช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสไส้กรอก ทั้งนี้เนื่องมาจากคุณสมบัติของส่วนที่ชอบน้ำของสารประเภทนี้ (Price and Schweigert, 1973)

3.1.11 **เศษเนื้อและผลพลอยได้** (Meat by-product) คือส่วนต่างๆที่เหลือจากการตัดแต่งซากและกินได้ เช่น หนัง เลือด เป็นต้น เนื่องจากส่วนต่างๆเหล่านี้ต่างก็ประกอบด้วยโปรตีนเช่นกัน จึงสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไส้กรอกได้ โดยจะช่วยให้คุณค่าทางอาหารสูงขึ้น และสามารถลดต้นทุนการผลิต แต่ความสามารถในการห่อหุ้มไขมัน และตรึงน้ำในส่วนผสมจะต่ำกว่าเนื้อสัตว์ เนื่องจากมีพวกไมโอไฟบริลลาโปรตีนน้อยกว่า (Forrest, et al., 1975 ; Oldfield, 1981)

3.1.12. ไส้ ที่ใช้บรรจุไส้กรอกมี 2 ชนิด คือ

1. ไส้แท้ (Natural casing) ได้จากส่วนลำไส้เล็กของสัตว์ เช่น แพะ แกะ สุกร และโค นิยมใช้กับไส้กรอกหมูสด ไส้กรอกกึ่งแห้ง ไส้กรอกแห้ง ไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ เป็นต้น ซึ่งไส้ชนิดนี้ไม่ค่อยมีความสม่ำเสมอ แต่มีความเหนียวและควันไฟจับได้ง่าย (Gerrard, 1969)

2. ไส้เทียม (Artificial casing) ได้แก่

2.1 ไส้เทียมที่บริโภคไม่ได้ ผลิตจากใยสังเคราะห์ เช่น ใยฝ้าย (Cellulosic casing) มีข้อดีคือมีความสม่ำเสมอมากกว่าไส้แท้ มีหลายขนาดตามความต้องการ ไม่แตกง่าย สะอาด และป้องกันการเจือปนจากจุลินทรีย์ได้ดีกว่าไส้แท้ นิยมใช้กับไส้กรอกเวียนนา ไส้กรอกตับ ฯลฯ ไส้กรอกที่บรรจุด้วยไส้ชนิดนี้ ก่อนรับประทานจะต้องลอกไส้ออกก่อน (Gerrard, 1963)

2.2 ไส้เทียมที่บริโภคได้ ผลิตจากคอลลาเจน ซึ่งเป็นโปรตีนที่ทำได้จากเนื้อสัตว์ ส่วนเอ็น หนัง กระดูก ฯลฯ โดยผ่านขบวนการต่างๆ นิยมใช้กับไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ ไส้กรอกแห้ง เป็นต้น (Gerrard, 1969)

3.1.13 ควัน ได้จากการเผาไหม้อย่างช้าๆของขี้เลื่อยที่ได้จากไม้เนื้อแข็งที่ไม่มียาง อาจจะใช้กาบมะพร้าวหรือชานอ้อยก็ได้ ซึ่งควันจะช่วยในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ช่วยยืดเวลาการเหม็นหืนของไขมัน และทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติดีขึ้น (Lawrie, 1974) นอกจากจะใช้ควันตามธรรมชาติแล้วยังสามารถใช้ควันน้ำที่เตรียมได้โดยการเผาขี้เลื่อยของไม้เนื้อแข็ง แล้วทำการควบแน่นควันที่ได้ตามด้วยการกลั่นลำดับขั้น (condensation fractional distillation) เจือจางส่วนที่ต้องการด้วยน้ำ การใช้ควันน้ำ ได้มีการใช้เพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน นอกจากนี้อาจมีการเติมสารพวกฟีนอล (phenolic substance) พิเศษบางอย่างลงไปซึ่งทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติของผลไม้ลงในควันน้ำด้วย (Wilson, 1963) และข้อดีอีกอย่างของควันน้ำคือปราศจากสารก่อมะเร็ง (casinogen) (Lawrie, 1974)

4. การเกิดออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อและผลิตภัณฑ์

4.1 กลไกการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมัน

การเสื่อมเสียเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อและผลิตภัณฑ์ที่สำคัญคือ ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นที่เกิดขึ้นเอง (Autoxidation) ทำให้เกิดสารประกอบพวกอัลดีไฮด์ (Aldehyde) และคีโตน (Ketone) ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดกลิ่นและรสไม่ดีในอาหาร แหล่งของกลิ่นรสผิดปกติที่

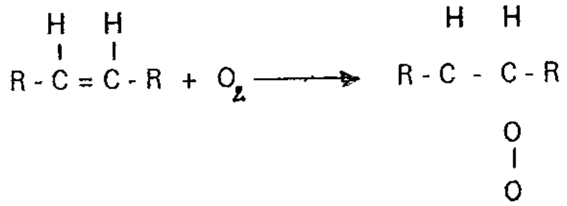
เกิดขึ้นคือ กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่อยู่ในเนื้อทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศโดยเกิดขึ้นตลอดเวลาเหมือนปฏิกิริยาลูกโซ่ ได้สารไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (Hydroperoxide) จำนวนมากขึ้น ไฮโดรเปอร์ออกไซด์เป็นสารประกอบที่ไม่เสถียร จะสลายตัวทำให้ได้สารประกอบที่มีจำนวนคาร์บอนน้อยลง เช่น คีโตน อัลดีไฮด์ อัลกอฮอล์ และกรด สารพวกนี้จะระเหยเกิดกลิ่นและรสหืนในอาหาร ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นเกิดขึ้นเมื่อมีอากาศและถูกเร่งโดยความร้อน แสง รังสีพลังงานสูง และตัวกระตุ้นปฏิกิริยา (Pro-oxidant catalyst) นอกจากนี้ยังเกิดขึ้นได้เนื่องจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โอโซน กรดไนตริก เปอร์มังกาเนต กรดโครมิก และอื่นๆ (Dugan, 1976)

กลไกการเกิดออกซิเดชั่นซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเองมี 3 ขั้นตอน ดังนี้ (Dugan, 1976)

1. ระยะเหนี่ยวนำ (Initiation reaction) เป็นการเกิดอนุมูลอิสระของกรดไขมันไม่อิ่มตัว โดยที่ไฮโดรเจนอะตอมที่เกาะอยู่กับคาร์บอนอะตอมที่อยู่ถัดไปจากคาร์บอนอะตอมที่มีพันธะคู่หลุดออกไป ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอาจมีแสง อุณหภูมิ หรือโลหะเป็นตัวเร่งก็ได้ ดังสมการ

$$RH + \text{initiator} \longrightarrow \text{free radical } (R^{\cdot}) + H^{\cdot}$$

ออกซิเจนจะรวมตัวกับไฮโดรคาร์บอนที่ตำแหน่งพันธะคู่ เกิดเป็นอนุมูลเปอร์ออกซี (peroxy) ดังสมการ



2. ระยะขยายตัวของปฏิกิริยา (Propagation reaction) อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้เป็นอนุมูลเปอร์ออกซี (ROO) ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ทำให้ได้สารประกอบไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (ROOH) สะสมเป็นจำนวนมาก ดังสมการ

$$R^{\cdot} + O_2 \longrightarrow ROO^{\cdot}$$

$$ROO^{\cdot} + RH \longrightarrow ROOH \text{ (hydroperoxide)} + R^{\cdot}$$

ไฮโดรเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นอาจเกิดปฏิกิริยาต่อไปอีกเมื่อมีแสง ความร้อน และโลหะเป็นตัวเร่ง ทำให้เกิดอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นอีก และในทำนองเดียวกันอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนใหม่เกิดอนุมูลเปอร์ออกซีขึ้นอีก และปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องไปเรื่อยๆแบบปฏิกิริยาลูกโซ่ ทำให้มีอนุมูลอิสระสะสมมากขึ้นในระบบ อัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นจะเร่งเร็วขึ้นเรื่อยๆ

3. ระยะสิ้นสุด (Termination reaction) เป็นระยะที่อนุมูลต่างๆรวมตัวกันเป็นสารประกอบใหม่ที่ไม่คงตัว เป็นระยะสิ้นสุดปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชั่น ดังสมการ

$$R^{\bullet} + R^{\bullet} \longrightarrow RR$$

$$ROO^{\bullet} + R^{\bullet} \longrightarrow ROOR$$

$$ROO^{\bullet} + ROO^{\bullet} \longrightarrow ROOR + O_2$$

เมื่อถึงระยะสิ้นสุดแล้วจะมีสารประกอบไฮโดรเปอร์ออกไซด์สะสมในระบบจำนวนมาก โดยปกติสารประกอบไฮโดรเปอร์ออกไซด์ไม่มีกลิ่นเฉพาะตัว แต่สารประกอบนี้สามารถสลายตัวและทำปฏิกิริยาต่อไปได้เป็นสารประกอบอินทรีย์ต่างๆ ซึ่งมีกลิ่นไม่พึงประสงค์ อัตราการเกิดออกซิเดชั่นซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเองจะเร็วหรือช้าขึ้นกับปัจจัยต่างๆได้แก่ชนิดของกรดไขมัน แสง อุณหภูมิ ออกซิเจน โลหะ และเอนไซม์ โดยอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด

4.2 บทบาทของไขมันในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น

แม้ไขมันในสัตว์จะค่อนข้างอิ่มตัว แต่ก็พบกรดไขมันไม่อิ่มตัวในปริมาณพอเพียงในฟอสโฟลิปิดที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมัน (Lillard, 1987) จากการวิเคราะห์พบว่าไตรกลีเซอไรน์ส่วนใหญ่ประกอบด้วย กรดไขมันที่มีคาร์บอน 14-16 ตัว ซึ่งมีทั้งกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่ 1-2 พันธะ (Igene, et al., 1981 ; Wilson, et al., 1976) ขณะที่ฟอสโฟลิปิดมีไขมันพวก C_{20} และ C_{22} และมีความไม่อิ่มตัวมากกว่าไตรกลีเซอไรด์ (Igene, et al., 1981) กรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของฟอสโฟลิปิดและกลีเซอไรด์ในเนื้อสัตว์ชนิดต่างๆ แสดงดังตารางที่ 7 ซึ่งจะเห็นว่าฟอสโฟลิปิดมีกรดไขมันที่มีความไม่อิ่มตัวสูง (Polyunsaturated fatty acid, PUFAS) ถึง 11, 7 และ 4 เท่าของไตรกลีเซอไรด์ในเนื้อวัว เนื้อแกะ และเนื้อหมู ตามลำดับ ดังนั้นฟอสโฟลิปิดที่เป็นองค์ประกอบในเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ จึงมีส่วนในการเกิดปฏิกิริยา

ตารางที่ 7 กรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในฟอสโฟลิปิดและไตรกลีเซอไรด์ในกล้ามเนื้อชนิดต่างๆ

ชนิดของกล้ามเนื้อ	สัดส่วนของกรดไขมัน (ร้อยละ)			
	ชนิดของไขมัน	กรดไขมัน[1]	กรดไขมัน[2]	กรดไขมัน[3]
อกไก่	ไตรกลีเซอไรด์	33.6	42.7	25.6
	ฟอสโฟลิปิด	35.3	21.1	41.4
ขาไก่	ไตรกลีเซอไรด์	33.0	42.3	24.8
	ฟอสโฟลิปิด	39.1	16.4	43.5
เนื้อวัว	ไตรกลีเซอไรด์	47.5	49.0	3.5
	ฟอสโฟลิปิด	35.6	19.9	44.4
เนื้อหมู	ไตรกลีเซอไรด์	39.2	51.6	9.2
	ฟอสโฟลิปิด	38.6	27.2	34.2
เนื้อแกะ	ไตรกลีเซอไรด์	44.6	50.5	5.2
	ฟอสโฟลิปิด	42.2	24.5	33.3

[1] = กรดไขมันอิ่มตัว

[2] = กรดไขมันที่มีพันธะคู่ 1 พันธะ

[3] = กรดไขมันที่มีพันธะคู่หลายพันธะ

ที่มา : Lillard (1987)

083 - 5334760 ≈ 20

ออกซิเดชั่นของไขมันในระหว่างการลดขนาด การให้ความร้อน หรือขั้นตอนใดๆที่จะเกิดการทำลายเนื้อเยื่อ (Lillard, 1987)

Sato และคณะ (1973) กล่าวว่า พันธะคู่ที่เพิ่มขึ้นในกรดไขมันจะเพิ่มอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นเป็น 2 เท่า กล่าวคือกรดลิโนเลนิก (18:3) ออกซิไดซ์ได้เร็วกว่ากรดลิโนเลอิก (18:2) 2 เท่า และกรดอะราคิโดนิก (18:4) จะเกิดออกซิไดซ์ได้เร็วเป็น 2 เท่าของกรดลิโนเลนิก (18:3) นั่นคือยิ่งกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันก็มากขึ้น

Pikul และคณะ (1984) ได้ศึกษาผลของฟอสโฟลิปิด ไตรกลีเซอไรด์ และเอสเทอร์ของคลอเรสเตอรอลต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมัน โดยใช้การวัดการเกิดมาลอนอัลดีไฮด์ (Malonaldehyde) ในไขมันที่สกัดจากเนื้อไก่ พบว่า ร้อยละ 90 ของมาลอนอัลดีไฮด์ที่วัดได้มาจากฟอสโฟลิปิดทั้งในเนื้อไก่ส่วนอกและขา และยังมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าฟอสโฟลิปิดมีบทบาทสำคัญต่อการเกิดการหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อวัว เนื้อหมู เนื้อแกะ และอาหารทะเลปรุงสุก ขณะที่ไตรกลีเซอไรด์มีผลเพียงเล็กน้อย (Igene, et al., 1980; Khayat and Schwall, 1983; Love and Pearson, 1971; Melton, 1983; Younathan and Watts, 1960)

4.3 วิธีการวัดและตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่เกิดกลิ่นออกซิไดซ์

1. การประเมินผลทางประสาทสัมผัส

วิธีนี้นับว่าเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดที่ใช้ในการตรวจสอบการเกิดกลิ่นออกซิไดซ์อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของไขมันที่ผิดปกติไปจากกลิ่นรสธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ โดยอาศัยผู้ทดสอบที่มีความชำนาญประเมินกลิ่นรส ซึ่งการประเมินผลโดยใช้วิธีนี้ มีข้อเสียคือความแตกต่างในตัวผู้ทดสอบที่อาจก่อให้เกิดความแปรปรวนในขั้นประเมินผล (ปนัดดา เจริญกิจ, 2536)

2. การวัดค่ากรดไทโอบาบิทูริค (2- Thiobarbituric acid number) (TBA number)

เป็นวิธีการทางเคมีที่นิยมใช้มากที่สุด ในการวัดการเหม็นหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมัน (Melton, 1983) โดยพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าทีบีเอ อาศัยหลักการที่กรดไทโอบาบิทูริคทำปฏิกิริยากับมาลอนอัลดีไฮด์ ซึ่งเป็นสารที่เกิดจากการออกซิเดชั่นของไขมัน ผลจากการทำปฏิกิริยากันจะได้สารสีแดง (Red chromogen) ซึ่งสามารถวัดปริมาณได้โดยใช้สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) แต่อย่างไรก็ตามอาจจะมีอัลดีไฮด์บางชนิดที่

สามารถทำปฏิกิริยากับกรดไทโอบาบิทูริกได้เป็นสารสีแดง และการออกซิไดซ์โปรตีนหรือสารประกอบอื่นๆในอาหารสามารถเกิดสารที่มีสีได้ ทำให้ผลการวิเคราะห์คลาดเคลื่อนจากค่าจริง จึงมีการป้องกันผลจากสารชนิดอื่นโดยทำการสกัดเม็ดสีในอาหารก่อน หรือต้มกลั่นตัวอย่าง และใช้ส่วนที่กลั่นได้ทำปฏิกิริยากับสารที่จะทดสอบ (Allen, 1983)

วัตถุประสงค์

1. พัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะโดยเสริมด้วยโปรตีนจากเนื้อวัว หรือถั่วเหลือง และไขมันหมู หรือเนยขาว
2. ศึกษาคุณภาพทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะ ที่ผลิตจากข้อ 1.
3. ศึกษาทัศนคติของผู้บริโภคชาวไทยมุสลิม และชาวไทยพุทธต่อเนื้อแพะและผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะ

ขอบเขตการวิจัย

1. การผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะ โดยการเสริมด้วยโปรตีนถั่วเหลือง เนื้อวัว ไขมันหมู และเนยขาว โดยใช้ไขมันหมู หรือเนยขาวในระดับร้อยละ 30 จากนั้นทำการศึกษาปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองที่เติมลงในสูตรผสมร้อยละ 0, 3, 6, 9, 12, 15 และ 20 และเนื้อวัวร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30
2. ศึกษาคุณสมบัติของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตจากข้อ 1. โดยการวิเคราะห์ค่าทางเคมี กายภาพ และประเมินผลทางประสาทสัมผัส
3. ศึกษาทัศนคติของผู้บริโภคชาวไทยพุทธ และชาวไทยมุสลิมที่มีต่อเนื้อแพะและผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะซึ่งคัดเลือกได้จากข้อ 1. โดยการออกแบบสอบถาม และประเมินการยอมรับของผู้บริโภค

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

วัสดุ

1. เนื้อแพะ ได้จากแพะพันธุ์ลูกผสมแองโกลนูเบียน อายุไม่เกิน 1 ปี ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา โดยใช้เนื้อแดงของเนื้อแพะจากทุกๆส่วนรวมกันแยกไขมันและผังผืดออก

2. เนื้อวัว จากตลาดสด อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา โดยใช้เนื้อวัวส่วนสะโพกมีสีแดงสด แยกไขมันและผังผืดออก

3. โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น (soy protein concentrate หรือ SPC) เครื่องหมายการค้าโซเย็กซ์ (Soyex) บริษัท เนสท์เล่ (ประเทศไทย) จำกัด

4. ไขมันหมู จากตลาดสด อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา โดยใช้มันแข็ง แยกเนื้อแดงและผังผืดออก

5. เนยขาว เครื่องหมายการค้า ซิลเวอร์ คลาวด์ บริษัท ลีเวอร์บราเธอร์ (ประเทศไทย) จำกัด

6. เครื่องเทศและเครื่องปรุงรสที่ใช้ในกระบวนการผลิต
   - โซเดียมไนไตรต์
   - แอสคอร์เบท
   - เกลือโซเดียมคลอไรด์
   - น้ำตาลทรายขาว
   - พริกไทยดำป่น
   - พริกไทยขาวป่น
   - ลูกผักชีป่น
   - กระเทียมโขลกละเอียด
   - ข่าโขลกละเอียด

7. ไส้แกะ สำหรับบรรจุ

8. ด้ายดิบ สำหรับมัดไส้กรอก

9. ถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรพีลีน (polypropylene) สำหรับใส่ไส้กรอกที่ผลิตได้

10. น้ำมันปาล์ม เครื่องหมายการค้า พีพีโอ บริษัทน้ำมันพืชบริสุทธิ์ จำกัด สำหรับทอดไส้กรอกเพื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

11. วัสดุ และเคมีภัณฑ์สำหรับการวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

- ปริมาณโปรตีน
- ปริมาณไขมัน
- ปริมาณความชื้น
- ปริมาณเกลือ
- ค่าพีเอช
- ปริมาณกรดไทโอบาบิทูริก

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการเตรียมวัตถุดิบ

- เครื่องบดเนื้อ (meat grinder) รุ่น E222 จากบริษัท Berkel Incorporated,Laporte, Indiana, USA.

2. อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิต

- เครื่องนวดผสม (mixer) รุ่น EC20 จากบริษัท Crypto Peerless จำกัด ใช้หัวใบพายในการนวดผสมที่ความเร็วระดับ 2
- เครื่องบรรจุไส้กรอก (stuffer) แบบลูกปืน (piston) โดยใช้มือหมุน

3. อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทำความเย็น

- ห้องเย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสรุ่น FORDA 329 จากบริษัทพัฒน์กลการ จำกัด ประเทศไทย
- ห้องแช่เยือกแข็งอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ชนิดลมเป่า รุ่น pk 64 จากบริษัทพัฒน์กลการ จำกัด ประเทศไทย

4. อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- เครื่องวัดพีเอชรุ่น HM-7E จากบริษัท tokyo TOA Electric จำกัด
- ชุดวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

- ชุดวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน
- ชุดวิเคราะห์ปริมาณไขมัน
- ชุดวิเคราะห์ปริมาณเกลือ
- ชุดวิเคราะห์ปริมาณกรดไทโอบาบิทูริก

5. อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส
   - จาน และถาดสำหรับใส่ไส้กรอก
   - กะทะ และตะหลิวสำหรับทอดไส้กรอก
   - เตาแก๊ส
   - นาฬิกาจับเวลา
   - เครื่องวัดอุณหภูมิที่แสดงค่าเป็นตัวเลข
   - กะชอน สำหรับใส่ไส้กรอกที่ทอดสุกแล้วให้สะเด็ดน้ำมัน
   - เตาทอดไฟฟ้าชนิดควบคุมอุณหภูมิได้ ยี่ห้อ Roller Grill

วิธีการ

1. การเตรียมและการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของวัตถุดิบ

เก็บตัวอย่างเนื้อแพะ เนื้อวัว และโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น จำนวน 2 ชุดแต่ละชุดทำการทดลอง 2 ซ้ำ

1.1 การเตรียมวัตถุดิบ

- เนื้อแพะ ล้างให้สะอาด ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ แยกไขมันและผังผืดออก เก็บในห้องแช่เยือกแข็งอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เมื่อจะใช้ สุ่มตัวอย่างในปริมาณที่ต้องการละลายน้ำแข็ง (thaw) ในห้องเย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส บดด้วยเครื่องบดเนื้อที่มีรูบดขนาด 6 มิลลิเมตร

- เนื้อวัว ล้างให้สะอาด ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ แยกไขมันและผังผืดออก บดด้วยเครื่องบดเนื้อที่มีรูบดขนาด 6 มิลลิเมตร

- โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น ผ่านการแช่น้ำเดือดปริมาณสามเท่าตัว นาน 15นาที ผลิตภัณฑ์จะดูดซึมน้ำเต็มที่ รินน้ำที่เหลือจากการดูดซึมทิ้ง ล้างผ่านด้วยน้ำเย็นแล้วบีบน้ำทิ้ง

1.2. การวิเคราะห์คุณภาพของวัตถุดิบ

- ปริมาณโปรตีน โดยวิธี เจลดาล (Kjeldahl) (A.O.A.C., 1990)

- ปริมาณไขมัน โดยวิธี แบ็บค็อค (Babcock) (A.O.A.C., 1990) สำหรับเนื้อแพะและเนื้อวัว ส่วนโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นใช้วิธี ซอคเลต (A.O.A.C., 1990)

- ปริมาณความชื้น โดยวิธีอบในตู้ไฟฟ้า (A.O.A.C., 1990)

- ค่าพีเอช โดยใช้ พีเอช มิเตอร์ รุ่น HM-7E

2. กรรมวิธีการผลิตไส้กรอกบดเนื้อแพะ

2.1 สูตรผสมเครื่องเทศ-เครื่องปรุงรส

	ร้อยละ
เกลือ	1.750
โซเดียมไนไตรต์	0.013
แอสคอร์เบท	0.012
น้ำตาลทรายขาว	1.000
พริกไทยดำป่น	0.079
พริกไทยขาวป่น	0.079
ลูกผักชีป่น	0.058
กระเทียมโขลกละเอียด	0.110
ข่าโขลกละเอียด	0.13

2.2 วิธีการผลิต

ผสมเนื้อแพะ, โปรตีนเสริม ในปริมาณที่ศึกษา (คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักเนื้อแพะ), ไขมันร้อยละ 30, น้ำเย็นร้อยละ 10 (ทั้งไขมันและน้ำเย็นคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักเนื้อแพะรวมกับน้ำหนักโปรตีนเสริม) และเครื่องเทศ-เครื่องปรุงรส (คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักเนื้อแพะ + โปรตีนเสริม + ไขมัน + น้ำเย็น) (ตารางที่ 8 และ ตารางที่ 9) ทำการผสมในเครื่องนวดผสมประมาณ 15-20 นาที จนเป็นเนื้อเดียวกัน บรรจุในไส้แกะ มัดด้วยด้ายดิบยาวท่อนละประมาณ 2 นิ้ว บรรจุถุงพลาสติกและเก็บในห้องเย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน ขั้นตอนการผลิตไส้กรอกบดเนื้อแพะ แสดงดังภาพที่ 1

3. ศึกษาปริมาณโปรตีนเสริมที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกบดเนื้อแพะดังนี้

3.1 ชนิดของไขมัน 2 ชนิด คือ ไขมันหมู และเนยขาว โดยใช้ร้อยละ 30 ของน้ำหนักเนื้อแพะรวมกับน้ำหนักโปรตีนเสริม

3.2 ปริมาณและชนิดของโปรตีนเสริม ได้แก่

- โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น ปริมาณ 7 ระดับ คือร้อยละ 0 , 3 , 6 , 9 , 12, 15 และ 20

- เนื้อวัว ปริมาณ 7 ระดับ คือร้อยละ 0 , 5 , 10 , 15 , 20 , 25 และ 30

จัดชุดการทดลองกลุ่มของโปรตีนเสริมกลุ่มละ 14 ชุดการทดลองและทำการทดลอง 2 ซ้ำ

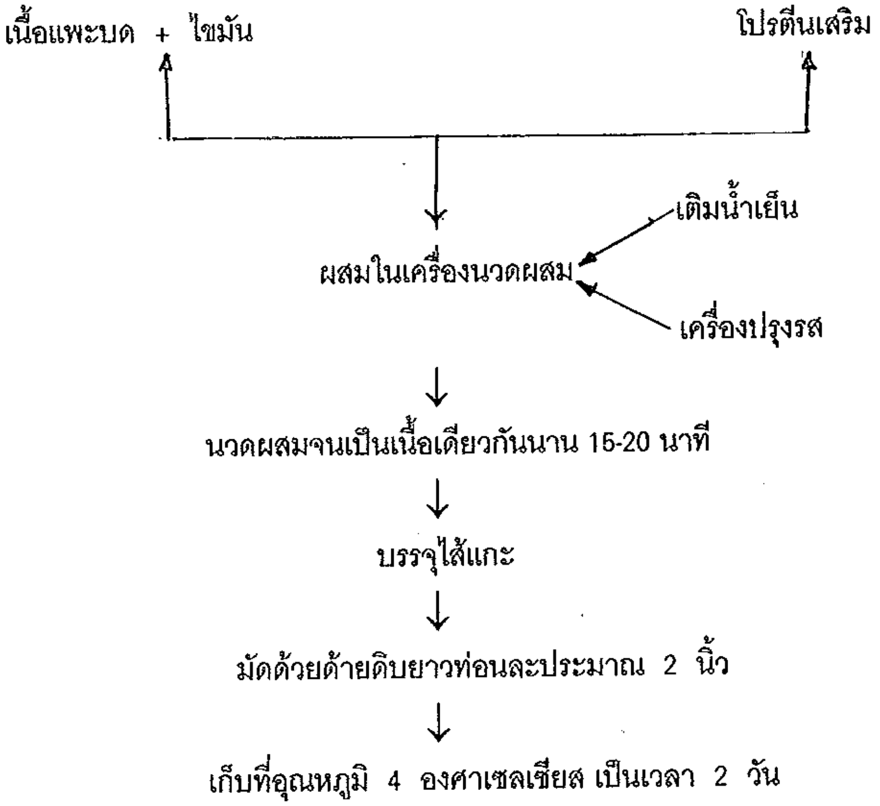
ทำการผลิตไส้กรอกบดตามกรรมวิธีการผลิต ดังข้อ 2. และ ภาพที่ 1.

ประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

- ทำการประเมิน 10 คุณลักษณะ ได้แก่ ความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ ความมัน ความหยาบ กลิ่นแพะ กลิ่นหญ้า กลิ่นเครื่องปรุง กลิ่นออกซิไดซ์ กลิ่นเนื้อวัว (กลิ่นถั่ว) และการยอมรับรวม หลังจากเก็บผลิตภัณฑ์ไว้เป็นเวลา 2 วัน

- ประเมินกลิ่นออกซิไดซ์ทุกวัน จากวันที่ 0 - วันที่ 7

ใช้ผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกหัดจำนวน 8 คน ด้วยวิธีพรรณาคุณลักษณะเชิงปริมาณ (Quantitative Descriptive Analysis , QDA) (Stone, et al., 1974) วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design , RCB) เตรียมตัวอย่างโดยนำไส้กรอกที่ผลิตได้ ออกจากห้องเย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ปล่อยให้นิ่มตัวที่อุณหภูมิห้องนานประมาณ 10-15 นาที จากนั้นตัดไส้กรอกเป็นสายๆละ 10-12 ท่อน ใส่น้ำมันประมาณ 300 ซีซี. ลงในกะทะใช้ไฟปานกลางค่อนข้างแรงเมื่ออุณหภูมิน้ำมันขึ้นถึง 140 องศเซลเซียส ทอดไส้กรอก อุณหภูมิของน้ำมันขณะทอดไส้กรอกจะคงอยู่ประมาณ 160-165 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 1.5 นาที พร้อมกับวัดอุณหภูมิไส้กรอกได้ประมาณ 70-75 องศาเซลเซียส ตักใส่กะชอนให้สะเด็ดน้ำมัน ตัดเป็นท่อนๆจัดใส่ถาด ให้ผู้ประเมินชิมตัวอย่างโดยตรง และกลั้วปากด้วยน้ำชาอุ่นระหว่างตัวอย่าง ให้คะแนนโดยทำเครื่องหมายในแบบประเมินคุณภาพ (ภาคผนวก ข1.)



รูปที่ 1. การผลิตไส้กรอกบดเนื้อแพะ

ที่มา ดัดแปลงจากกรมปศุสัตว์ (2535)

ตารางที่ 8 สูตรผสมของไส้กรอกบดเนื้อแพะเสริมโปรตีนถั่วเหลืองระดับต่างๆ

วัตถุดิบ/ส่วนผสม	ระดับโปรตีนถั่วเหลือง (ร้อยละ)						
	0	3	6	9	12	15	20
เนื้อแพะ (กิโลกรัม)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
โปรตีนถั่วเหลือง (กิโลกรัม)	-	0.06	0.12	0.18	0.24	0.30	0.40
ไขมันหมูหรือเนยขาว (กิโลกรัม)	0.60	0.62	0.64	0.65	0.67	0.69	0.72
น้ำเย็น (กิโลกรัม)	0.20	0.21	0.21	0.22	0.22	0.23	0.24
น้ำหนักรวม (กิโลกรัม)	2.80	2.89	2.97	3.05	3.13	3.22	3.36
เกลือ (กรัม)	49.00	50.58	51.98	53.38	54.78	56.35	58.80
โซเดียมไนไตรต์ (กรัม)	0.36	0.38	0.39	0.40	0.41	0.42	0.44
แอสคอร์เบท (กรัม)	1.18	1.21	1.25	1.28	1.31	1.35	1.41
น้ำตาล (กรัม)	28.00	28.90	29.70	30.50	31.30	32.20	33.60
พริกไทยดำป่น (กรัม)	2.21	2.28	2.35	2.41	2.47	2.54	2.65
พริกไทยขาวป่น (กรัม)	2.21	2.28	2.35	2.41	2.47	2.54	2.65
ลูกผักชีป่น (กรัม)	1.62	1.68	1.72	1.77	1.82	1.87	1.95
กระเทียมโขลกละเอียด (กรัม)	3.08	3.18	3.27	3.36	3.44	3.54	3.69
ข่าโขลกละเอียด (กรัม)	3.64	3.76	3.86	3.97	4.07	4.19	4.37

ตารางที่ 9 สูตรผสมของไส้กรอกบดเนื้อแพะเสริมเนื้อวัวระดับต่างๆ

วัตถุดิบ/ส่วนผสม	ระดับเนื้อวัว (ร้อยละ)						
	0	5	10	15	20	25	30
เนื้อแพะ (กิโลกรัม)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
เนื้อวัว (กิโลกรัม)	-	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60
ไขมันหมูหรือเนยขาว (กิโลกรัม)	0.60	0.63	0.66	0.69	0.72	0.75	0.78
น้ำเย็น (กิโลกรัม)	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26
น้ำหนักรวม (กิโลกรัม)	2.80	2.94	3.08	3.22	3.36	3.50	3.64
เกลือ (กรัม)	49.00	51.45	53.90	56.35	58.80	61.25	63.70
โซเดียมไนไตรต์ (กรัม)	0.36	0.38	0.40	0.42	0.44	0.46	0.47
แอสคอร์เบท (กรัม)	1.18	1.23	1.29	1.35	1.41	1.47	1.53
น้ำตาล (กรัม)	29.00	29.40	30.80	32.20	33.60	35.00	36.40
พริกไทยดำป่น (กรัม)	2.21	2.32	2.43	2.54	2.65	2.77	2.88
พริกไทยขาวป่น (กรัม	2.21	2.32	2.43	2.54	2.65	2.77	2.88
ลูกผักชีป่น (กรัม)	1.62	1.71	1.79	1.87	1.95	2.03	2.11
กระเทียมโขลกละเอียด(กรัม)	3.08	3.23	3.39	3.54	3.69	3.85	4.00
ข่าโขลกละเอียด (กรัม)	3.64	3.82	4.00	4.19	4.37	4.55	4.73

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

ก. วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์หลังจากเก็บไว้ในห้องเย็นหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน ได้แก่

- ปริมาณโปรตีน โดยวิธี เจลดาล (Kjeldahl) (A.O.A.C., 1990)
- ปริมาณไขมัน โดยวิธี แบ็บค็อค (Babcock) (A.O.A.C., 1990)
- ปริมาณความชื้น โดยวิธีอบในตู้ไฟฟ้า (Oven method) (A.O.A.C., 1990)
- ปริมาณเกลือ โดยวิธี โวลูเมตริก โวลฮาร์ด (VolumetricVolhard)(Pearson and Tauber , 1984)
- ค่าพีเอช โดยใช้ พีเอช มิเตอร์ รุ่น HM-7E

ข. วิเคราะห์ปริมาณกรดไทโอบาบิทูริก (TBA) (Tarlaegis, et al., 1960) เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในห้องเย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทุกวันจากวันที่ 0 - วันที่ 7

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Varience) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองโดยวิธี DMRT (Duncan ' s Multiple Range Test) (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2531) เพื่อคัดเลือกปริมาณโปรตีนเสริมที่เหมาะสมจากแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุดการทดลองเพื่อใช้ในการประเมินทัศนคติของผู้บริโภค (Consumer Attitude Test) ชาวไทยพุทธและชาวไทยมุสลิมต่อไป

4. ศึกษาทัศนคติของผู้บริโภคชาวไทยพุทธ และชาวไทยมุสลิมต่อเนื้อแพะและผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะ

4.1 ทำการผลิตไส้กรอกบดเนื้อแพะ ตามข้อ 2. และ ภาพที่ 1.

- ผลิตไส้กรอกสำหรับชาวไทยพุทธโดยใช้เนยขาว หรือ ไขมันหมู และเสริมโปรตีนถั่วเหลือง หรือเนื้อวัว ในปริมาณซึ่งคัดเลือกได้จากข้อ 2.
- ผลิตไส้กรอกสำหรับชาวไทยมุสลิมโดยใช้เนยขาว และเสริมโปรตีนถั่วเหลืองหรือเนื้อวัว ในปริมาณซึ่งคัดเลือกได้จากข้อ 2.

4.2 สอบถามทัศนคติด้วยแบบสอบถาม (ภาคผนวก ข2.) และประเมินการยอมรับของผู้บริโภคชาวไทยพุทธและชาวไทยมุสลิม กลุ่มละ 60 คน โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่มย่อย คือ

- นักเรียน - นักศึกษา 20 คน
- ข้าราชการ 20 คน

- ชาวบ้านทั่วไป 20 คน

ประเมินผลทางประสาทสัมผัส 3 คุณลักษณะ ได้แก่ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และความชอบรวม ด้วยวิธี Facial Hedonic Scale (Larmond, 1977) วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ เตรียมตัวอย่างโดยทอดไส้กรอกในเตาทอดไฟฟ้า ควบคุมอุณหภูมิภายในไส้กรอกให้ได้ประมาณ 70-75 องศาเซลเซียส ให้ผู้ประเมินชิมตัวอย่างโดยตรง และกลั้วปากด้วยน้ำชาร้อนระหว่างตัวอย่าง ให้คะแนนโดยทำเครื่องหมายในแบบประเมินคุณภาพ (ภาคผนวก ข3.)

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ทางสถิติโดยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองโดยวิธี DMRT

บทที่ 3

ผลและวิจารณ์

1. คุณสมบัติของวัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ผลิตไส้กรอกบด ได้แก่ เนื้อแพะ เนื้อวัว โปรตีนถั่วเหลือง โดยวัตถุดิบดังกล่าวมีองค์ประกอบทางเคมี แสดงในตารางที่ 10 พบว่าเนื้อแพะมีปริมาณความชื้นร้อยละ 75.87 ใกล้เคียงกับปริมาณความชื้นในเนื้อแพะที่รายงานโดย Esguerra (1972) และ Babiker และคณะ (1990) คือมีปริมาณความชื้นร้อยละ 75.54 และ 75.04 ตามลำดับ แต่ต่ำกว่าปริมาณความชื้นในเนื้อแพะที่รายงานโดย Arganosa และคณะ (1975) คือมีปริมาณความชื้นร้อยละ 77.68 สำหรับเนื้อวัวส่วนสะโพกที่ใช้ทดลองมีปริมาณความชื้นร้อยละ 77.50 มากกว่าปริมาณความชื้นในเนื้อวัวส่วนสะโพกที่ผ่านการตัดแต่งไขมันและพังผืดออก ซึ่งรายงานโดย Clarke และคณะ (1988) คือมีปริมาณความชื้นร้อยละ 73.90 ส่วนโปรตีนถั่วเหลือง (หลังการแช่น้ำแล้วบีบน้ำทิ้ง) มีปริมาณความชื้นร้อยละ 52.46

เนื้อแพะมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 21.01 ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณโปรตีนในเนื้อแพะของประเทศอินเดีย มาเลเซีย และฟิลิปปินส์ ที่รายงานโดย วินัย ประลมพ์กาญจน์ (2528) คือมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 20.60-22.30 แต่มากกว่าปริมาณโปรตีนในเนื้อแพะที่รายงานโดย Esguerra (1972); Arganosa และคณะ (1975) และ Babiker และคณะ (1990) คือมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 19.34, 17.80 และ 20.80 ตามลำดับ สำหรับเนื้อวัวส่วนสะโพกที่ใช้ทดลองมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 21.23 ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณโปรตีนในเนื้อวัวส่วนสะโพกที่ผ่านการตัดแต่งไขมันและพังผืดออก ซึ่งรายงานโดย Clarke และคณะ (1988) คือมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 21.00 และเนื้อวัวจากหลายๆส่วนของกล้ามเนื้อที่ผ่านการตัดแต่งไขมันและพังผืดออกซึ่งรายงานโดย. Trout และ Schmidt (1984) คือมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 21.30 ส่วนโปรตีนถั่วเหลือง (หลังการแช่น้ำแล้วบีบน้ำทิ้ง) มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 13.72

เนื้อแพะมีปริมาณไขมันร้อยละ 1.50 ทั้งนี้มีปริมาณต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณไขมันของเนื้อแพะในประเทศ อินเดีย และมาเลเซีย ซึ่งรายงานโดย วินัย ประลมพ์กาญจน์ (2528) คือ มีปริมาณไขมันร้อยละ 2.60 และ 2.20 ตามลำดับ และปริมาณไขมันของเนื้อแพะส่วนสันนอก (Longissimus dorsi) และส่วนพับนอก (Biceps femoris) คือ มีปริมาณไขมัน

ตารางที่ 10 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อแพะ เนื้อวัว และโปรตีนถั่วเหลือง

วัตถุดิบ	องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)			
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	พีเอช
เนื้อแพะ	75.87	21.01	1.60	6.30
เนื้อวัว	77.50	21.23	2.00	5.40
โปรตีนถั่วเหลือง (หลังการแช่น้ำแล้วบีบน้ำทิ้ง)	52.46	13.72	0.10	6.10

ร้อยละ 2.27 และ 2.03 ตามลำดับ (Park, et al., 1991) และปริมาณไขมันของเนื้อแพะซึ่งรายงานโดย Babiker และคณะ (1990) คือมีปริมาณร้อยละ 2.80 สำหรับเนื้อวัวส่วนสะโพกที่ใช้ทดลองมีปริมาณไขมันร้อยละ 2.00 ทั้งนี้มีปริมาณต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อวัวส่วนสะโพกที่ผ่านการตัดแต่งไขมันและผังผืดออก ซึ่งรายงานโดย Clarke และคณะ (1988) คือมีปริมาณไขมันร้อยละ 2.50 และเนื้อวัวจากหลายๆส่วนของกล้ามเนื้อที่ผ่านการตัดแต่งไขมันและผังผืดออก ซึ่งมีปริมาณไขมันร้อยละ 5.00 (Trout and Schmidt, 1984) และเนื้อแดงทั่วไปซึ่งมีไขมันอยู่ร้อยละ 9.00 ส่วนโปรตีนถั่วเหลือง (หลังการแช่น้ำแล้วบีบน้ำทิ้ง) มีปริมาณไขมันร้อยละ 0.10

เนื้อแพะมีค่าพีเอช 6.30 มากกว่าค่าพีเอชของเนื้อแพะซึ่งรายงานโดย Esguerra (1972) คือมีค่าพีเอช 6.11 และค่าพีเอชของเนื้อแพะซึ่งรายงานโดย Arganosa และคณะ (1975) คือมีค่าพีเอช 6.03 สำหรับเนื้อวัวส่วนสะโพกที่ใช้ทดลองมีค่าพีเอช 5.40 ซึ่งใกล้เคียงกับค่าพีเอชของเนื้อวัวจากหลายๆส่วนของกล้ามเนื้อที่ผ่านการตัดแต่งไขมันและผังผืดออกซึ่งมีค่าพีเอช 5.60 (Trout and Schmidt, 1984) ส่วนโปรตีนถั่วเหลือง (หลังการแช่น้ำแล้วบีบน้ำทิ้ง) มีค่าพีเอช 6.10

2. การศึกษาปริมาณโปรตีนเสริมที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกบดเนื้อแพะ

ผลิตไส้กรอกบดโดยการใช้ไขมันหมู หรือเนยขาว ร้อยละ 30 เสริมด้วยโปรตีนถั่วเหลือง ร้อยละ 0, 3, 6, 9, 12, 15 และ 20 หรือเนื้อวัว ร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 เก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในห้องเย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส. เป็นเวลา 2 วัน วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและประเมินผลทางประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลองดังนี้

2.1 การใช้ไขมันหมูหรือเนยขาว เสริมด้วยโปรตีนถั่วเหลือง

2.1.1 องค์ประกอบทางเคมี ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกบดแสดงดังตารางที่ 11

2.1.1.1 ปริมาณความชื้น

ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของไส้กรอกบดที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาว เสริมโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 0-20 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองในสูตรส่วนผสม ทำให้ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง โดยปริมาณความชื้นเฉลี่ยของไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูอยู่ในช่วงร้อยละ 59.41-65.72 จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค1.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกมีปริมาณความชื้นแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญยิ่ง สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 58.61-63.18 จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค2.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกมีปริมาณความชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ Shaner และ Baldwin. (1979) ที่รายงานว่าการเติมโปรตีนถั่วเหลืองแปลงเนื้อสัมผัส หรือโปรตีนจากถั่วเขียวร้อยละ 30 ทำให้ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์เนื้อวัวบดแผ่นลดลง แต่ขัดแย้งกับ ศรีเมือง มาลีหวส (2524) ซึ่งรายงานว่าไส้กรอกเวียนนาที่เติมโปรตีนถั่วเหลืองชนิดเข้มข้นร้อยละ 0, 3, 6, 12, 24, 48 และ 96 (ในรูปของเปียก) มีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามระดับการเสริมโปรตีนถั่วเหลือง และขัดแย้งกับ จิระศักดิ์ วังวิวัฒน์ (2528) ซึ่งรายงานว่าไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ที่เติมโปรตีนเกษตรมีปริมาณความชื้นสูงกว่าไส้กรอกที่ไม่เติมโปรตีนเกษตร ทั้งนี้เนื่องมาจากกรรมวิธีในการผลิตไส้กรอกเวียนนาและแฟรงเฟอร์เตอร์ซึ่งจัดเป็นไส้กรอกอิมัลชั่นมีความแตกต่างกับไส้กรอกบดโดยไส้กรอกอิมัลชั่นเป็นไส้กรอกสุกที่ผ่านการต้มในน้ำร้อน จึงทำให้ไส้กรอกอุ้มน้ำได้มากขึ้นตามปริมาณการเพิ่มโปรตีนถั่วเหลือง ส่วนไส้กรอกบดจัดเป็นไส้กรอกสดและไม่ได้ผ่านการต้มก่อนการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ดังนั้นเมื่อเสริมโปรตีนถั่วเหลืองมากขึ้นจึงทำให้ปริมาณความชื้นมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากโปรตีนถั่วเหลืองที่ใช้ทดลองมีปริมาณความชื้นต่ำกว่าเนื้อแพะมาก และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดของไขมันที่โปรตีนถั่วเหลืองระดับเดียวกัน พบว่า ไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีปริมาณความชื้นสูงกว่าไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาว ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ วีระศักดิ์ สีหบุตร (2538) ที่ได้ทำการศึกษาปริมาณไขมันหมูหรือเนยขาว ที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกอิมัลชั่นและไส้กรอกบดเนื้อแพะ โดยใช้ไขมันหมูหรือเนยขาวร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 พบว่าทั้งไส้กรอกอิมัลชั่นและไส้กรอกบดเนื้อแพะที่เสริมด้วยไขมันหมูมีปริมาณความชื้นเฉลี่ยสูงกว่าไส้กรอกที่เสริมด้วยเนยขาวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากองค์ประกอบของไขมันหมูและเนยขาวแตกต่างกันโดยไขมันหมูจะมีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่สูงกว่าเนยขาว

2.1.1.2 ปริมาณโปรตีน

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนของไส้กรอกบดที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาว เสริมโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 0-20 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองในสูตรส่วนผสม ทำให้ปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้เพราะโปรตีนถั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าเนื้อแพะ โดยพบว่าการเสริมโปรตีนถั่วเหลืองในไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วงร้อยละ 14.38-14.81 จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน

ตารางที่ 11 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมู หรือเนยขาว ร้อยละ 30 เสริมโปรตีนถั่วเหลืองระดับต่างๆ

ตัวอย่างไส้กรอก	องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)				
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เกลือ	พีเอช
ไขมันหมู + SPC 0%	66.72[g]	14.81[a]	15.00[b]	2.17[ab]	5.73[a]
ไขมันหมู + SPC 3%	65.69[g]	14.83[a]	14.50[ab]	2.17[ab]	5.75[a]
ไขมันหมู + SPC 6%	64.57[fg]	14.93[a]	14.25[ab]	2.18[ab]	5.73[a]
ไขมันหมู + SPC 9%	64.04[efg]	14.77[a]	14.13[ab]	2.18[ab]	5.74[a]
ไขมันหมู + SPC 12%	62.55[cde]	14.43[ab]	14.13[ab]	2.18[ab]	5.75[a]
ไขมันหมู + SPC 15%	62.04[cde]	14.44[a]	14.10[ab]	2.18[ab]	5.73[a]
ไขมันหมู + SPC 20%	59.41[ab]	14.38[a]	13.98[a]	2.19[b]	5.75[a]
เนยขาว + SPC 0%	63.18[def]	14.92[a]	16.50[c]	2.17[ab]	5.74[a]
เนยขาว + SPC 3%	63.12[def]	14.76[a]	16.50[c]	2.17[ab]	5.75[a]
เนยขาว + SPC 6%	62.08[cde]	14.41[a]	16.75[c]	2.16[a]	5.78[a]
เนยขาว + SPC 9%	62.51[cde]	14.43[a]	16.63[c]	2.17[ab]	5.76[a]
เนยขาว + SPC 12%	61.42[cd]	14.36[a]	16.38[c]	2.19[b]	5.75[a]
เนยขาว + SPC 15%	60.79[bc]	14.26[a]	16.13[c]	2.18[ab]	5.75[a]
เนยขาว + SPC 20%	58.61[a]	14.15[a]	15.88[c]	2.18[ab]	5.78[a]

[abcdef] : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.01)

(ตารางภาคผนวก ค1) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวมีปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วงร้อยละ 14.15-14.92 จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค2.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ ศรีเมือง มาลีหวล (2524) ได้ทดลองเติมโปรตีนถั่วเหลืองชนิดเข้มข้นในไส้กรอกเวียนนาระดับร้อยละ 0-96 (ในรูปของเปียก) พบว่ามีปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วงร้อยละ 13.29-14.96 และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และสอดคล้องกับ จิระศักดิ์ วังวิวัฒน์ (2528) ที่ได้ทำการทดลองผลิตไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ชนิดที่ไม่เติมโปรตีนเกษตร และชนิดที่เติมโปรตีนเกษตรในปริมาณร้อยละ 0, 6, 12, 18 และ 24 ของน้ำหนักเนื้อสัตว์ พบว่า ปริมาณโปรตีนในไส้กรอกอยู่ในช่วงร้อยละ 14.29-14.79 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดของไขมันที่โปรตีนถั่วเหลืองระดับเดียวกัน พบว่า ไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยสูงกว่าไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาว ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ วีระศักดิ์ สีหนุตร (2538) ที่ได้ทำการศึกษาปริมาณไขมันหมูหรือเนยขาว ที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกอิมัลชั่น และไส้กรอกบดเนื้อแพะ โดยใช้ไขมันหมูหรือเนยขาวร้อยละ 20-40 พบว่าทั้งไส้กรอกอิมัลชั่นและไส้กรอกบดเนื้อแพะที่เสริมด้วยไขมันหมูมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าไส้กรอกที่เสริมด้วยเนยขาวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทั้งนี้อาจเนื่องจากไขมันหมูมีองค์ประกอบของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ขณะที่เนยขาวประกอบด้วยไขมันทั้งหมด จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่เสริมด้วยไขมันหมูมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าที่เสริมด้วยเนยขาว

2.1.1.3 ปริมาณไขมัน

ผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมันของไส้กรอกบดที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาวเสริมโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 0-20 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองในสูตรส่วนผสมทำให้ปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อแพะมีปริมาณไขมันมากกว่าโปรตีนถั่วเหลืองนั่นเอง ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ ศรีเมือง มาลีหวล (2524) รายงานว่าไส้กรอกเวียนนาที่เติมโปรตีนถั่วเหลืองชนิดเข้มข้นร้อยละ 0-96 มีปริมาณไขมันลดลงเรื่อยๆตามระดับการเสริมโปรตีนถั่วเหลือง โดยมีปริมาณไขมันอยู่ในช่วงร้อยละ 16.71-22.36 และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และสอดคล้องกับ จิระศักดิ์ วังวิวัฒน์ (2528) ที่รายงานว่า ไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ที่เติมโปรตีนเกษตรร้อยละ 0-24 มีปริมาณไขมันลดลงเรื่อยๆตามระดับการเสริมโปรตีนเกษตร โดยมีปริมาณไขมันอยู่ใน

ช่วงร้อยละ 20.31-21.40 และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Carlin และคณะ (1978) ที่รายงานว่าการเติมแป้งถั่วเหลืองลงในผลิตภัณฑ์เนื้อวัวบดอบร้อยละ 15-30 ทำให้ปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ลดลงตามระดับการเพิ่มแป้งถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญ จากการทดลองนี้พบว่า ปริมาณไขมันเฉลี่ยของไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูอยู่ในช่วงร้อยละ 13.98-15.00 จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค1) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกมีปริมาณไขมันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวมีปริมาณไขมันอยู่ในช่วงร้อยละ 15.88-16.50 จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค2.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีปริมาณไขมันไม่แตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดของไขมันที่โปรตีนถั่วเหลืองระดับเดียวกันพบว่า ไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีปริมาณไขมันต่ำกว่าไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ วีระศักดิ์ สีหบุตร (2538) รายงานว่าไส้กรอกอิมัลชั่นและไส้กรอกบดที่เสริมด้วยไขมันหมูมีปริมาณไขมันต่ำกว่าไส้กรอกบดที่เสริมด้วยเนยขาว อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เนื่องจากไขมันหมูซึ่งเป็นไขมันจากสัตว์จะมีองค์ประกอบอื่นๆที่ไม่ใช่ไขมันรวมอยู่ด้วย ขณะที่เนยขาวเป็นไขมันจากพืชมีปริมาณไขมันเกือบทั้งหมด

2.1.1.4 ปริมาณเกลือ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณเกลือของไส้กรอกบดที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาว เสริมด้วยโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 0-20 พบว่าปริมาณเกลือค่อนข้างคงที่ เนื่องจากเติมเกลือลงในสูตรส่วนผสมในอัตราที่เท่ากันทุกสูตร โดยจากการทดลองพบว่าปริมาณเกลือเฉลี่ยในไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูอยู่ในช่วงร้อยละ 2.17-2.19 จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค1) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีปริมาณเกลือไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวมีปริมาณเกลืออยู่ในช่วงร้อยละ 2.16-2.19 จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค2.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดของไขมันที่โปรตีนถั่วเหลืองระดับเดียวกันพบว่า ชนิดของไขมันไม่มีผลทำให้ปริมาณเกลือของไส้กรอกบดแตกต่างกันทางสถิติ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ วีระศักดิ์ สีหบุตร (2538) ที่รายงานว่าการเสริมไขมันหมูหรือเนยขาวในสูตรส่วนผสมของไส้กรอกอิมัลชั่นและไส้กรอกบดเนื้อแพะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณเกลือในผลิตภัณฑ์

2.1.1.5 **ค่าพีเอช**

ผลการวิเคราะห์ค่าพีเอชของไส้กรอกบดที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาว เสริมด้วยโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 0-20 พบว่าผลิตภัณฑ์มีค่าพีเอชค่อนข้างคงที่ ค่าพีเอชเฉลี่ยของไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูอยู่ระหว่าง 5.73-5.75 จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค1.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีพีเอชไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวมีพีเอชอยู่ระหว่าง 5.74-5.78 จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค2.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีพีเอชไม่แตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดของไขมันที่โปรตีนถั่วเหลืองระดับเดียวกันพบว่า ชนิดของไขมันไม่มีผลทำให้ค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันทางสถิติ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ วีระศักดิ์ สีหบุตร (2538) ที่รายงานว่าการเสริมไขมันหมูหรือเนยขาวในสูตรส่วนผสมของไส้กรอกอิมัลชั่นและไส้กรอกบดเนื้อแพะ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในผลิตภัณฑ์

2.1.2 **คุณภาพทางประสาทสัมผัส**

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี QDA โดยใช้ผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกหัดจำนวน 8 คน ให้คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส กำหนดช่วงคะแนนน้อยที่สุด 0 คะแนน ถึงมากที่สุด 100 คะแนน ดังแบบประเมินในภาคผนวก ข1. ปรากฏผลคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะเนื้อสัมผัส กลิ่นรส และการยอมรับรวม แสดงผลในตารางที่ 12 และตารางที่ 13

2.1.2.1 **คุณลักษณะเนื้อสัมผัส**

- **คุณลักษณะความนุ่ม** ผลการประเมินความนุ่มของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาวเสริมโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 0-20 ในสูตรส่วนผสม ไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีคะแนนเฉลี่ยความนุ่มอยู่ในช่วง 42.94-48.94 (ตารางที่ 12) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค5.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีความนุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวก็ได้ผลในทำนองเดียวกัน กล่าวคือมีคะแนนเฉลี่ยความนุ่มอยู่ในช่วง 33.44-45.63 (ตารางที่ 13) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค6.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีความนุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งจากรายงานของ Liu และคณะ (1976) พบว่าเมื่อมีส่วนผสมของโปรตีนถั่วเหลืองสกัดในปริมาณร้อยละ 20-25 ทำให้เนื้อวัวบดแผ่นมีความนุ่มลดลง แต่ Kardouche และคณะ (1978) รายงานว่าการใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัดปริมาณร้อยละ 0, 1, 2 และ 3 ผสมในผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 12 คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมู ร้อยละ 30 เสริมโปรตีนถั่วเหลือง ด้วยวิธี QDA เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน

ระดับโปรตีนถั่วเหลือง	คุณลักษณะ									
(ร้อยละ)	ความนุ่ม	ความชุ่มฉ่ำ	ความมัน	ความหยาบ	กลิ่นแพะ	กลิ่นหญ้า	กลิ่นเครื่องปรุง	กลิ่นออกซิไดซ์	กลิ่นถั่วเหลือง	การยอมรับรวม
0	48.06^{a}	38.75^{a}	37.06^{a}	42.69^{a}	25.81^{a}	7.13^{a}	33.88^{a}	34.19^{a}	0.00^{a}	64.06^{b}
3	44.00^{a}	40.75^{a}	34.88^{a}	44.81^{a}	24.38^{a}	8.13^{a}	32.31^{a}	26.94^{a}	22.25^{b}	63.56^{b}
6	42.94^{a}	38.88^{a}	37.13^{a}	45.88^{a}	23.13^{a}	9.00^{a}	32.31^{a}	30.94^{a}	22.50^{b}	59.88^{ab}
9	48.31^{a}	44.38^{a}	34.88^{a}	46.88^{a}	23.13^{a}	9.06^{a}	33.69^{a}	27.81^{a}	22.38^{b}	59.75^{ab}
12	48.94^{a}	42.19^{a}	35.76^{a}	48.19^{a}	23.06^{a}	9.50^{a}	31.44^{a}	30.63^{a}	35.69^{cd}	51.32^{a}
15	46.88^{a}	44.24^{a}	33.38^{a}	49.56^{a}	21.94^{a}	8.83^{a}	34.38^{a}	36.50^{a}	37.13^{cd}	51.56^{a}
20	47.88^{a}	47.75^{a}	35.13^{a}	50.56^{a}	17.69^{a}	7.13^{a}	37.31^{a}	39.50^{a}	45.25^{d}	50.81^{a}

^{abcd} : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.01$)

ตารางที่ 13 คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้เนยขาว ร้อยละ 30 เสริมโปรตีนถั่วเหลือง ด้วยวิธี QDA เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน

ระดับโปรตีนถั่วเหลือง (ร้อยละ)	คุณลักษณะ									
	ความนุ่ม	ความชุ่มฉ่ำ	ความมัน	ความหยาบ	กลิ่นแพะ	กลิ่นหญ้า	กลิ่นเครื่องปรุง	กลิ่นออกซิไดซ์	กลิ่นถั่วเหลือง	การยอมรับรวม
0	26.13^{a}	36.25^{a}	39.56^{a}	27.63^{a}	28.94^{a}	9.00^{a}	38.19^{a}	16.81^{a}	0.00^{a}	63.88^{b}
3	42.75^{a}	40.31^{a}	40.06^{a}	33.13^{ab}	28.88^{a}	10.25^{a}	37.00^{a}	22.50^{a}	26.13^{b}	49.00^{a}
6	40.38^{a}	36.75^{a}	33.13^{a}	36.50^{abc}	24.06^{a}	7.31^{a}	29.48^{a}	17.75^{a}	35.50^{bc}	48.50^{a}
9	42.13^{a}	33.06^{a}	40.25^{a}	41.50^{bc}	21.25^{a}	7.68^{a}	39.88^{a}	17.81^{a}	36.19^{bc}	47.63^{a}
12	45.63^{a}	30.31^{a}	36.56^{a}	43.00^{bc}	21.06^{a}	7.88^{a}	32.50^{a}	17.94^{a}	44.00^{c}	45.63^{a}
15	33.44^{a}	40.13^{a}	38.75^{a}	43.38^{bc}	20.94^{a}	7.88^{a}	29.81^{a}	18.06^{a}	44.19^{c}	45.38^{a}
20	38.25^{a}	39.63^{a}	37.13^{a}	43.94^{c}	16.81^{a}	8.31^{a}	30.88^{a}	18.38^{a}	46.56^{c}	39.56^{a}

^{abc} : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.01)

ไส้กรอกไก่งวง (Turkey Roll) มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความนุ่มเพิ่มขึ้นตามปริมาณการเสริมโปรตีนถั่วเหลืองสกัด

- **คุณลักษณะความชุ่มฉ่ำ** ผลการประเมินความชื้นของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาวเสริมโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 0-20 ในสูตรส่วนผสม ไส้กรอกบดเนื้อแพะสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีคะแนนเฉลี่ยความชื้นอยู่ในช่วง 38.75-44.38 (ตารางที่ 12) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค5.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีความชื้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวก็ได้ผลในทำนองเดียวกัน กล่าวคือ มีคะแนนเฉลี่ยความชื้นอยู่ในช่วง 30.31-40.31 (ตารางที่ 13) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค6.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีความชื้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ Smith และคณะ (1976) ที่รายงานว่า ผลิตภัณฑ์เนื้อวัวบดแผ่นที่มีส่วนผสมของโปรตีนถั่วเหลืองแปลงเนื้อสัมผัสร้อยละ 0-50 มีความชุ่มฉ่ำไม่แตกต่างกันทางสถิติ และจากการทดลองของ อนุกูล พลศิริ (2520) รายงานว่า การใช้โปรตีนถั่วเหลืองผสมกับเนื้อบดอบในปริมาณร้อยละ 0, 15 และ 30 มีผลทำให้ความชุ่มฉ่ำของเนื้อบดอบน้อยลง หรือรู้สึกแห้ง เมื่อผสมโปรตีนถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้เพราะความชุ่มฉ่ำเกิดจากปริมาณน้ำ และไขมัน ซึ่งโปรตีนถั่วเหลืองมีอยู่น้อยกว่าเนื้อสัตว์นั่นเอง นอกจากนี้ Carlin และคณะ (1978) รายงานว่าการเติมแป้งถั่วเหลืองร้อยละ 15-30 ในผลิตภัณฑ์เนื้อวัวบดอบไม่ได้ทำให้ความชุ่มฉ่ำของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันทางสถิติ และ Brewer และคณะ (1992) รายงานว่าโปรตีนถั่วเหลืองสกัด หรือโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นในปริมาณร้อยละ 20 ทำให้ความฉ่ำของเนื้อในเนื้อวัวบดแผ่นลดลง

- **คุณลักษณะความมัน** ผลการประเมินคุณลักษณะความมันของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาวเสริมโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 0-20 ในสูตรส่วนผสม พบว่าไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีคะแนนเฉลี่ยความมันอยู่ในช่วง 33.38-37.13 (ตารางที่ 12) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค5.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีความมันไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวก็ได้ผลในทำนองเดียวกัน กล่าวคือ มีคะแนนเฉลี่ยความมันอยู่ในช่วง 33.13-40.25 (ตารางที่ 13) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค6.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีความ

มันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปริมาณไขมันทั้งสองชนิดที่ใช้ในแต่ละสูตรการผลิตไส้กรอกมีปริมาณเท่ากัน การทดลองของ Shaner และ Baldwin. (1979) ได้รายงานว่าการเติมโปรตีนถั่วเหลืองแปลงเนื้อสัมผัส หรือโปรตีนจากถั่วเขียวร้อยละ 30 ทำให้ปริมาณไขมันในเนื้อวัวบดแผ่นที่ทำให้สุกโดยการทอดลดลง และ Gadze และคณะ (1979) รายงานว่าการเติมโปรตีนถั่วเหลืองแปลงเนื้อสัมผัสในเนื้อวัวบดแผ่นจะช่วยลดความมัน (oily mouth coating) ของผลิตภัณฑ์ได้

- **คุณลักษณะความหยาบ** ผลการประเมินความหยาบของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาวเสริมโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 0-20 ในสูตรส่วนผสม พบว่าไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีคะแนนเฉลี่ยความหยาบอยู่ในช่วง 42.69-50.56 (ตารางที่ 13) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค5.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีความหยาบไม่แตกต่างกันทางสถิติ จากตารางที่ 12 มีแนวโน้มว่าตัวอย่างไส้กรอกที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเหลืองมีความหยาบมากกว่าตัวอย่างไส้กรอกที่ไม่ได้เสริมโปรตีนถั่วเหลือง และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างไส้กรอกที่เสริมโปรตีนถั่วเหลืองระดับต่างๆด้วยกันพบว่าไส้กรอกบดมีความหยาบเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามระดับการเสริมโปรตีนถั่วเหลือง สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวมีคะแนนเฉลี่ยความหยาบอยู่ในช่วง 27.63-43.94 (ตารางที่ 13) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค6.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกมีความหยาบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง จากตารางที่ 13 พบว่าตัวอย่างไส้กรอกที่ไม่ได้เสริมโปรตีนถั่วเหลืองมีวามหยาบน้อยที่สุด (คะแนนเฉลี่ย 27.63) ตัวอย่างไส้กรอกที่เสริมโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 3 และ 6 (คะแนนเฉลี่ย 33.13 และ 36.50) มีความหยาบไม่แตกต่างกับตัวอย่างไส้กรอกที่ไม่ได้เสริมโปรตีนถั่วเหลือง แต่การเสริมโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 9-20 ทำให้ไส้กรอกบดมีความหยาบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง กล่าวคือ เมื่อเสริมโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 9, 12, 15 และ 20 มีคะแนนเฉลี่ยความหยาบเพิ่มขึ้นเป็น 41.50, 43.00, 43.38 และ43.94 ตามลำดับ

ศรีเมือง มาลีหวล (2524) รายงานว่า การเติมโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 6 ในไส้กรอกเวียนนาไม่มีความแตกต่างทางด้านเนื้อสัมผัสเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งไม่ได้เติมโปรตีนถั่วเหลือง แต่เมื่อเติมโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 12 จะเริ่มพบความแตกต่างของลักษณะเนื้อ จิระศักดิ์ วังวิวัฒน์ (2528) รายงานว่า ไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ชนิดที่เติมโปรตีนเกษตรร้อยละ 18 และ 24 มีเนื้อสัมผัสแตกต่างกับไส้กรอกที่เติมโปรตีนเกษตรระดับร้อยละ 6 และ 12 อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง Drake และคณะ (1975) รายงานว่า การเติมโปรตีนถั่วเหลืองแปลงเนื้อ

สัมผัสลงในเนื้อบดแผ่นในปริมาณร้อยละ 0-25 ไม่ได้ทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันทางสถิติ แต่ Smith และคณะ (1976) รายงานว่า การเติมโปรตีนถั่วเหลืองแปลงเนื้อสัมผัสในเนื้อวัวบดแผ่นร้อยละ 0-50 มีผลทำให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลดลงเรื่อยๆตามระดับการเพิ่มโปรตีนถั่วเหลืองแปลงเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

Seideman (1977) รายงานว่า คุณลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อวัวบดแผ่นที่ไม่มีส่วนผสมของโปรตีนถั่วเหลืองแปลงเนื้อสัมผัสได้รับความชอบมากกว่าที่มีส่วนผสมของโปรตีนถั่วเหลืองแปลงเนื้อสัมผัสร้อยละ 20-30

2.1.2.2 คุณลักษณะกลิ่นรส

- **คุณลักษณะกลิ่นแพะ** ผลการประเมินกลิ่นแพะของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาวเสริมโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 0-20 ในสูตรส่วนผสม ไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นแพะอยู่ในช่วง 17.69-25.81 (ตารางที่ 12) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค5.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีกลิ่นแพะไม่แตกต่างกันทางสถิติ จากตารางที่ 12 มีแนวโน้มว่าตัวอย่างไส้กรอกที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเหลืองมีกลิ่นแพะน้อยกว่าตัวอย่างไส้กรอกที่ไม่ได้เสริมโปรตีนถั่วเหลือง และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างไส้กรอกที่เสริมโปรตีนถั่วเหลืองระดับต่างๆด้วยกัน พบว่าไส้กรอกบดมีกลิ่นแพะลดลงเรื่อยๆตามระดับการเสริมโปรตีนถั่วเหลือง สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวก็ได้ผลในทำนองเดียวกัน กล่าวคือ มีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นแพะอยู่ในช่วง 16.81-28.94 (ตารางที่ 13) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค6.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีกลิ่นแพะไม่แตกต่างทางสถิติ จากตารางที่ 13 มีแนวโน้มว่าตัวอย่างไส้กรอกที่เสริมโปรตีนถั่วเหลืองมีกลิ่นแพะน้อยกว่าตัวอย่างไส้กรอกที่ไม่ได้เสริมโปรตีนถั่วเหลือง และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างไส้กรอกที่เสริมโปรตีนถั่วเหลืองระดับต่างๆด้วยกัน ไส้กรอกบดมีกลิ่นแพะลดลงเรื่อยๆตามระดับการเสริมโปรตีนถั่วเหลือง ทั้งนี้เนื่องจากกลิ่นของโปรตีนถั่วเหลืองจะกลบกลิ่นแพะ จึงทำให้กลิ่นแพะลดลงเรื่อยๆตามระดับการเสริมโปรตีนถั่วเหลือง ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ Shaner และ Baldwin. (1979) ที่รายงานว่าการใช้โปรตีนถั่วเหลืองแปลงเนื้อสัมผัสหรือโปรตีนจากถั่วเขียวผสมในผลิตภัณฑ์เนื้อวัวบดแผ่น จะช่วยลดความแรงของกลิ่นเนื้อวัวในผลิตภัณฑ์ และสอดคล้องกับ Gadze และคณะ (1979) รายงานว่า การเติมโปรตีนถั่วเหลืองแปลงเนื้อสัมผัสร้อยละ 0-10 ในเนื้อวัวบดแผ่นจะช่วยลดกลิ่นรสของเนื้อได้

- **คุณลักษณะกลิ่นหญ้า** ผลการประเมินกลิ่นหญ้าของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาวเสริมโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 0-20 ในสูตรส่วนผสม พบว่าไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นหญ้าอยู่ในช่วง 7.19-9.50 (ตารางที่ 12) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค5.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีกลิ่นหญ้าไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวก็ได้ผลในทำนองเดียวกัน กล่าวคือ มีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นหญ้าอยู่ในช่วง 7.31-10.25 (ตารางที่ 13) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค6.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีกลิ่นหญ้าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้เพราะคุณลักษณะกลิ่นหญ้าของไส้กรอก อยู่ในระดับที่ต่ำมาก เมื่อเปรียบเทียบกับคุณลักษณะกลิ่นอื่นๆ

- **คุณลักษณะกลิ่นเครื่องปรุง** ผลการประเมินกลิ่นเครื่องปรุงของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาวเสริมโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 0-20 ในสูตรส่วนผสม ไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นเครื่องปรุงอยู่ในช่วง 31.44-37.31 (ตารางที่ 12) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค5.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีกลิ่นเครื่องปรุงไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวก็ได้ผลในทำนองเดียวกัน กล่าวคือ มีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นเครื่องปรุงอยู่ในช่วง 29.48-39.88 (ตารางที่ 13) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค6.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีกลิ่นเครื่องปรุงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากมีการเติมเครื่องปรุงในสูตรส่วนผสมในอัตราที่เท่ากันทุกสูตร

- **คุณลักษณะกลิ่นออกซิไดซ์** ผลการประเมินกลิ่นออกซิไดซ์ของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาวเสริมโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 0-20 ในสูตรส่วนผสม ไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นออกซิไดซ์อยู่ในช่วง 26.94-39.50 (ตารางที่ 12) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค5.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีกลิ่นออกซิไดซ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ) สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวก็ได้ผลในทำนองเดียวกัน กล่าวคือ มีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นออกซิไดซ์อยู่ในช่วง 16.81-22.50 (ตารางที่ 13) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค6.) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีกลิ่นออกซิไดซ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้เพราะตัวอย่างไส้กรอกเก็บไว้

ในระยะสั้นมาก (2 วัน) การออกซิเดชั่นเกิดขึ้นน้อย กลิ่นออกซิไดซ์ของไส้กรอกจึงอยู่ในเกณฑ์ต่ำ

- **คุณลักษณะกลิ่นถั่วเหลือง** ผลการประเมินกลิ่นถั่วเหลืองของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาวเสริมโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 0-20 ในสูตรส่วนผสม ไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นถั่วเหลืองอยู่ในช่วง 0.00-45.25 (ตารางที่ 12) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค5.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกมีกลิ่นถั่วเหลืองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ตัวอย่างไส้กรอกที่เสริมโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 3, 6 และ 9 มีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นถั่วเหลืองเป็น 22.26, 22.50 และ 22.38 ตามลำดับ และไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อเสริมโปรตีนถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 12-20 ทำให้ไส้กรอกบดมีกลิ่นถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง กล่าวคือเมื่อใช้โปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 12, 15 และ 20 มีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นถั่วเหลืองเป็น 35.69, 37.13 และ 45.25 ตามลำดับ สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาว พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองในสูตรส่วนผสมจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ (ตารางที่ 13) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค6.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกมีกลิ่นถั่วเหลืองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ตัวอย่างไส้กรอกที่เสริมโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 0, 3, 6, 9, 12, 15 และ 20 มีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นถั่วเหลืองเป็น 0.00, 26.13, 35.50 36.19,44.00, 44.19 และ 46.56 ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองนี้คล้ายคลึงกับ จิระศักดิ์ วังวิวัฒน์. (2528) รายงานว่า กลิ่นรสของไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ชนิดที่เติมโปรตีนเกษตร และไส้กรอกชนิดที่ไม่เติมโปรตีนเกษตรไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ไส้กรอกชนิดที่เติมโปรตีนเกษตรร้อยละ 24 มีกลิ่นรสแตกต่างกับไส้กรอกชนิดที่เติมโปรตีนเกษตรระดับอื่นๆอย่างมีนัยสำคุญยิ่ง ผู้บริโภคยอมรับไส้กรอกชนิดที่เติมโปรตีนเกษตรร้อยละ 18 และสอดคล้องกับ Drake และคณะ (1975) ที่รายงานว่า การเติมโปรตีนถั่วเหลืองแปลงเนื้อสัมผัสลงในเนื้อบดแผ่นในปริมาณร้อยละ 0-25 จะมีผลต่อกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง กล่าวคือ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสถั่วเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามระดับการเสริมโปรตีนถั่วเหลือง และ Carlin และคณะ (1978) รายงานว่าการเติมแป้งถั่วเหลืองลงในเนื้อวัวบดแผ่นในปริมาณร้อยละ 15-30 ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสถั่วเพิ่มขึ้นตามระดับการเพิ่มแป้งถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ Padda และ Kondaiah. (1982) ก็รายงานว่าไส้กรอกหมูที่เติมโปรตีนถั่วเหลืองแปลงเนื้อสัมผัส

ร้อยละ 5 จะได้รับคะแนนทางด้านรสชาติมากที่สุด และอาจจะเติมโปรตีนถั่วเหลืองแปลงเนื้อสัมผัสได้ถึงร้อยละ 10 โดยไม่เกิดความแตกต่างทางสถิติ

2.1.2.3 การยอมรับรวม

ผลการประเมินการยอมรับรวมของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาว เสริมโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 0-20 ในสูตรส่วนผสม ไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับรวมลดลงอยู่ในช่วง 64.06-50.81 (ตารางที่ 12) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค5.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกมีการยอมรับรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ตัวอย่างไส้กรอกที่ไม่ได้เสริมโปรตีนถั่วเหลือง มีการยอมรับรวมมากที่สุด (คะแนนเฉลี่ย 64.06) การเสริมโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 3, 6 และ 9 มีผลให้คะแนนเฉลี่ยการยอมรับรวมลดลงเป็น 63.56, 59.88 และ 59.75 ตามลำดับ และไม่แตกต่ากันทางสถิติ แต่เมื่อเสริมโปรตีนถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 12, 15 และ 20 (คะแนนเฉลี่ย 51.32, 51.56 และ 50.81 ตามลำดับ) ทำให้ไส้กรอกบดมีการยอมรับรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างไส้กรอกที่ไม่เสริมโปรตีนถั่วเหลือง สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับรวมอยู่ในช่วง 63.88-39.56 (ตารางที่ 13) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค6.) พบว่าชุดการทดลองมีการยอมรับรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ตัวอย่างไส้กรอกที่ไม่ได้เสริมโปรตีนถั่วเหลืองมีการยอมรับรวมมากที่สุด (คะแนนเฉลี่ย 63.88) การเสริมโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 3-20 มีผลทำให้ไส้กรอกบดมีการยอมรับรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง กล่าวคือ เมื่อใช้โปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 3, 6, 9, 12, 15 และ 20 มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับรวมลดลงเป็น 49.00, 48.50, 47.63, 45.63, 45.38 และ 39.56 ตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชุดการทดลองที่เสริมโปรตีนถั่วเหลองระดับต่างๆด้วยกันพบว่ามีการยอมรับรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากผลการทดลองดังกล่าวนี้ จะเห็นได้ว่าการเสริมโปรตีนถั่วเหลืองลงในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะ มีผลทำให้การยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ลดลงเรื่อยๆตามระดับการเสริมโปรตีนถั่วเหลือง ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ ศรีเมือง มาลีหวล (2524) ที่รายงานว่าการเติมโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นในไส้กรอกเวียนนา ทำให้การยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ลดลงโดยผู้ทดสอบชิมยอมรับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ผสมโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นได้ถึงร้อยละ 12 และ จิระศักดิ์ วังวิวัฒน์ (2528) ได้รายงานว่าผู้บริโภคยอมรับไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ชนิดที่เติมโปรตีนเกษตรที่ระดับสูงสุดได้ถึงร้อยละ 18 และ Smith และคณะ (1976) ได้รายงานว่าการเติม

โปรตีนถั่วเหลืองแปลงเนื้อสัมผัสลงในเนื้อวัวบดแผ่นในปริมาณร้อยละ 0-50 ทำให้คะแนนการยอมรับรวมลดลงตามระดับการเพิ่มโปรตีนถั่วเหลืองแปลงเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ Padda และ Kondaiah. (1982) ได้รายงานว่า ผู้ชิมยอมรับไส้กรอกหมูชนิดที่เติมโปรตีนถั่วเหลืองแปลงเนื้อสัมผัส ได้ถึงร้อยละ 15 ทั้งนี้เพราะคนอินเดียมีความเคยชินกับอาหารที่มีถั่วเหลืองผสมมากกว่าคนไทย

คัดเลือกโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 9 สำหรับใช้ในขั้นตอนการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะของผู้บริโภคชาวไทยพุทธ และชาวไทยมุสลิมต่อไป เนื่องจากโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 9 ทำให้ไส้กรอกบดเนื้อแพะมีกลิ่นแพะลดลงระดับหนึ่ง โดยที่กลิ่นถั่วเหลืองก็ยังไม่แรงมาก และการยอมรับรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง กล่าวคือหากพิจารณาในตารางที่ 12 และ 13 จะเห็นว่าเมื่อเสริมโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 9 ทำให้กลิ่นแพะลดลงมาระดับหนึ่ง (คะแนนเฉลี่ยของสูตรที่ใช้ไขมันหมู และสูตรที่ใช้เนยขาวเป็น 23.13 และ 21.25 ตามลำดับ) โดยที่กลิ่นถั่วเหลืองยังไม่แรงมาก (คะแนนเฉลี่ยของสูตรที่ใช้ไขมันหมู และสูตรที่ใช้เนยขาวเป็น 22.38 และ 36.19 ตามลำดับ) และการยอมรับรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง (คะแนนเฉลี่ยของสูตรที่ใช้ไขมันหมู และสูตรที่ใช้เนยขาวเป็น 69.75 และ 47.63 ตามลำดับ) ซึ่งไม่แตกต่างจากตัวอย่างไส้กรอกที่เสริมโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 3 และ 6 แต่ถ้าหากเสริมโปรตีนถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 9 แล้วถึงแม้จะมีผลให้กลิ่นแพะลดลงมากกว่าก็ตามแต่ผลิตภัณฑ์ก็จะมีกลิ่นถั่วแรงขึ้นมากอย่างเห็นความแตกต่าง และการยอมรับรวมก็จะยิ่งลดลงเรื่อยๆ

2.2 การใช้ไขมันหมูหรือเนยขาว เสริมด้วยเนื้อวัว

2.2.1 องค์ประกอบทางเคมี ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกบดแสดงดังตารางที่ 14

2.2.1.1 ปริมาณความชื้น

ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของไส้กรอกบดที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาว ร้อยละ 30 เสริมด้วยเนื้อวัวร้อยละ 0-30 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณเนื้อวัวในสูตรส่วนผสม จะทำให้ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มสูงขึ้น เนื่องจากเนื้อวัวที่ใช้ทดลองมีปริมาณความชื้นสูงกว่าเนื้อแพะ โดยไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีปริมาณความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วงร้อยละ 63.35-67.14 :จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค3.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกมีปริมาณความชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่

ใช้เนยขาวมีปริมาณความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วงร้อยละ 63.27-66.23 จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค4.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกมีปริมาณความชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ Esguerra และคณะ (1972) ที่ได้ทำการทดลองผลิตไส้กรอกสด (fresh sausage) โดยการใช้เนื้อหมู เนื้อกระบือ และเนื้อแพะในระดับต่างๆกัน พบว่าไส้กรอกสดที่ผลิตโดยการใช้เนื้อหมู ผสมกับเนื้อกระบือ หรือเนื้อแพะ ร้อยละ 20, 35 และ 50 ผลิตภัณฑ์จะมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นตามระดับ การเพิ่มเนื้อกระบือ หรือเนื้อแพะ และสอดคล้องกับ Arganosa และคณะ (1975) ที่ได้ทดลองผลิตไส้กรอกสด 4 ชุดการทดลองคือ ใช้เนื้อแพะร้อยละ 50, 60 และ 70 ผสมกับไขมันหมูร้อยละ 50, 40 และ 30 ตามลำดับ และใช้เนื้อหมูร้อยละ 70 ผสมกับไขมันหมูร้อยละ 30 พบว่าผลิตภัณฑ์จะมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นตามระดับการเพิ่มเนื้อแพะอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และทุกชุดการทดลองที่ผลิตโดยการใช้เนื้อแพะมีปริมาณความชื้นน้อยกว่าไส้กรอกสดที่ผลิตโดยการใช้เนื้อหมู นอกจากนี้ Bushway และคณะ (1988) รายงานว่าไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ที่ผลิตจากเนื้อวัวทั้งหมดมีปริมาณความชื้นต่ำกว่าไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ที่ทำจากเนื้อแกะผสมกับเนื้อสัตว์ปีก (fowl) อย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดของไขมันที่เนื้อวัวระดับเดียวกัน ไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีปริมาณความชื้นเฉลี่ยสูงกว่าไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ วีระศักดิ์ สีหบุตร (2538) ที่ได้ทำการศึกษาปริมาณไขมันหมูหรือเนยขาว ที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกอิมัลชั่นและไส้กรอกบดเนื้อแพะ โดยใช้ไขมันหมูหรือเนยขาวร้อยละ 20-40 พบว่าทั้งไส้กรอกอิมัลชั่นและไส้กรอกบดเนื้อแพะที่เสริมด้วยไขมันหมูมีปริมาณความชื้นเฉลี่ยสูงกว่าไส้กรอกที่เสริมด้วยเนยขาวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทั้งนี้อาจเนื่องจากไขมันหมูมีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบสูงกว่าเนยขาว

2.2.1.2 ปริมาณโปรตีน

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนของไส้กรอกบดที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาว เสริมด้วยเนื้อวัวร้อยละ 0-30 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณเนื้อวัวในสูตรส่วนผสม ทำให้ปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อวัวที่ใช้ในการทดลองมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าเนื้อแพะ โดยไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยอยู่ในช่วงร้อยละ 15.04-16.12 จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค3.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีปริมาณโปรตีนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวมีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยอยู่ในช่วงร้อยละ 14.44-15.94 จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน

ตารางที่ 14 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมู หรือเนยขาว ร้อยละ 30 เสริมเนื้อวัวระดับต่างๆ

ตัวอย่างไส้กรอก	องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)				
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เกลือ	พีเอช
ไขมันหมู + เนื้อวัว 0%	63.35[a]	15.04[abc]	14.63[a]	2.17[a]	6.05[a]
ไขมันหมู + เนื้อวัว 5%	64.11[a]	15.13[bc]	14.75[ab]	2.18[a]	5.78[a]
ไขมันหมู + เนื้อวัว 10%	64.09[a]	15.64[cd]	15.13[ab]	2.18[a]	5.90[a]
ไขมันหมู + เนื้อวัว 15%	64.47[a]	15.71[cd]	15.13[ab]	2.17[a]	5.98[a]
ไขมันหมู + เนื้อวัว 20%	65.77[b]	15.86[d]	15.38[ab]	2.18[a]	6.03[a]
ไขมันหมู + เนื้อวัว 25%	66.23[b]	16.00[d]	15.50[ab]	2.18[a]	5.93[a]
ไขมันหมู + เนื้อวัว 30%	67.14[b]	16.12[d]	15.75[b]	2.18[a]	5.93[a]
เนยขาว + เนื้อวัว 0%	63.27[a]	14.44[a]	15.00[ab]	2.19[a]	6.00[a]
เนยขาว + เนื้อวัว 5%	63.38[a]	14.78[ab]	15.00[ab]	2.18[a]	6.02[a]
เนยขาว + เนื้อวัว 10%	63.38[a]	15.47[cd]	16.75[c]	2.18[a]	5.85[a]
เนยขาว + เนื้อวัว 15%	63.73[a]	15.69[cd]	17.00[c]	2.17[a]	6.02[a]
เนยขาว + เนื้อวัว 20%	63.59[a]	15.78[cd]	17.25[c]	2.18[a]	5.95[a]
เนยขาว + เนื้อวัว 25%	64.08[a]	15.85[d]	18.50[d]	2.17[a]	6.05[a]
เนยขาว + เนื้อวัว 30%	66.23[b]	15.94[d]	18.63[d]	2.17[a]	6.00[a]

[abcde] : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.01)

(ตารางภาคผนวก ค4.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีปริมาณโปรตีนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ Esguerra. (1972) รายงานว่า ไส้กรอกสดที่ผลิตโดยการใช้เนื้อหมูผสมกับเนื้อกระบือ ร้อยละ 20-50 มีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามระดับการเพิ่มเนื้อกระบือ แต่ไม่สอดคล้องกับกรณีที่ผลิตโดยการใช้เนื้อหมูผสมกับเนื้อแพะร้อยละ 20-50 ซึ่งพบว่าผลิตภัณฑ์จะมีปริมาณโปรตีนลดลงตามระดับการเพิ่มเนื้อแพะ นอกจากนี้ Arganosa, et al. (1975) รายงานว่า ปริมาณโปรตีนของไส้กรอกสดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับการเพิ่มเนื้อแพะจากร้อยละ 60-70 และไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยทุกตัวอย่างที่ผลิตโดยการใช้เนื้อแพะมีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าไส้กรอกสดที่ผลิตโดยการใช้เนื้อหมูร้อยละ 70 และไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดของไขมันที่เนื้อวัวระดับเดียวกัน ไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยสูงกว่าไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ วีระศักดิ์ สีหบุตร (2538) ที่รายงานว่า ไส้กรอกอิมัลชั่นและไส้กรอกบดเนื้อแพะที่เสริมด้วยไขมันหมูมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าไส้กรอกที่เสริมด้วยเนยขาวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทั้งนี้อาจเนื่องจาก ไขมันหมูมีองค์ประกอบของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่เป็นโปรตีนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ขณะที่เนยขาวประกอบด้วยไขมันทั้งหมด จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่เสริมด้วยไขมันหมูมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่เสริมด้วยเนยขาว

2.2.1.3 ปริมาณไขมัน

ผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมันของไส้กรอกบดที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาว เสริมด้วยเนื้อวัวร้อยละ 0-30 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณเนื้อวัวในสูตรส่วนผสม ทำให้ปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มสูงขึ้น เนื่องจากเนื้อวัวที่ใช้ในการทดลองมีปริมาณไขมันสูงกว่าเนื้อแพะ โดยไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีปริมาณไขมันเฉลี่ยอยู่ในช่วงร้อยละ 14.63-15.75 จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค3.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีปริมาณไขมันไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวมีปริมาณไขมันเฉลี่ยอยู่ในช่วงร้อยละ 15.00-18.63 จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค4.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกมีปริมาณไขมันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ซึ่งผลการทดลองนี้คล้ายคลึงกับ Bushway และคณะ (1988) รายงานว่า ไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ที่ทำจากเนื้อวัวล้วน มีปริมาณไขมันสูงกว่าไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ที่ทำจากเนื้อแกะผสมกับเนื้อสัตว์ปีกอย่างมีนัยสำคัญ และสอดคล้องกับ Esguerra (1972) ที่รายงานว่าไส้กรอกสดที่ผลิตโดยการใช้เนื้อหมูผสมกับเนื้อกระบือ ร้อยละ 20-60 มีปริมาณไขมันเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามระดับ

การเพิ่มเนื้อกระบือ แต่ไม่สอดคล้องกับกรณีที่ผลิตโดยการใช้เนื้อหมูผสมกับเนื้อแพะร้อยละ 20-50 ซึ่งพบว่าไส้กรอกสดจะมีปริมาณไขมันลดลงตามระดับการเพิ่มเนื้อแพะ นอกจากนี้ Arganosa และคณะ (1975) รายงานว่า ปริมาณไขมันของไส้กรอกสดจะลดลงเรื่อยๆตามระดับการเพิ่มเนื้อแพะจากร้อยละ 50-70 อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และชุดการทดลองที่ผลิตโดยการใช้เนื้อแพะร้อยละ 70 มีปริมาณไขมันไม่แตกต่างกับชุดการทดลองที่ใช้เนื้อหมูร้อยละ 70 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดของไขมันที่เนื้อวัวระดับเดียวกัน พบว่าไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีปริมาณไขมันเฉลี่ยสูงกว่าไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ วีระศักดิ์ สีหบุตร (2538) ที่รายงานว่า ไส้กรอกอิมัลชั่นและไส้กรอกบดเนื้อแพะที่เสริมด้วยไขมันหมูมีปริมาณไขมันเฉลี่ยสูงกว่าไส้กรอกที่เสริมด้วยเนยขาวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทั้งนี้อาจเนื่องจากความแตกต่างขององค์ประกอบของไขมัน โดยไขมันหมูเป็นไขมันจากสัตว์จึงมีองค์ประกอบอื่นที่ไม่ใช่ไขมันรวมอยู่ด้วย เช่น เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เป็นต้น ในขณะที่เนยขาวเป็นไขมันจากพืชจึงมีปริมาณไขมันเป็นองค์ประกอบทั้งหมด

2.2.1.4 ปริมาณเกลือ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณเกลือของไส้กรอกบดที่ใช้ไขมันหมูหรือเนยขาว เสริมด้วยเนื้อวัวร้อยละ 0-30 ปริมาณเกลือค่อนข้างคงที่ เนื่องจากเติมเกลือลงในสูตรผสมในอัตราที่เท่ากันทุกสูตร โดยไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีปริมาณเกลือเฉลี่ยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.17-2.18 จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค3.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีปริมาณเกลือไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวมีปริมาณเกลือเฉลี่ยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.17-2.19 จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค4.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีปริมาณเกลือไม่แตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดของไขมันที่เนื้อวัวระดับเดียวกันพบว่า ชนิดของไขมันไม่มีผลทำให้ปริมาณเกลือของไส้กรอกบดแตกต่างกันทางสถิติ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ วีระศักดิ์ สีหบุตร (2538) ที่รายงานว่า การเสริมไขมันหมูหรอเนยขาว ในสูตรส่วนผสมของไส้กรอกอิมัลชั่นและไส้กรอกบดเนื้อแพะ ไม่มีผลต่อปริมาณเกลือในผลิตภัณฑ์

2.2.1.5 ค่าพีเอช

ผลการวิเคราะห์ค่าพีเอชของไส้กรอกบดที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาว เสริมด้วยเนื้อวัวร้อยละ 0-30 ผลิตภัณฑ์มีค่าพีเอชค่อนข้างคงที่ โดยไส้กรอกบด

สูตรที่ใช้ไขมันหมูมีค่าพีเอชเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.90-6.05 จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปร ปรวน (ตารางภาคผนวก ค3.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีพีเอชไม่แตกต่างกันทางสภิติ สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวมีพีเอชอยู่ระหว่าง 5.85-6.05 จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปร ปรวน (ตารางภาคผนวก ค4.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีพีเอชไม่แตกต่างทางสถิติ) และเมื่อเปรียบเทียบชนิดของไขมันที่เนื้อวัวระดับเดียวกันพบว่า ชนิดของไขมันไม่มีผลทำให้ค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันทางสถิติ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ วีระศักดิ์ สีหบุตร (2537) ที่รายงานว่าการเสริมไขมันหมูหรือเนยขาวในสูตรส่วนผสมของไส้กรอกอิมัลชั่นและไส้กรอกบดเนื้อแพะ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในผลิตภัณฑ์

2.1.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี QDA โดยใช้ผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกหัดจำนวน 8 คน ให้คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส กำหนดช่วงคะแนนน้อยที่สุด 0 คะแนน ถึงมากที่สุด 100 คะแนน ดังแบบประเมินในภาคผนวก ข1 ปรากฏผลคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะเนื้อสัมผัส กลิ่นรส และการยอมรับรวม ดังตารางที่ 15 และตารางที่ 16

2.1.2.1 คุณลักษณะเนื้อสัมผัส

- **คุณลักษณะความนุ่ม** ผลการประเมินความนุ่มของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาว เสริมเนื้อวัว ร้อยละ 0-30 ในสูตรส่วนผสม ไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีคะแนนเฉลี่ยความนุ่มอยู่ในช่วง 44.38-47.19 (ตารางที่ 15) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค7.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีความนุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวก็ได้ผลในทำนองเดียวกัน กล่าวคือ มีคะแนนเฉลี่ยความนุ่มอยู่ในช่วง 41.69-45.81 (ตารางที่ 16) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค8.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีความนุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ Esguerra. (1972) รายงานว่าไส้กรอกสดที่ผลิตโดยการใช้เนื้อหมูผสมกับเนื้อกระบือ หรือเนื้อแพะ ร้อยละ 20-50 ผลิตภัณฑ์จะมีความนุ่มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามระดับการเพิ่มเนื้อกระบือ หรือเนื้อแพะ และมีความนุ่มมากกว่าไส้กรอกสดที่ผลิตโดยการใช้เนื้อแพะล้วน แต่น้อยกว่าที่ใช้เนื้อหมูล้วน และ Arganosa และคณะ (1975) รายงานว่า ไส้กรอกสดที่ผลิตโดยการใช้เนื้อแพะร้อยละ 60-70 มีความนุ่มลดลงเรื่อยๆตามระดับการเพิ่มเนื้อแพะโดยไม่แตกต่างกันทางสถิติ และไม่แตกต่างกับชุดการทดลองที่ใช้เนื้อหมูร้อยละ 70

ตารางที่ 15 คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมู ร้อยละ 30 เสริมเนื้อวัว ประเมินด้วยวิธี QDA เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน

ระดับเนื้อวัว	คุณลักษณะ									
(ร้อยละ)	ความนุ่ม	ความชุ่มฉ่ำ	ความมัน	ความหยาบ	กลิ่นแพะ	กลิ่นหญ้า	กลิ่นเครื่องปรุง	กลิ่นออกซิไดซ์	กลิ่นเนื้อวัว	การยอมรับรวม
0	44.88^{a}	38.31^{a}	44.25^{a}	44.06^{a}	26.31^{a}	8.31^{a}	31.56^{a}	27.50^{a}	0.00^{a}	58.88^{a}
5	47.06^{a}	41.63^{a}	37.19^{a}	41.00^{a}	24.88^{a}	7.81^{a}	34.69^{a}	23.00^{a}	29.56^{b}	53.94^{a}
10	47.19^{a}	42.44^{a}	44.88^{a}	40.44^{a}	22.46^{a}	7.31^{a}	30.56^{a}	27.75^{a}	30.00^{b}	54.38^{a}
15	46.63^{a}	40.31^{a}	41.19^{a}	43.56^{a}	22.25^{a}	7.56^{a}	31.56^{a}	28.38^{a}	30.94^{b}	54.94^{a}
20	44.75^{a}	40.06^{a}	40.88^{a}	41.13^{a}	21.19^{a}	8.00^{a}	31.19^{a}	27.19^{a}	33.44^{b}	59.38^{a}
25	45.25^{a}	36.69^{a}	39.44^{a}	46.06^{a}	21.13^{a}	8.13^{a}	30.19^{a}	30.00^{a}	33.69^{b}	61.00^{a}
30	44.38^{a}	42.50^{a}	40.94^{a}	37.88^{a}	21.00^{a}	8.38^{a}	37.19^{a}	27.50^{a}	33.81^{b}	59.50^{a}

^{ab} : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.01)

ตารางที่ 16 คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้เนยขาว ร้อยละ 30 เสริมเนื้อวัว ประเมินด้วยวิธี QDA เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน

ระดับเนื้อวัว (ร้อยละ)	คุณลักษณะ									
	ความนุ่ม	ความชุ่มฉ่ำ	ความมัน	ความหยาบ	กลิ่นแพะ	กลิ่นหญ้า	กลิ่นเครื่องปรุง	กลิ่นออกซิไดซ์	กลิ่นเนื้อวัว	การยอมรับรวม
0	44.25^{a}	38.30^{a}	37.00^{a}	50.31^{a}	37.00^{b}	7.63^{a}	31.19^{a}	19.19^{a}	0.00^{a}	46.75^{ab}
5	45.69^{a}	34.70^{a}	37.19^{a}	42.19^{a}	33.78^{b}	6.31^{a}	35.81^{a}	16.38^{a}	27.06^{b}	40.88^{ab}
10	45.69^{a}	36.90^{a}	34.44^{a}	43.94^{a}	28.29^{b}	6.31^{a}	32.63^{a}	26.25^{a}	28.63^{b}	42.56^{ab}
15	45.81^{a}	33.80^{a}	36.19^{a}	41.38^{a}	26.38^{b}	8.94^{a}	31.63^{a}	22.13^{a}	30.00^{b}	44.25^{ab}
20	44.44^{a}	29.90^{a}	37.13^{a}	44.13^{a}	25.94^{b}	9.44^{a}	32.19^{a}	26.44^{a}	30.88^{b}	50.13^{ab}
25	45.06^{a}	27.00^{a}	36.56^{a}	46.69^{a}	20.31^{a}	10.50^{a}	27.80^{a}	31.38^{a}	30.88^{b}	53.31^{b}
30	41.69^{a}	37.00^{a}	40.44^{a}	44.75^{a}	20.19^{a}	8.19^{a}	37.75^{a}	26.63^{a}	33.13^{b}	52.44^{b}

ab : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.01)

- **คุณลักษณะความชุ่มฉ่ำ** ผลการประเมินความชื้นของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาวเสริมเนื้อวัวร้อยละ 0-30 ในสูตรส่วนผสม ไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีคะแนนเฉลี่ยความชื้นอยู่ในช่วง 36.69-42.50 (ตารางที่ 15) ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค7.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีความชื้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวก็ได้ผลในทำนองเดียวกัน กล่าวคือ มีคะแนนเฉลี่ยความชื้นอยู่ในช่วง 27.00-38.30 (ตารางที่ 16) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค8.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีความชื้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ Esguerra (1972) พบว่าไส้กรอกสดที่ผลิตโดยการใช้เนื้อหมูผสมกับเนื้อกระบือ ร้อยละ 20-50 ผลิตภัณฑ์จะมีความชุ่มฉ่ำมากขึ้นตามระดับการเพิ่มเนื้อกระบือ และมีความนุ่มมากกว่าชุดการทดลองที่ใช้เนื้อกระบือล้วน แต่ไส้กรอกสดที่ผลิตโดยการใช้เนื้อหมูผสมกับเนื้อแพะร้อยละ 20-50 จะมีความชุมฉ่ำลดลงเรื่อยๆตามระดับการเพิ่มเนื้อแพะและมีความชุ่มฉ่ำมากกว่าตัวอย่างที่ใช้เนื้อแพะล้วน

- **คุณลักษณะความมัน** ผลการประเมินความมันของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาวเสริมเนื้อวัวร้อยละ 0-30 ในสูตรส่วนผสม ไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีคะแนนเฉลี่ยความมันอยู่ในช่วง 37.19-44.88 (ตารางที่ 15) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค7.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีความมันไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวก็ได้ผลในทำนองเดียวกัน กล่าวคือ มีคะแนนเฉลี่ยความมันอยู่ในช่วง 37.00-40.44 (ตารางที่ 16) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค8.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีความมันไม่แตกต่างกันทางทางสถิติ

- **คุณลักษณะความหยาบ** ผลการประเมินความหยาบของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาวเสริมเนื้อวัวร้อยละ 0-30 ในสูตรส่วนผสม ไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีคะแนนเฉลี่ยความหยาบอยู่ในช่วง 37.88-46.06 (ตารางที่ 15) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค7.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีความหยาบไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวก็ได้ผลในทำนองเดียวกัน กล่าวคือ มีคะแนนเฉลี่ยความหยาบอยู่ในช่วง 41.38-50.31 (ตารางที่ 16) จากผลการวิ

เคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค8.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีความหยาบไม่แตกต่างกันทางสถิติ

2.1.2.2 คุณลักษณะกลิ่นรส

- **คุณลักษณะกลิ่นแพะ** ผลการประเมินกลิ่นแพะของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาวเสริมเนื้อวัวร้อยละ 0-30 ในสูตรส่วนผสม ไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นแพะอยู่ในช่วง 21.00-26.81 (ตารางที่ 15) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค7.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากตารางที่ 15 มีแนวโน้มว่าตัวอย่างไส้กรอกที่เสริมเนื้อวัวมีกลิ่นแพะน้อยกว่าตัวอย่างไส้กรอกที่ไม่ได้เสริมเนื้อวัว และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างไส้กรอกที่เสริมเนื้อวัวระดับต่างๆด้วยกัน ไส้กรอกบดมีกลิ่นแพะลดลงเรื่อยๆตามระดับการเสริมเนื้อวัว สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาว มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 20.19-37.00 (ตารางที่ 16) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค8.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกมีกลิ่นแพะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จากตาราง 16 พบว่าตัวอย่างไส้กรอกที่ไม่ได้เสริมเนื้อวัวจะมีกลิ่นแพะมากที่สุด (คะแนนเฉลี่ย 37.00) ตัวอย่างไส้กรอกที่เสริมเนื้อวัวร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 (คะแนนเฉลี่ย 33.75, 28.29, 26.38 และ 25.94 ตามลำดับ) มีกลิ่นแพะไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างไส้กรอกที่ไม่ได้เสริมเนื้อวัว แต่เมื่อเสริมเนื้อวัวเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 25 และ 30 (คะแนนเฉลี่ย 20.31 และ 20.19) ทำให้ไส้กรอกบดมีกลิ่นแพะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

- **คุณลักษณะกลิ่นหญ้า** ผลการประเมินกลิ่นหญ้าของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาว เสริมเนื้อวัวร้อยละ 0-30 ในสูตรส่วนผสม ไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีคะแนนเฉลียกลิ่นหญ้าอยู่ในช่วง 7.31-8.38 (ตารางที่ 15) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค7.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีกลิ่นหญ้าไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวก็ได้ผลในทำนองเดียวกัน กล่าวคือมีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นหญ้าอยู่ในช่วง 6.31-10.50 (ตารางที่ 16) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค8.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีกลิ่นหญ้าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้เพราะไส้กรอกที่ผลิตด้วยไขมันทั้งสองชนิดทุกสูตรการผลิตจัดว่ามีกลิ่นหญ้าต่ำมาก

- **คุณลักษณะกลิ่นเครื่องปรุง** ผลการประเมินกลิ่นเครื่องปรุงของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาวเสริมเนื้อวัวร้อยละ 0-30 ในสูตรส่วนผสม ไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นเครื่องปรุงอยู่ในช่วง 30.19-37.19 (ตารางที่ 15) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค7.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีกลิ่นเครื่องปรุงไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวก็ได้ผลในทำนองเดียวกัน กล่าวคือ มีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นเครื่องปรุงอยู่ในช่วง 27.80-37.75 (ตารางที่ 16) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค8.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีกลิ่นเครื่องปรุงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากเติมเครื่องปรุงลงในสูตรส่วนผสมในอัตราที่เท่ากันทุกสูตร

- **คุณลักษณะกลิ่นออกซิไดซ์** ผลการประเมินกลิ่นออกซิไดซ์ของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาว เสริมเนื้อวัวร้อยละ 0-30 ในสูตรส่วนผสม ไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นออกซิไดซ์อยู่ในช่วง 23.00-30.00 (ตารางที่ 15) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค7.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีกลิ่นออกซิไดซ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวก็ได้ผลในทำนองเดียวกัน กล่าวคือ มีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นออกซิไดซ์อยู่ในช่วง 16.38-31.38 (ตารางที่ 16) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค8.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีกลิ่นออกซิไดซ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ไส้กรอกทุกสูตรมีกลิ่นออกซิไดซ์ต่ำ ทั้งนี้เพราะไส้กรอกที่ใช้ประเมินมีการเก็บเพียง 2 วัน เท่านั้น

- **คุณลักษณะกลิ่นเนื้อวัว** ผลการประเมินกลิ่นเนื้อวัวของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาว เสริมเนื้อวัวร้อยละ 0-30 ในสูตรส่วนผสม ไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นเนื้อวัวอยู่ในช่วง 0.00-33.81 (ตารางที่ 15) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค7.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกมีกลิ่นเนื้อวัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง จากตารางที่ 15 ไส้กรอกบดจะมีกลิ่นเนื้อวัวมากขึ้นเรื่อยๆ ตามระดับการเสริมเนื้อวัว โดยการเสริมเนื้อวัวร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 มีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นเนื้อวัวเป็น 0.00, 29.56, 30.00, 30.94, 33.44, 33.69 และ 33.81 ตามลำดับ สำหรับไส้

กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวก็ได้ผลในทำนองเดียวกัน กล่าวคือ มีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นเนื้อวัวอยู่ในช่วง 0.00-33.13 (ตารางที่ 16) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค8.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกมีกลิ่นเนื้อวัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง จากตาราง 16 ไส้กรอกบดจะมีกลิ่นเนื้อวัวเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามระดับการเสริมเนื้อวัว โดยการเสริมเนื้อวัวร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 มีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นเนื้อวัวเป็น 0.00, 27.06, 28.63, 30.00, 30.88, 30.88 และ 33.13 ตามลำดับ

Esguerra (1972) ได้ทดลองผลิตไส้กรอกสดโดยการใช้เนื้อหมู เนื้อกระบือ และเนื้อแพะในระดับต่างๆกัน พบว่าผู้ทดสอบชิมชอบกลิ่นรสของไส้กรอกสดที่ผลิตโดยการใช้เนื้อหมูล้วนมากที่สุด รองลงมาคือที่ใช้เนื้อกระบือ และเนื้อแพะล้วน ตามลำดับ สำหรับไส้กรอกสดที่ผลิตโดยการใช้เนื้อหมูผสมกับเนื้อกระบือ หรือเนื้อแพะ ร้อยละ 20-50 ผู้ทดสอบชิมมีแนวโน้มชอบกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์น้อยลงเมื่อเพิ่มเนื้อกระบือ หรือเนื้อแพะมากขึ้น แต่ก็ยังชอบมากกว่าที่ผลิตโดยการใช้เนื้อหมู เนื้อกระบือ หรือเนื้อแพะล้วนดังกล่าว Arganosa และคณะ (1975) รายงานว่า ผู้ทดสอบชิมชอบกลิ่นรสของไส้กรอกสดที่ผลิตโดยการใช้เนื้อแพะร้อยละ 50-70 มากกว่ากลิ่นรสของไส้กรอกสดที่ผลิตโดยการใช้เนื้อหมูร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่จะมีความชอบกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ลดลงเรื่อยๆตามระดับการเพิ่มเนื้อแพะ

2.1.2.3 การยอมรับรวม

ผลการประเมินการยอมรับรวมของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูหรือเนยขาว เสริมเนื้อวัวร้อยละ 0-30 ในสูตรส่วนผสม ไส้กรอกบดที่ใช้ไขมันหมูมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับรวมอยู่ในช่วง 53.94-61.00 (ตารางที่ 15) จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค7.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีการยอมรับรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ) จากตาราง 15 ตัวอย่างไส้กรอกที่เสริมเนื้อวัวร้อยละ 5, 10 และ 15 (คะแนนเฉลี่ย 53.94, 54.38 และ 54.94 ตามลำดับ มีคะแนนการยอมรับรวมน้อยกว่าตัวอย่างไส้กรอกที่ไม่ได้เสริมเนื้อวัว (คะแนนเฉลี่ย 58.88) แต่เมื่อเสริมเนื้อวัวเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 20, 25 และ 30 (คะแนนเฉลี่ย 59.38, 61.00 และ 59.50 ตามลำดับ) พบว่ามีคะแนนการยอมรับรวมสูงกว่าตัวอย่างไส้กรอกที่ไม่ได้เสริมเนื้อวัว (คะแนนเฉลี่ย 58.88) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างไส้กรอกที่เสริมเนื้อวัวระดับต่างๆด้วยกัน พบว่าไส้กรอกบดมีการยอมรับรวมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามระดับการเสริมเนื้อวัวจากร้อยละ 5-25 (คะแนนเฉลี่ย 53.94-61.00) แต่เมื่อเสริมเนื้อวัวเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 30 ปรากฏว่าคะแนนการยอมรับรวมลดลง (คะแนนเฉลี่ย 59.50) สำหรับไส้กรอกบด

สูตรที่ใช้เนยขาวก็ได้ผลในทำนองเดียวกัน กล่าวคือ มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับรวมอยู่ในช่วง 46.75-52231 (ตารางที่ 16) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค8.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกมีการยอมรับรวมไม่แตกต่างกันสถิติ จากตารางที่ 16 พบว่าตัวอย่างไส้กรอกที่เสริมเนื้อวัวร้อยละ 5, 10 และ 15 (คะแนนเฉลี่ย 40.88, 42.56 และ 44.25 ตามลำดับ) มีการยอมรับรวมน้อยกว่าตัวอย่างไส้กรอกที่ไม่ได้เสริมเนื้อวัว (คะแนนเฉลี่ย 46.75) และเมื่อเสริมเนื้อวัวเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 20, 25 และ 30 (คะแนนเฉลี่ย 50.13, 53.31 และ 52.44 ตามลำดับ) พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับรวมมากกว่าตัวอย่างไส้กรอกที่ไม่ได้เสริมเนื้อวัว (คะแนนเฉลี่ย 46.75) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างไส้กรอกที่เสริมเนื้อวัวระดับต่างๆด้วยกัน ไส้กรอกบดมีการยอมรับรวมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามระดับการเสริมเนื้อวัวจากร้อยละ 5-25 (คะแนนเฉลี่ย 40.88-52.44) แต่เมื่อเสริมเนื้อวัวเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 30 ปรากฏว่าคะแนนการยอมรับรวมลดลง (คะแนนเฉลี่ย 52.31)

คัดเลือกเนื้อวัวร้อยละ 25 สำหรับใช้ผลิตในขั้นตอนการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคชาวไทยพุทธ และชาวไทยมุสลิมต่อไป เนื่องจากการเสริมเนื้อวัวลงในผลิตภัณฑ์ร้อยละ 25 มีผลทำให้กลิ่นแพะในผลิตภัณฑ์ลดลงมาระดับหนึ่งและมีคะแนนการยอมรับรวมมากที่สุด กล่าวคือ เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 15 และ 16 จะเห็นว่า ตัวอย่างควบคุมที่ไม่ได้เสริมเนื้อวัวจะมีกลิ่นแพะอยู่สูง (คะแนนเฉลี่ยของสูตรที่ใช้ไขมันหมู และเนยขาวเป็น 26.81 และ 37.00 ตามลำดับ) เมื่อเสริมเนื้อวัวเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนถึงร้อยละ 25 จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นแพะลดลง (คะแนนเฉลี่ยของสูตรที่ใช้ไขมันหมู และเนยขาวเป็น 21.13 และ 20.39 ตามลำดับ) และมีคะแนนการยอมรับรวมมากที่สุด (คะแนนเฉลี่ยของสูตรที่ใช้ไขมันหมู และเนยขาวเป็น 61.00 และ 52.44 ตามลำดับ) โดยเมื่อพิจารณาคุณลักษณะด้านอื่นของผลิตภัณฑ์ก็ไม่ได้มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

3. ศึกษาการเกิดออกซิเดชั่นของไส้กรอกบดเนื้อแพะ

ผลิตไส้กรอกบดเนื้อแพะโดยการใช้ไขมันหมู หรือเนยขาว ร้อยละ 30 เสริมด้วยโปรตีนถั่วเหลือง ร้อยละ 0, 3, 6, 9, 12, 15 และ 20 หรือเนื้อวัวร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 เก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในห้องเย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส วิเคราะห์ปริมาณกรดไทโอบาบิทูริก (ทีบี

เอ) ของไส้กรอกบดเนื้อแพะดิบ พร้อมกับประเมินกลิ่นออกซิไดซ์ของไส้กรอกบดเนื้อแพะสุก ทุกวัน จากวันที่ 0 - วันที่ 7 ได้ผลการทดลองดังนี้

3.1 การใช้ไขมันหมู หรือเนยขาว เสริมด้วยโปรตีนถั่วเหลือง

3.1.1 ปริมาณกรดไทโอบาบิทูริก (ทีบีเอ)

ปริมาณกรดไทโอบาบิทูริก หมายถึงมิลลิกรัมของมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมของตัวอย่าง (Dugan, 1976) ใช้เป็นดัชนีบ่งบอกอัตราการเกิดออกซิเดชันของไขมัน แสดงผลในตารางที่ 17 และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค9.) พบว่าปริมาณโปรตีนถั่วเหลือง และระยะเวลาเก็บ ของไส้กรอกบดทั้งสูตรที่ใช้ไขมันหมูและสูตรที่ใช้เนยขาวมีผลทำให้ค่าทีบีเอของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยเมื่อเปรียบเทียบผลของระยะเวลาเก็บต่อค่าทีบีเอของผลิตภัณฑ์ พบว่าค่าทีบีเอเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บที่เพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบผลของปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองต่อค่าทีบีเอ พบว่า ค่าทีบีเอของผลิตภัณฑ์จะลดลงเรื่อยๆตามระดับการเพิ่มโปรตีนถั่วเหลือง โดยเมื่อพิจารณาไส้กรอกบดสูตรไขมันหมูที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองระดับเดียวกัน เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าทีบีเอเพิ่มขึ้น โดยตัวอย่างไส้กรอกที่เสริมโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 0, 3, 6, 9, 12, 15 และ 20 มีค่าทีบีเอเริ่มต้นเป็น 0.111, 0.101, 0.098, 0.090, 0.093, 0.080 และ 0.076 ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 7 วัน ค่าที่บีเอของทุกตัวอย่างเพิ่มขึ้นเป็น 0.273, 0.210, 0.205, 0.198, 0.199, 0.195 และ 0.164 ตามลำดับ จะเห็นว่าเมื่อเสริมโปรตีนถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์มากขึ้น มีผลทำให้ค่าทีบีเอลดลง สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวก็ได้ผลในทำนองเดียวกันกับสูตรที่ใช้ไขมันหมู กล่าวคือ จากตารางที่ 17 ค่าทีบีเอจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามระยะเวลาการเก็บ และที่เวลาการเก็บเดียวกัน ปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้นทำให้ค่าทีบีเอของไส้กรอกลดลง โดยตัวอย่างไส้กรอกที่เสริมโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 0, 3, 6, 9, 12, 15 และ 20 มีค่าทีบีเอเริ่มต้นเป็น 0.069, 0.064, 0.058, 0.055, 0.052, 0.049 และ 0.048 ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 7 วัน ค่าทีบีเอของทุกตัวอย่างเพิ่มขึ้นเป็น 0.147, 0.137, 0.120, 0.105, 0.105, 0.098 และ 0.084 ตามลำดับ

จากผลการทดลองดังกล่าวนี้แสดงให้เห็นว่า โปรตีนถั่วเหลืองสามารถป้องกันการเกิดออกซิเดชั่นของไขมันได้ นั่นคือทำให้ค่าทีบีเอของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆตามระดับการเสริมโปรตีนถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Thompson และคณะ (1978) ที่รายงานว่า เนื้อวัวบดสดที่ผสมโปรตีนถั่วเหลืองมีอัตราการเกิดออกซิเดชันต่ำกว่าเนื้อวัวบดสดที่ไม่ได้ผสมโปรตีนถั่วเหลือง และ Ziprin และคณะ (1981) ก็ได้รายงานว่า เนื้อวัวบดแผ่นที่เสริมด้วยแป้ง-

ตารางที่ 17 ค่าทีบีเอ ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมู หรือเนยขาว ร้อยละ 30 เสริมโปรตีนถั่วเหลือง เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

ตัวอย่างไส้กรอก	ระยะเวลาเก็บ (วัน)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
ไขมันหมู + SPC 0%	0.111^{ay}	0.120^{axy}	0.127^{awx}	0.134^{aw}	0.174^{av}	0.181^{av}	0.225^{au}	0.273^{at}
ไขมันหมู + SPC 3%	0.101^{aby}	0.119^{abx}	0.122^{abwx}	0.133^{abw}	0.166^{av}	0.168^{bv}	0.199^{bu}	0.210^{bt}
ไขมันหมู + SPC 6%	0.098^{by}	0.113^{abwx}	0.123^{abwx}	0.132^{abw}	0.145^{bv}	0.168^{bu}	0.177^{cu}	0.205^{bct}
ไขมันหมู + SPC 9%	0.090^{bcy}	0.108^{bcx}	0.121^{abw}	0.132^{abv}	0.142^{bv}	0.162^{bcu}	0.172^{cdu}	0.198^{ct}
ไขมันหมู + SPC 12%	0.093^{bz}	0.108^{bcy}	0.115^{abpxy}	0.125^{abx}	0.141^{bw}	0.155^{cv}	0.169^{cdu}	0.199^{bct}
ไขมันหมู + SPC 15%	0.080^{cdy}	0.106^{cx}	0.111^{bx}	0.122^{abw}	0.135^{bv}	0.143^{dv}	0.163^{du}	0.195^{ct}
ไขมันหมู + SPC 20%	0.076^{dx}	0.104^{cw}	0.111^{bvw}	0.121^{bv}	0.134^{bu}	0.143^{du}	0.161^{dt}	0.164^{dt}
เนยขาว + SPC 0%	0.069^{dey}	0.070^{dey}	0.077^{cxy}	0.079^{cwx}	0.085^{cvw}	0.092^{euv}	0.102^{eu}	0.147^{et}
เนยขาว + SPC 3%	0.064^{efx}	0.073^{dwx}	0.077^{cvw}	0.079^{cvw}	0.078^{cdvw}	0.087^{efv}	0.098^{efu}	0.137^{et}
เนยขาว + SPC 6%	0.058^{efgv}	0.060^{efv}	0.067^{cdv}	0.068^{cdv}	0.079^{cdu}	0.082^{efu}	0.090^{fghu}	0.120^{ft}
เนยขาว + SPC 9%	0.055^{fgy}	0.059^{efxy}	0.062^{dwxy}	0.069^{cdwx}	0.073^{devw}	0.081^{efv}	0.092^{efgu}	0.105^{gt}
เนยขาว + SPC 12%	0.052^{gy}	0.058^{fxy}	0.064^{dwx}	0.067^{cdwx}	0.073^{devw}	0.079^{fuv}	0.087^{fghu}	0.105^{gt}
เนยขาว + SPC 15%	0.049^{gx}	0.058^{fwx}	0.062^{dw}	0.061^{dw}	0.068^{devw}	0.078^{fuv}	0.081^{ghu}	0.098^{gt}
เนยขาว + SPC 20%	0.048^{gw}	0.052^{fvw}	0.059^{duv}	0.059^{duv}	0.063^{euv}	0.067^{gu}	0.079^{ht}	0.084^{ht}

abcdefgh : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.01)

tuvwxyz : อักษรเหมือนกันในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.01)

สกัดไขมัน, โปรตีนเข้มข้น และโปรตีนสกัด ที่ผลิตจากเมล็ดฝ้าย, ถั่วลิสง หรือถั่วเหลือง ร้อยละ 10 มีกลิ่นหืนน้อยกว่าเนื้อวัวบดแผ่นที่ผลิตโดยการใช้เนื้อวัวล้วน โดยผลิตภัณฑ์ที่เสริมด้วยโปรตีนจากเมล็ดฝ้ายมีศักยภาพสูงสุดในการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Romijn และคณะ (1991) ซึ่งรายงานว่า เนื้อวัวบดสุกแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่าทีบีเอเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 6 วัน และพบว่าเมื่อมีโปรตีนถั่วเหลืองสกัดร้อยละ 8-24 มีค่าทีบีเอลดลงจากเนื้อวัวบดปกติอย่างมีนัยสำคัญ และเป็นไปในในทำนองเดียวกันตลอดระยะเวลาเก็บ 6 วัน และเมื่อมีปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัดเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าทีบีเอลดลงมากขึ้น เนื่องจากในโปรตีนถั่วเหลืองมีสารที่สามารถป้องกันการเกิดออกซิเดชันของไขมันได้ ได้แก่ สารเลคทิน (lectin) และเฟลโวนอยด์ และยังสอดคล้องกับ Liu และคณะ (1991) ที่รายงานว่าเนื้อวัวบดแผ่นที่เติมน้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 10 หรือโปรตีนถั่วเหลืองสกัดร้อยละ 5-26 ทำให้การเกิดออกซิเดชันของไขมันลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่ผลการทดลองครั้งนี้ขัดแย้งกับ Ravin และ Zayas (1994) ที่ได้ทำการผลิตไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์เสริมด้วยโปรตีนจากข้าวสาลี, ถั่วเหลือง หรือข้าวโพด เก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิ 3-4 องศาเซลเซียส นาน 45 วัน พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีค่าทีบีเอสูงกว่าตัวอย่างควบคุมที่ใช้เนื้อวัวล้วน โดยตัวอย่างไส้กรอกที่เสริมด้วยแป้งถั่วเหลืองมีค่าทีบีเอสูงที่สุด รองลงมาคือโปรตีนจากแป้งสาลี และโปรตีนจากแป้งข้าวโพด ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดของไขมันที่โปรตีนถั่วเหลืองระดับเดียวกัน พบว่าไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีค่าทีบีเอสูงกว่าไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาว ทั้งนี้เนื่องจากไขมันหมูเป็นไขมันจากสัตว์ ส่วนเนยขาวเป็นไขมันที่ผลิตจากน้ำมันปาล์ม ซึ่ง ศศิเกษม ทองยงค์, 2530 กล่าวว่าน้ำมันสัตว์จะมีกลิ่นเหม็นหืนเร็วกว่าน้ำมันพืช ถึงแม้ว่าน้ำมันพืชจะมีปริมาณของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวมากกว่าแต่น้ำมันพืชมีวิตามินอี ซึ่งเป็นสารป้องกันการเติมออกซิเจน หรือเป็นวัตถุกันหืนอยู่แล้วตามธรรมชาติ

3.1.2 กลิ่นออกซิไดซ์

กลิ่นออกซิไดซ์เป็นดัชนีบ่งบอกอัตราการเกิดออกซิเดชันของไขมัน แสดงผลทางเคมีได้ในรูปของค่าทีบีเอ หรือปริมาณกรดไทโอบาบิทูริก ซึ่งหมายถึงมิลลิกรัมของมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมของตัวอย่าง (Dugan, 1976) ผลการประเมินกลิ่นออกซิไดซ์ของไส้กรอกบดเนื้อแพะด้วยวิธี QDA โดยใช้ผู้ประเมิน 8 คน ใช้แบบสอบถามที่แสดงในภาคผนวก ข1. ได้คะแนนเฉลี่ยดังแสดงในตารางที่ 18 และ 19 จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค10.) พบว่าระยะเวลาเก็บมีผลต่อการเพิ่มกลิ่นออกซิไดซ์ของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัย-

ตารางที่ 18 คะแนนเฉลี่ยกลิ่นออกซิไดซ์ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมู เสริมโปรตีนถั่วเหลือง เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

ระดับโปรตีนถั่วเหลือง	ระยะเวลาเก็บ (วัน)							
(ร้อยละ)	0	1	2	3	4	5	6	7
0	14.00^{az}	22.94^{ayz}	34.19^{axy}	39.00^{awx}	48.50^{awx}	50.56^{awx}	52.13^{aw}	53.63^{aw}
3	15.00^{az}	21.29^{ayz}	26.94^{axyz}	34.00^{awx}	38.00^{awx}	42.50^{awx}	46.25^{aw}	48.38^{aw}
6	13.63^{ay}	21.29^{axy}	30.94^{awx}	34.63^{awx}	37.17^{awx}	42.38^{aw}	43.75^{aw}	44.13^{aw}
9	16.00^{az}	23.06^{ayz}	27.81^{axyz}	33.19^{awxy}	37.19^{awxy}	40.06^{awx}	43.00^{awx}	46.00^{aw}
12	16.50^{az}	25.63^{ayz}	40.63^{axy}	48.44^{awx}	49.63^{awx}	54.44^{awx}	57.50^{awx}	58.13^{aw}
15	15.75^{ay}	23.19^{axy}	36.50^{awx}	37.56^{awx}	42.69^{aw}	46.06^{aw}	50.13^{aw}	53.63^{aw}
20	15.25^{ax}	23.25^{ax}	39.50^{aw}	41.00^{aw}	42.38^{aw}	42.94^{aw}	44.50^{aw}	48.63^{aw}

^{a} : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

^{wxyz} : อักษรเหมือนกันในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.01)

ตารางที่ 19 คะแนนเฉลี่ยกลิ่นออกซิไดซ์ผลิตภัณฑ์ของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้เนยขาว เสริมโปรตีนถั่วเหลือง เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

ระดับโปรตีนถั่วเหลือง	ระยะเวลาเก็บ (วัน)							
(ร้อยละ)	0	1	2	3	4	5	6	7
0	6.06 ax	15.56 awx	16.81 awx	19.00 awx	21.88 awx	24.00 awx	29.00 aw	30.50 bw
3	15.00 az	18.13 ayz	22.50 axyz	34.19 awxy	40.00 awx	40.56 awx	43.25 aw	49.88 aw
6	15.50 az	17.69 ayz	17.75 ayz	27.88 axyz	35.38 awxy	37.63 awx	48.13 aw	52.69 aw
9	16.44 ax	16.81 ax	17.81 ax	30.38 awx	32.38 awx	33.00 awx	38.25 aw	45.94 abw
12	14.63 ay	14.75 ay	17.94 axy	22.19 axy	24.63 axy	36.13 awx	44.19 aw	46.88 abw
15	14.13 az	15.25 az	18.06 ayz	25.50 axyz	34.94 awxy	36.69 awxy	43.00 awx	45.50 abw
20	13.00 ay	13.13 ay	18.38 axy	30.94 axy	34.00 awx	35.31 awx	33.38 awx	52.00 aw

ab : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

wxyz : อักษรเหมือนกันในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.01)

สำคัญยิ่ง แต่ระดับโปรตีนถั่วเหลืองไม่มีผลทำให้กลิ่นออกซิไดซ์แตกต่างกันทางสถิติ จากตารางที่ 18 พบว่าไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นออกซิไดซ์เพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามระยะเวลาการเก็บ โดยตัวอย่างไส้กรอกที่เสริมโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 0, 3, 6, 9, 12, 15 และ 20 มีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นออกซิไดซ์เริ่มต้นเป็น 14.00, 15.00, 13.63, 16.00, 16.50, 15.75 และ 15.25 ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 7 วัน คะแนนเฉลี่ยกลิ่นออกซิไดซ์ของทุกตัวอย่างเพิ่มขึ้นเป็น 53.63, 48.38, 44.13, 46.00, 58.13, 53.63 และ 48.63 ตามลำดับ เมื่อเสริมโปรตีนถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์มากขึ้นมีแนวโน้มว่าคะแนนเฉลี่ยกลิ่นออกซิไดซ์ของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับค่าทีบีเอที่ลดลง เมื่อปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 17) ที่เวลาเก็บเดียวกัน สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาว ก็ได้ผลในทำนองเดียวกัน กล่าวคือ มีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นออกซิไดซ์เพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามระยะเวลาการเก็บ โดยจากตาราง 19 พบว่าตัวอย่างไส้กรอกที่เสริมโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 0, 3, 6, 9, 12, 15 และ 20 มีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นออกซิไดซ์เริ่มต้นเป็น 6.06, 15.00, 15.50, 15.44, 14.63, 14.13 และ 13.00 ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 7 วัน คะแนนเฉลี่ยกลิ่นออกซิไดซ์ของทุกตัวอย่างเพิ่มขึ้นเป็น 30.50, 49.88, 52.69, 45.94, 46.88, 45.50 และ 52.00 ตามลำดับ และเมื่อเสริมโปรตีนถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์มากขึ้น คะแนนเฉลี่ยกลิ่นออกซิไดซ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับค่าทีบีเอที่ลดลง เมื่อปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น (ตาราง 17) ที่เวลาเก็บเดียวกัน

3.2 การใช้ไขมันหมู หรือเนยขาว เสริมด้วยเนื้อวัว

3.2.1 ปริมาณกรดไทโอบาบิทูริก (ค่าทีบีเอ)

จากตารางที่ 20 พบว่าปริมาณเนื้อวัวและระยะเวลาเก็บมีผลต่อค่าทีบีเอของไส้กรอกบดเนื้อแพะ โดยจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค9.) พบว่าตัวอย่างไส้กรอกทั้งหมดมีค่าทีบีเอแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยเมื่อพิจารณาไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมู พบว่าค่าทีบีเอจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บ โดยตัวอย่างไส้กรอกที่เสริมเนื้อวัวร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 ในวันที่ 0 มีค่าทีบีเอเริ่มต้นเป็น 0.096, 0.093, 0.093, 0.082, 0.065, 0.044 และ 0.043 ตามลำดับ ค่าทีบีเอจะลดลงเรื่อยๆ เมื่อเสริมเนื้อวัวเพิ่มขึ้นในผลิตภัณฑ์ เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 7 วัน ค่าทีบีเอของทุกตัวอย่างเพิ่มขึ้นเป็น 0.812, 0.554, 0.441, 0.377, 0.330, 0.282 และ 0.211 ตามลำดับ สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาวก็ได้ผลในทำนองเดียวกัน กล่าวคือ เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น ค่าทีบีเอก็จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆโดย

ตารางที่ 20 ค่าทีบีเอ ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมู หรือเนยขาว เสริมเนื้อวัว เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

ตัวอย่างไส้กรอก	ระยะเวลาเก็บ (วัน)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
ไขมันหมู + เนื้อวัว 0%	0.096^{az}	0.127^{ayz}	0.136^{ay}	0.140^{ay}	0.164^{ay}	0.238^{ax}	0.275^{aw}	0.812^{av}
ไขมันหมู + เนื้อวัว 5%	0.093^{az}	0.117^{az}	0.129^{abyz}	0.130^{abyz}	0.163^{ay}	0.214^{ax}	0.256^{aw}	0.554^{bv}
ไขมันหมู + เนื้อวัว 10%	0.093^{az}	0.096^{abz}	0.109^{abcyz}	0.113^{abyz}	0.144^{abxy}	0.167^{bx}	0.218^{bw}	0.441^{cv}
ไขมันหมู + เนื้อวัว 15%	0.082^{abx}	0.093^{abx}	0.102^{abcx}	0.106^{abcx}	0.143^{abw}	0.150^{bcw}	0.172^{cw}	0.377^{dv}
ไขมันหมู + เนื้อวัว 20%	0.065^{abcz}	0.089^{abz}	0.096^{bcyz}	0.103^{abcxyz}	0.133^{abwxy}	0.139^{bcdwx}	0.165^{cw}	0.330^{ev}
ไขมันหมู + เนื้อวัว 25%	0.044^{bcy}	0.089^{abx}	0.092^{bcdx}	0.103^{abcx}	0.166^{bx}	0.116^{cdex}	0.167^{cw}	0.282^{fv}
ไขมันหมู + เนื้อวัว 30%	0.043^{bcz}	0.072^{bcyz}	0.089^{bcdxy}	0.099^{bcdxy}	0.112^{bcx}	0.113^{cdex}	0.163^{cw}	0.211^{ghv}
เนยขาว + เนื้อวัว 0%	0.050^{bcx}	0.071^{bcdwx}	0.072^{cdewx}	0.073^{cdewx}	0.078^{cdwx}	0.101^{defw}	0.107^{dw}	0.374^{dv}
เนยขาว + เนื้อวัว 5%	0.045^{bcx}	0.049^{cdx}	0.056^{dex}	0.064^{dex}	0.067^{dwx}	0.079^{efgwx}	0.103^{dw}	0.233^{gv}
เนยขาว + เนื้อวัว 10%	0.042^{bcx}	0.047^{cdx}	0.054^{dewx}	0.060^{ewx}	0.065^{dwx}	0.070^{fgwx}	0.093^{dew}	0.189^{iv}
เนยขาว + เนื้อวัว 15%	0.042^{bcw}	0.043^{cdw}	0.049^{ew}	0.058^{ew}	0.065^{dw}	0.067^{fgw}	0.076^{dew}	0.149^{iv}
เนยขาว + เนื้อวัว 20%	0.041^{bcw}	0.043^{cdw}	0.047^{ew}	0.058^{ew}	0.063^{dw}	0.065^{fgw}	0.073^{dew}	0.109^{jv}
เนยขาว + เนื้อวัว 25%	0.034^{cw}	0.040^{cdw}	0.046^{evw}	0.057^{evw}	0.059^{dvw}	0.063^{fgvw}	0.072^{devw}	0.083^{jv}
เนยขาว + เนื้อวัว 30%	0.029^{cw}	0.031^{dw}	0.039^{evw}	0.046^{evw}	0.055^{dvw}	0.055^{gvw}	0.062^{evw}	0.077^{jv}

abcdefghij : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.01)

vwxyz : อักษรเหมือนกันในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.01)

ตัวอย่างไส้กรอกที่เสริมเนื้อวัวร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 มีค่าทีบีเอเริ่มต้นเป็น 0.050, 0.045, 0.042, 0.042, 0.041, 0.041, 0.034 และ 0.029 ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 7 วัน ค่าทีบีเอของทุกตัวอย่างเพิ่มขึ้นเป็น 0.374, 0.233, 0.189, 0.149, 0.109, 0.083 และ 0.077 ตามลำดับ เมื่อเสริมเนื้อวัวในผลิตภัณฑ์มากขึ้น ค่าทีบีเอจะลดลง ทั้งนี้เนื่องจาก วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองไม่ได้ผ่านการแช่เยือกแข็งมาก่อน ขณะที่เนื้อแพะได้ผ่านการแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสมาก่อน ซึ่ง Bhattacharya และคณะ (1988) กล่าวว่าปฏิกิริยาออกซิเดชั่นที่เกิดขึ้นเองของฟอสโฟไลปิด และไตรกลีเซอไรด์ทำให้เกิดสารประกอบอัลดีไฮด์ ทำให้เกิดกลิ่นหืนในเนื้อดิบแช่เยือกแข็งได้ การเกิดออกซิเดชันของไขมันถูกเร่งโดยสารประกอบพวกฮีม ที่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบ ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้คล้ายคลึงกับ Esguerra (1972) ที่ได้ทดลองผลิตไส้กรอกสดโดยการใช้เนื้อหมู เนื้อกระบือ และเนื้อแพะ ในระดับต่างๆกัน เก็บผลิตภัณฑ์ไว้ 1 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิห้องเย็น (2-4 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิแช่เยือกแข็ง (-23 องศาเซลเซียส) พบว่าไส้กรอกสดที่ผลิตโดยการใช้เนื้อแพะล้วน, เนื้อหมูผสมกับเนื้อกระบือ ร้อยละ 20-50 มีค่าทีบีเอต่ำกว่าไส้กรอกสดที่ผลิตโดยการใช้นื้อหมูล้วน, เนื้อกระบือล้วน และเนื้อหมูผสมกับเนื้อกระบือ ร้อยละ 20-50 โดยได้ผลเช่นเดียวกันในทุกสภาวะของการเก็บรักษา และผลการทดลองนี้ยังสอดคล้องกับผลการทดลองของ Arganosa และคณะ (1991); Tonchutikul และคณะ (1989) และ Stoick และคณะ (1991) ที่รายงานว่าผลิตภัณฑ์เนื้อวัวคืนรูปสุก เก็บที่ 4 องศาเซลเซียส มีค่าทีบีเอเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น นอกจากนี้ อนุชิตา ชาวเหนือ (2534) รายงานว่าผลิตภัณฑ์หมูยอที่เก็บรักษาภายใต้สภาพปกติและสภาพปรับบรรยากาศ จะมีค่าทีบีเอเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น โดยหมูยอที่เก็บในสภาวะปกติมีค่าทีบีเอสูงกว่าหมูยอที่เก็บรักษาภายใต้สภาพการปรับบรรยากาศให้มีปริมาณกาซออกซิเจนค่อนข้างต่ำประมาณ 1-2 เท่า และ ปนัดดา เจริญกิจ (2536) ก็รายงานว่าค่าทีบีเอของผลิตภัณฑ์เนื้อคืนรูปกึ่งสุกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดของไขมันที่เนื้อวัวระดับเดียวกัน พบว่า ไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีค่าทีบีเอสูงกว่าไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาว ทั้งนี้เนื่องจากไขมันหมูเป็นไขมันจากสัตว์ ส่วนเนยขาวเป็นไขมันที่ผลิตจากน้ำมันปาล์มซึ่ง ศศิเกษม ทองยงค์, 2530 กล่าวว่าน้ำมันสัตว์จะมีกลิ่นเหม็นหืนเร็วกว่าน้ำมันพืช เนื่องจากในน้ำมันพืชมีวิตามินอีซึ่งเป็นวัตถุกันหืนอยู่แล้วตามธรรมชาติ

3.2.2 กลิ่นออกซิไดซ์

ผลการประเมินกลิ่นออกซิไดซ์ของไส้กรอกบดเนื้อแพะด้วยวิธี QDA โดยใช้ผู้ประเมิน 8 คน ได้คะแนนเฉลี่ยแสดงในตารางที่ 21 และ 22 ระยะเวลาเก็บมีผลต่อกลิ่นออกซิไดซ์ของไส้กรอกบดเนื้อแพะ ปริมาณเนื้อวัวไม่มีผลต่อกลิ่นออกซิไดซ์ของไส้กรอกบดเนื้อแพะ โดยเมื่อพิจารณาจากตารางที่ 21 พบว่าไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมู มีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นออกซิไดซ์เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาเก็บ โดยตัวอย่างไส้กรอกที่เสริมเนื้อวัวร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 มีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นออกซิไดซ์เริ่มต้นเป็น 16.13, 16.50, 17.25, 17.38, 16.50, 15.00 และ 15.25 ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 7 วัน คะแนนเฉลี่ยกลิ่นออกซิไดซ์ของทุกตัวอย่างเพิ่มขึ้นเป็น 52.25, 47.75, 51.63, 46.50, 50.25, 53.38 และ 56.00 ตามลำดับ สำหรับสูตรที่ใช้เนยขาวก็ได้ผลในทำนองเดียวกัน กล่าวคือ ระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้คะแนนเฉลี่ยกลิ่นออกซิไดซ์เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยจากตารางที่ 22 พบว่าตัวอย่างไส้กรอกที่เสริมเนื้อวัวร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 มีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นออกซิไดซ์เริ่มต้นเป็น 17.38, 16.25, 16.50, 17.13, 16.63, 17.38 และ 18.13 ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 7 วัน คะแนนเฉลี่ยกลิ่นออกซิไดซ์ของทุกตัวอย่างเพิ่มขึ้นเป็น 40.00, 44.25, 41.63, 51.56, 38.56, 49.63 และ 50.44 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณากลิ่นออกซิไดซ์ภายในวันเดียวกัน พบว่าระดับการเสริมเนื้อวัวไม่มีผลต่อกลิ่นออกซิไดซ์ของผลิตภัณฑ์ แสดงว่าการเสริมเนื้อวัวลงในผลิตภัณฑ์ในช่วงร้อยละ 0-30 นั้นไม่ได้ทำให้ผู้ทดสอบชิมสามารถแยกแยะหรือรู้สึกถึงความแตกต่างของกลิ่นออกซิไดซ์ได้ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ Esguerra (1972) ซึ่งรายงานว่าไส้กรอกสดที่ผลิตโดยการใช้เนื้อหมู เนื้อกระบือ และเนื้อแพะ ในระดับต่างๆกัน มีกลิ่นผิดปกติ (off-flavor) ของทุกตัวอย่างไม่แตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้ White และคณะ (1988) ได้รายงานว่าผู้บริโภคไม่สามารถที่จะแยกแยะกลิ่นผิดปกติของสเต็กเนื้อที่ผ่านการอุ่นได้เมื่อผลิตภัณฑ์นั้นมีค่าทีบีเอน้อยกว่าหรือเท่ากับ 6.3

ตารางที่ 21 คะแนนเฉลี่ยกลิ่นออกซิไดซ์ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูเสริมเนื้อวัว เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

ระดับเนื้อวัว	ระยะเวลาเก็บ (วัน)							
(ร้อยละ)	0	1	2	3	4	5	6	7
0	16.13^{ay}	20.38^{ay}	27.50^{axy}	29.63^{axy}	32.88^{awxy}	45.25^{awx}	46.00^{awx}	52.25^{aw}
5	16.50^{az}	20.50^{ayz}	23.00^{axy}	28.38^{awxyz}	38.50^{awxy}	39.88^{awxy}	42.56^{awx}	47.75^{aw}
10	17.25^{ayz}	17.13^{ay}	27.75^{axy}	28.38^{axy}	38.00^{awxy}	38.50^{awxy}	45.25^{awx}	51.63^{al}
15	17.38^{ax}	20.31^{ax}	28.38^{awx}	34.25^{awx}	38.25^{awx}	42.13^{aw}	45.25^{aw}	46.50^{al}
20	16.50^{ay}	26.00^{axy}	27.19^{axy}	35.75^{awxy}	36.25^{awxy}	41.88^{awx}	41.88^{awx}	50.25^{aw}
25	15.00^{ay}	27.13^{axy}	30.00^{axy}	31.25^{axy}	30.38^{axy}	39.50^{awx}	48.63^{awx}	53.38^{aw}
30	15.25^{ay}	26.69^{axy}	27.50^{axy}	29.13^{axy}	35.13^{awxy}	41.38^{awx}	44.13^{awx}	56.00^{aw}

^{a} : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

^{wxyz} : อักษรเหมือนกันในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.01)

ตารางที่ 22 คะแนนเฉลี่ยกลิ่นออกซิไดซ์ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้เนยขาว เสริมเนื้อวัว เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

ระดับเนื้อวัว (ร้อยละ)	ระยะเวลาเก็บ (วัน)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	17.38^{ay}	16.38^{ay}	19.19^{ay}	23.94^{axy}	32.38^{axy}	39.13^{ax}	39.94^{ax}	40.00^{ax}
5	16.25^{ay}	16.31^{ay}	16.38^{ay}	26.75^{axy}	32.50^{axy}	34.00^{axy}	34.94^{axy}	44.25^{ax}
10	16.50^{ay}	18.75^{ay}	26.25^{axy}	32.00^{axy}	34.13^{axy}	40.19^{ax}	41.31^{ax}	41.63^{ax}
15	17.13^{az}	18.94^{az}	22.13^{ayz}	31.00^{ayz}	32.63^{ayz}	35.88^{axyz}	39.13^{axy}	51.56^{ax}
20	16.63^{ay}	20.56^{axy}	26.44^{axy}	30.06^{axy}	32.00^{axy}	32.69^{axy}	35.00^{axy}	38.56^{ax}
25	17.38^{az}	21.94^{ayz}	31.38^{axyz}	35.44^{axy}	36.19^{axy}	42.38^{ax}	47.25^{ax}	49.63^{ax}
30	18.13^{az}	24.88^{ayz}	26.63^{ayz}	30.88^{ayz}	35.69^{axyz}	40.13^{axy}	40.38^{axy}	50.44^{ax}

^{a} : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

^{xyz} : อักษรเหมือนกันในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.01)

4. ศึกษาทัศนคติของผู้บริโภคชาวไทยพุทธ และชาวไทยมุสลิมต่อเนื้อแพะ และผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะ

การศึกษาทัศนคติของผู้บริโภคโดยใช้แบบสอบถาม (ตารางภาคผนวก ข2..) ร่วมกับการสัมภาษณ์ผู้บริโภคเป้าหมายคือผู้บริโภคชาวไทยพุทธ และผู้บริโภคชาวไทยมุสลิม กลุ่มละ 60 คน ได้ผลการทดลองดังนี้

4.1 ทัศนคติของผู้บริโภคชาวไทยพุทธต่อเนื้อแพะและผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะ

4.1.1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์

ผลการสำรวจดังแสดงในตารางที่ 23 พบว่าผู้บริโภคเป็นชายร้อยละ 33.33 และหญิงร้อยละ 66.67 โดยร้อยละ 43..33 มีอายุอยู่ในช่วง 15-25 ปี ร้อยละ 33.33 มีอายุอยู่ในช่วง 26-35 ปี และร้อยละ 23.34 มีอายุอยู่ในช่วง 36-45 ปี มีการศึกษาระดับประถมร้อยละ 23.34 ระดับมัธยมร้อยละ 18.33 ต่ำกว่าปริญญาตรีร้อยละ 3.33 ปริญญาตรีร้อยละ 35.00 และสูงกว่าปริญญาตรีร้อยละ 20.00 อาชีพนักเรียน-นักศึกษาร้อยละ 33.33 ข้าราชการร้อยละ 33.33 และชาวบ้านทั่วไปร้อยละ 33.33 ผู้บริโภคกลุ่มนี้ร้อยละ 33.33 มีรายได้ต่อเดือนน้อยกว่า 2,000 บาท ร้อยละ 31.67 มีรายได้ต่อเดือน ประมาณ 2,000-4,000 บาท ร้อยละ 6.67 มีรายได้ต่อเดือน 4,000-6,000 บาท และร้อยละ 28.33 มีรายได้ต่อเดือน 6,000-8,000 บาท

4.1.2 พฤติกรรมการบริโภคเนื้อแพะ

พฤติกรรมการบริโภคเนื้อแพะของผู้บริโภคกลุ่มนี้ ดังแสดงในตารางที่ 24 พบว่าผู้บริโภคและคนในครอบครัว ร้อยละ 50 ชอบรับประทานเนื้อหมู ร้อยละ 14.17 ชอบรับประทานเนื้อวัว ร้อยละ 35.83 ชอบรับประทานเนื้อไก่ แต่ไม่มีการรับประทานเนื้อแพะในครอบครัว แต่อย่างไรก็ตามผู้บริโภคกลุ่มนี้มีเพียงร้อยละ 20 ที่ไม่เคยรับประทานเนื้อแพะ ส่วนอีกร้อยละ 80 เคยรับประทานเนื้อแพะ โดยร้อยละ 55.56 เคยรับประทานแกงมัสมั่นเนื้อแพะ ร้อยละ 3.18 เคยรับประทานเนื้อแพะกระป๋อง ร้อยละ 14.28 เคยรับประทานเนื้อแพะทอด และร้อยละ 26.98 เคยรับประทานเนื้อแพะในรูปแบบอื่น ผู้บริโภคทั้งหมดเคยรับประทานเนื้อแพะเพียงนานๆครั้งเท่านั้น ร้อยละ 8.77 เคยรับประทานจากที่บ้าน ร้อยละ 8.77 เคยรับประทานจากร้านอาหาร ร้อยละ 66.67 เคยรับประทานจากงานพิธีต่างๆของชาวมุสลิม และร้อยละ 15.79 เคยรับประทานจากที่อื่น เมื่อถามว่าเคยรับประทานผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเนื้อแพะหรือไม่ มีเพียงร้อยละ 15 ที่เคยรับประทาน อีกร้อยละ 85 บอกว่าไม่เคยรับประทาน โดยผู้บริโภคกลุ่มนี้ร้อยละ 93.3 ที่เห็นด้วยในการใช้เนื้อแพะผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเพื่อจำหน่าย มีเพียงร้อยละ

ตารางที่ 23 ความถี่และร้อยละของผู้บริโภคชาวไทยพุทธตามลักษณะทางประชากรศาสตร์

ปัจจัย	ความถี่	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	20	33.33
หญิง	40	66.67
อายุ		
15-25 ปี	26	43.33
26-35 ปี	20	33.33
36-45 ปี	14	23.34
46 ปีขึ้นไป	-	-
การศึกษา		
ระดับประถม	14	23.34
ระดับมัธยม	11	18.33
ต่ำกว่าปริญญาตรี	2	3.33
ปริญญาตรี	21	35.00
สูงกว่าปริญญาตรี	12	20.00
อาชีพ		
นักเรียน - นักศึกษา	20	33.33
อาจารย์ - ข้าราชการ	20	33.33
ชาวบ้านทั่วไป	20	33.33
รายได้ต่อเดือน		
ต่ำกว่า 2,000 บาท	20	33.33
2,000 - 4,000 บาท	19	31.67
4,000 - 6,000 บาท	4	6.67
6,000 - 8,000 บาท	17	28.33

ตารางที่ 24 พฤติกรรมการบริโภคเนื้อแพะของผู้บริโภคชาวไทยพุทธ

ปัจจัย	ความถี่	ร้อยละ
ท่านและคนในครอบครัวของท่านมักจะบริโภคเนื้อสัตว์ชนิดใด		
เนื้อหมู	60	50.00
เนื้อวัว	17	14.17
เนื้อไก่	43	35.83
เนื้อแพะ	-	
ท่านเคยรับประทานเนื้อแพะหรือไม่		
เคยรับประทาน	48	80.00
ไม่เคยรับประทาน	12	20.00
ท่านเคยรับประทานเนื้อแพะในรูปแบบใด		
แกงมัสมั่นเนื้อแพะ	35	55.56
เนื้อแพะกระป๋อง	2	3.18
เนื้อแพะทอด	9	14.28
อื่นๆ	17	26.98
ท่านเคยรับประทานเนื้อแพะบ่อยครั้งแค่ไหน		
ทุกวัน	-	-
อาทิตย์ละ 1-2 ครั้ง	-	-
นานๆครั้ง	48	100.00
อื่นๆ	-	-
ท่านเคยรับประทานเนื้อแพะจากที่ใด		
ที่บ้าน	5	8.77
ร้านอาหาร	5	8.77
งานพิธีต่างๆ	38	66.67
อื่นๆ	9	15.79

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ปัจจัย	ความถี่	ร้อยละ
ท่านเคยรับประทานผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะหรือไม่		
เคยรับประทาน	9	15.00
ไม่เคยรับประทาน	51	85.00
ถ้านำเนื้อแพะมาทำผลิตภัณฑ์ไส้กรอกขาย ท่านจะเห็นด้วยหรือไม่		
เห็นด้วย	56	93.33
ไม่เห็นด้วย	4	6.67

6.67 เท่านั้นที่ไม่เห็นด้วย

4.1.3 การยอมรับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะของผู้บริโภค

ทำการผลิตไส้กรอกบดเนื้อแพะโดยการใช้ไขมันหมู หรือเนยขาว เสริมด้วยโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 9 หรือเนื้อวัวร้อยละ 25 และประเมินผลทางประสาทสัมผัส 3 คุณลักษณะ ได้แก่ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และการยอมรับรวม ใช้แบบสอบถามแบบรูปหน้าคน (Facial Hedonic Scale) (ภาคผนวก ข3.) ได้ผลการทดลอง ดังนี้

- คุณลักษณะเนื้อสัมผัส

ผลการประเมินเปรียบเทียบคุณลักษณะเนื้อสัมผัสของไส้กรอกบดเนื้อแพะระหว่างตัวอย่างควบคุม ตัวอย่างที่เสริมเนื้อวัว และตัวอย่างที่เสริมโปรตีนถั่วเหลือง แสดงผลในตารางที่ 26 และผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค11.) ผู้บริโภคชอบเนื้อสัมผัสของทุกตัวอย่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ตัวอย่างควบคุมของสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีคะแนนความชอบเนื้อสัมผัสมากที่สุด (คะแนน = 4.08) และตัวอย่างควบคุมของสูตรที่ใช้เนยขาวมีคะแนนความชอบเนื้อสัมผัสน้อยที่สุด (คะแนน = 2.97)

เมื่อพิจารณาไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาว พบว่าผู้บริโภคชอบเนื้อสัมผัสของตัวอย่างที่เสริมเนื้อวัวมากที่สุด (คะแนน = 3.25) รองลงมาคือตัวอย่างที่เสริมโปรตีนถั่วเหลือง (คะแนน = 3.08) และตัวอย่างควบคุม (คะแนน = 2.97) ตามลำดับ โดยผู้บริโภคชอบเนื้อสัมผัสของตัวอย่างที่เสริมเนื้อวัวมากกว่าตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่ตัวอย่างที่เสริมโปรตีนถั่วเหลืองกับตัวอย่างควบคุมผู้บริโภคมีความชอบเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างที่เสริมเนื้อวัวกับตัวอย่างที่เสริมโปรตีนถั่วเหลือง ก็พบว่าผู้บริโภคมีความชอบเนื้อสัมผัสของตัวอย่างทั้งสองไม่แตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน

สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมู พบว่าผู้บริโภคชอบเนื้อสัมผัสของตัวอย่างควบคุมมากที่สุด (คะแนน = 4.08) รองลงมาคือตัวอย่างที่เสริมเนื้อวัว (คะแนน = 3.75) และตัวอย่างที่เสริมโปรตีนถั่วเหลือง (คะแนน = 3.50) ตามลำดับ ผู้บริโภคชอบเนื้อสัมผัสของตัวอย่างควบคุมมากกว่าตัวอย่างที่เสริมเนื้อวัว และตัวอย่างที่เสริมโปรตีนถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่มีความชอบเนื้อสัมผัสของชุดการทดลองที่เสริมเนื้อวัวกับตัวอย่างที่เสริมโปรตีนถั่วเหลืองไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 25 คะแนนความชอบ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และการยอมรับรวมของ
ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะ ประเมินโดยผู้บริโภคชาวไทยพุทธ จำนวน 60 คน

ตัวอย่างไส้กรอก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	การยอมรับรวม
เนยขาว (ชุดควบคุม)	2.97[a]	2.95[a]	3.05[a]
เนยขาว + เนื้อวัว	3.25[bc]	3.37[b]	3.38[bc]
เนยขาว + โปรตีนถั่วเหลือง	3.08[ab]	3.30[b]	3.26[ab]
ไขมันหมู (ชุดควบคุม)	4.08[e]	4.00[c]	4.15[d]
ไขมันหมู + เนื้อวัว	3.75[d]	3.92[c]	3.93[d]
ไขมันหมู + โปรตีนถั่วเหลือง	3.50[cd]	3.48[b]	3.60[c]

คะแนนต่ำสุดคือ 1 = น้อยที่สุด

คะแนนสูงสุดคือ 5 = มากที่สุด

abcd : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.01)

- **คุณลักษณะกลิ่นรส**

ผลการประเมินเปรียบเทียบคุณลักษณะกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะระหว่างตัวอย่างควบคุม ตัวอย่างที่เสริมเนื้อวัว และตัวอย่างที่เสริมโปรตีนถั่วเหลือง แสดงผลในตารางที่ 25 และผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค11.) ผู้บริโภคมีความชอบกลิ่นรสของทุกตัวอย่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ตัวอย่างควบคุมของสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีคะแนนความชอบกลิ่นรสมากที่สุด (คะแนน = 4.00) และตัวอย่างควบคุมของสูตรที่ใช้เนยขาวมีคะแนนความชอบกลิ่นรสน้อยที่สุด (คะแนน = 2.95) เมื่อพิจารณาไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาว พบว่าผู้บริโภคชอบกลิ่นรสของตัวอย่างที่เสริมเนื้อวัวมากที่สุด (คะแนน = 3.37) รองลงมาคือตัวอย่างที่เสริมโปรตีนถั่วเหลือง (คะแนน = 3.30) และ ตัวอย่างควบคุม (คะแนน = 2.95) ตามลำดับ ผู้บริโภคชอบกลิ่นรสของตัวอย่างที่เสริมเนื้อวัวและตัวอย่างที่เสริมโปรตีนถั่วเหลืองมากกว่าตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างที่เสริมเนื้อวัวกับตัวอย่างที่เสริมโปรตีนถั่วเหลือง พบว่าผู้บริโภคมีความชอบกลิ่นรสของทั้งสองตัวอย่างไม่แตกต่างกัน

สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูพบว่าผู้บริโภคชอบกลิ่นรสของตัวอย่างควบคุม (คะแนน = 4.00) รองลงมาคือตัวอย่างที่เสริมเนื้อวัว (คะแนน = 3.92) และตัวอย่างที่เสริมโปรตีนถั่วเหลือง (คะแนน -= 3.48) ตามลำดับ โดยผู้บริโภคชอบกลิ่นรสของตัวอย่างควบคุมมากกว่าตัวอย่างที่เสริมโปรตีนถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับตัวอย่างที่เสริมเนื้อวัว และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างที่เสริมเนื้อวัวกับตัวอย่างที่เสริมโปรตีนถั่วเหลืองก็พบว่าผู้บริโภคชอบกลิ่นรสของตัวอย่างที่เสริมเนื้อวัวมากกว่าตัวอย่างที่เสริมโปรตีนถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

- **การยอมรับรวม**

ผลการประเมินเปรียบเทียบการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะระหว่างตัวอย่างควบคุม ตัวอย่างที่เสริมเนื้อวัว และตัวอย่างที่เสริมโปรตีนถั่วเหลือง แสดงผลในตารางที่ 25 และผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค11.) ผู้บริโภคให้การยอมรับของทุกตัวอย่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยให้การยอมรับตัวอย่างควบคุมของสูตรที่ใช้ไขมันหมูมากที่สุด (คะแนน = 4.15) และให้การยอมรับตัวอย่างควบคุมของสูตรที่ใช้เนยขาวน้อยที่สุด (คะแนน = 3.05) เมื่อพิจารณาไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาว พบว่าผู้บริโภคให้

การยอมรับตัวอย่างที่เสริมเนื้อวัวมากที่สุด (คะแนน = 3.38) รองลงมาคือตัวอย่างที่เสริมโปรตีนถั่วเหลือง (คะแนน = 3.25) และตัวอย่างควบคุม (คะแนน = 3.05) ตามลำดับ ผู้บริโภคให้การยอมรับตัวอย่างที่เสริมเนื้อวัวมากกว่าตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับตัวอย่างที่สริมโปรตีนถั่วเหลือง และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างที่เสริมเนื้อวัวกับตัวอย่างที่เสริมโปรตีนถั่วเหลือง พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับตัวอย่างทั้งสองไม่แตกต่างกัน

สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมู พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับตัวอย่างควบคุมมากที่สุด (คะแนน = 4.15) รองลงมาคือตัวอย่างที่เสริมเนื้อวัว (คะแนน = 3.93) และตัวอย่างที่เสริมโปรตีนถั่วเหลือง (คะแนน = 3.60) ตามลำดับ โดยผู้บริโภคให้การยอมรับตัวอย่างควบคุมมากกว่าตัวอย่างที่เสริมโปรตีนถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่ไม่แตกต่างกันกับตัวอย่างที่สริมเนื้อวัว และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างที่เสริมเนื้อวัวกับตัวอย่างที่เสริมโปรตีนถั่วเหลืองก็พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับตัวอย่างที่เสริมเนื้อวัวมากกว่าตัวอย่างที่เสริมโปรตีนถั่วเหลองอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

จากผลการทดลองในตารางที่ 25 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดของไขมัน จะเห็นได้ว่าผู้บริโภคชาวไทยพุทธให้การยอมรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูมากกว่าสูตรที่ใช้เนยขาว ทั้งนี้เนื่องจากไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมูจะมีสีแดงอมน้ำตาลน่ารับประทานมากกว่าสูตรที่ใช้เนยขาวซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีสีออกขาวไม่ค่อยน่ารับประทาน นอกจากนี้ไส้กรอกสูตรที่ใช้ไขมันหมูจะมีความนุ่มและมีกลิ่นหอมน่ารับประทานมากกว่าด้วย อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่าไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้เนยขาวนั้นหากเสริมเนื้อวัว หรือโปรตีนถั่วเหลือง ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์มากกว่าการใช้เนื้อแพะล้วน (ตัวอย่างควบคุม) แต่สำหรับสูตรที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมูนั้น ผู้บริโภคกลับให้การยอมรับตัวอย่างที่ใช้เนื้อแพะล้วน (ตัวอย่างควบคุม) มากกว่าตัวอย่างที่เสริมเนื้อวัว หรือโปรตีนถั่วเหลือง ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าชาวไทยพุทธที่ไม่นิยมรับประทานเนื้อวัว ยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้เนื้อแพะล้วนได้ดีกว่า ดังนั้นหากจะผลิตไส้กรอกบดเนื้อแพะสำหรับชาวไทยพุทธแล้ว ควรเลือกใช้ไขมันหมูในการผลิต และเลือกใช้เนื้อหมู หรือเนื้อไก่ซึ่งชาวไทยพุทธนิยมรับประทานกันมากแทนเนื้อวัวน่าจะดีกว่า เพื่อขจัดปัญหากรณีชาวไทยพุทธที่ไม่ชอบรับประทานเนื้อวัว

4.2 ทัศนคติของผู้บริโภคชาวไทยมุสลิมต่อเนื้อแพะและผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะ

4.2.1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์

ผลการสำรวจดังแสดงในตารางที่ 26 ผู้บริโภคเป็นชายร้อยละ 26.67 และหญิงร้อยละ 73.33 โดยร้อยละ 51.67 มีอายุอยู่ในช่วง 15-25 ปี ร้อยละ 15.00 มีอายุอยู่ในช่วง 26-35 ปี ร้อยละ 26.67 มีอายุอยู่ในช่วง 36-45 ปี และร้อยละ 6.66 มีอายุอยู่ในช่วง 46 ปีขึ้นไป มีการศึกษาระดับประถมร้อยละ 31.67 ระดับมัธยมร้อยละ 36.67 ต่ำกว่าปริญญาตรีร้อยละ 5.00 ปริญญาตรีร้อยละ 26.66 อาชีพนักเรียน-นักศึกษาร้อยละ 33.33 ข้าราชการร้อยละ 33.33 และชาวบ้านทั่วไปร้อยละ 33.33 ผู้บริโภคกลุ่มนี้ร้อยละ 43.33 มีรายได้ต่อเดือนต่ำกว่า 2,000 บาท ร้อยละ 25.00 มีรายได้ต่อเดือน 2,000 - 4,000 บาท ร้อยละ 28.33 มีรายได้ต่อเดือน 4,000 - 6,000 บาท และร้อยละ 3.33 มีรายได้ต่อเดือน 6,000 - 8,000 บาท

4.2.2 พฤติกรรมการบริโภคเนื้อแพะ

พฤติกรรมการบริโภคเนื้อแพะของผู้บริโภคกลุ่มนี้ ดังแสดงในตารางที่ 27 ผู้บริโภครวมทั้งคนในครอบครัว ร้อยละ 44.78 รับประทานเนื้อวัว ร้อยละ 42.53 มักจะรับประทานเนื้อไก่ และมีเพียงร้อยละ 12.69 เท่านั้น ที่มักจะรับประทานเนื้อแพะกันในครอบครัว และผู้บริโภคทั้ง 60 คนเคยรับประทานเนื้อแพะทุกคน โดยร้อยละ 52.68 บอกว่าเคยรับประทานแกงมัสมั่นเนื้อแพะ ร้อยละ 8.93 เคยรับประทานเนื้อแพะกระป๋อง ร้อยละ 22.32 เคยรับประทานเนื้อแพะทอดและร้อยละ 16.07 เคยรับประทานเนื้อแพะในรูปอื่น และนานๆครั้งเท่านั้นถึงจะได้รับประทานเนื้อแพะ โดยร้อยละ 18.52 เคยได้รับประทานที่บ้าน ร้อยละ 12.36 เคยรับประทานที่ร้านอาหาร และร้อยละ 69.13 เคยได้รับประทานที่งานพิธีต่างๆ ผู้บริโภคทั้งหมดไม่เคยรับประทานไส้กรอกเนื้อแพะ และผู้บริโภคกลุ่มนี้มีถึงร้อยละ 88.33 ที่เห็นด้วยในการใช้เนื้อแพะเพื่อผลิตไส้กรอกจำหน่าย มีเพียงร้อยละ 11.67 เท่านั้นที่ไม่เห็นด้วย

ตารางที่ 26 ความถี่และร้อยละของผู้บริโภคชาวไทยมุสลิมตามลักษณะทางประชากรศาสตร์

ปัจจัย	ความถี่	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	16	26.67
หญิง	44	73.33
อายุ		
15 - 25 ปี	31	51.67
26 - 35 ปี	9	15.00
36 - 45 ปี	16	26.67
46 ปีขึ้นไป	4	6.66
การศึกษา		
ระดับประถม	19	31.67
ระดับมัธยม	22	36.67
ต่ำกว่าปริญญาตรี	3	5.00
ปริญญาตรี	16	26.66
สูงกว่าปริญญาตรี	-	
อาชีพ		
นักเรียน - นักศึกษา	20	33.33
อาจารย์ - ข้าราชการ	20	33.33
ชาวบ้านทั่วไป	20	33.33
รายได้ต่อเดือน		
ต่ำกว่า 2,000 บาท	26	43.33
2,000 - 4,000 บาท	15	25.00
4,000 - 6,000 บาท	17	28.33
6,000 - 8,000 บาท	2	3.33

ตารางที่ 27 พฤติกรรมการบริโภคเนื้อแพะของผู้บริโภคชาวไทยมุสลิม

ปัจจัย	ความถี่	ร้อยละ
ท่านและคนในครอบครัวของท่านมักจะบริโภคเนื้อสัตว์ชนิดใด		
เนื้อวัว	60	44.78
เนื้อไก่	57	42.53
เนื้อแพะ	17	12.69
ท่านเคยรับประทานเนื้อแพะหรือไม่		
เคยรับประทาน	60	100.00
ไม่เคยรับประทาน	-	-
ท่านเคยรับประทานเนื้อแพะในรูปแบบใด		
แกงมัสมั่นเนื้อแพะ	59	52.68
เนื้อแพะกระป๋อง	10	8.93
เนื้อแพะทอด	25	22.32
อื่นๆ	15	16.07
ท่านเคยรับประทานเนื้อแพะบ่อยครั้งแค่ไหน		
ทุกวัน	-	-
อาทิตย์ละ 1 - 2 ครั้ง	-	-
นานๆครั้ง	60	100.00
อื่นๆ	-	-
ท่านเคยรับประทานเนื้อแพะจากที่ใด		
ที่บ้าน	15	18.52
ร้านอาหาร	10	12.35
งานพิธีต่างๆ	56	69.13
อื่นๆ	-	-

ตารางที่ 27 (ต่อ)

ปัจจัย	ความถี่	ร้อยละ
ท่านเคยรับประทานผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเนื้อแพะหรือไม่		
เคยรับประทาน	-	-
ไม่เคยรับประทาน	60	100.00
ถ้านำเนื้อแพะมาทำผลิตภัณฑ์ไส้กรอกขาย ท่านจะเห็นด้วยหรือไม่		
เห็นด้วย	53	88.33
ไม่เห็นด้วย	7	11.67

4.2.3 การยอมรับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะของผู้บริโภค

ทำการผลิตไส้กรอกบดเนื้อแพะโดยการใช้เนยขาว เสริมด้วยโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 9 หรือเนื้อวัวร้อยละ 25 ผลการประเมินเปรียบเทียบคุณลักษณะเนื้อสัมผัส กลิ่นรส และการยอมรับรวม ของไส้กรอกบดเนื้อแพะระหว่างตัวอย่างควบคุม ตัวอย่างที่เสริมเนื้อวัว และตัวอย่างที่เสริมโปรตีนถั่วเหลือง แสดงผลในตาราง 28 และผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก ค12.) พบว่าผู้บริโภคมีความชอบเนื้อสัมผัส กลิ่นรส และให้การยอมรับรวมทุกตัวอย่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยผู้บริโภคชอบเนื้อสัมผัส กลิ่นรส และให้การยอมรับรวมตัวอย่างที่เสริมเนื้อวัวมากที่สุด (คะแนนเนื้อสัมผัส กลิ่นรส และการยอมรับรวม = 4.12, 4.23 และ 4.40 ตามลำดับ) รองลงมาคือตัวอย่างที่เสริมโปรตีนถั่วเหลือง (คะแนนเนื้อสัมผัส กลิ่นรส และการยอมรับรวม = 3.43, 3.55 และ 3.60 ตามลำดับ) และตัวอย่างควบคุม (คะแนนเนื้อสัมผัส กลิ่นรส และการยอมรับรวม = 3.17, 3.30 และ 4.23 ตามลำดับ) มีคะแนนต่ำสุด

จากผลการทดลองดังกล่าว จะเห็นได้ว่าการเสริมเนื้อวัว หรือโปรตีนถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์นั้นผู้บริโภคชาวไทยมุสลิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์มากกว่าการใช้เนื้อแพะล้วน (ตัวอย่างควบคุม) ทั้งนี้เนื่องจากปกติชาวไทยมุสลิมจะนิยมรับประทานเนื้อวัวและคุ้นเคยกับกลิ่นเนื้อวัวอยู่แล้วเมื่อเสริมเนื้อวัวในผลิตภัณฑ์ผู้บริโภคจึงอาจรู้สึกว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีกลิ่นหอมน่ารับประทานเพิ่มขึ้น สำหรับกรณีการเสริมโปรตีนถั่วเหลืองลงในผลิตภัณฑ์ ผู้บริโภคก็อาจมีความรู้สึกว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีกลิ่นหอมน่ารับประทานมากกว่าการใช้เนื้อแพะล้วนเช่นกัน แต่น้อยกว่าการเสริมด้วยเนื้อวัว

ตารางที่ 28 คะแนนความชอบ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และการยอมรับรวม ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะ ประเมินโดยผู้บริโภคชาวไทยมุสลิม จำนวน 60 คน

ตัวอย่างไส้กรอก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	การยอมรับรวม
เนยขาว (ชุดควบคุม)	3.17^{a}	3.30^{a}	4.23^{a}
เนยขาว + เนื้อวัว	4.12^{c}	4.23^{c}	4.40^{c}
เนยขาว + โปรตีนถั่วเหลือง	3.43^{b}	3.56^{b}	3.60^{b}

คะแนนต่ำสุดคือ 1 = น้อยที่สุด

คะแนนสูงสุดคือ 5 = มากที่สุด

abc : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.01)

บทที่ 4

สรุป

1. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกบด คือ เนื้อแพะ เนื้อวัว และโปรตีนถั่วเหลือง มีพีเอช 6.30, 5.40 และ 6.10 ตามลำดับ และมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ ความชื้นร้อยละ 75.87, 77.50 และ 62.46 ตามลำดับ โปรตีนร้อยละ 21.01, 21.23 และ 13.72 ตามลำดับ ไขมันร้อยละ 1.50, 2.00 และ 0.10 ตามลำดับ

2. การเพิ่มระดับโปรตีนถั่วเหลืองในการผลิตไส้กรอกบดเนื้อแพะทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน และปริมาณไขมัน ลดลง ขณะที่ปริมาณเกลือ และค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์ค่อนข้างคงที่ ระดับการเพิ่มโปรตีนถั่วเหลืองไม่ได้ทำให้คุณลักษณะความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ ความมัน กลิ่นหญ้า กลิ่นเครื่องปรุง และกลิ่นออกซิไดซ์ ของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน แต่มีผลทำให้ความหยาบ และกลิ่นถั่วเหลืองเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่กลิ่นแพะ และการยอมรับรวมลดลง ปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองที่เหมาะสมสำหรับใช้ในขั้นตอนการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคชาวไทยพุทธ และชาวไทยมุสลิม คือโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 9

การเพิ่มระดับเนื้อวัวในการผลิตไส้กรอกบดเนื้อแพะ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน และปริมาณไขมัน เพิ่มขึ้น ขณะที่ปริมาณเกลือ และค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์ค่อนข้างคงที่ ระดับการเพิ่มเนื้อวัวไม่ได้ทำให้คุณลักษณะความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ ความมัน ความหยาบ กลิ่นหญ้า กลิ่นเครื่องปรุง และกลิ่นออกซิไดซ์ แตกต่างกัน แต่มีผลทำให้กลิ่นแพะลดลง ในขณะที่กลิ่นเนื้อวัว และการยอมรับรวมเพิ่มขึ้น ปริมาณเนื้อวัวที่เหมาะสมสำหรับใช้ในขั้นตอนการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคชาวไทยพุทธ และชาวไทยมุสลิม คือปริมาณเนื้อวัวร้อยละ 25

ไส้กรอกบดเนื้อแพะสูตรที่ใช้ไขมันหมู มีปริมาณความชื้น และปริมาณโปรตีนสูงกว่าสูตรที่ใช้เนยขาว แต่มีปริมาณไขมันต่ำกว่า ขณะที่ปริมาณเกลือ และค่าพีเอชของสูตรที่ใช้ไขมันหมูกับสูตรที่ใช้เนยขาวไม่แตกต่างกัน

3. การเพิ่มระดับโปรตีนถั่วเหลืองในการผลิตไส้กรอกบดเนื้อแพะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าทีบีเอลดลงเรื่อยๆ แต่ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสสำหรับกลิ่นออกซิไดซ์เพิ่มขึ้น สำหรับการเพิ่มระดับเนื้อวัวทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าทีบีเอลดลง แต่ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสสำหรับกลิ่นออกซิไดซ์ของผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างกัน

ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลทำให้ไส้กรอกบดเนื้อแพะที่เสริมโปรตีนถั่วเหลือง หรือเนื้อวัวมีค่าทีบีเอเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อระยะเวลาเก็บนานขึ้น และไส้กรอกบดเนื้อแพะสูตรที่ใช้ไขมันหมูมีค่าทีบีเอสูงกว่าสูตรที่ใช้เนยขาว

4. การยอมรับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะของผู้บริโภคชาวไทยพุทธ สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้เนยขาว ผู้บริโภคให้การยอมรับไส้กรอกที่เสริมเนื้อวัวมากที่สุด รองลงมาคือไส้กรอกที่เสริมโปรตีนถั่วเหลือง และไส้กรอกเนื้อแพะล้วน ตามลำดับ สำหรับไส้กรอกบดสูตรที่ใช้ไขมันหมู ผู้บริโภคให้การยอมรับไส้กรอกเนื้อแพะล้วนมากที่สุด รองลงมาคือไส้กรอกที่เสริมเนื้อวัว และไส้กรอกที่เสริมโปรตีนถั่วเหลือง ตามลำดับ

การยอมรับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะของผู้บริโภคชาวไทยมุสลิม พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับไส้กรอกที่เสริมเนื้อวัวมากที่สุด รองลงมาคือไส้กรอกที่เสริมโปรตีนถั่วเหลือง และไส้กรอกเนื้อแพะล้วน ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

ในปัจจุบันนี้การทำผลิตภัณฑ์จากเนื้อแพะเพื่อจำหน่ายในตลาดทั่วไป คาดว่ามีโอกาสเป็นได้น้อยมาก ถึงแม้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตนั้นจะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคโดยทั่วไปก็ตาม ปัญหาที่พบคือเรื่องต้นทุนในการผลิต และการหาวัตถุดิบ (เนื้อแพะ) ที่ใช้ในการผลิต เนื่องจากเนื้อแพะหายาก ไม่มีขายในท้องตลาด และมีราคาสูงมากเมื่อเทียบกับเนื้อสัตว์เศรษฐกิจ เช่น สุกร โค หรือ ไก่ นอกจากนี้ผู้บริโภคชาวไทยพุทธซึ่งปกติไม่คุ้นเคยกับเนื้อแพะมาตั้งแต่สมัยบรรพบุรุษ มีทางเลือกที่จะบริโภคเนื้อสัตว์ชนิดอื่นซึ่งมีราคาถูกกว่า หาได้ง่ายกว่า และคุ้นเคยมากกว่า ส่วนชาวไทยมุสลิมถึงแม้จะคุ้นเคยกับการบริโภคเนื้อแพะมากกว่าชาวไทยพุทธก็ตาม แต่ก็นานๆครั้งถึงจะได้รับประทานเนื้อแพะ เนื่องจากยังมีทางเลือกที่จะบริโภคเนื้อสัตว์ชนิดอื่นซึ่งมีราคาถูกกว่า และหาได้ง่ายกว่า นั่นเอง แต่ถ้าหากในอนาคตข้างหน้าตลาดต่างประเทศ เช่น มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ หรือประเทศในแถบตะวันออกกลาง มีความต้องการเนื้อแพะ หรือผลิตภัณฑ์จากเนื้อแพะกันมากขึ้น ก็จะเป็นจุดดึงดูดความสนใจและส่งผลให้มีการเลี้ยงแพะและพัฒนาการเลี้ยงแพะกันมากขึ้นเพราะคุ้มกับการเสี่ยงที่จะลงทุน เมื่อถึงเวลานั้นราคาเนื้อแพะในประเทศคงจะไม่สูงมากในที่สุดแพะอาจจะกลายมาเป็นสัตว์เศรษฐกิจ-อีกชนิดหนึ่งของประเทศไทยที่มีการบริโภคกันอย่างกว้างขวางก็ได้

เอกสารอ้างอิง

กาญจนารัตน์ ทวีสุข, มณฑาทิพย์ ยุ่นฉลาด, ชิดชม วิทวัสวงศ์ และน้อย สาริกะภูติ. 2532. กุนเชียงจากเนื้อหมูผสมโปรตีนเกษตร. อาหาร. 1(19) : 1-17.

จิระศักดิ์ วังวิวัฒน์. 2528. ผลของโปรตีนเกษตรและวัตถุกันเสียต่อคุณภาพของไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทัศนีย์ สุพจนาพรชัย. 2530. การใช้ผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองบางชนิดในการผลิตไส้กรอก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นงลักษณ์ สุทธิวนิช. 2527. ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ปนัดดา เจริญกิจ. 2536. ผลของซูริมิ สารกันหืน และอุณหภูมิภายในต่อคุณภาพของเนื้อขึ้นรูปกึ่งสุก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2531. สถิติสำหรับการวิจัยทางการเกษตร. คณะทรัพยากรธรรมชาติ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วินัย ประลมพ์กาญจน์. 2528. แพะและเนื้อแพะ. บทความทางวิชาการและงานวิจัยโครงการพัฒนาศูนย์วิจัยแพะและแกะ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วีระศักดิ์ สีหบุตร. 2538. คุณภาพการประกอบอาหารของเนื้อแพะและผลิตภัณฑ์เนื้อแพะบดเสริมด้วยไขมันหมูและเนยขาว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศรีเมือง มาลีหวล. 2524. การใช้โปรตีนถั่วเหลืองผสมในการทำไส้กรอก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. .

วันชัย สมชิต. 2527. ถั่วเหลืองและการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุคนธ์ชื่น ศรีงาม. 2526. ความก้าวหน้าในการใช้ถั่วเหลือง. ว. วิทยาศาสตร์การอาหาร. 15 (1) : 16-20.

สุจินดา นิมมานิตย์ และ สุภรัตน์ ชวนะ. 2521. การยอมรับไส้กรอกโปรตีนเกษตร. อาหาร. 10(3) : 182-186.

สมเกียรติ สายธนู. 2528. ผลผลิตเนื้อจากแพะ. บทความทางวิชาการและงานวิจัยโครงการพัฒนาศูนย์วิจัยแพะและแกะ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

อนุกูล พลศิริ. 2520. ประสิทธิภาพของโปรตีนถั่วเหลืองต่อเนื้อบดอบ. อาหาร. 9(1) : 21-26.

อัจฉรีย์ วิเศษศิริ. 2523. ผลิตภัณฑ์อาหารจากถั่วเหลือง. บริษัท ธนากรน้ำมันพืช จำกัด.

อุดม กาญจนปกรณ์ชัย. 2523. การผลิตและการบริโภคเนื้อเทียมในประเทศไทย. อาหาร. 12(3) : 200-211.

Allen, J.C. and Hamiltan, R.J. 1983. Rancidity in Foods. London : Applied Science Publishers.

Arganosa, F.C., Manzans, M.L. and Arganosa V.G. 1975. Chemical and organoleptic characteristics of fresh sausages with different levels of chevon. Phil. Agriculturist J. 58 : 9-10.

Arganosa, G.C., Godber, J.S., Tonchotikul, U., McMillion. and Shao, K.P. 1991. Processing ingredients affecting oxidative and textural stability of restructured beef roasts. J. Food Sci. 55 : 1480-1483, 1496.

Babiker, S.A., El Khider, I.A. and Shafie, S.A. 1990. Chemical composition and quality attributes of goat meat and lamb. Meat Sci. 28 : 273-277.

Baker, R.C., Darfler, J.M. and Vadehra, D.V. 1969. Type of fat and amount of protein and their effect on the quality of chicken frankfurters. Food Technol. 23 : 808-811.

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

Bushway, A.A., Lecomte, N.B., Work, T.M. and True, R.H. 1988. Characteristics of frankfurters prepared from mutton and fowl. J. Food Sci. 53 : 67-69.

Carlin, F., Ziprin, Y., Zabik, M.E. Kragt, L., Polsiri, A., Bowers, J., Rainey, B., Duyne, F.V. and Perry, A. 1978. Textured soy protein in beef loaves : cooking losses, flavor, juiciness and chemical composition. J. Food Sci. 43 : 830-833.

Clarke, A.D., Sofos, J.N. and Schmidt, G.R. 1988. Effect of algin / calcium binder on various characteristics of restructured beef. J. Food Sci. 53 : 711-726.

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

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

Devendra, C. and Burns, Mr. 1983. Goat Production in the Tropics. London : Common Wealth Agricultural Bureaux.

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

Devendra, C. 1988. The nutrition value of goat meat. In Goat Meat Production in Asia. (ed. C. Devendra). Proceedings of a workshop help in Tendo Jam, Pakistan, 13-18 March 1988, pp. 76-86.

Drake, S.R., Hinnergarot, L.C., Kluter, R.A. and Prell, P.A. 1975. Beef patties : The effect of textureed soy protein and fat levels on quality and acceptability. J. Food Sci. 40 : 1065-1067.

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

Esguerra, F.C. 1972. Characteristics of Fresh Sausage Using Different Levels of Pork, Chevon and Carabeef. M.S. Thesis Unpublished College of Agriculture, UPLB.

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

Gadze, C., Bowers, J.A. and Caul, J.F. 1979. Effect of salt and textured soy level on sensory characteristics of beef patties J. Food Sci. 44 : 1105-1109.

Gaili, E.S. and Ali, A.E. 1985. Meat from Sudan Desert sheep and goats. II. Composition of the muscular and fatty tissue. Meat Sci. 13 : 229-236.

Gerrard, Frank. 1969. Sausage and Small Goods Production. London : Leonard Hill Books.

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

Hui, Y.H. 1979. United States Food Laws, Regulations and Standards. New York : John Wiley and Sons, Inc.

Igene, J.O., Pearsun, A.M., Dugan, J.R. and Price, J.F. 1980. Role of triglycerides and phospholipids development of rancidity in model meat systems during frozen storage. Food Chem. 5 : 263.

Igene, J.O., Pearson, A.M. and Gray, J.I. 1981. Effect of length of frozen storage, cooking and holding temperature upon component phospholipids and the

fatty acid composition of meat triglyceride and phospholipids. Food Chem. 7 : 289-290.

Johnson, D.W. 1970. Oil Seeds and Oil Seed Products as Sources of Edible Protein. International Working Group to Establish Nutritional Standards for Processsd Foods. Washington D.C.

Johnson, D.W. 1976. Soybean processing, products, characteristics and uses. In Soybean Production and Utilization. Proceeding of a Conference for Scientists of Africa, the Middle East and South Asia. (ed. D.V.Whingham). pp. 167-180.

Kardouche, M.D., Pratt, D.E. and Stadelman, W.J. 1978. Effect of soy protein isolate on turkey rolls made from pre- and post-rigor muscle. J. Food Sci. 43 : 882-884.

Khayat, A. and Schwall, D. 1983. Lipid oxidation in seafood. Food Technol. 37 : 130-140.

Kiernat, W.E., Johnson, 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. 1973. Sausage Products *In* The Science of Meat and Meat Products. (eds. J. F. Price and B.S. Schweigert) Sanfrancisco : W.H. Freeman and Company..

Larmond, E. 1977. Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food. Canada. Kromar Printing. Ltd.

Lawrie, R.A. 1978. Soya Proteins as Meat Analogues, In International Soya Protein Food Conference. Republic of Singapore. 25-27 January 1978. pp. 102-104..

Lillard, D.A. 1987. Oxidation determination in meat, poultry and fish. In Warmed-over flavor of meat. (eds. A.S. Angelo and M.E. Bailey). New York. Academic Press, Inc.

Liu, M.N. Huffman, D.L., Egbert, W.R., Mccaskey, T.A. and Liu. C.W. 1991. Soy protein and oil effects on chemical, physical and microbial stability of lean ground beef patties. J. Food Sci. 56 : 906-912.

Love, J.D. and Pearson, A.M. 1971. Lipid oxidation in meat and meat products. A review. J. Am. Oil. Chem. Soc. 48 : 547.

McDowell, R.E. and Bove, L. 1978. The Goat as a Producer of Meat. Cornell International Agriculture Mimeo. 56. Cornell University. Ithaca, New York.

Melton, S.L. 1983. Methodology for following lipid oxidation in muscle foods. Food Technol. 37 : 105-111.

Oldfield, S.L. 1981. Meat Processing : Sausage Cured Meats. Department of Biotechnology. Massey University.

Owen, J.E. and Norman, G.A. 1977. Studies on the meat production characteristics of Botswana goats and sheep. Part II. General body composition, carcass measurement and joint composition. Meat Sci. 1 : 253-306.

Park, Y.W., Kouassi, M.A. and Chin, K.B. 1991. Moisture, total fat and cholesterol in goat organ and mucdle meat. J. Food Sci. 56 : 1191-1193.

Pearson, A.M. and Tauber, F.W. 1984. Processed Meats. 2nd ed. New York. The AVI Publishing Company.

Pearson, A.M. and Gray, J.L. 1987. Rancidity and warmed-over flavor, p. 221. *In* Advanced in Meat Research. (eds. A,M. Pearson and T.R. Dutson). Vol. 3. New York. The AVI Publishing Company.

Pikul, J., Łczczynski., Bechtel, P.J. and Kummerow, F.A. 1984. Effect of frozen storage and cooking on lipid oxidation in chicken meat. J. Food Sci. 49 : 838-843.

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

Price, J.F. and Schweigert, B.S. 1973. The Science of Meat and Meat Products. 2^{nd} ed. Sanfrancisco : W.H. Freeman and Company.

Rakosky. 1974. Soys products for meat industry. J. Agri. Food Chem. 18 : 1005-1008..

Ravin, G. and Zayas, J.F. 1994. Chemical and bacteriological stability of frankferters extended with wheat germ, corn germ and soy proteins. J. Food Processing and Preservation. 18 : 159-171.

Rivera, L.S., Galaraga, A.G., Soriana, J.P. and Lopez, E.A. 1981. Development of processes for maximum utilization of goat products and by-products. In Food Science and Technology in Industrial Development. (eds. S. Manupun, P. Varangoon and B. Phithakpol). Processing of the Food Conference. Bangkok, Thailand. 24-26 October 1988. pp. 61-68.

Romijn, A., Cuppett, S.L., Zeece, M.G., Parkhurst, A.M. and Lee, M.L. 1991. Impact of soy isolates and specific fractions on rancidity development in cooked, refrigerated beef system. J. Food Sci. 56 : 188-190.

Sato, K., Hegarty, G.R. and Herring, H.K. 1973. The inhibition of warmed-over flavor in cooked meat. J. Food Sci. 38 : 398-402.

Seideman, S.C., Smith, G.C. and Carpenter, Z.L. 1977. Additive of textured soy protein and mechanically deboned beef to ground beef formulation. J. Food Sci. 42 : 197-201.

Shaner, K.M. and Baldwin, R.E. 1979. Sensory properties, proximate analysis and cooking losses of meat loaves extended with chickpea meal or textured soy protein. J. Food Sci. 44 : 1191-1193.

Smith, G.C., Pike, M.T. and Carpenter, Z.L. 1974. Comparison of palatability of goat meat and meat from four other animal species. J. Food Sci. 39 : 1145-1150.

Smith, G.C., Marshall, W.H., Carpenter, Z.L., Branson, R.E. and Meinke, W.W. 1976. Textured soy proteins for use in blended ground beef patties. J. Food Sci. 41 : 1148-1152.

Smith, A.K. and Circle, S.J. 1978. Soybean Chemical and Technology Vol. 1 : Protein. USA. The AVI -publishing Company...

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

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

Stoick, S.M., Gray, J.I., Booren, A.M. and Buckly, D.J. 1991. Oxidation stability of restructured beef steaks processed with oleoresin rosemary, tertiary butylhydroquinone and sodium tripolyphosphate. J. Food Sci. 56 : 597-600.

Thompson, S.G., Ockerman, H.W., Cahill, V.R. and Plimpton, R.F. 1978. Effect of soy protein flakes and added water on microbial growth (total counts, coliforms, proteolytics, staphylococci) and rancidity in fresh ground beef. J. Food Sci. 43 : 390-291.

Thulasi, G. and Ayyaluswami, P. 1983. Nutritional qualities of fresh mutton and chevon sold in Madvas City. Chevon. 12 : 228-230.

Tonchotikul, U., Godber, J.S., Arganosa, G.A., McMillion, K.W. and Shao, K.P. 1989. Oxidative stability and textural quality of restructured beef roasts as affected by end-point cooking temperature, storage and the incorporation of surimi. J. Food Sci. 54 : 280-283.

Trout, G.R. and Schmidt, G.R. 1984. Effect of phosphate type and concentration, salt level and method of preparation on binding in restructured beef. J. Food Sci. 49 : 687-694.

White, F.D., Resurreccion, A.V. and Lillard, D.A. 1988. Effect of warmed-over flavor on consumer acceptance and purchase of precooked top round steaks. J. Food Sci. 53 : 1251-1254.

Wilson, B.R., Pearson, A.M. and Shorland, F.B. 1976. Effect of total lipids and phospholipids on warmed-over flavor in red and white muscle from several species as measured by thiobarbituric acid analysis. J. Agri. Food Chem. 24 : 1976.

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

Wolf, W.J. 1973. Proceesing soybeans into protein products. Bull. Association of Operative Millers. pp. 3403-3408

Wolf, W.J. and Cowan, J.C. 1975. Soybean as a Food Source. USA : RCB Press.

Wolf, W.J. and Cowan, J.C. 1978. Soybean Phisiology, Agronomy and Utilization New York : Academic Press.

Younathan, M.T. and Watts, B.M. 1960. Oxidation of tissue lipids in cooked porked. Food Res. 25 : 538.

Ziprin, Y.A., Rhee, K.S., Carpenter, Z.L., Hostetler, R.L., Terrell, R.N. and Rhee, K.C. 1981. Glandless cottonseed, peanut and soy protein ingredients in ground beef patties : effect on rancidity and other quality factors. J. Food Sci. 58-61. :

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

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

1.1 วัสดุอุปกรณ์

1. ตู้อบไฟฟ้า
2. เดซิกเคเตอร์
3. ภาชนะอลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น
4. เครื่องชั่งไฟฟ้า

1.2 วิธีการวิเคราะห์

1. อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เวลา 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. นำออกจากตู้อบใส่ในเดซิกเคเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนักภาชนะพร้อมตัวอย่าง จากนั้นนำกลับไปเข้าตู้อบ และทำเช่นเดิม จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

การคำนวณ

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

2. การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนโดยวิธีเจลดาล (A.O.A.C., 1990)

2.1 วัสดุอุปกรณ์

1. ขวดย่อยโปรตีน (kjeldahl flask) ขนาด 250-300 มล.
2. อุปกรณ์ให้ความร้อน (heating mentle)
3. อุปกรณ์กลั่นโปรตีน (Semi-microdistillation apparatus)

4. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 100 มล.
5. ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 100 มล.
6. ปิเปตต์ (pipette)
7. บิวเรตต์ (burette)
8. ลูกแก้ว
9. กระดาษกรอง

2.2 สารเคมี

1. โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4)
2. เมอร์คิวรีซัลเฟต ($HgSO_4$
   - ละลายผงเมอร์คิวรีออกไซด์จำนวน 10 กรัม ในกรดซัลฟูริกเข้มข้นจำนวน 12 มล. แล้วเติมน้ำ 92 มล.
3. กรดซัลฟูริกเข้มข้น
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 60
   - ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 60 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มล.
5. กรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4
6. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นร้อยละ 0.02 นอร์มัล
7. อินดิเคเตอร์ (สารผสมระหว่างเมทิลเรด เมทิลีนบลู และโบรโมครีซอลกรีน)

2.3 วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรองให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 0.5-1.0 กรัม ห่อให้มิดชิดใส่ในขวดย่อยโปรตีน
2. เติมโซเดียมซัลเฟต 20 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 เปิดสวิทซ์ไฟ และเปิดน้ำหล่อเย็นเครื่องควบแน่น

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

12. เติมสารละลายตัวอย่างปริมาณ 10 มล ลงในช่องใส่ตัวอย่าง

13. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 60 ปริมาณ 10 มล. ลงในช่องใส่ตัวอย่าง

14. กลั่นประมาณ 10 นาที

15. ไตเตรทสารละลายที่กลั่นได้ด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.02 นอร์มัล จะได้จุดยุติ สีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง

16. ทำ blank ตามข้อ 1-15 โดยไม่ใส่สารตัวอย่าง

การคำนาณ

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

โดยที่ A คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไตเตรทกับตัวอย่าง (มล.)

B คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไตเตรทกับ blank (มล.)

W คือ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

N คือ ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก (นอร์มัล)

3. การวิเคราะห์หาปริมาณไขมันด้วยวิธีแบ๊บค็อค (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. ค่อยๆเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นครั้งละ 5 มล. ผสมและเขย่าตัวอย่างให้เกิดการย่อยจนไม่มีส่วนที่เป็นก้อน จะได้ของเหลวที่ย่อยแล้วสีม่วงดำ

4. เติมน้ำร้อนทางคอขวดให้ระดับไขมันขึ้นถึงขีด 45%

5. ชั่งน้ำหนักขวดตัวอย่าง และขวดน้ำเปล่าให้เท่ากัน นำขวดทั้งสองเข้าเครื่องเหวี่ยง 2-3 นาที

6. นำขวดตัวอย่างออกจากเครื่องเหวี่ยง อ่านขีดบนและขีดล่างของระดับไขมันด้วยแคลิเปอร์ ความแตกต่างของไขมันทั้งสองระดับ คือ เปอร์เซนต์ไขมันของตัวอย่าง

ถ้าตัวอย่างมีไขมันมากกว่าร้อยละ 40 ให้ใช้ตัวอย่าง 4.5 กรัม แล้วคูณเปอร์เซนต์ไขมันที่อ่านได้ด้วย 2

4. การวัดค่าพีเอช (Pearson, 1976)

4.1 วัสดุอุปกรณ์

1. เครื่องบดเนื้อ

2. เครื่องวัดพีเอช

3. บีกเกอร์ขนาด 100 มล.

4. แท่งแก้วสำหรับคน

5. กระดาษกรอง

4.2 สารเคมี

1. น้ำกลั่น

2. สารละลายบัฟเฟอร์

4.3 วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างที่บดแล้ว ประมาณ 25-50 กรัม

2. เติมน้ำกลั่น 100 มล. คนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้ว

3. พับกระดาษให้เป็นรูปกรวยแหลม จุ่มกระดาษกรองด้านกรวยแหลมลงในตัวอย่าง ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที ให้ของเหลวจากตัวอย่างซึมผ่านเข้าไปในกระดาษกรอง

4. ปรับมาตรฐานของเครื่องวัดพีเอชโดยสารละลายบัฟเฟอร์

5. จุ่มอิเลกโทรดลงในกรวยกระดาษกรอง วัดและบันทึกพีเอชของตัวอย่าง

5. การวิเคราะห์หาปริมาณเกลือ (Pearson and Tauber, 1984)

วัสดุอุปกรณ์

1. ขวดรูปชมพู่ขนาด 300 มล.

2. บิวเรตต์

3. ปิเปตต์ชนิดกระเปาะ (Volumetric pipette) ขนาด 10, 15 และ 25 มล.

4. เตาไฟฟ้า (hot plate)

5.2 สารเคมี

1. กรดไนตริกเข้มข้น

2. สารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรท ($AgNO_3$

3. สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไธโอไซยาเนต (KSCN) เข้มข้น 0.10 นอร์มัล

4. เฟอร์ริกอลัมอินดิเคเตอร์

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

5. ไนโตรเบนซีน หรือไดเอทิลอีเธอร์

6. สารละลายโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนต 5 กรัม

- เตรียมโดยละลายโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนต 5 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มล.

5.3 วิธีวิเคราะห์

1. บดตัวอย่างให้ละเอียด ชั่งตัวอย่าง 3 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 30 มล.

2. เติมสารละลายซิลเวอณ์ไนเตรท เข้มข้น 0.10 นอร์มัล ปริมาณ 25 มล. (ใช้ปิเปตต์ชนิดกระเปาะ) เขย่าขวดรูปชมพู่ให้ตัวอย่างผสมกันดี

3. เติมกรดไนตริกเข้มข้น 15 มล. ต้มให้เดือดจนตัวอย่างย่อยหมดได้สารละลายใส

4. เติมสารละลายโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนต 10-15 มล. และต้มให้เดือดต่อไป จนสารละลายไม่มีสี

5. เติมน้ำกลั่น 25 มล. ต้มให้เดือดต่อไปอีก 5 นาที ปล่อยให้เย็น เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 150 มล.

6. เติมไนโตรเบนซีน 4 มล. 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)

6. การวิเคราะห์ปริมาณกรดไทโอบาบิทูริค (TBA)

(ดัดแปลงจาก Tarladgis, et al., 1960)

6.1 วัสดุอุปกรณ์

1. ชุดกลั่น
2. ขวดย่อย (Kjeldahl flask)
3. ลูกแก้ว
4. เตาไฟฟ้า
5. ปิเปตต์
6. หลอดทดสอบชนิดมีจุก
7. เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer 21)

6.2 สารเคมี

1. กรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 4 นอร์มัล

2. สารป้องกันการเกิดฟอง (antifoam)

3. thiobarbituric acid reagent ความเข้มข้น 0.02 นอร์มัล

- ละลายกรดไทโอบาบิทูริค 0.2883 กรัม ใน glacial acetic acid ความเข้มข้นร้อยละ 90 ปริมาณ 100 มล.

4. สารละลาย 1,1,3,3,-tetraethoxypropane (TEP) ความเข้มข้นร้อยละ 95 ด้วยภาชนะรูปเรือ น้ำหนัก 2.3191 กรัม ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 1 ลิตร ซึ่งมีน้ำกลั่นอยู่บ้างแล้ว เติมน้ำกลั่นลงไปจนถึงขีดปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน (TEP มีน้ำหนักโมเลกุล 220.31 ดาลตัน) ได้เป็น TEP ความเข้มข้น 10×10^{-3} โมลาร์ ทำการเจือจาง (serial solution) ด้วยน้ำกลั่น 1,000 เท่า

6.3 วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียดแล้วน้ำหนัก 5 กรัม แช่ในน้ำกลั่นร้อน (อุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส) ปริมาณ 25 มล. เป็นเวลา 20 นาที แล้วถ่ายลงในขวดกลั่น ใช้น้ำกลั่นร้อนปริมาณ 23 มล. ล้างภาชนะแล้วเทลงขวดกลั่น

2. เติมกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 4 นอร์มัล ปริมาณ 2 มล. ปรับพีเอชเป็น 4.5 ด้วยกระดาษปรับพีเอช เติมลูกแก้ว 3-4 ลูก และสารป้องกันการเกิดฟองปริมาณ 1 มล.

3. จัดชุดกลั่นโดยใช้ความร้อนสูงในการกลั่น และเปิดน้ำหล่อเย็นเครื่องควบแน่น กลั่นให้ได้ของเหลวปริมาณ 25 มล. ภายในเวลา 15 นาที

4. ปิเปตต์สารที่กลั่นได้ปริมาณ 5 มล. ใส่ในหลอดทดสอบชนิดมีจุก

5. เติม thiobarbituric acid reagent ความเข้มข้น 0.02 นอร์มัล ปริมาณ 5 มล. ปิดจุกและเขย่า ให้ความร้อนในน้ำเดือดเป็นเวลา 35 นาที

6. ทำตัวอย่างให้เย็นในน้ำเย็น

7. วัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 538 นาโนเมตร

8. ทำ blank โดยใช้น้ำกลั่นแทนสารที่กลั่นได้ ทำเช่นเดียวกันตั้งแต่ข้อ 4 วัดการดูดกลืนแสง แล้วปรับเป็นค่ามาตรฐาน (100% transmittance)

9. ทำตัวอย่างมาตรฐาน โดยใช้ TEP แทนสารที่กลั่นได้ (มีเนื้อสาร 5×10^{-8} โมล) ทำเช่นเดียวกันตั้งแต่ข้อ 4 แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 538 นาโนเมตร

10. คำนวณกรดไทโอบาบิทูริค จากสูตร

$$\text{ปริมาณกรดไทโอบาบิทูริค} = \frac{\text{ค่าดูดกลืนแสงของตัวอย่าง} \times 4.4}{\text{ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างมาตรฐาน (TEP)}}$$

ภาคผนวก ข. แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ภาคผนวก ข1. แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบ QDA สำหรับประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะ

ผู้ประเมินลำดับที่......................

วันที่................เวลา..................

รหัสตัวอย่าง..............................

กรุณาประเมินตัวอย่าง บ้วนปากด้วยน้ำที่จัดให้ และชิมตัวอย่างเพื่อประเมินลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture) และประเมินกลิ่นรส (Flavor) ตามที่เห็นว่าเหมาะสม กรุณาบ้วนปากระหว่างตัวอย่าง ใช้เวลาของท่านให้เต็มที่ในการประเมินตัวอย่าง

ขอบคุณ

<u>เนื้อสัมผัส</u> (Texture)

ความนุ่ม (Tenderness) ____________________ น้อย ... มาก

ความชุ่มฉ่ำ (Mouthfeel / Juiciness) ____________________ แห้ง ... ฉ่ำ

ความมัน (Fat content/ oily-greasy) ____________________ น้อย ... มาก

ความหยาบ (Coarseness) ____________________ ละเอียด ... หยาบ

<u>กลิ่นรส</u> (Flavor)

กลิ่นแพะ (Goaty) ____________________ อ่อน ... แรง

กลิ่นหญ้า (Grassy) ____________________ อ่อน ... แรง

กลิ่นเครื่องปรุง (Seasoning) ____________________ อ่อน ... แรง

กลิ่นออกซิไดซ์ (Oxidized) ____________________ อ่อน ... แรง

กลิ่นถั่ว (Beany) หรือ กลิ่นเนื้อวัว (Beefy) ____________________ อ่อน ... แรง

<u>การยอมรับรวม</u> (Overall acceptability) ____________________ น้อย ... มาก

ภาคผนวก ข2. แบบสอบถามทัศนคติเบื้องต้นของผู้บริโภคต่อเนื้อแพะและผลิตภัณฑ์

แบบสอบถาม

เรื่อง ทัศนคติเบื้องต้นของผู้บริโภคที่มีต่อการบริโภคเนื้อแพะและผลิตภัณฑ์

คำแนะนำ กรุณาทำเครื่องหมาย ลงในวงเล็บ ( ) หน้าคำตอบที่ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด หรือกรอกข้อความลงในช่องว่าง ข้อมูลที่ท่านตอบจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยนี้ เนื่องจากต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีลักษณะเหมาะสมตรงกับความต้องการของผู้บริโภค และสามารถผลิตจำหน่ายออกสู่ตลาดทั่วไปในอนาคตได้ โดยข้อมูลเหล่านี้ไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อท่านทั้งสิ้น

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ

( ) 15 - 25 ปี ( ) 26 - 35 ปี

( ) 36 - 45 ปี ( ) 46 ปีขึ้นไป

3. นับถือศาสนา

( ) พุทธ ( ) อิสลาม ( ) อื่นๆ ระบุ........

4. อาชีพ

( ) นักเรียน - นักศึกษา ( ) ข้าราชการ

( ) ชาวบ้านทั่วไป

5. ระดับการศึกษา

( ) ระดับประถม ( ) ระดับมัธยม

( ) ต่ำกว่าปริญญาตรี ( ) ปริญญาตรี

( ) สูงกว่าปริญญาตรี

6. ระดับรายได้ต่อเดือน

( ) ต่ำกว่า 2,000 บาท ( ) 2,000 - 4,000 บาท

( ) 4,000 - 6,000 บาท ( ) 6,000 - 8,000 บาท

ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภค

7. ท่านและคนในครอบครัวของท่านมักจะบริโภคเนื้อสัตว์ชนิดใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) เนื้อหมู ( ) เนื้อวัว

( ) เนื้อไก่ ( ) เนื้อแพะ

8. ท่านเคยรับประทานเนื้อแพะหรือไม่

( ) เคยรับประทาน ( ) ไม่เคยรับประทาน

9. ท่านเคยรับประทานเนื้อแพะในรูปแบบใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) แกงมัสมั่นเนื้อแพะ ( ) เนื้อแพะกระป๋อง

( ) เนื้อแพะทอด ( ) อื่นๆ ระบุ.........

10. ท่านเคยรับประทานเนื้อแพะบ่อยครั้งแค่ไหน

( ) ทุกวัน ( ) อาทิตย์ละ 1-2 ครั้ง

( ) นานๆครั้ง ( ) อื่นๆ ระบุ..............

11. ท่านเคยรับประทานเนื้อแพะจากที่ใด

( ) ที่บ้าน ( ) ร้านอาหาร

( ) งานพิธีต่างๆ ( ) อื่นๆ ระบุ...............

12. ท่านเคยรับประทานไส้กรอกเนื้อแพะหรือไม่

( ) เคย ( ) ไม่เคย

13. ถ้านำเนื้อแพะมาทำผลิตภัณฑ์ไส้กรอกขายท่านจะเห็นด้วยหรือไม่

( ) เห็นด้วย เพราะ...

( ) ไม่เห็นด้วย เพราะ...

ภาคผนวก ข3. แบบสอบถามการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคชาวไทยพุทธ

แบบสอบถาม

เรื่อง การยอมรับของผู้บริโภคชาวไทยพุทธต่อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมู หรือเนยขาว เสริมโปรตีนถั่วเหลือง หรือเนื้อวัว

คำอธิบาย ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะ มีส่วนผสมหลักคือ เนื้อแพะ ไขมัน (ไขมันหมู หรือเนยขาว) โปรตีนเสริม (โปรตีนถั่วเหลือง หรือเนื้อวัว) และเครื่องเทศ เป็นไส้กรอกสดซึ่งต้องนำมาทำให้สุกก่อนการบริโภคเป็นอาหารมื้อหลัก หรืออาหารว่าง

คำแนะนำ แบบสอบถามประกอบด้วย 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ทดสอบชิม

ตอนที่ 2 ตอบคำถาม

ตอนที่ 1

ผลิตภัณฑ์.........................

ชื่อผู้ตัดสิน..........................

วันที่.................................

กรุณาใส่เครื่องหมาย ( ) ในช่องสี่เหลี่ยมใต้รูปตามความรู้สึกของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ไม่ชอบมาก ไม่ชอบ เฉยๆ ชอบ ชอบมาก

กลิ่นรส	☐	☐	☐	☐	☐
เนื้อสัมผัส	☐	☐	☐	☐	☐
การยอมรับรวม	☐	☐	☐	☐	☐

ข้อเสนอแนะ..

ตอนที่ 2 ตอบคำถาม

. เมื่อท่านรับประทานผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะแล้ว ท่านมีความรู้สึกอย่างไรต่อ

- ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะเสริมเนื้อวัว...

....

....

- ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะเสริมโปรตีนถั่วเหลือง..

....

ภาคผนวก ข4. แบบสอบถามการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคชาวไทยมุสลิม

แบบสอบถาม

เรื่อง การยอมรับของผู้บริโภคชาวไทยมุสลิมต่อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้เนยขาว เสริมโปรตีนถั่วเหลือง หรือเนื้อวัว

คำอธิบาย ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะมีส่วนผสมหลักคือ เนื้อแพะ ไขมัน (เนยขาว) โปรตีนเสริม (โปรตีนถั่วเหลือง หรือเนื้อวัว) และเครื่องเทศ เป็นไส้กรอกสดซึ่งต้องนำมาทำให้สุกก่อนการบริโภคเป็นอาหารในมื้อหลักหรืออาหารว่าง

คำแนะนำ แบบสอบถามประกอบด้วย 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ทดสอบชิม

ตอนที่ 2 ตอบคำถาม

ตอนที่ 1

ผลิตภัณฑ์........................
ชื่อผู้ตัดสิน........................
วันที่................................

กรุณาใส่เครื่องหมาย ( ) ในช่องสี่เหลี่ยมใต้รูปตามความรู้สึกของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์

	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบ	เฉยๆ	ชอบ	ชอบมาก

กลิ่นรส	☐	☐	☐	☐	☐
เนื้อสัมผัส	☐	☐	☐	☐	☐
การยอมรับรวม	☐	☐	☐	☐	☐

ข้อเสนอแนะ..

ตอนที่ 2 ตอบคำถาม

. เมื่อท่านรับประทานผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะแล้ว ท่านมีความรู้สึกอย่างไรต่อ

- ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะเสริมเนื้อวัว..

....

....

- ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะเสริมโปรตีนถั่วเหลือง..

....

ภาคผนวก ค. ตารางผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางภาคผนวก ค1. ค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมู เสริมโปรตีนถั่วเหลือง

องค์ประกอบ	SV	DF	SS	MS	F
ความชื้น	Treatment	6	121.89	20.31	43.52 **
	Error	21	9.80	0.47	
	Total	27	131.69		
โปรตีน	Treatment	6	1.19	0.19	1.10 ns
	Error	21	3.79	0.18	
	Total	27	4.99		
ไขมัน	Treatment	6	2.96	0.49	2.91 *
	Error	21	3.56	0.17	
	Total	27	6.01		
เกลือ	Treatment	6	0.00	0.00	< 1
	Error	7	0.00	0.00	
	Total	13	0.00		
พีเอช	Treatment	6	0.00	0.00	< 1
	Error	21	0.57	0.00	
	Total	27	0.06		

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01)

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก ค2. ค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิต
โดยการใช้เนยขาว เสริมโปรตีนถั่วเหลือง

องค์ประกอบ	SV	DF	SS	MS	F
ความชื้น	Treatment	6	61.76	10.29	3.77 *
	Error	21	57.39	2.73	
	Total	27	119.14		
โปรตีน	Treatment	6	1.79	0.29	1.22 ns
	Error	21	5.14	0.24	
	Total	27	6.94		
ไขมัน	Treatment	6	2.18	0.36	< 1
	Error	21	11.00	0.52	
	Total	27	13.18		
โซเกลือ	Treatment	6	0.00	0.00	1.17 ns
	Error	7	0.00	0.00	
	Total	13	0.00		
พีเอช	Treatment	6	0.05	0.01	2.34 ns
	Error	21	0.08	0.00	
	Total	27	0.14		

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก ค3. ค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมู เสริมเนื้อวัว

องค์ประกอบ	SV	DF	SS	MS	F
ความชื้น	Treatment	6	45.21	7.54	6.91 **
	Error	21	22.92	1.09	
	Total	27	68.13		
โปรตีน	Treatment	6	8.13	1.36	6.77 **
	Error	21	4.21	2.20	
	Total	27	12.34		
ไขมัน	Treatment	6	3.86	0.64	1.46 ns
	Error	21	9.25	0.44	
	Total	27	13.11		
เกลือ	Treatment	6	0.00	0.00	< 1
	Error	7	0.00	0.00	
	Total	13	0.00		
พีเอช	Treatment	6	0.19	0.03	< 1
	Error	21	1.81	0.09	
	Total	27	2.01		

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$)

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก ค4. ค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้เนยขาว เสริมเนื้อวัว

องค์ประกอบ	SV	DF	SS	MS	F
ความชื้น	Treatment	6	26.02	4.34	8.22 **
	Error	21	11.08	0.53	
	Total	27	3710		
โปรตีน	Treatment	6	8.13	1.36	6.77 **
	Error	21	4.21	0.20	
	Total	27	12.34		
ไขมัน	Treatment	6	51.63	8.60	17.74 **
	Error	21	10.19	0.49	
	Total	27	61.81		
เกลือ	Treatment	6	0.00	0.00	< 1
	Error	7	0.00	0.00	
	Total	13	0.00		
พีเอช	Treatment	6	0.19	0.03	< 1
	Error	21	2.09	0.09	
	Total	27	2.29		

** = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01)

ตารางภาคผนวก ค5. ค่าความแปรปรวนของคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมู เสริมโปรตีนถั่วเหลือง

คุณลักษณะ	SV	DF	SS	MS	F
เนื้อสัมผัส					
ความนุ่ม	Block	7	1259.43	179.92	2.39 *
	Treatment	6	258.55	43.09	< 1
	Error	42	3156.95	75.17	
	Total	55	4674.93		
ความชุ่มฉ่ำ	Block	7	9431.75	1347.39	22.61 **
	Treatment	6	347.87	57.98	< 1
	Error	42	2502.83	59.59	
	Total	55	12282.45		
ความมัน	Block	7	9680.28	1382.89	46.88 **
	Treatment	6	84.54	14.09	< 1
	Error	42	1238.81	29.49	
	Total	55	11003.64		
ความหยาบ	Block	7	7789.25	1112.75	14.83 **
	Treatment	6	362.44	60.41	< 1
	Error	42	3151.85	75.04	
	Total	55	11303.50		
กลิ่นรส					
กลิ่นแพะ	Block	7	10276.98	1468.14	1.36**
	Treatment	6	309.48	51.58	< 1
	Error	42	2886.52	68.73	
	Total	55	13472.98		

ตารางภาคผนวก ค5. (ต่อ)

คุณลักษณะ	SV	DF	SS	MS	F
กลิ่นหญ้า	Block	7	1952.21	278.89	4.98 **
	Treatment	6	264.78	44.13	< 1
	Error	42	2350.01	55.95	
	Total	55	4565.99		
กลิ่นเครื่องปรุง	Block	7	6273.92	896.27	14.70 **
	Treatment	6	179.65	29.94	< 1
	Error	42	2561.42	60.99	
	Total	55	9014.99		
กลิ่นออกซิไดซ์	Block	7	10772.42	1538.92	23.56 **
	Treatment	6	457.56	76.26	1.17 ns
	Error	42	2743.79	65.33	
	Total	55	13973.78		
กลิ่นถั่ว	Block	7	1551.57	221.65	1.66 ns
	Treatment	6	10035.99	1672.67	12.52 **
	Error	42	5612.15	133.62	
	Total	55	17199.79		
การยอมรับรวม	Block	7	3767.14	538.16	7.28 **
	Treatment	6	1343.84	273.97	3.03 *
	Error	42	3103.73	73.89	
	Total	55	8214.71		

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01)

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก ค6. ค่าความแปรปรวนของคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกบดที่ผลิตโดยการใช้เนยขาว เสริมโปรตีนถั่วเหลือง

คุณลักษณะ	SV	DF	SS	MS	F
เนื้อสัมผัส					
ความนุ่ม	Block	7	1182.28	168.89	1.26 ns
	Treatment	6	838.06	139.68	1.04 ns
	Error	42	6640.93	134.31	
	Total	55	7661.28		
ความชุ่มฉ่ำ	Block	7	4821.32	688.76	7.03 **
	Treatment	6	700.34	116.72	1.19 ns
	Error	42	4117.59	98.04	
	Total	55	9639.24		
ความมัน	Block	7	7296.39	1042.34	9.83 **
	Treatment	6	310.98	51.83	< 1
	Error	42	4455.52	106.08	
	Total	55	12062.89		
ความหยาบ	Block	7	7276.39	1039.48	12.06 **
	Treatment	6	1869.69	311.61	3.60 **
	Error	42	3620.46	86.20	
	Total	55	12766.53		
กลิ่นรส					
กลิ่นแพะ	Block	7	8689.82	1198.55	2.16 **
	Treatment	6	961.03	160.17	1.62 ns
	Error	42	4140.91	98.59	
	Total	55	13491.75		

ตารางภาคผนวก ค6. (ต่อ)

คุณลักษณะ	SV	DF	SS	MS	F
กลิ่นหญ้า	Block	7	1364.09	194.87	10.69 **
	Treatment	6	48.11	8.12	< 1
	Error	42	395.51	9.42	
	Total	55	1807.71		
กลิ่นเครื่องปรุง	Block	7	3754.43	536.36	3.86 **
	Treatment	6	888.53	148.09	1.07 ns
	Error	42	5835.99	138.95	
	Total	55	10478.95		
กลิ่นออกซิไดซ์	Block	7	4096.69	585.24	20.16 **
	Treatment	6	19.21	3.20	< 1
	Error	42	1219.43	29.03	
	Total	55	5335.34		
กลิ่นถั่วเหลือง	Block	7	6695.17	956.45	4.77 **
	Treatment	6	11788.43	1964.74	9.81 **
	Error	42	8414.86	200.35	
	Total	55	26898.46		
การยอมรับรวม	Block	7	9714.89	1387.84	14.29 **
	Treatment	6	2628.74	438.12	4.51 **
	Error	42	4079.83	97.14	
	Total	55	16423.46		

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01)

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก ค7. ค่าความแปรปรวนของคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมู เสริมเนื้อวัว

คุณลักษณะ	SV	DF	SS	MS	F
เนื้อสัมผัส					
ความนุ่ม	Block	7	2065.19	295.03	3.7 **
	Treatment	6	67.67	11.28	< 1
	Error	42	3352.12	79.81	
	Total	55	5484.98		
ความชุ่มฉ่ำ	Block	7	8972.53	1281.79	12.22 **
	Treatment	6	225.74	37.62	ns
	Error	42	4406.19	104.91	
	Total	55	13604.46		
ความมัน	Block	7	11176.29	1596.61	18.71 **
	Treatment	6	337.38	56.23	< 1
	Error	42	3642.84	86.73	
	Total	55	15156.50		
ความหยาบ	Block	7	7215.41	1030.77	8.45 **
	Treatment	6	355.36	59.23	< 1
	Error	42	5122.21	121.96	
	Total	55			
กลิ่นรส					
กลิ่นแพะ	Block	7	8717.82	1245.40	12.17 **
	Treatment	6	235.73	39.29	< 1
	Error	42	4299.45	102.37	
	Total	55	13252.99		

ตารางภาคผนวก ค7. (ต่อ)

คุณลักษณะ	SV	DF	SS	MS	F
กลิ่นหญ้า	Block	7	633.43	90.49	9.89 **
	Treatment	6	7.34	1.22	< 1
	Error	42	384.45	9.15	
	Total	55	1025.21		
กลิ่นเครื่องปรุง	Block	7	5452.89	778.98	12.82 **
	Treatment	6	314.36	52.39	< 1
	Error	42	2552.14	60.77	
	Total	55	8319.39		
กลิ่นออกซิไดซ์	Block	7	10054.19	1436.31	14.68 **
	Treatment	6	898.64	149.77	1.53 ns
	Error	42	4109.10	97.84	
	Total	55	15061.93		
กลิ่นเนื้อวัว	Block	7	7487.89	1069.69	9.09 **
	Treatment	6	7134.37	1189.06	11.01 **
	Error	42	4537.21	108.03	
	Total	55	19159.46		
การยอมรับรวม	Block	7	5784.07	826.29	13.31 **
	Treatment	6	405.15	67.53	1.09 ns
	Error	42	2606.99	62.07	
	Total	55	8796.21		

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$)

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก ค8. ค่าความแปรปรวนของคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้เนยขาว เสริมเนื้อวัว

คุณลักษณะ	SV	DF	SS	MS	F
เนื้อสัมผัส					
ความนุ่ม	Block	7	4075.05	582.15	5.54 **
	Treatment	6	101.24	46.87	< 1
	Error	42	4415.26	105.13	
	Total	55	8591.55		
ความชุ่มฉ่ำ	Block	7	4159.88	594.27	5.48 **
	Treatment	6	815.46	135.91	1.25 ns
	Error	42	4551.02	108.36	
	Total	55	9526.36		
ความมัน	Block	7	11418.53	1631.22	24.77 **
	Treatment	6	154.28	25.71	< 1
	Error	42	2765.94	65.86	
	Total	55	14338.75		
ความหยาบ	Block	7	8487.84	1212.48	8.46 **
	Treatment	6	429.61	71.62	< 1
	Error	42	6201.04	143.38	
	Total	55	14937.98		
กลิ่นรส					
กลิ่นแพะ	Block	7	14176.57	2025.22	18.12 **
	Treatment	6	1852.43	308.74	2.76 *
	Error	42	4693.42	111.75	
	Total	55	20722.43		

ตารางภาคผนวก ค8. (ต่อ)

คุณลักษณะ	SV	DF	SS	MS	F
กลิ่นหญ้า	Block	7	1749.28	249.89	27.82 **
	Treatment	6	118.56	19.76	1.41 ns
	Error	42	588.94	14.02	
	Total	55	2456.78		
กลิ่นเครื่องปรุง	Block	7	4811.46	687.35	9.33 **
	Treatment	6	497.43	82.90	1.12 ns
	Error	42	3095.57	78.70	
	Total	55	8404.46		
กลิ่นออกซิไดซ์	Block	7	5988.53	855.08	25.18 **
	Treatment	6	80.96	13.49	< 1
	Error	42	1426.25	33.96	
	Total	55	7492.75		
กลิ่นเนื้อวัว	Block	7	5836.10	833.72	6.76 **
	Treatment	6	6384.17	1064.03	8.63 **
	Error	42	5180.62	123.35	
	Total	55	17400.89		
การยอมรับรวม	Block	7	11890.49	1698.64	17.65 **
	Treatment	6	1058.98	176.49	1.83 ns
	Error	42	4047.16	96.27	
	Total	55	16992.14		

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01)

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก ค9. ค่าความแปรปรวนของค่าทีบีเอของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมู หรือเนยขาว เสริมโปรตีนถั่วเหลือง หรือเนื้อวัวระดับต่างๆ ระยะเวลาเก็บ 7 วัน เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ตัวอย่างไส้กรอก	SV	DF	SS	MS	F
เสริมโปรตีนถั่วเหลือง	Product	111	0.46	0.00	137.24 **
	Time (t)	7	0.15	0.02	723.68 **
	Treatment (T)	13	0.28	0.02	698.84 **
	t x T	91	0.03	0.00	11.91 **
	Error	112	0.00	0.00	-
	Total	223	0.47	0.00	
เสริมเนื้อวัว	Product	111	2.63	0.02	73.21 **
	Time (t)	7	1.19	0.17	529.57 **
	Treatment (T)	13	0.74	0.06	176.11 **
	t x T	91	0.69	0.01	23.45 **
	Error	112	0.04	0.00	
	Total	223	2.67		

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$)

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก ค10. ค่าความแปรปรวนคะแนนกลิ่นออกซิไดซ์ของไส้กรอกบดเนื้อแพะที่ผลิตโดยการใช้ไขมันหมู หรือเนยขาว เสริมโปรตีนถั่วเหลือง หรือเนื้อวัวระดับต่างๆ ระยะเวลาเก็บ 7 วัน เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ตัวอย่างไส้กรอก	SV	DF	SS	MS	F
ไขมันหมู + โปรตีนถั่วเหลือง	Block	7	11203.79	1600.46	6.61 **
	Product	55	69106.63	1256.47	5.19 **
	Time (t)	7	61049.88	874.40	36.00 **
	Treatment (T)	6	5693.78	948.96	3.92 **
	t x T	42	2362.02	56.24	< 1
	Error	385	93278.08	242.28	
	Total	447	173586.91		
เนยขาว + โปรตีนถั่วเหลือง	Block	7	9771.12	1398.87	4.48 **
	Product	55	65390.78	1188.92	3.81 **
	Time (t)	7	55039.03	7862.72	25.22 **
	Treatment (T)	6	6193.98	1032.33	3.31 **
	t x T	42	4157.77	98.99	< 1
	Error	385	120030.41	311.77	
	Total	447	195192.31		
ไขมันหมู + เนื้อวัว	Block	7	30554.63	4364.95	11.25 **
	Product	55	56707.09	1031.04	2.66 **
	Time (t)	7	53839.22	7691.32	19.83 **
	Treatment (T)	6	297.62	49.60	< 1
	t x T	42	2570.25	61.19	< 1
	Error	385	149350.74	387.92	
	Total	447	236612.46		

ตารางภาคผนวก ค10. (ต่อ)

ตัวอย่างไส้กรอก	SV	DF	SS	MS	F
เนยขาว + เนื้อวัว	Block	7	4632.41	647.49	2.27 **
	Product	55	44719.97	813.09	2.86 **
	Time (t)	7	39350.67	5621.52	19.74 **
	Treatment (T)	6	2822.78	470.46	1.65 ns
	t x T	42	2546.52	60.63	< 1
	Error	385	109622.13	284.73	
	Total	447	158874.49		

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01)

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวก ค11. ค่าความแปรปรวนของคะแนนความชอบ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบดเนื้อแพะ ประเมินโดยผู้บริโภคชาวไทยพุทธจำนวน 60 คน

คุณลักษณะ	SV	DF	SS	MS	F
เนื้อสัมผัส	Block	59	180.66	3.06	5.72 **
	Treatment	5	54.06	10.81	20.19 **
	Error	295	157.94	0.54	
	Total	359	392.66		
กลิ่นรส	Block	59	126.16	2.14	3.83 **
	Treatment	5	47.05	9.41	20.19 **
	Error	295	164.79	0.56	
	Total	359	337.99		
การยอมรับรวม	Block	59	171.66	2.91	4.65 **
	Treatment	5	52.59	10.52	16.83 **
	Error	295	184.41	0.63	
	Total	359	408.66		

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01)

ตารางภาคผนวก ค12. ค่าความแปรปรวนของคะแนนความชอบ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ได้กรอกบดเนื้อแพะ ประเมินโดยผู้บริโภคชาวไทยมุสลิม จำนวน 60 คน

คุณลักษณะ	SV	DF	SS	MS	F
เนื้อสัมผัส	Block	59	68.73	1.16	3.23 **
	Treatment	2	28.81	14.41	139.98 **
	Error	118	42.52	0.36	
	Total	179	140.06		
กลิ่นรส	Block	59	64.86	1.09	2.74 **
	Treatment	2	28.01	14.01	34.92 **
	Error	118	47.38	0.40	
	Total	179	140.19		
การยอมรับรวม	Block	59	40.91	0.69	1.92 **
	Treatment	2	42.71	21.36	59.12 **
	Error	118	42.62	0.36	
	Total	179	126.24		

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวชีพสุมน ชิตมณี

วัน เดือน ปีเกิด 16 เมษายน 2513

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (สัตวบาล)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2535