

รายงานการวิจัย

เรื่อง

ผลของชนิดและปริมาณของแป้งที่ใช้ต่อคุณภาพของลูกชิ้นปลานิล
The Effects of Types and Quantities of Flour on the
Quality of fish Balls made from Nile Tilapia

ชุติมา ไชยเชาวน์

วท.ม. (วิทยาศาสตร์การอาหาร)

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม

พ.ศ. 2545

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม

หัวข้อวิจัย	ผลของชนิดและปริมาณของแป้งที่ใช้ต่อคุณภาพของลูกชิ้นปลา
ชื่อผู้วิจัย	นางชุตินา ไชยเชาวน์
โปรแกรมวิชา	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะ	เทคโนโลยีการเกษตร
สถาบัน	สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม
ปีที่ทำการวิจัย	2544
ปีที่พิมพ์	2545

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงชนิดและปริมาณของแป้งที่มีผลต่อคุณภาพของลูกชิ้นปลา โดยแปรชนิดของแป้งเป็น 3 ชนิด คือ แป้งสาลี, แป้งข้าวโพดและแป้งมันสำปะหลัง และแปรปริมาณแป้งเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 3, 5 และ 8 โดยน้ำหนักเนื้อ ประเมินคุณภาพลูกชิ้นปลา โดยใช้ผลทางประสาทสัมผัส และความเหนียวโดยวิธีการหับ

จากผลการวิจัยพบว่า ชนิดของแป้งมีผลอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ต่อกลิ่นและรสชาติ แต่ไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ต่อสี เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม ส่วนปริมาณของแป้งมีผลอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ต่อสี กลิ่น และรสชาติ แต่ไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ต่อเนื้อสัมผัสและการยอมรับรวม ส่วนความเหนียวพบว่า ลูกชิ้นปลาที่ใช้แป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 8 มีคุณภาพดีที่สุด

Research Title The effects of types and quantities of flour on the quality
 Of fish balls made from *Nile Tilapia*

Name Mrs. Chutima Chaichaw

Program Food science and Technology

Faculh Agricultural Technology

Institute Rajabhat Institute Pibulsongkram

Year 2001

Printed 2002

Abstract

The effects of this research where to studl. the types and quantities of flour as affected to the quality of fish balls made from *Nile Tilapia*. The variations were 3 types of flour, wheat flour, maize flour, tapioca flour and percentage of uses, 3, 5 and 8%. The qualities of fish balls were then evaluated by sensory evaluation and stickiness test (by folding).

It was found the types of flour significantly affected ($P < 0.05$) to odor and taste. However, they had no significant effect ($P > 0.05$) to color, texture and overall acceptance. In terms of quantities used, they had significant effect ($P < 0.05$) to color, odor and taste but no significant effect ($P > 0.05$) to texture and overall acceptance. The result also showed that the use of tapioca flour at 8% provided the best result for stickiness test.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง ผลของชนิดและปริมาณของแป้งที่ใช้ต่อคุณภาพของลูกชิ้นปลาเนื้อ ได้รับ
ทุนสนับสนุนจากสถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม ได้ประสบผลสำเร็จล่วงตามวัตถุประสงค์ เกิดจาก
ความร่วมมือของหน่วยงาน บุคลากร นักศึกษาหลายฝ่าย ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณสำนักวิจัยและ
บริการวิชาการ และสถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย และขอขอบคุณ
ทุกท่านที่ได้มีส่วนช่วยเหลือให้งานวิจัยสำเร็จล่วงดังกล่าวแล้ว

ชุตินา ไชยเชาวน์

พฤษภาคม 2545

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	18
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปราย	21
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	25
เอกสารอ้างอิง	
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก การทดสอบทางประสาทสัมผัส	32
ภาคผนวก ข วิธีการทดสอบความเหนียวโดยการพับ	34
ภาคผนวก ค ตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติ	35
ภาคผนวก ง การผลิตลูกชิ้นปลา	40
ประวัติผู้วิจัย	48

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	องค์ประกอบภายในเมล็ดข้าวโพด	11
2	คุณสมบัติของแป้งข้าวโพด	11
3	องค์ประกอบภายในเมล็ดข้าวสาลี	12
4	คุณสมบัติของแป้งสาลี	13
5	คุณสมบัติของแป้งเปียกจากแป้งชนิดต่าง ๆ	14
6	องค์ประกอบทางเคมีของปลานิล	17
7	ปริมาณแร่ธาตุของปลานิลลักษณะต่าง ๆ (ต่อ 100 กรัม)	17
8	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลานิล ที่ผลิตโดยการแปรชนิดของแป้ง	21
9	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลานิล ที่ผลิตโดยการแปรปริมาณของแป้ง	22
10	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลานิล ที่ผลิตโดยการแปรชนิดและปริมาณของแป้ง	23

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านสีของลูกชิ้นปลาניתที่ทำการแปรชนิดและปริมาณของแป้ง	35
2 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านกลิ่นของลูกชิ้นปลาניתที่ทำการแปรชนิดและปริมาณของแป้ง	36
3 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านรสชาติของลูกชิ้นปลาניתที่ทำการแปรชนิดและปริมาณของแป้ง	37
4 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลาניתที่ทำการแปรชนิดและปริมาณของแป้ง	38
ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านการยอมรับรวมของลูกชิ้นปลาניתที่ทำการแปรชนิดและปริมาณของแป้ง	39

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
Pibulsongkram Rajabhat University

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ปลานิลสด	40
เนื้อปลานิลที่ได้จากการแล่ บด ล้างด้วยน้ำและน้ำเกลือแล้วนำไปแช่แข็ง	41
ส่วนผสมในการผลิตลูกชิ้นปลานิล ได้แก่ เกลือ กระเทียม พริกไทย มันหมู และน้ำแข็ง	42
เครื่องผสมสำหรับใช้ในการผสมเนื้อปลาและส่วนผสมต่าง ๆ ในการผลิตลูกชิ้น	43
นำส่วนผสมที่ได้มาขึ้นรูปเป็นรูปทรงกลม และต้มในน้ำ อุณหภูมิ 40 – 45 องศาเซลเซียส เวลา 20 นาที	44
นำมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 – 95 องศาเซลเซียส เวลา 20 นาที (ลูกชิ้นจะลอยอยู่ที่ผิวน้ำ)	45
7 ทำให้เย็นโดยการแช่น้ำผสมน้ำแข็ง เวลาประมาณ 5 นาที	46
8 ลูกชิ้นปลานิล	47

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ลูกชิ้นเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ทำมาจากเนื้อสัตว์ประเภทต่าง ๆ โดยสามารถนำไปปรุงแต่งได้หลายรูปแบบ จัดเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทยืดหยุ่น มีสปริง (Jelly product) ลูกชิ้นปลาส่วนใหญ่มักทำจากปลากลาย ปลาทรายแดง เนื่องจากมีความเหนียว ในปัจจุบันมีการนำปลาชนิดอื่นมาทำ เช่น ปลานิล แต่การผลิตยังมีปัญหาด้านเนื้อสัมผัส เนื่องจากเนื้อปลานิลมีน้ำในปริมาณสูงกว่าเนื้อปลากลายหรือเนื้อวัว การนำแป้งมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตลูกชิ้น จะช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัส รสชาติ ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักขณะทำให้สุก และลดต้นทุนในการผลิต

การเลือกใช้แป้งสำหรับการผลิตลูกชิ้น ส่วนใหญ่ใช้แป้งจากรากและพืชหัว เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งข้าวเจ้า ซึ่งจะมีปริมาณโปรตีนและไขมันแตกต่างกัน ดังนั้นการเลือกใช้แป้งจะต้องคำนึงถึงจุดประสงค์ ความเหมาะสม และต้นทุนในการผลิต การศึกษาชนิดและปริมาณของแป้งที่ใช้ในการผลิตลูกชิ้นปลา เป็นจุดที่สำคัญจุดหนึ่งที่จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้น แนวทางการวิจัยครั้งนี้จึงเกี่ยวข้องกับการใช้แป้งและปริมาณที่เหมาะสมในการผลิตลูกชิ้นจากปลานิลเพื่อเป็นประโยชน์ต่อประชาชนที่สนใจทั้งภาครัฐและเอกชนต่อไป

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของแป้งที่ใช้เป็นส่วนผสมที่มีผลต่อคุณภาพลูกชิ้นปลานิล

ขอบเขตของการวิจัย

เป็นการทดลองศึกษาชนิดและปริมาณของแป้งที่มีผลต่อคุณภาพของลูกชิ้นปลานิล

คำสำคัญของเรื่องที่ทำการวิจัย

ลูกชิ้นปลา (Fish balls) . ปลานิล (Nile Tilapia) . แป้ง (Flours)

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

- 1) ได้ทราบถึงชนิดและปริมาณของแป้งที่ทำให้คุณภาพของลูกชิ้นปลานิลดีขึ้น
- 2) ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาในระดับอุตสาหกรรม
- 3) เผยแพร่ผลงานวิจัยให้กับนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
Pibulsongkram Rajabhat University

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 ผลิตภัณฑ์เนื้อปลาบด (Minced Fish Products)

เนื้อปลาบด (Minced fish) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเนื้อปลาโดยการขูดด้วยมือ หรือ เครื่องรีดเนื้อปลา ปลาบดเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์แปรรูปอื่น ๆ อีกหลายชนิด เช่น ลูกชิ้น ไส้กรอก ซูริมิ เป็นต้น

ความเหนียวเป็นคุณสมบัติที่ต้องการสำหรับปลาบด ปลาแต่ละชนิดให้ความเหนียวที่ต่างกัน กรณีปลาน้ำจืด ปลาทราย และปลาสด เป็นปลาน้ำจืดที่ให้เนื้อปลาที่มีความเหนียวดี มากกว่าปลาอื่น ๆ จึงเป็นที่นิยมนำมาทำทอดมัน ลูกชิ้นกันมาก สำหรับปลาทะเลที่ให้ความเหนียวหลายชนิด เช่น ปลาปากลม ปลาทรายแดง ปลาไส้ก้อ ปลาไหลทะเล (วราทิพย์, 2531)

การนำเนื้อปลาบดมาประกอบอาหารบางชนิด เช่น ลูกชิ้นปลา ไส้กรอก ความเหนียวของผลิตภัณฑ์จะเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด ความเหนียวจะขึ้นกับ ปริมาณโปรตีนจำพวกไมโอซิน (myosin) เนื้อปลาที่มีไมโอซินสูงจะยึดหยุ่นได้ดีกว่าชนิดที่โปรตีนต่ำ นอกจากนี้มีปัจจัยอื่น ๆ อีกที่มีผลต่อความเหนียวของเนื้อปลาบด ได้แก่

1) เนื้อปลาควรใช้เนื้อปลาที่มีความเหนียว เหมาะสำหรับนำมา ลูกชิ้น เช่น ปลาอินทรี ปลาตาบลาว ปลาหางเหลือง ปลาทราย ปลาสด ปลาพวก ค่อนข้างแพง ดังนั้นในการผลิตในอุตสาหกรรม ลูกชิ้นปลาส่วนใหญ่ จะใช้ปลาที่มีราคาถูก เช่น ปลาฉลาม ปลาแดง ปลาโต ปลาทรายแดง ปลาปากลม

2) เกลือให้ใช้เกลือป่น เกลือพวกนี้จะทำให้ปลาเค็มปลาเหนียวขึ้น

3) แป้งช่วยให้ปลาเหนียวมากขึ้น

4) น้ำช่วยให้เนื้อปลานิ่ม แต่เพิ่มปริมาณของลูกชิ้นให้มากขึ้น

การทำเนื้อปลาให้เหนียวมีเทคนิคที่ควรปฏิบัติง่าย ๆ ดังนี้

- 1) ปลาที่ใช้ควรเลือกปลาสด ปลาเนื้อสีขาว จะเหนียวกว่าปลาเนื้อแดง
- 2) ทำการล้างเลือดและไขมันปลาออกให้หมด เพราะไขมันและเลือดทำให้ความเหนียวของปลาลดลง
- 3) ทำการตัด บด และนวดปลาที่อุณหภูมิต่ำ ควรจะให้น้ำแข็งช่วยก็ได้
- 4) ใช้ระยะเวลาในการนวดและบดให้เหมาะสม ขึ้นกับปริมาณและชนิดของปลา

การทำผลิตภัณฑ์เนื้อปลาบด มี 2 ขั้นตอน คือ การเตรียมเนื้อปลาบดและการทำให้ปลาเหนียว

2.1.1 การเตรียมเนื้อปลาบด การเตรียมทำได้โดยล้างปลาสด ตัดหัว ควักไส้แล้วล้างน้ำอีก 2 ครั้ง แยกเนื้อปลาได้ 2 วิธี คือ วิธีพื้นบ้านและวิธีใช้เครื่องมือ

1) วิธีพื้นบ้าน ใช้เนื้อปลาผ่านการแล่เป็น 2 ซีก แล้วขูดเนื้อโดยใช้ช้อน โดยมากการเตรียมโดยวิธีนี้เป็นอุตสาหกรรมแบบครัวเรือน เพื่อขายเฉพาะเนื้อปลาขูดแล้ว หรืออาจผสมเครื่องแกงกลายเป็นทอดมันพร้อมทอด ที่มีขายตามตลาดสดทั่วไปและซูเปอร์มาร์เก็ต

2) วิธีใช้เครื่องมือ การเตรียมเนื้อปลาบดโดยใช้เครื่องรีดเนื้อปลาหรือเครื่องแยกเนื้อออกจากกระดูก (Meat separator หรือ Deboning machine) เครื่องมือชนิดนี้สามารถหาซื้อได้ในประเทศไทย โดยดัดแปลงมาจากของญี่ปุ่นและไต้หวัน

หลักการของเครื่องมือ ประกอบด้วยลูกกลิ้งทำด้วยโลหะปลอดสนิมมีรูขนาด 2.5 มม. ลูกกลิ้งจะหมุนไปตามแผ่นยางที่วางประกบอยู่ ปลาจะถูกป้อนระหว่างลูกกลิ้งและแผ่นยาง แล้วถูกรีดเอาเนื้อออกผ่านรูบนลูกกลิ้งเข้าไปอยู่ในลูกกลิ้ง ส่วนก้างกระดูกเกล็ดและส่วนที่ไม่ใช่เนื้อจะออกมาระหว่างลูกกลิ้งและแผ่นยาง ส่วนล่างจะมีภาชนะรองรับอยู่ ข้อดีของการใช้เครื่องแยกเนื้อปลา คือ ทำให้ได้เนื้อปลามากกว่าการใช้มือขูด เนื่องจากจะมีส่วนของเนื้อที่ติดกับส่วนหัวและส่วนท้องออกมาด้วย แต่มีข้อเสียคือ เนื้อปลาที่ได้ไม่ค่อยขาว เนื่องจากมีเศษเลือด ส่วนของไส้ที่เกิดจากการเอาไส้ออกไม่หมดและล้างไม่สะอาด

2.1.2 การทำให้เนื้อปลาเหนียว เทคนิคการทำให้เนื้อปลาเหนียวโดยใช้เกลือช่วยเป็นที่ทราบกันมานานแล้ว เพราะการทำอาหารไทยเดิม เช่น ทอดมัน ก็มีการถ่ายทอดกันมา แต่หลักการที่แท้จริงอาจยังไม่เป็นที่ทราบกัน การใส่เกลือในเนื้อปลาเพื่อทำให้โปรตีนของเนื้อปลาสยุญเสียน้ำ (denature) การใส่เกลืออาจใช้เกลือปนหรือเกลือผสมเป็นน้ำเกลือก็ได้ นวดให้ทั่ว ควรใช้เกลือที่มีความเข้มข้นไม่เกินร้อยละ 15 ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่พอเหมาะสำหรับคุณสมบัติการอุ้มน้ำ (water holding capacity) ของโปรตีน ถ้าเกลือเข้มข้นมากเกินไปคุณสมบัตินี้จะถูกทำลายการนวดหรือชาวบ้านอาจใช้วิธีโขลกช่วยให้เนื้อปลาผสมเกลือได้เร็วและทำให้โปรตีนเสียน้ำเร็วด้วย เนื่องจากทำให้ myofibrillar protein ซึ่งประกอบด้วย myosin และ actin ละลายออกจากเซลล์กล้ามเนื้อปลาและรวมตัวเป็นสารประกอบ actomyosin ทำให้เกิดความเหนียวเพิ่มขึ้นในระหว่างการบดหรือนวด เมื่อนำไปให้ความร้อนจะเกิดโครงสร้างโมเลกุลตาข่าย (actomyosin network) ซึ่งเรียกว่า เจล (gel) ทำให้เนื้อปลามีความยืดหยุ่น ส่วนผสมนี้ไม่มีคำศัพท์ไทยเรียก แต่ภาษาอังกฤษเรียก fish cake จากส่วนผสมนี้สามารถเป็นวัตถุดิบในการเตรียมผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้หลายชนิด อาทิ

- ทอดมัน (Thai style curry fish cake)
- ฟิชฟิงเกอร์หรือปลาบดผสมผงขนมปัง (Fish finger)
- ลูกชิ้น (Fish ball)
- ไส้กรอกชนิดต่าง ๆ (Fish sausage)

สำหรับโปรตีนชนิดอื่นของเนื้อปลา ได้แก่ sarcoplasmic protein ซึ่งเป็นโปรตีนที่ละลายในน้ำ (water soluble protein, WSP) และ stroma จะประกอบไปด้วย collagen และ elastin เป็นโปรตีนที่ไม่ละลายน้ำ กรดหรือด่างและสารละลายเกลือ จึงไม่มีผลโดยตรงต่อการเกิดเจลของเนื้อปลา แต่ถ้ามีมากจะทำให้เกิดเจลของเนื้อปลาน้อยลง (อุมาพร, 2541)

2.2 ลูกชิ้นปลาและกระบวนการผลิต

ลูกชิ้นปลาจัดเป็นผลิตภัณฑ์ในกลุ่มของปลาบดและผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาบด ซึ่งเปรียบเทียบคุณภาพของของปลาชิ้นและปลาบด พบว่าคุณค่าทางอาหารเมื่อดูจากปริมาณโปรตีน เทฟฟิเชียวโรดิโอ (Protein Efficiency Ratio, PER) จะมีค่าเท่ากัน แต่ลักษณะเนื้อสัมผัส สี และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดจะต่างกัน (ปัญญา, 2530)

กระบวนการผลิตลูกชิ้นปลาในประเทศไทยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนการบดเนื้อปลา เมื่อใช้เนื้อปลาแล้เป็นวัตถุดิบโดยตรงต้องบดเนื้อปลาโดยใช้เครื่องบด 3 - 6 ครั้ง ขณะบดเติมน้ำแข็งเพื่อควบคุมอุณหภูมิไม่ให้สูงเกิน 10 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงนวด ช่วงแรกเริ่มนวดเนื้อปลาอย่างเดีวก่อนเพื่อให้เซลล์ของเนื้อเยื่อแตกตัว ซึ่งจะช่วยให้สะดวกต่อการที่เกลือจะเข้าไปทำปฏิกิริยากับโปรตีน แล้วจึงเติมเกลือร้อยละ 3 ของน้ำหนักเนื้อปลา เพื่อสกัดโปรตีนที่ละลายในเกลือ การควบคุมอุณหภูมิมีความสำคัญต่อความยืดหยุ่น และความเหนียวของเนื้อปลาบด และหางบดเนื้อปลากับเกลือทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องโดยไม่มีกรให้ความร้อน เนื้อปลานั้นจะยืดหยุ่นแต่ไม่เหนียว ช่วงเวลาในการนวดเนื้อปลากับเกลือ และเครื่องปรุงต่าง ๆ ใช้เวลา 10 - 20 นาที ขณะนวดเติมน้ำแข็งเพื่อควบคุมอุณหภูมิ หลังจากนวดก็ถึงขั้นตอนขึ้นรูป (forming) เนื้อปลาที่นวดจนได้ทีแล้ว จะนำมาปั้นเป็นรูปทรงต่าง ๆ โดยใช้เครื่องขึ้นรูปหรือใช้มือ แล้วจึงทำให้เกิดการเช็ดตัว โดยแช่ลูกชิ้นในน้ำอุ่นอุณหภูมิ 40 - 45 องศาเซลเซียสจนกระทั่งแข็งตัว ซึ่งมีใช้เวลาประมาณ 20 - 30 นาที ขึ้นกับชนิดของเนื้อปลาที่ใช้จากนั้นจึงต้ม (Cooking) ในน้ำเดือด (90 - 95 องศาเซลเซียส) ประมาณ 5 นาที เมื่อต้มได้ที่ ลูกชิ้นจะลอยขึ้นบนผิวน้ำ แล้วจึงตักขึ้นและทำให้เย็น (cooling) โดยใช้น้ำเย็น น้ำแข็ง หรือพุดลมเป่า (Fish Processing Section, 1983)

เกลือเป็นส่วนผสมที่ขาดไม่ได้ในการผลิตผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาบด โดยเกลือจะเป็นตัวสกัดไมโอไฟบริลลาโปรตีนออกมา เนื้อปลาจะมีลักษณะที่ข้นเหนียว (viscous barter) เมื่อนำไปให้ความร้อนจึงจะได้เจลที่ยืดหยุ่น ความเข้มข้นของเกลือโดยทั่วไปที่ใช้ในทางการค้า ก็คือประมาณร้อยละ 2.5 ซึ่งเกือบจะเป็นความเข้มข้นต่ำสุดที่ต้องการในการสกัดโปรตีน การเติมเกลือที่ความเข้มข้นสูง ๆ เพื่อสกัดโปรตีนให้ได้มากที่สุด จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสเค็มเกินไป ดังนั้นระดับความเข้มข้นของเกลือมักถูกกำหนดในกระบวนการแปรรูปโดยรสชาติที่ต้องการ ช่วงเวลาในการเติมเกลือขณะนวดก็มีผลต่อความเหนียวของผลิตภัณฑ์ กล่าวคือ ถ้าเติมเกลือก่อนการนวดจะได้เนื้อปลาบดที่เหนียวน้อยกว่าเติมเกลือหลังนวดไปแล้ว 2 นาที และปริมาณน้ำแข็งที่ใช้เติมการเป็นร้อยละ 10 - 15 ของน้ำหนักเนื้อปลาบด เพราะจะให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี (Tanikawa, 1971)

ในขั้นตอนของการเติมเกลืออาจจะเติมเครื่องปรุงต่าง ๆ ลงไปด้วยการเติมแป้งหรือสตาร์ช (starch) ในปริมาณที่เหมาะสม จะช่วยในด้านความยืดหยุ่น โดยเมื่อนำเนื้อปลาบดที่นวดแล้วไปให้ความร้อนที่ประมาณ 70 องศาเซลเซียส โมเลกุลของแป้งจะเกิดการพองตัว ซึ่งสันนิษฐานว่า โมเลกุลของแป้งที่พองตัวนั้นไปดันให้โมเลกุลของโปรตีนมาชิดติดกันมากยิ่งขึ้น อาจเติมแป้งในสภาพเป็นผงหรือเป็นสารแขวนลอย (suspension) ก็ได้ นอกจากนี้ใช้แป้งแล้ว อาจใช้เจลาตินที่ทำจากหนังหมู หรือใช้กลูเตนแทนก็ได้ (Tanikawa, 1971) โดยมากโรงงานผลิตลูกชิ้นในประเทศไทยจะใช้แป้งมันสำปะหลังหรือแป้งสาลีเป็นส่วนผสม

2.3 การใช้แป้งเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลา

ปัจจุบันมีการนำแป้งชนิดต่าง ๆ มาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร โดยใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตและอาจเติมเพื่อทดแทนเนื้อสัตว์ เนื่องจากแป้งช่วยดูดซับน้ำ ทำให้น้ำหนักของผลิตภัณฑ์มากขึ้น ช่วยปรับปรุงกลิ่น รส นอกจากนี้ แป้งยังมีราคาถูกจึงเป็นการลดค่าใช้จ่าย โดยการใช้สามารถเลือกชนิดของแป้งได้ตามลักษณะต่าง ๆ ของแป้ง เช่น ความหนืด การเกิดเจล ความใส การพองตัว ซึ่งแตกต่างกันไปขึ้นกับปริมาณและชนิดของแป้ง

แป้งที่ใช้ส่วนใหญ่มาจากกากและพืชหัว เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งมันฝรั่ง ซึ่งมีปริมาณโปรตีนประมาณ 0.1% ไขมันน้อยกว่า 0.1% และแป้งจากธัญพืช เช่น แป้งข้าวโพด แป้งข้าวเจ้า มีโปรตีนประมาณ 0.3 - 0.5% ไขมัน 0.6 - 0.8% (วรารัตนา, 2542) ดังนั้นการเลือกใช้แป้งควรคำนึงถึงจุดประสงค์ ความเหมาะสม และต้นทุนในการผลิต

แป้งประกอบด้วยโมเลกุล 2 ชนิด คือ อะไมโลส และอะไมโลเพคติน อะไมโลสเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญในการเกิดเจลของแป้ง ซึ่งเกิดจากการที่โมเลกุลของแป้งจับกับน้ำเกิดการพองตัว และเกิดการสร้างพันธะระหว่างโมเลกุลเป็นเส้นใย ทำให้โมเลกุลมีความแน่นและหดตัวลง แป้งที่มีปริมาณอะไมโลสต่างกันจะให้เนื้อสัมผัสที่ต่างกันเมื่อใช้ในอาหาร ในขณะที่อะไมโลเพคติน เป็นส่วนของแป้งที่มีความสำคัญในการเกิดเจลอ้อยกว่าอะไมโลส เพราะสาขาที่แยกออกจะกีดกันการสร้างพันธะระหว่างโมเลกุลในการเกิดเจล แต่จะทำให้เกิดลักษณะที่ขุ่นเหนียวและเกาะยึดกัน (บุญยา, 2529)

การใช้แป้งในผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาบด แป้งจะทำหน้าที่ปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สุดท้าย และเพื่อประโยชน์ทางเศรษฐกิจ สัดส่วนของแป้งและน้ำมันมีความสำคัญต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ การใช้แป้งในปริมาณสูงเกินไปเป็นสาเหตุทำให้ผลิตภัณฑ์เปราะและแตกหักได้ง่าย ปกติปริมาณแป้งที่ใช้อยู่ในช่วงร้อยละ 5-8 (Lee และคณะ. 1991)

Yamazawa (1991 a, b) ได้ศึกษาถึงผลของความสามารถในการดูดซับน้ำของแป้งที่มีต่อความแข็งแรงของเจล พบว่า แป้งที่มีการดูดซับน้ำได้ดีจะให้ค่าแรงเฉือน (tensile force) สูง โดยในระหว่างการให้ความร้อน แป้งจะดูดซับน้ำจากเนื้อปลาบดและเกิดเจลาตินไนซ์ (gelatinized) บางส่วน และจะไปแทรกตามช่องว่างของโครงสร้างโปรตีนมีผลให้โครงสร้างแข็งแรงขึ้น

แป้งที่นิยมใช้มีหลายชนิด เช่น แป้งมันฝรั่ง แป้งข้าวโพด แป้งข้าวสาลี และแป้งมันสำปะหลัง ปริมาณและชนิดของแป้งมีผลโดยตรงต่อลักษณะเนื้อสัมผัส เนื่องจากแป้งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกัน

แป้งที่มีปริมาณอะไมโลเพกตินสูง เช่น แป้งมันฝรั่ง จะให้เจลที่ยึดเกาะกันแน่น ในขณะที่แป้งซึ่งมีอะไมโลเพกตินต่ำ เช่น แป้งข้าวโพด จะให้เจลที่อ่อนและเปราะบาง แป้งสาลีจะให้เจลที่มีลักษณะยืดหยุ่นคล้ายกับแป้งมันฝรั่ง แต่ให้ลักษณะยึดเกาะน้อยกว่า ในทางการค้าแป้งมันฝรั่งให้เจลชูริมีที่แน่นที่สุด และมีคุณสมบัติยึดเกาะกันมากที่สุด (Suzuki. 1981) และคุณสมบัติของแป้งชนิดต่าง ๆ

1) แป้งมันสำปะหลัง

แป้งมันสำปะหลังมีลักษณะเป็นผงละเอียดสีขาว ลักษณะเด่นของแป้งมันสำปะหลังคือมีความบริสุทธิ์สูง มีสิ่งปนเปื้อนต่ำ โดยจะมี starch อยู่มากกว่าร้อยละ 95 และมีปริมาณโปรตีนและไขมันอยู่ค่อนข้างต่ำ (ร้อยละ 1) มีฟอสฟอรัสน้อยกว่าร้อยละ 0.04 (Davies และคณะ 1980) ลักษณะของเม็ดแป้ง เมื่อตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะมีรูปร่างเป็นเม็ดกลมหรือรูปไข่ และอาจมีรอยปุ่มที่ปลายด้านหนึ่งของเม็ด เม็ดแป้งโดยส่วนใหญ่จะมีขนาดปานกลางคืออยู่ในช่วง

3 - 40 ไมครอน และมีขนาดโดยเฉลี่ยประมาณ 12 - 15 ไมครอน ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าเม็ดแป้งมันฝรั่ง (5 - 100 ไมครอน) แต่ใหญ่กว่าแป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลังมีปริมาณผลึกสูงถึงร้อยละ 38

แป้งมันสำปะหลังจัดเป็นแป้งที่มีปริมาณอะไมเลสค่อนข้างต่ำคือร้อยละ 18 - 23 และมีขนาดแตกต่างกัน โดยมีค่า degree of polymerization (DP) ตั้งแต่ 1.000 - 3.200 ซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีที่ใช้ในการวัดขนาดโครงสร้างของอะไมเลสจะประกอบด้วยส่วนที่เป็นเส้นตรงและส่วนที่เป็นกิ่ง โดยอัตราส่วนของโครงสร้างที่เป็นเส้นตรงต่อโครงสร้างที่เป็นกิ่งจะมีค่าเท่ากับ 0.58 ต่อ 0.42 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับแป้งข้าวโพด (0.56 : 0.44)

คุณสมบัติในการเกิดปฏิกิริยากับน้ำเป็นคุณสมบัติที่สำคัญในการนำไปใช้ประโยชน์ เม็ดแป้งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำเมื่อได้รับความร้อนพลังงานความร้อนจะไปทำลายพันธะไฮโดรเจนในโครงสร้างของเม็ดแป้งทำให้โมเลกุลของน้ำสามารถเข้าไปจับกับหมู่ไฮดรอกซิลที่เป็นอิสระของเม็ดแป้งได้ เม็ดแป้งจะเริ่มพองขึ้นซึ่งกำลังการพองตัวของเม็ดแป้งจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดของแป้ง ปริมาณและโครงสร้างของอะไมโลสและอะไมโลเพคติก สารอื่น ๆ ที่มีอยู่ในแป้ง เช่น ไขมัน หมู่ฟอสเฟต เป็นต้น แป้งที่มีอะไมโลสสูงจะมีกำลังการพองตัวต่ำกว่าแป้งที่มีอะไมโลสต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะโครงสร้างของอะไมโลสที่เป็นเส้นตรงจะทำให้เกิดพันธะระหว่างโมเลกุลได้ดี และอะไมโลสอาจจับตัวกับไขมันทำให้ขัดขวางการพองตัวของเม็ดแป้งได้ แป้งมันสำปะหลังจัดเป็นแป้งที่มีอะไมโลสต่ำจึงมีกำลังการพองตัวดี และมีค่าความสามารถในการละลายได้ซึ่งสัมพันธ์กับกำลังการพองตัวสูง โดยค่ากำลังการพองตัวซึ่งวัดได้จากน้ำหนักของเม็ดแป้งที่พองตัวอย่างอิสระในน้ำต่อน้ำหนักแห้งของแป้ง จะมีค่าประมาณร้อยละ 50 และการละลายได้ประมาณร้อยละ 35 ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่ามากกว่าแป้งข้าวโพด แต่ต่ำกว่าแป้งมันฝรั่งมีหมู่ฟอสเฟตที่สามารถแตกตัวและจับกับน้ำได้ดี จึงช่วยให้แป้งมันฝรั่งมีกำลังการพองตัวสูงมาก

ในระหว่างที่ให้ความร้อนแก่เม็ดแป้งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ และเม็ดแป้งเริ่มดูดซึมน้ำจากภายนอกนั้นเม็ดแป้งจะเริ่มพองตัวพร้อม ๆ กับที่เม็ดแป้งสูญเสียความสามารถในการเปลี่ยนแปลงโพลาไรซ์ ลักษณะเช่นนี้จะทำให้การพองตัวของเม็ดแป้งเป็นแบบผันกลับไม่ได้ และเม็ดแป้งเกิดการเจลลาคีในสั้ขึ้น แป้งแต่ละชนิดจะมีอุณหภูมิเริ่มต้นและช่วงของอุณหภูมิในการเกิดเจลลาคีในสั้

แตกต่างกันในกรณีของแป้งมันสำปะหลัง อุณหภูมิในการเกิดเจลลาติไนส์ จะอยู่ในช่วง 58 - 70 องศาเซลเซียส และพลังงานที่ใช้ในกระบวนการเจลลาติไนส์ จะประมาณ 14 - 17 J/g

โดยทั่วไปเมื่อเม็ดแป้งที่พองตัวได้รับความร้อนเม็ดแป้งจะเปลี่ยนไปอยู่ในสภาพของแป้งเปียก (paste) ที่มีความหนืดเพิ่มขึ้นอย่างมาก และเมื่อแป้งเปียกเย็นลงจะเกิดเป็นเจลขึ้น อย่างไรก็ตามลักษณะความหนืดของแป้งเปียกและการเกิดเจลในแป้งแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ลักษณะความหนืดของแป้งมันสำปะหลังที่เปลี่ยนแปลงไปภายใต้สภาวะที่มีการเปลี่ยนอุณหภูมิและมีการกวนอยู่ตลอดเวลา สามารถตรวจสอบได้โดยใช้เครื่องวัดความหนืด Rapid Visco Analyzer ของแป้งมันสำปะหลัง เมื่อได้รับความร้อนจะมีค่ากำลังการพองตัวสูง จึงให้ความหนืดลดลงอย่างรวดเร็ว (trough) ดังนั้นแป้งเปียกของแป้งมันสำปะหลังจะไม่คงตัวมากนัก (d1 breakdown สูง) ซึ่งลักษณะเช่นนี้เป็นข้อจำกัดในการใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นสารให้ความหนืดในผลิตภัณฑ์บางชนิด จึงจำเป็นต้องมีการดัดแปรแป้ง เพื่อช่วยเพิ่มความคงตัวของแป้งเปียก เมื่อแป้งเปียกของแป้งมันสำปะหลังเย็นตัวลง ความหนืดจะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (final viscosity) ทั้งนี้เนื่องจากแป้งมันสำปะหลังมีอะมิโลสค่อนข้างต่ำ ทำให้เกิดการจับกันของหมู่ไฮดรอกซิลของอะมิโลสในระหว่างเย็นตัว (retrogradation I) แป้งมันสำปะหลังจึงเป็นแป้งที่เกิดการคืนตัวต่ำ และให้ลักษณะของแป้งเปียกที่ใส ไม่ทึบแสง เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งชนิดอื่น

2) แป้งข้าวโพด

แป้งข้าวโพดจัดได้ว่าเป็นแป้งที่มีมากที่สุดในโลก ผลิตจากข้าวโพด (corn หรือ maize) ที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Zea mays L. อยู่ในตระกูล Grammeae มีต้นกำเนิดในทวีปอเมริกา แล้วกระจายไปยังทวีปแอฟริกา อินเดีย ออสเตรเลีย และประเทศในยุโรปที่มีอากาศอบอุ่น ข้าวโพดมีหลายพันธุ์ เช่น หัวแข็ง (dent) 1 หัวหุบ (flint) 1 ป๊อบ (pop) 1 แป้ง (flour) 1 หวาน (sweet) และข้าวเหนียว (saxy) ข้าวโพดมีองค์ประกอบและคุณสมบัติต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 องค์ประกอบภายในเมล็ดข้าวโพด

องค์ประกอบ	Kerr (1950)	Knight (1969)
ความชื้น	18.5	16.2
แป้ง	55.5	59.4
โปรตีน	8.2	8.2
ไขมัน	3.0	4.0
เส้นใย	2.4	2.2
เถ้า	1.5	1.2
น้ำตาล	5.1	2.2
ส่วนที่เหลือ	5.8	6.6

ที่มา : อรอนงค์ (2538)

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของแป้งข้าวโพด

คุณสมบัติ	แป้งข้าวโพด
ขนาดเม็ดแป้ง (ไมครอน)	3 – 26
ปริมาณอะไมโลส	28
DP อะไมโลส	800
Pasting temperature	79.18
Peak viscosity	217.13
Final viscosity	195.21
Trough viscosity	145.67
Onset temperature	49
Conclusion temperature	67

ที่มา : Ellis และคณะ (1998)

แป้งสาลี

ข้าวสาลี (wheat) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Triticum spp.* มีปลูกตั้งแต่สมัยโบราณ ในประเทศอิหร่าน อียิปต์ กรีก และประเทศในทวีปยุโรป ต่อมาได้ขยายพื้นที่ไปตามส่วนต่างๆ ของโลก ข้าวสาลีที่นิยมปลูก ได้แก่ พันธุ์ที่ใช้ทำขนมปัง (*T. Aestivum*) พันธุ์ที่ใช้ทำมักกะโรนี (*T. Durum*) และพันธุ์ที่ใช้ทำขนมเค้ก (*T. Compactum*) ในยุคอียิปต์โบราณได้มีการนำแป้งจากข้าวสาลีมาเคลือบผ้าลินินให้แข็งใช้สำหรับห่อมัมมี่ ในปัจจุบันได้มีการนำแป้งสาลีมาใช้ประโยชน์ ในร้านซักรีดต่าง ๆ เนื่องจากความแตกต่างของขนาดเม็ดแป้ง เม็ดแป้งที่มีขนาดเล็กจะเข้าไปในช่องว่างระหว่างเส้นใยของเนื้อผ้า ส่วนเม็ดแป้งขนาดใหญ่จะเคลือบผิวหน้าเสื้อผ้า ใช้เป็นสารประกอบในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอางค์ เนื่องจากมีสีขาวบริสุทธิ์ สำหรับอุตสาหกรรมอาหารได้มีการนำแป้งสาลีมาใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติการเป็นเจลที่อุณหภูมิเย็น ใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด ได้แก่ เค้ก ใช้ในการผลิตกาวติด wallpaper นอกจากนี้ยังใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแป้งแปรรูปต่าง ๆ เช่น ไดอัลดีไฮด์ไฮดรอกไซด์สตาร์ช (dialdehyde starch) สตาร์ชเซนไทด์ (starch xanthide) และเป็นวัตถุดิบในการหมักกรดอินทรีย์อีกมากมาย องค์ประกอบต่าง ๆ ในเมล็ดข้าวสาลี แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 องค์ประกอบภายในเมล็ดข้าวสาลี

องค์ประกอบ	(%)
ความชื้น	14
แป้ง	64
โปรตีน	12.5
ไขมัน	1.65
เยื่อใย	2.5
เถ้า	1.75
น้ำตาลและกัม	3.6

ที่มา . อรอนงค์ (2538)

กระบวนการผลิตแป้งสาลีหลักการผลิตเช่นเดียวกับการผลิตแป้งข้าวโพด ข้าวสาลีที่นำมาไม่ แป้ง และทำความสะอาดโดยการคัดร่อนผ่านตะแกรงขนาดต่าง ๆ ผลิตภัณฑ์ที่ได้ก็คือ แป้งสาลี (wheat flour) ซึ่งอุดมไปด้วยโปรตีน เกลือแร่ เหมาะสำหรับการทำอาหาร เช่น ขนมปังต่าง ๆ แต่ ถ้าจะผลิตเป็นแป้งสตาร์ช (wheat starch) จะต้องใช้น้ำเป็นตัวกลางแยก สิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ ได้แก่ ไขมัน และโปรตีน ออกจากแป้ง

ตารางที่ 4 คุณสมบัติของแป้งสาลี

คุณสมบัติ	แป้งสาลี
ขนาดเม็ดแป้ง (ไมครอน)	1 - 40
ปริมาณอะไมโลส (%)	24 - 27
DP อะไมโลส	800 - 1600
Pasting temperature (°C)	77
Peak viscosity (BU)	65
Final viscosity (BU)	370
Trough viscosity (BU)	60
Onset temperature (T ₀ °C)	48 - 50
Peak temperature (T _p °C)	59 - 92

ที่มา : Ellis และคณะ (1998)

สรุปคุณสมบัติของแป้งชนิดต่าง ๆ

1) แป้งข้าวโพด สามารถเกิดเจลได้ง่าย เนื่องจากมีปริมาณอะไมโลสสูง ah gel strength สูง ความชื้นหนืดสูง เมื่อนำไปใช้ประกอบอาหารและไม่มีการกวน ทำให้ผิวของผลิตภัณฑ์เรียบ และไม่ทำให้ลักษณะของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงภายหลังผ่านการให้ความร้อน

2) แป้งมันสำปะหลัง มีปริมาณอะไมโลสเพคตินประมาณ 85% ช่วยให้เกิดการพองตัวดี มีความชื้นหนืดต่ำ

3) แป้งข้าวเจ้า สามารถเกิดเจลได้ง่าย ค่า gel strength สูง ความข้นหนืดสูง กำลังการ
 พองตัวดี ความสามารถในการอุ้มน้ำดี (Wu and Mittal, 1995)

4) แป้งข้าวเหนียว มีปริมาณอะไมโลแพคตินสูงมากให้ค่า gel strength ต่ำ

5) แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม เป็นแป้งที่มีปริมาณโปรตีน 41% ไขมัน 21% (Wolf and
 Coman, 1971) มีคุณสมบัติในการดูดซับ ยึดเกาะกับน้ำ และไขมัน ช่วยลดการเสียน้ำหนักหลัง
 ทำให้สุก เกิดการยึดเกาะกันของส่วนผสม (Kinsella, 1979)

6) แป้งถั่วเหลืองสกัดไขมัน เป็นแป้งที่มีปริมาณโปรตีน 51% ไขมัน 1.5% (Wolf and
 Coman, 1971) มีลักษณะคล้ายแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม แต่มีการสกัดไขมันบางส่วนออกไปเพื่อ
 ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และช่วยลดการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกได้ดีกว่าแป้งถั่วเหลือง
 ไขมันเต็ม (Kinsella, 1979)

ตารางที่ 5 คุณสมบัติของแป้งเปียกจากแป้งชนิดต่าง ๆ

คุณสมบัติ	แป้ง มันฝรั่ง	แป้ง ข้าวโพด	แป้งสาลี	แป้งมัน สำปะหลัง	แป้ง ข้าวโพด
Pasting temperature	ต่ำ	สูง	สูง	ต่ำ	ปานกลาง
ความหนืด	สูงมาก	ปานกลาง	ค่อนข้างต่ำ	83	ค่อนข้างสูง
เนื้อสัมผัส	ยาว	สั้น	สั้น	ยาว	ยาว
ความใส	เกือบใส	ปานกลาง	ขุ่น	ใส	ln
ความทนต่อแรงเฉือน	ค่อนข้างต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ
การเกิดรีโทรเกรดชัน	ปานกลาง	สูง	สูง	ต่ำ	ต่ำมาก

ที่มา : อรอนงค์ (2538)

การเกิดเจลลิตินในซอสของแป้งก่อให้เกิดความแข็งแรงของเจล แต่การเติมแป้งที่เกิดเจลลิติน
 ในซอสลงไปบนเนื้อปลาสดโดยตรงจะให้เจลที่เปราะและไม่แข็งแรง ดังนั้น การเพิ่มความแข็งแรง
 ของเจลโดยแป้งจะได้ผลดีเมื่อกระบวนการเจลลิตินในเซชันเกิดขึ้นในเนื้อปลาสด ซึ่งพอสรุปกลไก
 ได้ดังนี้

1. กระบวนการเกิดเจลลิตินในซอสของแป้ง จะต้องเกิดขึ้นจากเม็ดแป้งเท่านั้น

2. ขณะเกิดกระบวนการเกิดเจลลาตินซ์ เม็ดแป้งจะดูดซับน้ำและมีลักษณะยึดหยุ่นมีผลต่อการปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

3. เม็ดแป้งที่ผ่านกระบวนการเจลลาตินซ์ จะมีความทนทานต่อแรงต่าง ๆ มากกว่าโปรตีนจากเนื้อปลา ส่งผลให้ความแข็งแรงของเจลของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น

จากการศึกษาของบุญรัตน์ และคณะ (2534) สรุปได้ว่า ลูกชิ้นปลาที่มีการเติมแป้งในระดับร้อยละ 5 มีคะแนนความเหนียวเพิ่มขึ้น และคะแนนความชุ่มน้ำลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ได้เติมแป้ง ส่วนชนิดของแป้งที่ใช้ ได้แก่ แป้งข้าวโพด แป้งข้าวสาลี และแป้งมันสำปะหลัง ไม่มีผลต่อคะแนนทางประสาทสัมผัสและคะแนนความเหนียวโดยวิธีหับ

จิราวรรณและคณะ (2534) ศึกษาปริมาณแป้งที่ใช้ในการผลิตลูกชิ้นปลาแช่เยือกแข็งในปริมาณร้อยละ 0, 3, 5 และ 8 พบว่า ลูกชิ้นที่ใส่แป้งมีลักษณะผิวภายนอกเรียบมีความเงามันและความชุ่มน้ำมากกว่าลูกชิ้นที่ไม่ได้ใส่แป้ง ไม่ว่าจะใส่แป้งระดับใดก็ตาม นอกจากนี้ ลูกชิ้นที่ใส่แป้งจะมีความแข็งมากกว่า และผู้ทดสอบยอมรับรสชาติมากกว่า การใส่แป้งในปริมาณมากขึ้นจะมีผลให้ปริมาณน้ำหลังการละลายลดลงอย่างเห็นได้ชัด

ปวีณา และนนนุช (2539) ศึกษาชนิดของแป้งที่ใช้ในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมปลาหมึก พบว่า ลูกชิ้นผสมปลาหมึกที่มีการเติมแป้ง มีค่าความแข็งแรงของเจล และค่าความเหนียวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ รวมทั้งมีลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับรวมทั้งดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนชนิดของแป้งที่ใช้จะให้ผลการทดสอบในแต่ละคุณลักษณะต่างกันอย่างไรไม่มีนัยสำคัญ

กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ 2531 ทดลองใช้เนื้อปลาหมึกผลิตลูกชิ้นได้ผลดังนี้ ลูกชิ้นที่ทำจากปลาหมึกทั้งตัวมีลักษณะเนื้อสีคล้ำ ลูกชิ้นที่ทำจากลำตัวไม่ผสมส่วนหัวมีลักษณะเนื้อสีขาว ลูกชิ้นที่เติมเกลือร้อยละ 0.5 มีรสชาติดีพอเหมาะ แต่เนื้อไม่เหนียว การเติมแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 5 - 8 ได้ลูกชิ้นที่มีลักษณะเนื้อเหนียว แต่รสไม่ดี เป็นแป้ง เติมแป้งสาลีร้อยละ 10 ผสมแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 5 ได้ลูกชิ้นที่มีลักษณะเนื้อเหนียวขึ้นแต่สีคล้ำ การเติมแคลเซียมไตรโพลีฟอสเฟตร้อยละ 0.3 ได้ลูกชิ้นมีลักษณะเนื้อเหนียว จากผลการทดลองจะได้สูตรการผลิตลูกชิ้นปลาหมึกที่เหมาะสม คือ ใช้เนื้อปลาหมึกส่วนลำตัว เติมแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 8 เกลือร้อยละ 0.5 แคลเซียมไตรโพลีฟอสเฟตร้อยละ 0.3 และผงชูสร้อยละ 0.1

วรรณวิบูลย์ และสุนีย์ (2534) ศึกษาผลของการใช้แป้งสาลีที่ไม่ปรับปรุงโครงสร้าง (unmodified wheat starch) และแป้งสาลีที่ปรับปรุงโครงสร้างด้วยกรด (acid modified wheat starch) ต่อความยืดหยุ่นของลูกชิ้นปลาหมึกและประเมินคุณภาพโดยใช้วิธีการหับ ปริมาณแป้งที่ใช้ผสม คือ ร้อยละ 5 พบว่า การใช้แป้งสาลีปรับปรุงโครงสร้างด้วยกรดผสมกับแป้งสาลีที่ไม่ปรับปรุงโครงสร้างในอัตราส่วน 1 : 1 จะให้ความยืดหยุ่นระดับ B ซึ่งเมื่อใช้แป้งปรับปรุงโครงสร้างด้วยกรดเพียงอย่างเดียวก็มีความยืดหยุ่นระดับ B เช่นกัน และการใช้แป้งสาลีที่ไม่ปรับปรุงโครงสร้างจะได้ลูกชิ้นที่มีความยืดหยุ่นระดับ C ความชื้นของเนื้อปลาหมึกเริ่มต้นเท่ากับ ร้อยละ 81 จะให้ลูกชิ้นปลาหมึกที่มีความยืดหยุ่นระดับ D ซึ่งน้อยกว่าการใช้เนื้อปลาหมึกที่มีความชื้นเริ่มต้น ร้อยละ 78 ซึ่งจะทำให้ลูกชิ้นปลาหมึกมีความยืดหยุ่นระดับ C การผสมเนื้อปลาสดขนาด ซึ่งทำการล้างด้วยน้ำ 3 ครั้งกับเนื้อปลาหมึกบดในอัตราส่วน 1 : 1 จะได้ลูกชิ้นปลาหมึกที่มีความยืดหยุ่นดีกว่าการใช้เนื้อปลาหมึกอย่างเดียว

2.3 ปลานิล (*Tilapia nilotica*)

ปลานิล มีชื่อเรียกทั่วไปว่า Nile Tilapia มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปแอฟริกา พบได้โดยทั่วไปตามทะเลสาบและแม่น้ำแทบทุกสาย แต่พบว่าปลานิลมีชุกชุมตามแถบลุ่มแม่น้ำไนล์ ในประเทศอียิปต์และปาเลสไตน์ ต่อมาได้มีผู้นำเอาปลานิลไปเลี้ยงยังประเทศต่าง ๆ ทั้งในตะวันออกกลางและตะวันออกไกล เช่น ญี่ปุ่น ไต้หวัน มาเลเซีย อินโดนีเซีย และอีกหลายประเทศ รวมทั้งประเทศไทยด้วย

บทบาทสำคัญของปลานิลมีหลายประการ ได้แก่ เพาะเลี้ยงได้ทุกสภาพพื้นที่ และแพร่พันธุ์ได้เองตามธรรมชาติ ด้วยเหตุนี้ชาวบ้านจึงนิยมเลี้ยงไว้บริโภคในครอบครัว และเป็นพันธุ์ปลาพื้นฐานที่ช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนอาหารโปรตีนของชาวชนบทได้อีกด้วย นอกจากนี้ปลานิลยังมีเนื้อนุ่มและรสชาติดีทำเป็นอาหารได้หลายอย่างและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้เช่นเดียวกับปลานิลชนิดอื่น ๆ (กรมประมง, 2531)

ปลานิลจัดได้ว่าเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง และราคาก่อนข้างถูกเมื่อเปรียบเทียบกับราคาของเนื้อวัว เนื้อหมู เนื้อเป็ด และเนื้อไก่ จากการศึกษาห้วงค์ประกอบทางเคมี และปริมาณแร่ธาตุของปลานิล ดังแสดงในตารางที่ 6 และ 7

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีของปลานิล

องค์ประกอบทางเคมี	ร้อยละ
โปรตีน	19.05
ไขมัน	0.95
ความชื้น	78.90
เถ้า	1.1
คาร์โบไฮเดรต	-
พลังงาน (แคลอรี 100 กรัม)	91.0

ที่มา : พิมพ์น (2531)

ตารางที่ 7 ปริมาณแร่ธาตุของปลานิลลักษณะต่าง ๆ (ต่อ 100 กรัม)

ลักษณะต่าง ๆ ของปลานิล	ชนิดของแร่ธาตุ (มิลลิกรัม)					
	คลอไรด์	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส	แมกนีเซียม	โซเดียม	โพสฟอรัส
ปลานิลดิบ	90	51	170	24	87	316
ปลานิลต้ม	67	107	173	29	74	344
ปลานิลทอด	153	264	328	44	146	600

ที่มา : ศรรชิต และคณะ (2542)

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัตถุดิบ

- 1) เนื้อปลานิลสดแช่แข็ง
- 2) แป้งข้าวโพด
- 3) แป้งสาลี
- 4) แป้งมันสำปะหลัง
- 5) เกลือแกง
- 6) พริกไทยป่น
- 7) กระเทียม
- 8) มันหมู
- 9) น้ำแข็ง

2. อุปกรณ์ในการผลิตและบรรจุ

- 1) เครื่องบดสับ
- 2) เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง
- 3) เทอโมมิเตอร์
- 4) อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath)
- 5) เครื่องผสมอาหาร
- 6) ถาดโฟมและฟิล์มพลาสติก
- 7) ตู้เย็น

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาผลของชนิดและปริมาณของแป้งที่ใช้เป็นส่วนผสมที่มีผลต่อคุณภาพของลูกชิ้นปลา

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงผลของแป้ง 3 ชนิด และปริมาณของแป้งที่ใช้ 3 ระดับ ที่มีต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลา โดยใช้แป้งที่มีอยู่ในประเทศไทย ได้แก่ แป้งสาลี แป้งข้าวโพด และแป้งมันสำปะหลัง และใช้ปริมาณแป้งที่ระดับร้อยละ 3, 5 และ 8 ของน้ำหนักเนื้อ โดยในการผลิตใช้สูตรพื้นฐาน ดังนี้

สูตรที่ใช้ในการผลิตลูกชิ้นปลา

ส่วนประกอบ	ร้อยละ (โดยน้ำหนัก)
เนื้อปลา	100
เกลือ	1
กระเทียม	1
พริกไทย	1
มันหมู	7.5
น้ำแข็ง	10

วิธีการผลิต (ภาคผนวก 9)

- นำเนื้อปลาที่แช่แข็งออกมาชั่งน้ำหนักให้ได้ตามต้องการ
- นำเนื้อปลา ใส่ในเครื่องผสม นวดประมาณ 5 นาที แล้วจึงใส่เกลือครึ่งหนึ่ง นวดอีก 5 นาที จึงใส่เกลือส่วนที่เหลือ ตามด้วยพริกไทย กระเทียม และแป้ง โดยค่อย ๆ ใส่ทีละน้อย ซึ่งใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 20 นาที ในระหว่างการนวดเติมน้ำแข็งไปได้อีกร้อยละ 10 ของน้ำหนักปลา
- นำส่วนที่ได้จากข้อ 2) มาขึ้นรูปเป็นรูปทรงกลม และต้มในน้ำอุณหภูมิ 40 - 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที

- 1.4 นำส่วนที่ได้จากข้อ 3) มาให้ความร้อนต่อในน้ำอุณหภูมิ 90 – 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที (ลูกชิ้นจะลอยอยู่ที่ผิวหน้า)
- 1.5 ทำให้เย็นลง โดยแช่ในน้ำเย็นผสมน้ำแข็งประมาณ 5 นาที
- 1.6 บรรจุใส่ถาดโฟม และปิดด้วยฟิล์มพลาสติก เก็บผลิตภัณฑ์ที่ได้ไว้ในตู้เย็น

สุ่มตัวอย่างลูกชิ้นปลาเนื้อที่ผลิตได้ในแต่ละสูตร นำมาทดสอบคุณภาพตามข้อ 3.3.2 โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก (Randomized Complete Block Design) ทดลอง 2 ซ้ำ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (Duncan's Multiple Range Test)

2. การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์

2.1 ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างลูกชิ้นปลาเนื้อ โดยให้ผู้ทดสอบ 10 – 15 คน ประเมินคุณภาพเกี่ยวกับ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมโดยให้ผู้ทดสอบให้คะแนนผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ 1 – 9 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก.)

2.2 วัดความเหนียวโดยการนับ (Folding rest) วัดตัวอย่างละ 5 ซ้ำ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข.)

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
Pibulsongkram Rajabhat University

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการศึกษานิตและปริมาณแห้งที่ใช้เป็นส่วนผสมต่อคุณภาพของลูกชิ้นปลาชนิด

นำลูกชิ้นปลาชนิดที่ผลิตโดยการใช้นิตและปริมาณแห้งแตกต่างกัน คือ แป้ง 3 ชนิด ได้แก่ แป้งสาลี, แป้งข้าวโพด และแป้งมันสำปะหลัง และปริมาณแป้ง 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 3, 5 และ 8 ร่อนน้ำหนักเนื้อ มาทดสอบทางประสาทสัมผัส และวัดความเหนียวโดยการนับ (ตารางที่ 8, 9 และ 10)

ตารางที่ 8 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาชนิดที่ผลิตโดยการแปรชนิดของแป้ง

ชนิดแป้ง	ลักษณะทดสอบ				
	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	การยอมรับรวม
แป้งสาลี	6.533 ^a	5.000 ^a	5.867 ^a	4.598 ^a	4.910 ^a
แป้งข้าวโพด	6.243 ^a	5.490 ^a	6.067 ^a	5.200 ^a	5.777 ^a
แป้งมันสำปะหลัง	6.623 ^a	5.955 ^a	5.888 ^a	5.313 ^a	6.177 ^a
CV	4.8 %	2.3 %	5.1 %	2.3 %	7.2 %

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง หมายความว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 8 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ชนิดของแป้งที่ใช้เป็นส่วนผสมในการทำลูกชิ้นปลาชนิด ไม่มีผลต่อสีและเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) สอดคล้องกับการทดลองของบุญรัตน์ และคณะ (3534) ที่รายงานว่ ชนิดของแป้งที่ใช้ในการทำลูกชิ้นปลา ได้แก่ แป้งสาลี แป้งข้าวโพด และแป้งมันสำปะหลัง ไม่มีผลต่อคะแนนทางประสาทสัมผัส และคะแนนความเหนียวโดยการนับ และสอดคล้องกับการทดลองของปวีณา และนนุช (2539) ที่รายงานว่ การผลิตลูกชิ้นปลาผสมปลาหมึก ที่มีการเติมแป้งต่างชนิดกัน

๖๖๔ . ๖๖๑ ๖๖๒

๖๖๓

๖ ๒

146139

ให้ผลการทดสอบในแต่ละคุณลักษณะต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) สอดคล้องกับการทดลองของบุญรัตน์ และคณะ (2534) ที่รายงานว่า ชนิดของแป้งที่ใช้ในการทำลูกชิ้นปลา ได้แก่ แป้งสาลี แป้งข้าวโพด และแป้งมันสำปะหลัง ไม่มีผลต่อคะแนนทางประสาทสัมผัสและคะแนนความเหนียวโดยการนับ และสอดคล้องกับการทดลองของ ปรีชา และนงนุช (2539) ที่รายงานว่า การผลิตลูกชิ้นปลาผสมปลาหมึก ที่มีการเติมแป้งต่างชนิดกัน ให้ผลการทดสอบในแต่ละคุณลักษณะต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่ชนิดของแป้งมีผลต่อกลิ่นและการยอมรับรวมต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยคะแนนทางประสาทสัมผัส ด้านกลิ่นลูกชิ้นปลาน้ำปลาที่ใช้แป้งมันสำปะหลัง ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด ส่วนคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวม ลูกชิ้นปลาน้ำปลาที่ใช้แป้งมันสำปะหลัง มีแนวโน้มจะได้รับการยอมรับมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งข้าวโพด

ตารางที่ 9 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาน้ำปลาที่ผลิตโดยการแปรปริมาณของแป้ง

ชนิดแป้ง	ลักษณะทดสอบ				
	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	การยอมรับรวม
3	6.778 ^a	5.710 ^c	4.910 ^c	4.910 ^c	5.710
5	6.133 ^b	5.445 ^d	5.045 ^{bc}	5.045 ^c	5.488
8	6.488 ^b	5.845 ^d	5.157 ^c	5.157 ^c	5.665
CV =	4.8 %	2.3 %	2.3 %	5.1 %	7.2 %

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในแนวตั้ง หมายความว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 9 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ปริมาณของแป้งที่ใช้ในการทำลูกชิ้นปลาน้ำปลามีผลต่อ สี กลิ่น และรสชาติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อเนื้อสัมผัสและการยอมรับรวม โดยผู้บริโภคมีแนวโน้มให้การยอมรับลูกชิ้นปลาน้ำปลาที่ใช้แป้งร้อยละ 8 มากที่สุด

ตารางที่ 10 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส และการทดสอบกับลูกชิ้นปลานิล ที่ผลิตโดยแปรชนิดและปริมาณของแป้ง

ชนิดแป้ง	ปริมาณ (ร้อยละ)	ลักษณะทดสอบ					
		สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	การยอมรับรวม	การทดสอบ
แป้งสาลี	3	7.265a	5.930ab	4.730d	6.265a	5.400b	D
	5	6.200cd	5.200e	4.864cde	6.065a	5.000bc	D
	8	6.135cd	5.535cd	4.200e	5.270a	4.330c	D
แป้งข้าวโพด	3	6.600abc	5.335de	5.130bc	6.070a	5.930b	D
	5	5.800d	5.335de	5.200b	6.200a	5.600b	D
	8	6.330bcd	5.800bc	5.270b	5.930a	5.800b	C
แป้งมันสำปะหลัง	3	6.470bcd	5.865b	4.870cd	5.130a	5.800b	C
	5	6.400bcd	5.800bc	5.070bc	5.665a	5.865b	C
	8	7.000ab	6.200a	6.000a	6.870a	6.865a	B
CV	=	4.8 %	2.3 %	2.3 %	5.1 %	7.2 %	

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนิ่ง หมายถึงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 10 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมของลูกชิ้นปลานิล พบว่า

คะแนนทางประสาทสัมผัสด้านสีของลูกชิ้นปลานิล พบว่า ลูกชิ้นปลานิลที่ใช้แป้งสาลี ร้อยละ 3 ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับลูกชิ้นปลานิลที่ใช้แป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 8 และแป้งข้าวโพด ร้อยละ 3 และพบว่า ลูกชิ้นปลานิลที่ใช้แป้งข้าวโพด ร้อยละ 5 ผู้บริโภคให้การยอมรับน้อยที่สุด

คะแนนทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของลูกชิ้นปลาเนื้อแช่แข็ง พบว่า ลูกชิ้นปลาเนื้อแช่แข็งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า ร้อยละ 8 ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับลูกชิ้นปลาเนื้อแช่แข็ง ร้อยละ 3 และพบว่า ลูกชิ้นปลาเนื้อแช่แข็ง ร้อยละ 5 ผู้บริโภคให้การยอมรับน้อยที่สุด

คะแนนทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลาเนื้อแช่แข็ง พบว่า ลูกชิ้นปลาเนื้อแช่แข็งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า ร้อยละ 8 ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ชนิดและปริมาณของแป้งไม่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลาเนื้อแช่แข็ง

คะแนนทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของลูกชิ้นปลาเนื้อแช่แข็ง พบว่า ลูกชิ้นปลาเนื้อแช่แข็งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า ร้อยละ 8 ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด และพบว่าลูกชิ้นปลาเนื้อแช่แข็ง ร้อยละ 8 ได้รับการยอมรับน้อยที่สุด

คะแนนทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับของลูกชิ้นปลาเนื้อแช่แข็ง พบว่า ลูกชิ้นปลาเนื้อแช่แข็งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า ร้อยละ 8 ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด และพบว่าลูกชิ้นปลาเนื้อแช่แข็ง ร้อยละ 8 ได้รับการยอมรับน้อยที่สุด

จากผลการทดลอง เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยในแต่ละคุณลักษณะที่ทดสอบ พบว่า ลูกชิ้นปลาเนื้อแช่แข็งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า ร้อยละ 8 มีคะแนนทางประสาทสัมผัสในด้าน กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมสูงกว่าลูกชิ้นปลาเนื้อแช่แข็งชนิดและปริมาณแป้งในอัตราส่วนอื่น ๆ และเมื่อพิจารณาในแง่ของราคาแป้งแช่แข็งมีราคาต่ำสุดและยังเป็นแป้งที่ผลิตได้ภายในประเทศ ดังนั้น แป้งที่เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นส่วนผสมของลูกชิ้นปลาเนื้อแช่แข็ง คือ แป้งแช่แข็ง

ผลการทดสอบความเหนียวโดยการนับ พบว่าลูกชิ้นปลาเนื้อแช่แข็งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า ร้อยละ 8 มีความเหนียวอยู่ในระดับ B ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนทางประสาทสัมผัสที่ได้รับ คะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสสูงสุด ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การแช่แข็งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า ร้อยละ 8 ทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสค่อนข้างละเอียด ชัดหยุ่นพอใช้ และมีฟองอากาศแทรกอยู่บ้าง

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

1. การใช้แป้งเป็นส่วนผสมในการผลิตลูกชิ้นปลานิล ช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสก่อนข้างละเอียด ยืดหยุ่นพอใช้ และมีความเหนียวเพิ่มขึ้นโดยชนิดของแป้งที่ใช้ คือ แป้งข้าวโพด แป้งสาลี และแป้งมันสำปะหลัง ให้ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี เนื้อ สัมผัส และการยอมรับรวม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ให้ผลทางด้านกลิ่นและรสชาติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนปริมาณของแป้งที่ใช้ คือ ร้อยละ 2 - และ 8 ให้ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ให้ผลทางด้านสี กลิ่น และรสชาติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยปริมาณของแป้งที่แนวโน้มได้รับการยอมรับมากที่สุด คือ ร้อยละ 8 ดังนั้น ในการเลือกใช้ชนิดและแป้งที่จะทำให้ลูกชิ้นปลานิล มีคุณภาพดีที่สุด คือ แป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 8

2. การทดสอบคุณภาพความเหนียวของลูกชิ้นปลานิลโดยวิธีการนับ ลูกชิ้นปลานิลที่ใช้แป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 8 มีคุณภาพดีที่สุด

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี @ Songkhro
Pibulsongkram Rajabhat University

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยต่อไป

1. ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตในระดับโรงงานอุตสาหกรรม
2. ศึกษาวิจัยเพื่อปรับปรุงอายุการเก็บผลิตภัณฑ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
Pibulsongkram Rajabhat University

เอกสารอ้างอิง

- กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ. 2531. **ลูกชิ้นปลา** ก. ในรายงานกิจกรรมประจำปี
กรมวิทยาศาสตร์บริการ ฉบับที่ 41. กรุงเทพฯ. หน้า 168 – 169.
- กองวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2536. **เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัส
อาหาร**. ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. กรุงเทพฯ. 5 หน้า.
- กรมประมง. 2531 **ปลานิลกินอร่อย**. กสิกร 61 (กรกฎาคม – สิงหาคม) : 365 – 366.
- ครรชิต จุดประสงค์. เอกราช เกตุวัลห์ และเกรียงไกร วาสนจิตต์. 2542. **แร่ธาตุปริมาณมาก
ในปลาที่นิยมบริโภค**. วารสารอาหาร 29 (2) : 120 – 121.
- จิราวรรณ เข้มประยูร. พรรณทิพย์ สุวรรณสาครกุล และปรทิพย์ เกียรติกิ่งวาฬไกล. 2523.
ศึกษาเทคนิคการผลิตลูกชิ้นปลา. ในรายงานวิชาการและการทดลองประจำปี 2523.
กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. กรมประมง. กรุงเทพฯ. หน้า 64 – 68.
- จิราวรรณ เข้มประยูร. พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล และสมเกียรติ พันธุระ. 2534. **ผลของชนิดของแม่
และปริมาณแป้งต่อคุณภาพลูกชิ้นแช่เยือกแข็ง**. ในรายงานวิชาการและการทดลอง
ประจำปี 2534. กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. กรมประมง. กรุงเทพฯ.
หน้า 15 - 23.
- บุญรัตน์ นามจินา. สุนทร สิมมิจสรกุล. ปราณิศา เชื้อโพธิ์หัก และนงนุช รักสกุลไทย. 2534.
การปรับปรุงการทำลูกชิ้นปลา 1. ผลของการล้าง การใช้สารโพสิฟอสเฟต และชนิด
ของแป้งต่อคุณภาพของลูกชิ้นปลา. วารสารอาหาร 21 (1) : 37 – 47.
- บุษยา บุญนาค. 2529. **แป้งและแป้งมอดิฟายด์**. วารสารวิจัยและพัฒนา สถาบันเทคโนโลยี-
พระจอมเกล้า. 9 (1) : 81 – 91.

ปัญญา ไพฑูริรัตน์. 2530. **สูตรเกษตรอุตสาหกรรมประยุกต์**. สหวิทยารัตนโกสินทร์.
จันทร์เกษม. กรุงเทพฯ. 180 หน้า.

ปวีณา น้อยทัฬห และนางนุช รักสกุลไทย. 2539. **การพัฒนาการผลิตลูกชิ้นปลาผสมปลาหมึก
และการเก็บรักษา**. วารสารอาหาร 26 (4) : 263-275.

เพิ่มพูน ศักดิ์เกษม. 2531. **ปลานิล**. ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร. 72 หน้า.

วรรณวิบูลย์ กาญจนกฤษร และสุนีย์ แซ่ลิ่ม. 2534. **ผลของการใช้แป้งต่อความยืดหยุ่นของ
ลูกชิ้นปลาหมึก**. วารสารอุตสาหกรรมเกษตร 2 (2) : 45

วรางคณา สมพงษ์. 2542. **การใช้แป้งในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลา**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ศูนย์รังสิต. วารสารอาหาร 29 (4) : 243.

วราทิพย์ สมบุญญฤทธิ. 2531. **คุณภาพเนื้อปลาบดแบบซูริมิจากปลาหลังเขียวและปลานิลสด
แช่เยือกแข็ง**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรอนงค์ นัยวีกุล. 2538. **เคมีทางธัญญาหาร**. เอกสารคำสอนวิชา เคมีทางธัญญาหาร
(วทอ.511) ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 148 หน้า.

อุมามพร สิริพินทุ. 2541. **ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์**. ในเอกสารการสอนชุดวิชาผลิตภัณฑ์อาหาร
เล่มที่ 1 หน่วยที่ 6 นนทบุรี สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
นนทบุรี. 429 หน้า.

Davies. 1. Miller. D.C.. and Proeter. A.A. 1980, Inclusion **complexes** of free **fatty acid** **With amylose**. Starch Istarke. 32 (5) : 149 – 158.

Eill. R.P., Cochrane. M.P., Dale. M.F.B., Duffus. C.M., Lynn. A., Morrison. I.M., Prentice. R.D.M., swanston. J.S., and Tiller. S.A. 1998. Starch production and industrial Use – Journal Sci Food Agric. 77 : 289 – 311.

Fish Processing Section. 1983. Final Report to International Development Research **centra, Canada**. Fishery Technology cal Development Division, Department of Fisheries. Thailand. 149 p.

Ju. I. And Mittal. G.S. 1995. Physical properties of various **starch** based fat – substitutes. J. Food Pro and Pre. 19 : 361 – 383.

Kinsella. J.E. 1979. Functional **properties** of soy proteins. J. Amer. Oil chem. Soc. 56 242 – 258.

Lee. C.M., M.C., Wu and M okada. 1992. **Ingredients and formation technology for surimi** – based products. In T.C. Lanier and C.M. Lee. Surimi Technology. Marcel Dekker. Inc. New York. Pp. 273 – 302.

MFRD. 1987. **Handbook on the Processing of Frozen Surimi and Fish Jelly Products** In southeast Ash. Singapore. 30 p.

Suzuki. T. 1981. **Fish and Krill Protein : Processing and Technology**. Applied Sci. Publisher.. London. 260 p.

Tanikawa, E. 1971. **Marine Products in Japan**. Koseisha - Koseikaku, Tokyo, Japan.
507 p.

Yamazawa, M. 19991a. Studies on *the* mechanism of gel - reinforcing effect of starch
In kamaboko gel. II. Relationship between the water-absorbing ability of starch
Granules and their kamaboko gel reinforcing effect. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.
57 (5) : 965-970.

_____. 1991b. Studies on the mechanism of gel - reinforcing effect of starch in
kamaboko gel. III. Relationship between the swelling ability of starch granules
and their kamaboko gel reinforcing effect. Bull. Jap - Soc. Sci. Fish. 57 (5) :
971 - 975.

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
Pibulsongkram Rajabhat University

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
Pibulsongkram Rajabhat University

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ตัวอย่าง ลูกชิ้นปลาชนิด

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่.....

คำแนะนำ ทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาชนิด
ตามคำอธิบายคะแนน และกรูณาบ้วนปากระหว่างตัวอย่าง

ลักษณะที่ทดสอบ	รหัสตัวอย่าง		
1. สี			
2. กลิ่น			
3. รสชาติ			
4. ลักษณะเนื้อสัมผัส			
5. การยอมรับรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

หลักการให้คะแนนคุณลักษณะถูกขึ้นจากปลาฉลาม

ลักษณะ	คุณสมบัติ	คะแนน
สี	สีขาวนวล	9
	สีขาวนวลเข้มเล็กน้อย	7
	สีขาว	5
	สีเหลืองอมน้ำตาล	3
	สีน้ำตาล	1
กลิ่น	สด มีกลิ่นของปลาฉลามบ้าง ไม่คาว	9
	สด น้อยกว่า มีกลิ่นปลาฉลามบ้าง	7
	กาวบ้างเล็กน้อย	5
	กาวมากหรือหืน	3
	หืน เหมือนเปรี้ยว	1
รสชาติ	ดี	9
	ค่อนข้างดี	7
	พอใช้	5
	แย	3
	แย่มาก	1
เนื้อสัมผัส	เนื้อละเอียด เหนียวนุ่ม หรือยืดหยุ่นดี	9
	เนื้อค่อนข้างละเอียด เหนียวนุ่มหรือยืดหยุ่นดี มีฟองอากาศบ้าง	7
	เนื้อละเอียดพอใช้ ยืดหยุ่นพอใช้ มีฟองอากาศบ้าง	5
	ยุ่ย ไม่ยืดหยุ่น มีฟองอากาศบ้าง	3
	ยุ่ยมาก กระด้างหรือร่วนไม่จับตัวเป็นก้อน มีฟองอากาศมาก	1
การยอมรับ	ชอบมากที่สุด	9
	ชอบปานกลาง	7
	เฉย ๆ	5
	ไม่ชอบปานกลาง	3
	ไม่ชอบมากที่สุด	1

ภาคผนวก ข.

วิธีการทดสอบความเหนียวโดยการนับ (MFRD, 1987)

นำชิ้นตัวอย่างมาตัดให้มีความหนา 4 - 5 มิลลิเมตร ทำการทดสอบพับ โดยใช้แผ่นตัวอย่าง 5 แผ่น นำมาพับเป็น 4 ส่วน ถ้าไม่มีรอยแตกให้พับต่อไปเป็น 4 ส่วน แล้วให้คะแนนระดับชั้นคุณภาพตามเกณฑ์ ดังนี้

ลักษณะตัวอย่างเมื่อพับ	ระดับชั้นคุณภาพ
ไม่มีรอยแตกเมื่อพับเป็น 4 ส่วน	AA
มีรอยแตกหรือฉีกขาดเล็กน้อยเมื่อพับเป็น 4 ส่วน	A
มีรอยแตกหรือฉีกขาดเล็กน้อยเมื่อพับเป็น 2 ส่วน	B
มีรอยแตกแต่ไม่แยกออกจากกันเมื่อพับเป็น 2 ส่วน	C
มีรอยแตกและแยกออกจากกันเมื่อพับเป็น 2 ส่วน	D

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
Pibulsongkram Rajabhat University

ภาคผนวก ค.

ตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านสีของลูกชิ้นปลาชนิดที่ทำโดยการแปรชนิดและปริมาณของแป้ง

Source of variation	DF	SS	MS	F
Replication	1	0.39	0.39	4.11 ^{ns}
Treatment	8	3.17	0.39	4.15*
ปริมาณของแป้ง	2	1.25	0.62	6.55*
ชนิดของแป้ง	2	0.47	0.23	2.47 ^{ns}
ปริมาณของแป้ง x ชนิดของแป้ง	4	1.45	0.36	3.79*
Error	18	0.76	0.09	
Total	17	4.33		

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05)

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05)

ตารางผนวกที่ 2 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัส
ด้านกลิ่นของลูกชิ้นปลาניתที่ทำการแปรชนิดและปริมาณของแป้ง

Source of variation	DF	SS	MS	F
Replication	1	0.35	0.03	2.07 ^{ns}
Treatment	8	1.76	0.22	12.86*
ปริมาณของแป้ง	2	0.49	0.24	14.46*
ชนิดของแป้ง	2	0.76	0.38	22.14 ^{ns}
ปริมาณของแป้ง x ชนิดของแป้ง	4	0.50	0.12	7.42*
Error	18	1.13	0.01	
Total	17			

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางผนวกที่ 3 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของลูกชิ้นปลาชนิดที่ทำโดยการแปรชนิดและปริมาณของแป้ง

Source of variation	DF	SS	MS	F
Replication	1	0.02	0.02	1.80 ^{ns}
Treatment	8	3.74	0.46	33.66*
ปริมาณของแป้ง	2	0.18	0.09	6.59*
ชนิดของแป้ง	2	1.77	0.88	63.80 ^{ns}
ปริมาณของแป้ง x ชนิดของแป้ง	4	1.78	0.44	32.14*
Error	8	0.11	0.01	
Total	17	3.87		

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05)

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางผนวกที่ 4 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัส
 ด้านเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลาניתที่ทาโดยการแปรชนิดและปริมาณของแป้ง

Source of variation	DF	SS	MS	F
Replication	1	0.01	0.02	< 1
Treatment	8	3.50	0.56	6.17*
ปริมาณของแป้ง	2	0.13	0.06	< 1
ชนิดของแป้ง	2	0.14	0.07	< 1
ปริมาณของแป้ง x ชนิดของแป้ง	4	4.22	1.05	11.57*
Error	8	0.73	0.09	
Total	17	5.25		

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05)

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05)

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
 Rajabhat University

ตารางผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ด้านการยอมรับรวมของลูกชิ้นปลาชนิดที่ทำโดยการแปรชนิดและปริมาณของแป้ง

Source of variation	DF	SS	MS	F
Replication	1	0.01	0.01	< 1
Treatment	8	7.73	0.96	5.90*
ปริมาณของแป้ง	2	0.16	0.08	< 1
ชนิดของแป้ง	2	5.03	2.51	15.36*
ปริมาณของแป้ง x ชนิดของแป้ง	4	2.54	0.63	3.88*
Error	8	1.31	0.16	
Total	17	9.06		

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05)

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05)

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
Pibulsongkram Rajabhat University

ภาคผนวก ง.

การผลิตลูกชิ้นปลาชนิด



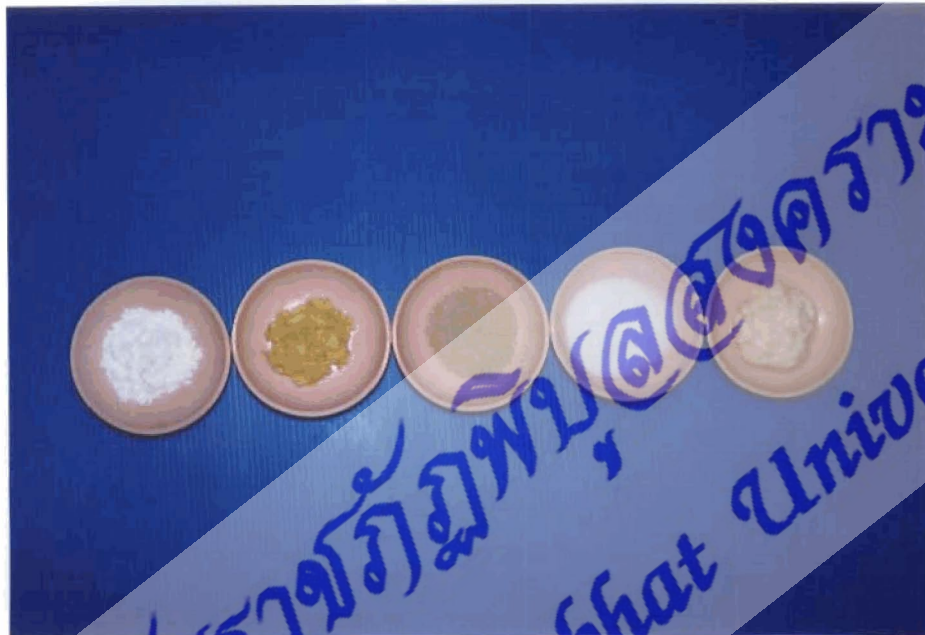
ภาพที่ 1 ปลานิลสด

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
Pibulsongkram Rajabhat University



ภาพที่ 2 เนื้อปลานิลที่ได้จากการแคปซูล ค้างด้วยน้ำและน้ำเกลือ แล้วนำไปแช่แข็ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี @ รังสิตนครราชสีมา
Pibulsongkram Rajabhat University



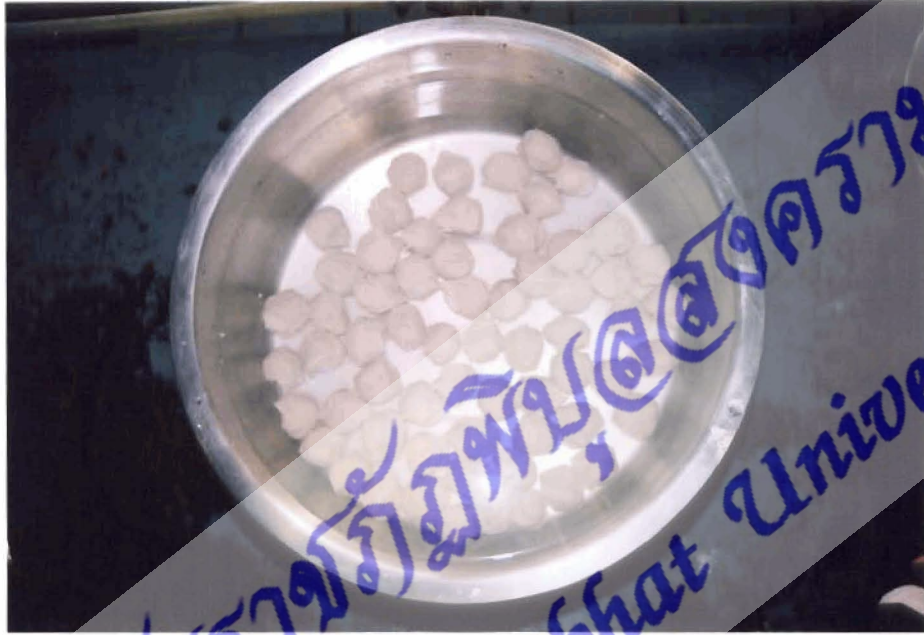
ภาพที่ 3 ส่วนผสมในการผลิตลูกชิ้นปลาชนิด ได้แก่ เกล็ดอ กระเทียม พริกไทย มันหมูและน้ำแข็ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
Pibulsongkram Rajabhat University



ภาพที่ 4 เครื่องผสมสำหรับการผสมเนื้อปลาและส่วนผสมต่าง ๆ ในการผลิตลูกชิ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
Pibulsongkram Rajabhat University



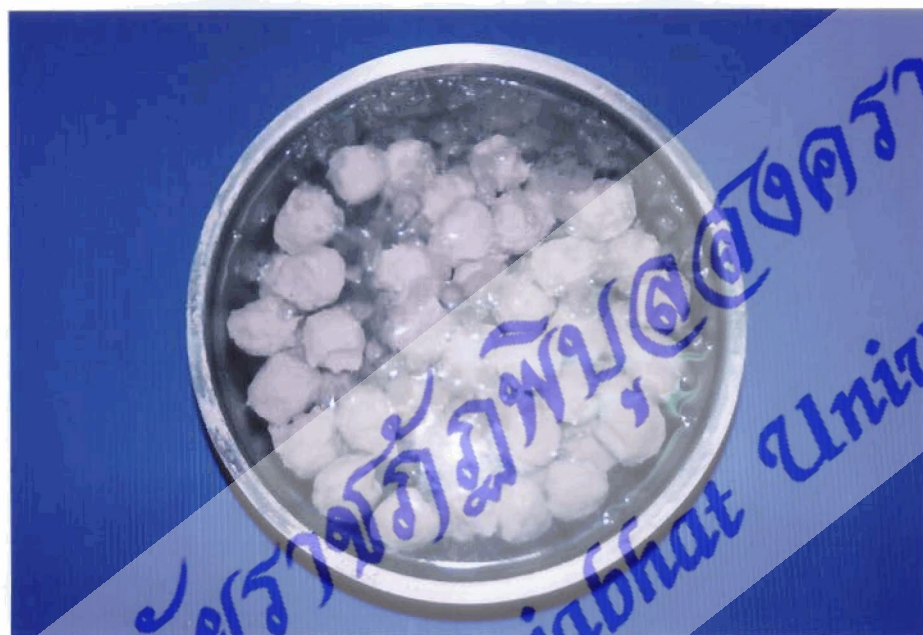
ภาพที่ 5. น้ำสวนผสมที่ได้มาขึ้นรูปเป็นรูปทรงกลมและต้มในน้ำอุณหภูมิ 40 - 45 องศาเซลเซียส
เวลา 20 นาที

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
Pibulsongkram Rajabhat University



ภาพที่ 6 นำมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส เวลา 20 นาที
(ลูกชิ้นจะลอยอยู่ที่ผิวหน้า)

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
Pibulsongkram Rajabhat University



ภาพที่ 7 ทำให้เย็นโดยการแช่น้ำผสมน้ำแข็ง เวลาประมาณ 5 นาที





ภาพที่ 8 ลูกชิ้นปลานิล

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
Pibulsongkram Rajabhat University

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ (ภาษาไทย) นางชุตีมา ไชยเชาวน์
(ภาษาอังกฤษ) Mrs. Chutima chaichaw

2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ 1 ระดับ 5

3. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ตรี โท เอก	อักษรย่อปริญญา และชื่อเต็ม	สาขาวิชา	ชื่อสถาบันการศึกษา
2537	ปริญญาตรี	วท.บ. วิทยาศาสตร์บัณฑิต	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร	สถาบันราชภัฏ พิบูลสงครามพิษณุโลก
2540	ปริญญาโท	วท.ม. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	วิทยาศาสตร์การอาหาร	สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4. ประสบการณ์หรืองานวิจัยที่เคยทำ

- ปี พ.ศ. 2539 เรื่อง การศึกษากระบวนการผลิตข้าวจากปอนนิก้าสำเร็จรูปบรรจุกระป๋อง (วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท)

- ปี พ.ศ. 2542 เรื่อง เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากเนื้อปลานิล (ได้รับทุนอุดหนุนจาก สภาสถาบันราชภัฏ)

- ปี พ.ศ. 2543 เรื่อง การศึกษาชนิดของหัวเชื้อโยเกิร์ตที่มีผลต่อคุณภาพของนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม (ได้รับทุนอุดหนุนจาก สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก)