

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ปลาเบญจพรรณที่พบในเขตจังหวัดภาคใต้ได้แก่ ปลาทุ ปลาลัง ปลาอินทรี ปลาโอ ปลาหูแขก ปลาแซ่ไก่ ปลาสีกุน ปลาหลังเขียว ปลากระตัก ปลาทรายแดง ปลาปากคม ปลากระพง ปลาดาวหวาน ปลาเลย มีปริมาณการจับสูงถึง 147,838.66 ตัน (ทำเทียบเรือประมงสงขลา 2 , 2543) โดยในกลุ่มปลาเบญจพรรณนี้ ปลาดาวหวาน หรือ คาโต หรือคาพอง (*Priacanthus tayenus*) และปลาปากคม (*Saurida undosquamis*) มีปริมาณการจับสูงถึง 82,100 ตัน และ 61,700 ตัน ตามลำดับในปี 2539 (ฝ่ายสถิติและสารสนเทศการประมง, 2542) ปลาทั้งสองชนิดนี้มีเนื้อขาวและมีราคาสูง คือ ประมาณ กิโลกรัมละ 10 บาท และกิโลกรัมละ 9 บาท ตามลำดับ (จากการสอบถามพนักงาน ณ ทำขึ้นปลาเทศบาลเมืองสงขลา, 2543) โดยทั่วไปปลาทั้ง 2 ชนิดไม่เป็นที่นิยมโดยผู้บริโภค เนื่องจากมีรสชาติและเนื้อสัมผัสไม่ดีนัก แต่มักถูกนำมาผลิตเป็นลูกชิ้น ทอดมัน ข้าวเกรียบ น้ำพริกนรกหรือน้ำพริกเผา และปลาหยอง หรือแล่เป็นชิ้นแช่แข็งส่งต่างประเทศ (ข้อมูลจากการสอบถามเจ้าหน้าที่ศูนย์ตรวจสอบผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ จังหวัดสงขลาเมื่อวันที่ 23 มิถุนายน 2543)

ปัจจุบันสถานะสังคมที่เร่งรีบ ทำให้ผู้คนจำเป็นต้องบริโภคอาหารที่หาซื้อได้ง่าย มีประโยชน์ และราคาปานกลาง ซึ่งไส้กรอกเป็นอาหารประเภทหนึ่งที่มีความนิยมมาก โดยทั่วไปวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกได้แก่ เนื้อหมู เนื้อวัว และเนื้อไก่ แต่เนื่องจากเนื้อสัตว์ทั้ง 3 ชนิดมีราคาสูง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีราคาค่อนข้างสูงด้วย ทำให้ผู้มีรายได้น้อยไม่สามารถซื้อบริโภคได้ การใช้เนื้อปลาเบญจพรรณได้แก่ปลาดาวหวานและปลาปากคมเป็นแนวทางหนึ่ง เนื่องจากเป็นโปรตีนที่มีราคาต่ำและมีคุณค่าทางอาหารสูง นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มมูลค่าและการให้ประโยชน์จากเนื้อปลาเบญจพรรณดังกล่าว

ไส้กรอกโดยทั่วไปมีปริมาณไขมันสูง ดังแสดงในตารางที่ 1 ถ้าหากมีการบริโภคอย่างสม่ำเสมอจะทำให้ร่างกายเกิดการสะสมของไขมันประเภทอิ่มตัวซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ในประเทศญี่ปุ่นมีการผลิตไส้กรอกจากเนื้อปลาซึ่งมีปริมาณไขมันเพียงร้อยละ 5 – 10 (Tanikawa, 1971) ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาใช้กรรมวิธีการผลิตที่คล้ายกับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อสัตว์ประเภทอื่นๆ ความสดของเนื้อปลาที่นำมาผลิตมีความสำคัญต่อคุณภาพของไส้กรอกปลามาก เนื่องจากมีผลต่อกลิ่นรสของไส้กรอกและต่อคุณภาพของโปรตีนไมโอไฟบริลลา ซึ่งมีผลต่อความเสถียรของระบบอิมัลชัน ส่วนลักษณะเนื้อสัมผัสของไส้กรอกนั้น กระทรวงเกษตรและป่าไม้ของประเทศญี่ปุ่น ได้ประกาศกฎหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์เกษตรและป่าไม้ โดยอธิบายลักษณะเนื้อสัมผัสของไส้กรอกปลาว่า จะต้องมีความสม่ำเสมอ เรียบเนียน และมีความยืดหยุ่น เนื้อไม่ยุบ และนิ่มเกินไป ไม่มีการแยกตัวของหยดน้ำมันออกจากไส้กรอก มีโพรงอากาศเล็กน้อยในเนื้อไส้กรอก และจะต้องไม่มีลักษณะการแตกตัวของอิมัลชัน (emulsion breakdown) (Tanikawa, 1971) ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีดังกล่าวนี้ เป็นผลมาจากการทำให้เกิดระบบอิมัลชันที่เสถียรในการผลิตไส้กรอก ซึ่งเริ่มตั้งแต่การใช้ปลาที่สด การสับผสมที่ใช้เวลาและอุณหภูมิที่ถูกต้อง รวมทั้งการใช้ความร้อนในขณะรมควันและทำให้สุกที่เหมาะสม

ดังที่กล่าวมาแล้วว่าปลาตาหวานและปลาปากคมเป็นปลาเบญจพรรณที่ไม่นิยมบริโภคโดยตรง ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงทำการศึกษาการใช้ปลาทั้ง 2 ชนิดมาผลิตเป็นไส้กรอกปลาอิมัลชัน รวมทั้งศึกษาผลของคุณภาพของวัตถุดิบที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาใหม่ๆ สนองความต้องการของผู้บริโภค และลดต้นทุนในการผลิตในด้านราคาวัตถุดิบ ตลอดจนสามารถใช้ทรัพยากรสัตว์น้ำอย่างคุ้มค่าอีกแนวทางหนึ่ง

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของไต้กรอกอิมัลชัน

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)	สูตร * (ร้อยละ)					
	1	2	3	4	5	6
ความชื้น	51.5	57.8	47.9	52.2	58.4	62.3
ไขมัน	30.5	27.8	32.3	29.5	27.0	23.6
โปรตีน	13.7	11.4	14.6	13.2	11.9	11.6

ที่มา : Ockerman (1989)

- * สูตรที่ 1 และ 2 คือ ไต้กรอกอิมัลชันชนิดโบลญา
- สูตรที่ 3 และ 4 คือ ไต้กรอกอิมัลชันชนิดแฟรงค์เฟอร์เตอร์
- สูตรที่ 5 และ 6 คือ ไต้กรอกอิมัลชันชนิดเวียดนามา

ตรวจเอกสาร

1. ปลาตาหวาน (*Priacanthus tayenus*)

1.1 ลักษณะทั่วไป

ปลาตาหวานเป็นปลาที่มีชื่อที่รู้จักทั่วไปว่า “ปลาตาโตครีบยาว” หรือ “หมักลิ่ง” เป็นปลาที่มีลักษณะรูปร่างรีเป็นรูปไข่ เกือบหยาบสามมือ ครีบหลังเป็นครีบเดี่ยวยาวติดต่อกันโดยตลอด มีก้านครีบแข็ง 10 อัน ตามด้วยก้านครีบอ่อน 11 – 12 ก้าน ครีบกันมีก้านครีบแข็ง 3 อัน ปากใหญ่กว้างและเฉียงลง ส่วนหัวมีเกล็ดเล็กปกคลุมอยู่ มีฟันแหลมอยู่ 2 – 3 แถว พอโตขึ้นขนาดหนามปากบน หนามจะแหลมที่ขอบแก้มเมื่อปลาตัวเล็ก พอโตขึ้นขนาดหนามจะเล็กลง ตาโตมากขนาด 2.0 – 2.5 เท่าของความยาวของหัว ลักษณะเด่นของปลาตาหวาน คือ ครีบหลังที่เป็นครีบอ่อนอันที่ 3 – 4 จะมีขนาดยาวที่สุด ครีบหางตอนริมด้านบนและริมด้านล่างเป็นเส้นยาวทำให้ส่วนโค้งของหางเว้าเข้ามา ครีบท้องใหญ่มาก จุดเริ่มต้นของครีบท้องอยู่ก่อนครีบหู มีแผ่นเยื่อเชื่อมติดกันกับด้านท้อง สีของปลาทั้งตัวเป็นสีแดงปนกับสีแสดและสีเงิน สะท้อนจากเกล็ดของตัวปลาที่ครีบท้องมีจุดดำปนน้ำตาลใหญ่อยู่ 1 – 2 จุด จุดที่เหลือเป็นจุดดำปนน้ำตาลเล็กๆ กระจายอยู่ทั่วไป โดยมีขนาดธรรมดา 5 – 20 เซนติเมตร ลักษณะทั่วไป ดังรูปที่ 1 (ปริยานุ สุชะวิสิษฐ์ และ เพ็ญแข ชันจิตต์ผ่อง, 2525)

1.2 แหล่งที่อยู่อาศัย

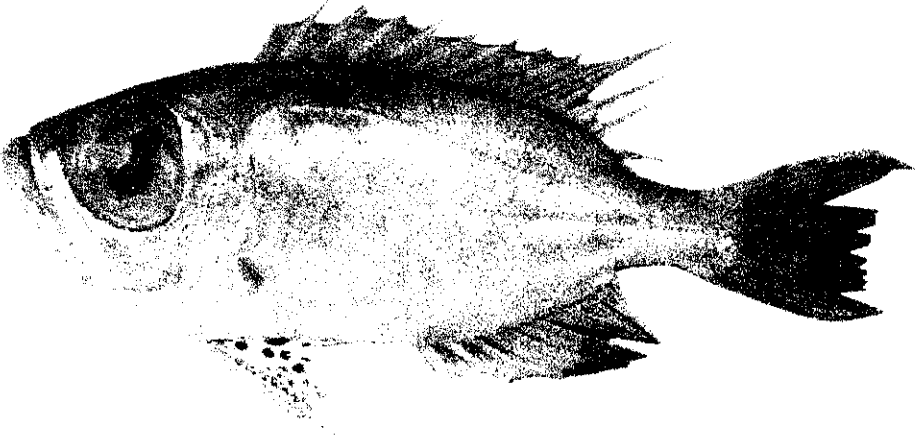
เป็นปลาชนิดที่พบมากสำหรับอ่าวไทยนั้นการแพร่กระจายอยู่ทั่วไป พบชุกชุมตั้งแต่หัวหินจนถึงสงขลา และด้านมหาสมุทรอินเดีย โดยมีการแพร่กระจายในแถบประเทศสิงคโปร์ สุมาตรา ชวา เซลีสเบส เกาะแอมบอยนา มาสตราส จีน และได้หวัน ซึ่งมีความเป็นอยู่โดยปลาตาหวานอยู่รวมกันเป็นฝูงหากินตามพื้นท้องทะเล ปลาตาหวานที่มีขนาดเล็กหาอาหารตามชายฝั่ง และเป็นปลากินเนื้อ อาหารส่วนใหญ่จำพวกกุ้งและปลาขนาดเล็ก สำหรับปลาตาหวานขนาดใหญ่พบแพร่กระจายในบริเวณน้ำลึกมากกว่าน้ำตื้นตั้งแต่ 40–50 เมตร ระยะเวลาที่จับได้มากตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนมกราคม ส่วนใหญ่จับได้ด้วยอวนลาก (ปริยานุ สุชะวิสิษฐ์ และ เพ็ญแข ชันจิตต์ผ่อง, 2525)

1.3 องค์ประกอบทางเคมี

อำนาจ โชติญาณวงษ์ (2524) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อปลา
ตาหวาน พบมีปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้า ร้อยละ 18.9-19.9, 0.2-0.9,
77.6-79.9, 1.0-1.6 ตามลำดับ

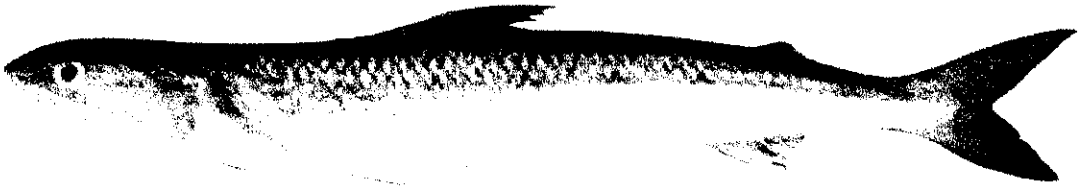
1.4 การใช้ประโยชน์

ปลาดาทาหวานปกติแล้วเป็นปลาที่มีเนื้อขาวและมีเนื้อเหนียว แต่เดิมไม่ค่อยเป็นที่
นิยม แต่ปัจจุบันนี้เป็นที่นิยมนำปลาชนิดนี้มาทำลูกชิ้น ผลิตภัณฑ์ชุบแป้งทอด ทอดมัน
ไส้กรอก ทำเค็ม และตากแห้ง (กรมประมง, 2530)



รูปที่ 1 ลักษณะของปลาตาหวาน

ที่มา : Tau (1996)



รูปที่ 2 ลักษณะของปลาปากคม

ที่มา : Tau (1996)

2. ปลาปากคม (*Saurida undosquamis*)

2.1 ลักษณะทั่วไป

ปลาปากคมจัดเป็นปลาทะเลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศมีชื่อที่รู้จักทั่วไปว่า “ปลาปากคม” หรือ “ปลาไส้ก้อ” ปลาปากคมรูปร่างขนาดกลาง รูปร่างทรงเรียวยาวคล้ายรูปทรงซิการ์ ลำตัวยาวค่อนข้างตัวกลม ตากว้างมีเยื่อไขมัน ความยาวของหัวเป็น 5 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางตา ความยาวของลำตัวอยู่ในช่วง 16 ถึง 26 เซนติเมตร เรียวปากอยู่ปลายสุดกว้างมาก ฟันแถวนอกเป็นแถบยื่นออกมานอกปาก เป็นฟันซี่ละเอียดและคม ฟันที่อยู่แถวในมีซี่ใหญ่และยาว มีฟัน 2 ชุดบนเพดานและลิ้น ครีบหลังเป็นครีบเดียวมี 11 – 12 ก้าน ตามด้วยครีบไขมันเล็ก 1 ครีบ ครีบหูยื่นออกมา ยาวแก่จุดเริ่มต้นของครีบท้อง เกือบบนเส้นข้างตัว 45 – 53 เกือบ ลักษณะเด่นของปลาปากคม คือ ไม่มีก้านครีบบนหลังที่ยื่นออกไปยาวหรือเป็นเส้นสาย ขอบริมบนของครีบหางมีรอยบั้ง สีดำเรียง 4 – 7 อัน เช่นเดียวกับก้านครีบแข็งบนหลังมี 8 – 10 อัน บริเวณกลางของลำตัวมีบั้งสีน้ำตาล แต่บางทีก็ไม่มีสีดำ 9 – 10 อัน เรียงไปตามเส้นข้างตัว สีของปลาปากคมมี สีพื้นของลำตัวเป็นสีน้ำตาลไปทั่วตัว มีบั้งสีน้ำตาลเข้ม 9 – 10 บั้ง เรียงไปตามเส้นข้างตัว ครีบหูมีสีดำ เกือบปลายหางส่วนล่างมีสีดำ ครีบอื่นๆ บนลำตัวมีสีน้ำตาลอ่อน ภาวะอาหารมีสีดำ ลักษณะทั่วไปดังรูปที่ 2 ปลาชนิดนี้พบโดยทั่วไปในอ่าวไทยมีอยู่หลายชนิด แต่ที่จัดว่ามีคุณค่าทางเศรษฐกิจมีเพียง 2 ชนิด คือ *Saurida undosquamis* และ *Saurida tumbil* ซึ่งเป็นปลาที่จัดอยู่ในครอบครัว (Family) (ปริยนาฏ สุขะวิสิษฐ์ และ เพ็ญแข ชื่นจิตต์ผ่อง, 2525)

2.2 แหล่งที่อยู่อาศัย

ปลาปากคมพบอยู่ทั่วไปทั้งชายฝั่งตะวันออก รวมทั้งชายฝั่งทางภาคใต้และมหาสมุทรอินเดีย พบมากบริเวณตั้งแต่ชายฝั่งสงขลาถึงนราธิวาส โดยมีการแพร่กระจายจากอัฟริกาตะวันออกไปถึงทะเลแดง ตลอดจนมหาสมุทรอินเดียไปถึงออสเตรเลีย ทะเลจีนใต้ ญี่ปุ่น และมหาสมุทรแปซิฟิก ซึ่งมีความเป็นอยู่โดยเป็นปลาที่ชอบอยู่รวมฝูงอาศัยอยู่ตามพื้นที่ท้องทะเล มีนิสัยดุร้าย ชอบกินเนื้อเป็นอาหาร ปลาที่พบ

มีขนาดตั้งแต่ 8 – 37 เซนติเมตร ส่วนขนาดที่พบบ่อยที่สุดคือ 15 – 22 เซนติเมตร อัตราส่วนระหว่างเพศเมียและเพศผู้พบว่า เพศเมียมากกว่าเพศผู้ประมาณหนึ่งเท่า การวางไข่มี 2 ระยะ ในช่วงเดือนธันวาคม ถึง เดือนมกราคม และเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน ปลาพร้อมที่จะวางไข่และคาดว่าแหล่งที่วางไข่ในที่น้ำลึกและปลาวัยอ่อนเข้ามาเลี้ยงตัวบริเวณชายฝั่ง บริเวณอำเภอศรีราชาเป็นที่แหล่งเลี้ยงตัวแหล่งหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับวัยอ่อน (ปริญานุก สุชะวิสิทธิ์ และ เพ็ญแข ชื่นจิตต์ผ่อง, 2525)

2.3 องค์ประกอบทางเคมี

ปลาปากคมจัดเป็นปลาที่มีไขมันต่ำ (น้อยกว่าร้อยละ 4) แต่มีปริมาณโปรตีนสูง (มากกว่าร้อยละ 20) (Spinelli and Dassow, 1982 อ้างโดยจิวดี เทือกสุบรรณ, 2544) Suwansakornkul และคณะ (1993) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของปลาปากคม 3 สายพันธุ์ คือ *Saurida undosquamis* *Saurida wanieso* และ *Saurida elongata* พบว่ามีปริมาณความชื้นร้อยละ 77 - 82 โปรตีนร้อยละ 17 - 22 และไขมันร้อยละ 0.1 - 0.8 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของปลาปากคม

ชนิดของปลา	เพศ	วันที่จับ ค/ว/ป	พีเอช	ความชื้น (ร้อยละ)	โปรตีน (ร้อยละ)	ไขมัน (ร้อยละ)
<i>Saurida undosquamis</i> I	เมีย	6/17/91	6.71	78.45	20.44	0.15
<i>Saurida undosquamis</i> II	เมีย	9/12/91	6.70	80.45	18.37	0.10
	ผู้	9/12/91	6.70	81.72	17.12	0.17
<i>Saurida wanieso</i>	เมีย	5/29/91	6.64	77.03	21.88	0.74
<i>Saurida elongata</i>	เมีย	7/10/91	6.53	77.86	21.04	0.13

ที่มา : Suwansakornkul และคณะ (1993)

2.4 การใช้ประโยชน์

เนื้อปลาปากกมนิยมทำเค็ม ตากแห้ง สามารถนำไปแปรรูปเป็นลูกชิ้น ไข่กรอก ส่วนเนื้อปลาสดสามารถใช้แทนเนื้อปลาอ่อนได้ (กรมประมง, 2530)

3. โครงสร้างของกล้ามเนื้อและโปรตีนในเนื้อปลา

กล้ามเนื้อปลาประกอบด้วยกล้ามเนื้อลาย (Striated muscle) ซึ่งรวมเป็นกลุ่มของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fibre) กล้ามเนื้อปลาโดยทั่วไปแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่มีสีอ่อนเรียกว่ากล้ามเนื้อขาว (White muscle) และส่วนที่มีสีคล้ำเรียกว่ากล้ามเนื้อดำ (Dark muscle) กล้ามเนื้อดำนั้นจะอยู่ตามด้านข้างของลำตัวใต้ผิวหนังโดยมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันพวยรอบๆ และมีปริมาณเส้นใยกล้ามเนื้อมากกว่าในกล้ามเนื้อขาว (Suzuki, 1981)

โปรตีนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของกล้ามเนื้อปลาซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. โปรตีนไมโอไฟบริลลา (myofibrillar protein) โปรตีนชนิดนี้สามารถสกัดได้ด้วยสารละลายเกลือที่มีค่าความแรงของออสโมนมากกว่า 0.15 (โดยทั่วไปอยู่ในช่วง 0.3–1.0) สารละลายโปรตีนดังกล่าวสามารถตกตะกอนโดยการเจือจางด้วยน้ำกลั่นประมาณ 10 เท่า โดยทั่วไปเนื้อสัตว์น้ำประกอบด้วยโปรตีนไมโอไฟบริลลา ร้อยละ 40–60 (สุทรวัดน์ เบญจกุล, 2544) โปรตีนไมโอไฟบริลลาประกอบด้วย

- ไมโอซิน (myosin) เป็นโปรตีนที่พบในส่วนฟิลาเมนต์เส้นหนา (thick filament) มีประมาณร้อยละ 45 ของโปรตีนไมโอไฟบริลลา และมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 480,000 คัลตัน ซึ่งสามารถจำแนกโมเลกุลไมโอซินออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนหัวของโมเลกุลเป็นด้านปลายไนโตรเจน (N-terminal) มีลักษณะเป็นทรงกลมสำหรับส่วนหางเป็นด้านปลายคาร์บอน (C-terminal) มีรูปร่างเป็นเส้นประกอบด้วยสายโพลีเปปไทด์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง (200,000 คัลตัน) จำนวน 2 เส้น และสายโพลีเปปไทด์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ (20,000 คัลตัน) จำนวน 4 เส้น (Watabe *et al.*, 1982)

- แอกติน (actin) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของฟิลาเมนต์เส้นบาง (thin filament) โดยมีประมาณร้อยละ 20 ของโปรตีนไมโอไฟบริลลา มีน้ำหนักโมเลกุล 42,000 คัลตัน ทำหน้าที่ร่วมกับไมโอซินในการยึดหดของกล้ามเนื้อ ซึ่งอยู่ในรูปของแอกโตไมโอซิน (สุทธวัฒน์ เบญจกุล, 2544)

- โทรโปนิน (troponin) และโทรโปไมโอซิน (tomyosin) เป็นโปรตีนที่พบในฟิลาเมนต์เส้นบาง มีประมาณร้อยละ 5 ของโปรตีนไมโอไฟบริล โดยมีน้ำหนักโมเลกุล 76,000 และ 37,000 คัลตัน ตามลำดับ (Foegeding *et al.*, 1996)

2. โปรตีนซาร์โคพลาสติก (sarcoplasmic protein) เป็นโปรตีนของซาร์โคพลาสซึม (sarcoplasm) ที่สามารถละลายน้ำหรือสารละลายเกลือที่มีค่าความแรงของออสโมนน้อยกว่า 0.15 โปรตีนซาร์โคพลาสติกมีประมาณร้อยละ 30 ของโปรตีนทั้งหมดในกล้ามเนื้อสัตว์น้ำ โดยทั่วไปโปรตีนซาร์โคพลาสติกมีปริมาณสูงในปลาผิวน้ำ เมื่อเปรียบเทียบกับปลาหน้าดิน (สุทธวัฒน์ เบญจกุล, 2544) และปลาที่มีเนื้อสีคล้ำประกอบด้วยโปรตีนซาร์โคพลาสติกปริมาณสูง (Shimizu *et al.*, 1992 อ้างโดย จีรวดี เทือกสุบรรณ, 2544)

3. โปรตีนสโตรมา เป็นส่วนหนึ่งที่เหลือจากการสกัดโปรตีนซาร์โคพลาสติกและโปรตีนไมโอไฟบริลลา สโตรมาประกอบด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เช่น คอลลาเจน (collagen) และอีลาสติน (elastin) สโตรมาไม่ละลายในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์เจือจาง ปลากระดูกแข็งมีสโตรมาประมาณร้อยละ 3 ของโปรตีนกล้ามเนื้อ ส่วนปลากระดูกอ่อนประกอบด้วยสโตรมาร้อยละ 10 ของโปรตีนกล้ามเนื้อ (สุทธวัฒน์ เบญจกุล, 2544)

4. ผลิตภัณฑ์ไส้กรอก

ไส้กรอก (sausage) เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อที่เตรียมได้จากการบดเนื้อสัตว์กับเกลือแล้วผสมเครื่องเทศ เครื่องปรุงรสต่างๆ บรรจุในถุงลักษณะทรงกระบอก (Kramlich *et al.*, 1973) ไส้กรอกแต่ละชนิด มีความแตกต่างกันไปตามลักษณะของเครื่องปรุง ชนิดของ

เนื้อสัตว์ ความหนาแน่นของเนื้อบด โดยมีผู้แบ่งไส้กรอกเป็นชนิดต่างๆ ได้หลายระบบด้วยกัน

Kramlich (1975) แบ่งไส้กรอกตามลักษณะเนื้อสัมผัสเป็น 2 ประเภท คือ

1. ไส้กรอกบดหยาบ (Coarse-ground sausage) เป็นไส้กรอกที่มีลักษณะเนื้อแยกจากกันอย่างชัดเจน เช่น ไส้กรอกสด ไส้กรอกหมัก ซาลามิ กุนเชียง และແແນມ เป็นต้น
2. ไส้กรอกบดละเอียดชนิดอิมัลชัน (emulsion-type product) เป็นไส้กรอกที่ได้จากการนำเนื้อมาบดผสมกับเครื่องปรุงรสและไขมันให้ละเอียดเป็นอิมัลชัน เช่น ไส้กรอกเวียนนา แพรงค์เฟอร์เตอร์ โบโลญา และหมุยอ เป็นต้น

Price และ Schweigert (1973) แบ่งไส้กรอกตามวิธีการผลิต ออกเป็น 5 ชนิด คือ

1. ไส้กรอกสด (Fresh sausage) ส่วนใหญ่เป็นไส้กรอกหมู ผลิตโดยการบดเนื้อหมูและไขมันแล้วผสมเครื่องปรุงรส อัดใส่ ต้องทำให้สุกก่อนรับประทาน เช่น ไส้กรอกหมูสด
2. ไส้กรอกแห้งและกึ่งแห้ง (Dry and semi-dry sausage) เป็นไส้กรอกที่มีการหมักแล้วทำให้แห้ง โดยเก็บที่สภาวะควบคุมบรรยากาศ เช่น กุนเชียง ซาลามิ เมื่อจะรับประทานจะต้องทำให้สุกก่อน
3. ไส้กรอกซึ่งผ่านการให้ความร้อนจนสุก (Cooked sausage) ทำโดยการบดเนื้อผสมเครื่องปรุงรส อัดใส่ต้มให้สุก รับประทานได้ทันที เช่น ไส้กรอกดับ
4. ไส้กรอกซึ่งให้ความร้อนจนสุกและรมควัน (Cooked smoked sausage) เป็นไส้กรอกซึ่งหลังการอัดใส่จะนำไปรมควันและให้ความร้อนจนสุก จึงบริโภคได้โดยไม่ต้องทำให้สุกอีกครั้ง เช่น ไส้กรอกแพรงค์เฟอร์เตอร์และไส้กรอกเวียนนา เป็นต้น
5. ไส้กรอกรมควันแต่ไม่ผ่านการให้ความร้อน (Uncooked smoked sausage) วิธีการผลิตเช่นเดียวกับไส้กรอกต้ม แต่เมื่อรมควันแล้วไม่มีการให้ความร้อน จึงต้องทำให้สุกอีกครั้งก่อนบริโภค ตัวอย่างของไส้กรอกในกลุ่มนี้ ได้แก่ Smoked sausage, Country-style pork sausage

4.1 กระบวนการผลิตไส้กรอกปลา

การศึกษาของ Amano (1965) อธิบายกระบวนการผลิตไส้กรอกปลา ดังต่อไปนี้ คือ นำปลามาล้างและตัดแต่งจนได้ชิ้นเนื้อปลาที่มีขนาดพอเหมาะกับเครื่องบดเนื้อ จากนั้นนำไปแช่แข็งแล้วนำปลาที่แช่แข็งไว้มาละลายน้ำแข็งเพียงบางส่วน เพื่อช่วยลดอุณหภูมิ นำมาบดด้วยเครื่องนวด 10 นาที เนื้อปลาที่บดได้จะเหมาะสำหรับการเกิดเจลเพื่อให้ได้ไส้กรอกที่มีเนื้อสัมผัสดี แต่ในระหว่างการนวดจะมีความร้อนเกิดขึ้นจากการเสียดสีของเนื้อปลากับอุปกรณ์ที่ใช้ในการนวด ซึ่งความร้อนที่เกิดขึ้นจะทำให้โปรตีนในเนื้อปลาเกิดการเสียสภาพธรรมชาติ และทำลายการเกิดเจลที่แข็งแรง ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดความร้อนดังกล่าว ตัวหม้อเครื่องนวดจึงทำด้วยหินแกรนิต ขณะที่หัวนวดทำด้วยไม้ หรือโดยเติมน้ำแข็งบดละเอียดลงไปหลังการนวดไปแล้ว 1-2 นาที เติมเกลือร้อยละ 3 ของน้ำหนักเนื้อปลาในระหว่างนวดเพื่อให้เกลือละลายโปรตีนไมโอไฟบริลลาออกจากเนื้อปลา จากนั้นเติมส่วนผสมที่เหลือ คือ แป้ง เครื่องเทศ ผงชูรส และสารกันเสีย นวดผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเติมน้ำเพื่อให้ส่วนผสมทั้งหมดรวมเป็นเนื้อเดียวกันได้ดียิ่งขึ้น สุดท้ายเติมไขมันที่เตรียมไว้ลงไปในส่วนผสม แล้วนวดให้ส่วนผสมเข้ากัน ระหว่างการนวดควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เกิน 10-15 องศาเซลเซียส จากนั้นผ่านไปสู่ขั้นตอนการอัดไส้ด้วยเครื่องอัดไส้ แล้วมัดท่อนไส้กรอกปลาด้วยลวดอะลูมิเนียม นำไปต้มในน้ำที่ 90-95 องศาเซลเซียส จนมีอุณหภูมิภายในสูงถึง 85 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที ทำให้เย็นโดยแช่ในถังหล่อเย็น 30 - 40 นาที ในขั้นตอนนี้ถ้าใช้ไส้บรรจุชนิด rubber hydrochloride จะหดตัวลงเมื่อไส้กรอกเย็นจึงต้องนำไปจุ่มในน้ำร้อนต่ออีกนาน 10 - 30 วินาที เพื่อให้ผิวไส้บรรจุตั้ง แต่ถ้าเป็นไส้บรรจุที่ทำจากไวนิลลิดีน คลอไรด์ (vinylidene chloride) ไม่ต้องผ่านขั้นตอนนี้ ขั้นตอนที่สุดท้าย นำไส้กรอกห่อด้วยกระดาษ เซลโลเฟน (cellophane) แล้วบรรจุลงในกล่อง และส่งไปจำหน่าย

4.2 ส่วนประกอบของไส้กรอกปลาหมักชั้น

1. เนื้อปลา Stanby (1963 อ้างโดย สุภาพร โชคณาโรจน์วงศ์, 2538) กล่าวว่า ปลาประกอบด้วยเนื้อปลาประมาณร้อยละ 40-50 ของน้ำหนักปลาทั้งตัว เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของไส้กรอก องค์ประกอบของปลาส่วนที่บริโภคได้ แปรตามขนาดอายุ และระยะเวลาการวางไข่ องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาเป็นปัจจัยที่กำหนดคุณภาพของเนื้อปลา เช่น ปริมาณ และชนิดของไขมันมีผลต่อการเกิดกลิ่นหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชันเมื่อเก็บปลาไว้เป็นเวลานาน ปริมาณโปรตีนไมโอไฟบริลตามีความสำคัญต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลา เพราะมีผลต่อสมบัติด้านการเกิดเจลหรืออิมัลชันที่เสถียร ส่วนโปรตีนซาร์โคพลาสมิกเป็นโปรตีนที่ละลายได้ในน้ำมีประมาณร้อยละ 20-30 ทำให้เกิดการเชื่อมประสาน (Cross-linking) ระหว่างโมเลกุลของแอคโตไมโอซินลดลง เป็นเหตุให้ความเหนียวของผลิตภัณฑ์ลดลง (Suzuki, 1981; Okada, 1964) และขัดขวางการเกิดเจลของโปรตีนไมโอไฟบริลลา (สุทรววัฒน์ เบญจกุล, 2543)

การผลิตไส้กรอกปลา มักเลือกปลาที่ให้ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ดี หาได้ง่าย และราคาไม่แพง ในประเทศญี่ปุ่นเนื้อปลาเกือบทุกชนิดใช้ทำไส้กรอกปลาได้ ที่นิยมที่สุดคือเนื้อปลาทูน่า เนื่องจากให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีดี แต่ก็พบว่าเนื้อปลาทูน่าจะให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่มีความยืดหยุ่นต่ำ ปัจจุบันพบว่าปลาทูน่ามีราคาแพงและหายากจึงต้องผสมเนื้อปลาชนิดอื่น ได้แก่ เนื้อปลาฉลาม หรือปลาแมคเคอเรล นอกจากลดค่าใช้จ่ายในการผลิตแล้วยังช่วยให้ไส้กรอกมีเนื้อสัมผัสดีขึ้น (Amano, 1965)

2. น้ำ มีความสำคัญต่อการผลิตและคุณภาพของไส้กรอก โดยทั่วไปในไส้กรอกมีน้ำอยู่ร้อยละ 45-55 ของน้ำหนักไส้กรอกทั้งหมด ซึ่งได้จากการเติมน้ำเย็นหรือน้ำแข็งในระหว่างการผลิต การเติมน้ำแข็งจะไม่ให้เกินร้อยละ 30 ของน้ำหนักเนื้อจุดประสงค์ในการเติมเพื่อรักษาความเย็นของเนื้อระหว่างการสับ เพราะถ้าหากอุณหภูมิสูงกว่า 16 องศาเซลเซียส จะทำให้อิมัลชันเกิดการแตกตัว ทำให้น้ำแยกตัวออกจากไขมัน (Price and Schweigert, 1973)

3. ไขมัน เป็นองค์ประกอบที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความฉ่ำน้ำและกลิ่นรสดี (Swift *et al.*, 1954) แต่ถ้าเก็บผลิตภัณฑ์เป็นเวลานาน ไขมันจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้เกิดกลิ่นหืนได้ ในการทำไส้กรอกส่วนใหญ่จะใช้ไขมันจากสัตว์หรือใช้น้ำมันพืช ไขมันที่เหมาะสมสำหรับผลิตไส้กรอกเพื่อให้ได้อิมัลชันที่มีเสถียรภาพดีควรเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้องและมีจุดหลอมเหลวอยู่ระหว่าง 32.2-40.5 องศาเซลเซียส เช่น ไขมันหมู การใช้ไขมันที่มีจุดหลอมเหลวสูงกว่านี้ เช่น ไขมันวัว ไขมันแกะ อิมัลชันที่ได้เสถียรกว่า แต่เวลาเคี้ยวผลิตภัณฑ์จะรู้สึกเป็นไขติดเพดานปาก ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (Christian and Saffle, 1967)

โดยทั่วไปในการผลิตไส้กรอก ยอมให้มีไขมันได้ไม่เกินร้อยละ 30 (Price and Schweigert, 1973) ในการผลิตไส้กรอกเนื้อปลาส่วนใหญ่มีไขมันต่ำจึงมีการเติมมันหมูหรือ shortening ผสมลงในไส้กรอกปลาในปริมาณร้อยละ 5 ของน้ำหนักเนื้อ (Amano, 1965)

การศึกษาของ Cross และคณะ (1980) แสดงให้เห็นว่าในผลิตภัณฑ์เนื้อวัวบดขึ้นรูป ที่มีปริมาณไขมันเพิ่มขึ้นจะมีความนุ่ม (tenderness) และความฉ่ำน้ำ (juiciness) เพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมันมากและปริมาณน้ำน้อยจะมีการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมันน้อยแต่น้ำมาก

4. เกลือ มีหน้าที่ให้รสชาติ ช่วยสกัดโปรตีนในกล้ามเนื้อเพื่อทำหน้าที่ประสานให้ไขมันและน้ำไม่แยกจากกัน ช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์และชะลอการทำงานของเอนไซม์บางชนิด ทำให้อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ยาวนาน (Gillespie, 1960)

ค่าความเข้มข้นของสารละลายเกลือจะมีผลต่อการละลายและสกัดโปรตีนไมโอไฟบริลลา โดยสารละลายเกลือที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น จะสามารถสกัดโปรตีนไมโอไฟบริลลาออกมาได้มากขึ้น แต่จะมีข้อจำกัดที่รสชาติของไส้กรอกคือไส้กรอกจะมีความเค็มมาก โดยทั่วไปไส้กรอกอิมัลชันมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์ที่เหมาะสมในช่วงร้อยละ 2.5 – 3.0 (0.5 – 0.6 โมลาร์) (Tarrant, 1982) โดยไส้กรอกหมักใช้เกลือร้อยละ 3-5 ไส้กรอกสดใช้เกลือร้อยละ 1.5-2.0 ไส้กรอกซึ่งผ่านการให้ความร้อนจนสุก ได้แก่ แฟรงค์เฟอร์เตอร์ และโบโลน่า ใช้เกลือร้อยละ 2.3 (Price and

Schweigert, 1973) จากการศึกษาของ Amano และ Uchiyama (1959 อ้างโดยสุภาพร โศภณาโรจน์วงศ์, 2538) พบว่าปริมาณไมโอซินที่สกัดได้จากเนื้อปลาเพิ่มขึ้นกับความเข้มข้นของเกลือ โดยจะสกัดไมโอซินได้มากที่สุดและทำให้ผลิตภัณฑ์เหนียว ที่สุดเมื่อใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1.2-1.5 นอกจากนี้ Wheeler และคณะ (1990) รายงานว่าการใช้โปแตสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 35 ผสมกับ โซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 65 ใน สเต็กเนื้อวัวขึ้นรูป (restructured beef steaks) จะให้คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างจากการใช้โซเดียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว แต่มีผลทำให้อายุการเก็บเพิ่มขึ้น

5. Binder, Extender และ Filler เป็นสารที่ไม่ใช่เนื้อสัตว์ ใช้ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก เพื่อเพิ่มเสถียรภาพของอิมัลชัน เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ ลดการหดตัวของผลิตภัณฑ์ระหว่างการให้ความร้อน ช่วยปรับปรุงรสชาติ และช่วยลดต้นทุนในการผลิต เพราะมีราคาถูกกว่าเนื้อสัตว์ (Gillespie, 1960)

Binder และ Extender เป็นสารที่ทำหน้าที่ในการจับโมเลกุลของน้ำและโปรตีนและนอกจากนั้นยังช่วยอิมัลซิฟายไขมัน สารเชื่อมที่ได้จากผลิตภัณฑ์นม ได้แก่ นมผงปราศจากไขมันและโซเดียมเคซิเนท ส่วนสารเชื่อมที่ได้จากพืช ได้แก่ แป้งถั่วเหลือง โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น โปรตีนถั่วเหลืองสกัด โปรตีนถั่วเหลืองคัดแปลงเนื้อสัมผัส กลูเตนข้าวสาลี (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529)

Filler เป็นสารที่เติมในส่วนผสมของไส้กรอกเพื่อช่วยเพิ่มน้ำหนักแก่ผลิตภัณฑ์ filler อุ้มน้ำได้ดีแต่มีความสามารถต่ำในการทำให้น้ำและไขมันรวมตัวกัน ตัวอย่างของสารประเภทนี้ ได้แก่ แป้งจากธัญพืช (cereal starch) และแป้งจากพืชหัว (Vegetable flour) กฎหมายของประเทศสหรัฐอเมริกาควบคุมปริมาณของสาร Binder Extender และ Filler ที่ใช้ในไส้กรอกไม่ให้เกินร้อยละ 3.5 ของส่วนผสมในไส้กรอกทั้งหมด ยกเว้น โปรตีนถั่วเหลืองสกัดที่ให้ใช้ได้ไม่เกินร้อยละ 2 (Gillespie, 1960)

Amano (1965) รายงานว่าการเติมแป้งข้าวโพดลงในไส้กรอกปลาร้อยละ 5-10 ช่วยให้ไส้กรอกเหนียวและมีความยืดหยุ่นดีขึ้น สำหรับเนื้อปลาที่มีความยืดหยุ่นดีอยู่แล้วการเติมแป้งเป็นการเพิ่มปริมาณผลิตภัณฑ์และลดต้นทุนในการผลิต และจากการทดลองของ Lin และ Zayas (1987) พบว่าในผลิตภัณฑ์เนื้อบด (Comminuted meat) ที่มี

ส่วนประกอบของโปรตีนข้าวโพด (Corn germ protein) ที่ระดับร้อยละ 2 มีผลต่อการกระจายของโมเลกุลไขมันและเพิ่มการจับยึดของพันธะระหว่างน้ำกับไขมันในระหว่างกระบวนการให้ความร้อน นอกจากนี้ Wang และ Zayas (1992) กล่าวว่า ค่า Emulsifying capacity (EC) และค่า Emulsion stability (ES) มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ แป้ง ถั่วเหลือง โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น โปรตีนถั่วเหลืองสกัด และโปรตีนจากแป้งข้าวโพดจากร้อยละ 0.4 เป็น 0.8 โดยเติมในผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้แก่ น้ำสลัด มายองเนส และไส้กรอกแฟรงค์เฟอ์เตอร์

6. น้ำตาล จุดประสงค์ที่เติมเพื่อเพิ่มรสชาติ ทำให้สีคงตัว ทั่วไปน้ำตาลที่ใช้เติมลงในไส้กรอกเป็นน้ำตาลซูโครส แต่อาจใช้สารให้ความหวานอื่นแทนได้ เช่น คอรัลไซรัป เด็กซ์โทรส กลูโคส แลคโตส และอนุพันธ์ของน้ำตาลอื่นๆ เช่น ซอร์บิทอล ปริมาณน้ำตาลที่ใช้โดยทั่วไปอยู่ในช่วงร้อยละ 2.0-3.0 ของส่วนผสมในไส้กรอกทั้งหมด (Gillespie, 1960)

7. เครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส จุดประสงค์ที่เติมเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติเฉพาะและเพิ่มกลิ่น นอกจากนี้ยังอาจมีส่วนช่วยในการถนอมอาหารด้วย เช่น เครื่องเทศบางชนิด อาจทำหน้าที่เป็นสารกันหืนได้ แต่ในทางตรงกันข้าม เครื่องปรุงบางชนิดมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียสูง ทำให้เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ไม่นาน เครื่องเทศที่ใช้ได้แก่ พริกไทย อบเชย ดอกจันทร์เทศ กานพลู กระเทียม ลูกจันทร์เทศ ขี้หว่า เม็ดผักชี เป็นต้น (Pearson and Tauber, 1984)

8. ไนเตรทและไนไตรท์ ใช้ในการหมักเพื่อให้เนื้อมียีสสดขึ้น และช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บางชนิด โดยอาจใช้ในรูปไนไตรท์ และ/หรือ ไนเตรท เช่น โปแตสเซียมไนเตรท โซเดียมไนเตรท เป็นต้น (Price and Schweigert, 1973) ตามกฎหมายอาหาร ฉบับที่ 84 (พ.ศ. 2527) เรื่องวัตถุเจือปนอาหาร มีข้อกำหนดเกี่ยวกับการใช้โซเดียมหรือโปแตสเซียมไนเตรท ให้ใช้ในปริมาณไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และสำหรับโซเดียมหรือโปแตสเซียมไนไตรท์ให้ใช้ในปริมาณไม่เกิน 125 มิลลิกรัมต่อ อาหาร 1 กิโลกรัม สารไนไตรท์และไนเตรทในทางการค้ามีจำหน่ายในชื่อต่างๆ กัน เช่น ผงเปรค (Prague powder) ทารี คอมพลีท เค3 (Tari complete K3) ซึ่งเป็น

สารประกอบพวกไนไตรท์ -ไนเตรต และ premix อื่นๆ ในประเทศญี่ปุ่นมีการใช้ โซเดียม หรือ โปแตสเซียมไนไตรท์ เพื่อรักษาสีของไส้กรอกปลาทูน่าผสมเนื้อปลาวาฟ และปริมาณสูงสุดที่เติมได้คือ 0.05 กรัมต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์ (Amano, 1965)

นอกจากนี้สารกันเสียที่อนุญาตให้ใช้ได้ตามกฎหมายของประเทศญี่ปุ่น คือ 5-nitro-2-furfural semicarbazone, nitrofuryl acrylamide โดยอนุญาตให้ใช้ได้ไม่เกิน 20 ส่วนในล้านส่วน และกรดซอร์บิกเติมได้ไม่เกิน 2 กรัมต่อ ไส้กรอกปลา 1 กิโลกรัม (Amano, 1965)

9. ฟอสเฟต มีคุณสมบัติในการจับกับน้ำป้องกันไม่ให้น้ำซึมออกจากอิมัลชัน ซึ่งมีผลลดการสูญเสียน้ำหนักเมื่อผ่านกระบวนการให้ความร้อน ช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ (water binding ability) ทำให้เนื้อนุ่มและรสชาติดี โปรตีนเนื้อสัตว์มีความสามารถในการยึดเกาะกันเองมากขึ้น หั่นเป็นชิ้นบางได้ง่าย การสกัดโปรตีนที่ละลายได้ในน้ำเกลือรวมตัวได้มากขึ้น และเพิ่มเสถียรภาพของอิมัลชัน โดยทำให้ไขมันที่กระจายอยู่ไม่จับเป็นอนุภาคขนาดใหญ่ (Pearson and Tauber, 1984; Dziezak, 1990) นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ป้องกันการหืน และทำให้ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปมีสี กลิ่น รสที่คงตัว และมีอายุการเก็บนานขึ้น (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529)

ตามประกาศพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 อนุญาตให้ใช้ฟอสเฟตได้ในปริมาณไม่เกินร้อยละ 0.5 ของผลิตภัณฑ์สำเร็จ ฟอสเฟตที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติในเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อมีประมาณร้อยละ 0.1 ซึ่งการใช้ฟอสเฟตจะต้องคำนึงถึงส่วนนี้ด้วย สารจำพวกฟอสเฟตที่อนุญาตให้ใช้ เช่น ไคโซเดียมฟอสเฟต โมโนโซเดียมฟอสเฟต โซเดียมเมต้าฟอสเฟต โซเดียมโพลีฟอสเฟต โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต โซเดียมไพโรฟอสเฟต โซเดียมแอซิดไพโรฟอสเฟต ไดโปแตสเซียมฟอสเฟต โมโนโปแตสเซียมฟอสเฟต โปแตสเซียมไตรโพลีฟอสเฟต และโปแตสเซียมไพโรฟอสเฟต (งานควบคุมมาตรฐาน, 2530)

Okada และ Yamazaki (1958 อ้างโดย Amano, 1965) ศึกษาผลของโพลีฟอสเฟตที่มีต่อลักษณะเนื้อของไส้กรอกปลา พบว่าที่ความเข้มข้นของโพลีฟอสเฟต ร้อยละ 0.2-0.5 จะให้ประสิทธิภาพพลีที่ดีที่สุด แต่ที่ร้อยละ 0.5 จะทำให้รสชาติเสียไป ดังนั้น

ควรใช้ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.2-0.3 นอกจากนี้ประสิทธิภาพของโพลีฟอสเฟต ยังขึ้นกับอุณหภูมิในการทำให้สุกด้วย ที่อุณหภูมิสูงถึง 80 องศาเซลเซียส ความเหนียวจะเพิ่มขึ้น แต่ที่อุณหภูมิมากกว่า 90 องศาเซลเซียส ความเหนียวจะลดลงอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้โปรตีนในเนื้อปลาเกิดการเปลี่ยนแปลงและโพลีฟอสเฟตก็เกิดการย่อยสลายเป็นออร์โธฟอสเฟตซึ่งมีประสิทธิภาพลดลง และพบว่าไตรฟอสเฟตให้ผลในด้านเพิ่มความเหนียวได้ดีที่สุด

10. ไส้บรรจุ (Casing) ทำหน้าที่เป็นภาชนะบรรจุ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีรูปร่างและขนาดต่างๆกัน ไส้บรรจุแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ไส้บรรจุที่ได้จากธรรมชาติ และไส้บรรจุที่ได้จากการสังเคราะห์ ไส้บรรจุที่ได้จากธรรมชาติได้จากส่วนลำไส้เล็กของสัตว์ต่างๆ เช่น หมู วัว และแกะ ไส้บรรจุที่ได้จากการสังเคราะห์ แบ่งออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ (John *et al.*, 1975) คือ

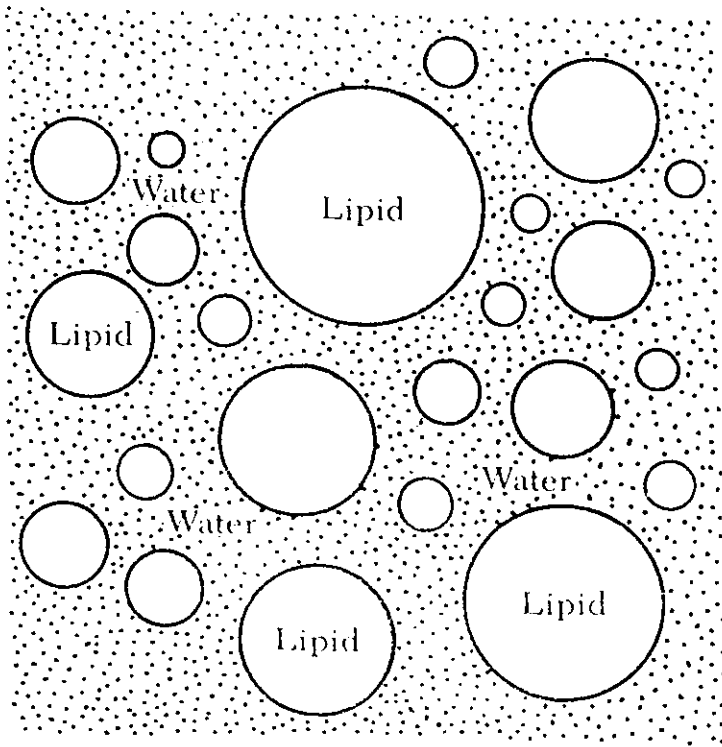
1. เซลลูโลส (Cellulose) ได้จากใยฝ้ายที่ผ่านกรรมวิธีทางเคมี ไส้ชนิดนี้รับประทานไม่ได้ และมีความเหนียวสูง
2. Edible collagen ทำจากชั้น corium ของหนังสัตว์โดยนำมาผ่านกรรมวิธีทางเคมีให้บริสุทธิ์ ใช้กับไส้กรอกแฟรงเฟอ์เตอร์ ไส้ชนิดนี้รับประทานได้และมีความเหนียวปานกลาง
3. Inedible collagen เป็นคอลลาเจนที่นำมาทำปฏิกิริยากับสารเคมีบางชนิด เพื่อให้เกิดการเชื่อมกันระหว่างโมเลกุล และมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น ไส้บรรจุชนิดนี้รับประทานไม่ได้
4. Plastic casing ใช้ในการบรรจุเพื่อไม่ให้ควัน และความชื้นผ่านเข้าออก นิยมใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการรมควัน ที่ใช้กันมากคือ โพลีไวนิลลิดีนคลอไรด์ (Polyvinylidene chloride)

5. อิมัลชัน (emulsion)

ประกอบด้วยของเหลว 2 ชนิดที่อยู่ร่วมกัน ที่ปกติเข้ากันไม่ได้ โดยลักษณะของอิมัลชันในไส้กรอกเป็นแบบ oil-in-water emulsion มีน้ำทำหน้าที่เป็น continuous phase และไขมันเป็น discontinuous phase ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหยดไขมันประมาณ 0.1 ถึง 0.5 ไมโครเมตรเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยที่โปรตีนของเนื้อสัตว์คือ โปรตีนไมโอไฟบริลลา (myofibrillar proteins) ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) เนื่องจากมีส่วนที่จับกับน้ำ (hydrophilic) และส่วนที่จับกับสารอื่นที่ไม่รวมตัวกับน้ำ (hydrophobic) เช่น ไขมัน อยู่ในโมเลกุลเดียวกันทำให้อิมัลชันมีความคงตัว และเมื่อผ่านการให้ความร้อน โปรตีนจะรวมตัวตกตะกอนอยู่รอบๆอนุภาคของไขมัน โดยเฉพาะไมโอซินจะจับตัวเป็นตาข่ายหุ้มเม็ดไขมันไว้ ทำให้ได้โครงสร้างของไส้กรอกที่มีลักษณะดี ดังรูปที่ 4 (Pearson and Tauber, 1984)

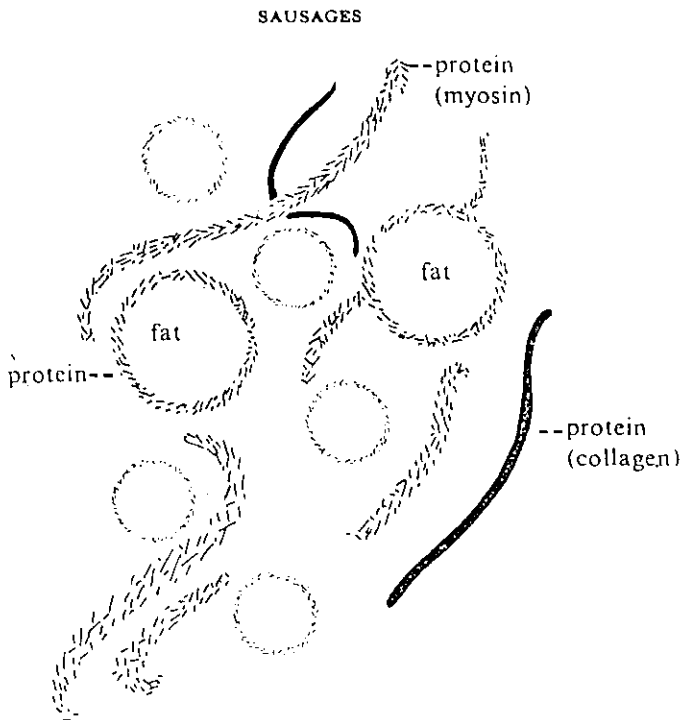
ในไส้กรอกประเภทอิมัลชัน โปรตีนของเนื้อจะถูกละลาย (solubilize) ออกจากภายในเส้นใยกล้ามเนื้อมาอยู่ร่วมกันกับตัวถูกละลายอื่นๆ และน้ำ ซึ่งอาจเรียกกันทั้งหมดนี้ว่าเป็น continuous phase ในขณะที่ไขมันจะถูกปั่นละเอียดให้เป็นหยดเล็กละเอียดกระจายอยู่โดยทั่วไปในส่วนผสมแรก เรียกไขมันว่าเป็น disperse phase (Pearson and Tauber, 1984)

อิมัลชัน โดยทั่วไปแล้วมักจะไมคงตัวถ้าขาดสารอิมัลซิไฟเออร์ หรือสารให้ความคงตัว เมื่อหยดไขมันสัมผัสกับระบบน้ำจะมีแรงตึงผิวสูงมาก (interfacial tension) จึงต้องการสารอิมัลซิไฟเออร์มาลดแรงตึงผิวลงและทำให้สภาพของอิมัลชันคงตัว โปรตีนไมโอซินที่ถูกสกัดละลายออกมานั้นจะไปทำหน้าที่เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ในผลิตภัณฑ์เนื้อซึ่งเป็นรูปแบบของอิมัลชันที่มีหยดไขมันเล็กละเอียดถูกห่อหุ้มไว้ด้วยโมเลกุลของสารอิมัลซิไฟเออร์ โดยส่วนที่เป็นไฮโดรโฟบิกของโมเลกุลจะสัมผัสอยู่กับไขมันภายใน และส่วนไฮโดรฟิลิกก็จะสัมผัสกับน้ำที่อยู่รอบนอกหยดไขมันดังแสดงในรูปที่ 5 และถ้าในระบบนั้นมีสารอิมัลซิไฟเออร์มากพอเพียงก็จะทำให้ทั้งระบบนั้นเป็นอิมัลชันที่คงทนได้นาน จากรูปที่ 4 จะเห็นได้ว่าหยดไขมัน (fat droplets) นั้นจะถูกห่อ



รูปที่ 3 อิมัลชันของน้ำมันในน้ำ โดยไขมันหยดเล็กละเอียดเป็น disperse phase และน้ำเป็น continuous phase

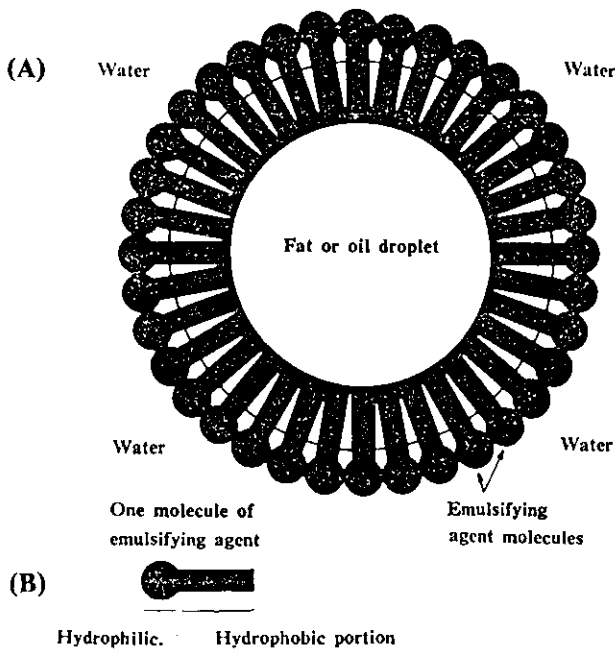
ที่มา : ชัยณรงค์ คันธพนิต (2529)



รูปที่ 4 ลักษณะของอิมัลชันในไส้กรอก

ที่มา : Pearson และ Tauber (1984)

หุ้มไว้ด้วยโปรตีนไมโอซินซึ่งทำหน้าที่เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ ส่วนโปรตีนเนื้อเยื่อเกี่ยวพันนั้นไม่สามารถทำหน้าที่ดังกล่าวได้จึงลอยตัวอยู่โดยอิสระและไม่มีผลใดๆต่อความเป็นอิมัลชัน ถ้าโปรตีนไมโอซินถูกสกัดละลายออกมามากพอ จะทำให้อิมัลชันมีความคงตัว ผลึกภัณฑ์ที่ได้จะมีเนื้อสัมผัสดีสม่ำเสมอ ดังนั้นการผสมเกลือเข้าไปในขั้นตอนแรก โดยเฉพาะอย่างยิ่งขณะบดหยาบแล้วหมักไว้ก่อนชั่วระยะหนึ่ง จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสม (ชัยณรงค์ กัณธพนิต, 2529)



รูปที่ 5 แสดงรูปแบบของอิมัลชันที่มีเม็ดไขมันถูกห่อหุ้มด้วยโมเลกุลของ emulsifying agent

(A) Emulsifying agent อยู่ในระหว่างชั้นของไขมันและน้ำ โดยส่วน hydrophilic ของโมเลกุลสัมผัสอยู่กับน้ำ และส่วน hydrophobic สัมผัสอยู่กับไขมันซึ่งอยู่ภายใน และ emulsifying agent จะอยู่ล้อมรอบหยดเล็กละเอียดของไขมันหรือน้ำมัน

(B) โมเลกุลของ emulsifying agent แสดงให้เห็นส่วน hydrophilic และส่วน hydrophobic

ที่มา : ชัยณรงค์ กัณธพนิต (2529)

ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างและความคงตัวของอิมัลชัน

1. การนวดและการสับผสม

การนวดเนื้อปลาช่วยให้เนื้อปลาเข้ากันได้ดีและแน่นขึ้น เพราะการนวดช่วยเร่งการสกัดโปรตีนที่ละลายได้ในน้ำเกลือ โดยเฉพาะไมโอซินออกมาจากเนื้อปลาได้เร็วขึ้น แต่การนวดที่ใช้เวลาติดต่อกันตลอดจะมีผลทำให้เกิดการสูญเสียคุณสมบัติของโปรตีนไมโอซิน ซึ่งมีผลต่อความคงตัวของโครงสร้างโปรตีน ดังนั้นการนวดที่ใช้เวลาสั้นแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนจะทำให้ได้กรอกมีลักษณะเนื้อสัมผัสดีกว่าการนวดขั้นตอนเดียวที่ใช้เวลาติดต่อกันตลอด เนื่องจากสามารถลดการสูญเสียคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนและให้เมตริกซ์โปรตีนที่คงตัว (Lee and Toledo, 1979)

ระหว่างการสับละเอียดเพื่อให้เกิดลักษณะอิมัลชันนั้น มีการเสียดสีระหว่างใบมีดกับส่วนผสมของเนื้ออยู่ตลอดเวลาในอัตราความเร็วสูง มีผลให้อุณหภูมิของส่วนผสมสูงขึ้นกว่าเดิม ซึ่งจะช่วยให้โปรตีนของเนื้อถูกปลดปล่อยออกมานอกเส้นใยกล้ามเนื้อได้มากขึ้น ตลอดจนจะช่วยเร่งปฏิกิริยาการสร้างสี และทำให้ลักษณะของเนื้อผสมเป็นเนื้อเดียวกันยิ่งขึ้น แต่ถ้าหากอุณหภูมิสูงเกินไปก็จะทำให้อิมัลชันแตกตัวซึ่งหมายถึงการที่ไขมันแยกตัวออกจากส่วนผสม ทำให้ไม่เป็นเนื้อเดียวกันอีกต่อไป (ชัยณรงค์ กัณฐพนิต, 2529)

การแตกตัวของอิมัลชันเกิดจากโปรตีนไมโอซินและแอกตินเกิดเสียดสภาพ (denature) โดยโปรตีนเกิดการหดตัวและหมดความสามารถในการเชื่อมต่อนาระหว่างระบบไขมันกับน้ำ อุณหภูมิที่สูงยังทำให้ไขมันหยดเล็กละเอียดจำนวนมากหลอมและไหลเข้ามารวมตัวกันเป็นหยดไขมันขนาดใหญ่ แยกตัวออกจากระบบเดิมของอิมัลชันได้ ทั้งนี้ในระหว่างการสับผสม ไขมันจะถูกลดขนาดให้มีขนาดเล็กย่อยลงไปเรื่อยๆ จนกว่าส่วนผสมนั้นจะมีลักษณะเป็นอิมัลชันที่แท้จริงได้ ซึ่งโปรตีนในส่วนผสมที่พอเพียงจะห่อหุ้มรอบๆ เกือบทุกหยดไขมัน จึงทำให้อิมัลชันคงตัวอยู่ได้ แต่ถ้าหากมีการปั่นหรือการสับละเอียดเพิ่มเติม จะทำให้พื้นที่ผิวมีค่าสูงขึ้น ทำให้จำนวนโปรตีนไมโอซินและแอกตินที่มีอยู่ไม่เพียงพอที่จะห่อหุ้มอีกต่อไปได้ ไขมันที่ไม่มีโปรตีนห่อหุ้มหรือมีหุ้มแต่ไม่ทั่วถึงจึงเป็นสาเหตุให้อิมัลชันแตกตัวไม่คงทนอีกต่อไป (Kramlich *et al.*, 1973)

การป้องกันการแตกตัวของอิมัลชันสามารถทำได้โดยการควบคุมอุณหภูมิในระหว่างการสับผสม โดยเครื่องปั่นอิมัลชันซึ่งมีความเร็วสูงนั้นไม่ควรให้อุณหภูมิเกิน 20 องศาเซลเซียส แต่ถ้าเป็นเครื่องสับละเอียดซึ่งมีอัตราความเร็วของใบมีดต่ำไม่ควรให้อุณหภูมิเกิน 15 องศาเซลเซียส (ชัยณรงค์ คันทรพนิต, 2529) Kramlich และคณะ (1973) กล่าวว่าอุณหภูมิของส่วนผสมในระหว่างการสับผสมที่เหมาะสมคือ 5 -14 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิในการนวดอยู่ระหว่าง 10 - 15 องศาเซลเซียส การควบคุมอุณหภูมิทำได้โดยการเติมน้ำแข็งเกล็ดลงไปในการสับละเอียดหรือปั่นอิมัลชัน ทั้งนี้เพื่อทำหน้าที่ลดความร้อนลงโดยตรง หรืออาจใช้วัสดุเนื้อและไขมันที่แช่เย็นหรือแช่แข็งมาก่อนในการทำผลิตภัณฑ์

2. ชนิดและคุณภาพของโปรตีน

2.1 โปรตีนไมโอไฟบริลลา (Myofibrillar protein)

ปริมาณโปรตีนไมโอไฟบริลลามีความสำคัญต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาเพราะในกระบวนการผลิตถ้าสกัดโปรตีนชนิดนี้ออกมาได้มาก ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีสมบัติด้านการเกิดเจลหรืออิมัลชันที่มีความคงตัวและมีคุณภาพดี (Stanby, 1963 อ้างโดย สุภาพร โชคณาโรจน์วงศ์, 2538) ปริมาณของโปรตีนที่จะสามารถละลายออกมาขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังนี้

2.1.1 คุณภาพของวัตถุดิบ

ในการผลิตไส้กรอกปลา ความสดของปลามีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยปริมาณไมโอซินที่สกัดได้จากเนื้อปลาจะเกิดการย่อยสลายเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิสูงเกิน 0 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ความยืดหยุ่นของเนื้อปลาก็ลดลงด้วย เนื่องจากปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ในน้ำเกลือลดลง (Connell, 1962 อ้างโดย สุภาพร โชคณาโรจน์วงศ์, 2538)

Reddy และคณะ (1995) ศึกษาพบว่า การเก็บปลาฟิงค์เพิร์ช (*Nemipterus japonicus*) ในน้ำแข็งเป็นเวลา 0, 3, 5, 11 และ 14 วัน ก่อนนำไปบดและแช่แข็งทำให้ค่าการละลายของโปรตีน (protein solubility) ความสามารถในการเกิดอิมัลชัน (emulsion

stability) ความสามารถในการจับยึดน้ำ (water binding capacity) ลดลง ($P < 0.05$) คุณสมบัติดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับการละลายของโปรตีน และเป็นค่าบ่งชี้ถึงการเสื่อมสภาพของโครงสร้างโปรตีน ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการบด หรือการจับตัวกันของโปรตีน (aggregation) ในระหว่างการเก็บรักษาในน้ำแข็งและการเก็บในสภาพแช่แข็ง

2.1.2 ชนิดของวัตถุดิบ ปลาแต่ละชนิดมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน เนื้อปลาที่มีปริมาณโปรตีนที่ละลายในน้ำเกลือสูงจะมีความยืดหยุ่นสูง ส่วนไขมันและโปรตีนซาร์โคพลาสมิกจะทำให้ความยืดหยุ่นของเนื้อปลาลดลง โดยขัดขวางการเรียงตัวของไมโอซินและแอกติน ทำให้ไม่เกิดโครงสร้างเป็นรูปตาข่าย (Miyaki and Kawakami, 1966)

2.1.3 พีเอช พบว่าที่พีเอช 6.5 - 7.0 เนื้อปลาจะมีความเหนียวมากที่สุด เพราะที่สภาวะนี้ไมโอซิน และแอกตินสามารถละลายได้มากที่สุด (Shimizu and Shimidu, 1958 อ้างโดย สุภาพร โชคณาโรจน์วงศ์, 2538) Okamura และคณะ (1959 อ้างโดย Amano, 1965) รายงานว่าค่าพีเอชของเจลที่ไม่ผ่านความร้อนมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับค่าความแข็งแรงของเจลของผลิตภัณฑ์หลังให้ความร้อน โดยค่าความแข็งแรงของเจล ลดลงเมื่อค่าพีเอชของเนื้อปลาสดมีค่ามากกว่า 7.5 ปลาทูน่า (tuna) หรือปลามาร์ลิน (marlin) นิยมใช้ในการผลิตไส้กรอกปลาและให้ลักษณะยืดหยุ่นที่ดี เนื่องจากมีค่าพีเอชของเนื้อปลาอยู่ในช่วง 5.6 - 6.0

2.2 โปรตีนซาร์โคพลาสมิก (Sarcoplasmic protein)

Saffle (1968) กล่าวว่าโปรตีนชนิดที่ละลายได้ในเกลือมีผลต่อคุณสมบัติการเกิดอิมัลซิไฟด์ได้ดีกว่าโปรตีนที่ละลายได้ในน้ำ Tsai (1972 อ้างโดย Borderias *et al.*, 1985) พบว่าที่ระดับความเข้มข้นของโปรตีนน้อยกว่า 4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โปรตีนซาร์โคพลาสมิกให้ค่า Emulsion capacity มากกว่า ไมโอซิน แอกติน และโทรโปไมโอซิน-โทรโปนิน

2.3 คอลลาเจน (Collagen)

ปริมาณคอลลาเจนในสัตว์นำขึ้นกับชนิด ระยะการเจริญเติบโต ความสมบูรณ์ของอาหาร กล้ามเนื้อสัตว์นำประกอบด้วยคอลลาเจนประมาณร้อยละ 1 - 12 ของโปรตีนทั้งหมด โดยคิดเป็นร้อยละ 0.2 - 2.2 ของน้ำหนักเนื้อ ในการเกิดอิมัลชันพวกคอลลาเจนในเนื้อสัตว์สามารถล้อมรอบหยดไขมันได้เหมือนไมโอไฟบริลลาโปรตีน แต่เมื่อส่วนผสมได้รับความร้อน คอลลาเจนเหล่านี้จะหดตัวได้มากกว่าไมโอไฟบริลลาโปรตีน ซึ่งจะหดตัวเหลือ 1 ใน 3 และมีโอกาสเปลี่ยนเป็นเจลาติน ซึ่งจะไม่สามารถหุ้มล้อมรอบหยดไขมันได้อีกต่อไป ทำให้ไขมันไหลออกมาก่อนที่โปรตีนจะเกิดการรวมตัว ดังนั้นถ้าเนื้อสัตว์มีคอลลาเจนในปริมาณมาก ก็จะมีโอกาสที่หยดไขมันเล็กๆ จะไหลมารวมกันเป็นหยดไขมันขนาดใหญ่กลายเป็นชั้นของไขมัน หรือช่องว่างที่มีไขมันแทรกตัวอยู่ (Kramlich *et al.*, 1973)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาคุณภาพของวัตถุดิบและคุณสมบัติของโปรตีนในเนื้อปลาตาหวานและปลาปากคม ที่มีผลต่อไส้กรอกปลาอิมัลชัน
2. ศึกษาผลของสัดส่วนของปลาตาหวานและปลาปากคมที่มีผลต่อไส้กรอกปลาอิมัลชัน
3. ศึกษาผลของปริมาณไขมันที่มีต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสและลักษณะเนื้อสัมผัสของไส้กรอกปลาอิมัลชัน