

ชื่อโครงการวิจัย : การพัฒนาการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย

DEVELOPMENT OF SURIMI-SHELL MIXED BALL PRODUCTION

ชื่อผู้วิจัย : นาง ยุพร พิษกมฺพร

ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย : จากเงินรายได้ขอโครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปีงบประมาณ 2545

ระยะเวลาที่ทำการวิจัย : 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2544 ถึง กันยายน 2545

หน่วยงานที่สังกัด : โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

การศึกษาวิธีการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยโดยใช้หอยแมลงภู่ หอยแครง และหอยนางรม ผลการศึกษาขนาดของเนื้อหอย โดยใช้เนื้อหอยบดละเอียด หั่น 0.5 เซนติเมตร และ 1.0 เซนติเมตร พบว่าขนาดของเนื้อหอยที่ผู้ชิมยอมรับ และสะดวกต่อการปั้นขึ้นรูปลูกชิ้น ในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง คือ ขนาด 0.5 เซนติเมตร ในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมคือ บดละเอียด การศึกษาอัตราส่วนของเนื้อปลาต่อเนื้อหอย 3 ระดับ ได้แก่ 85 : 15 80 : 20 และ 75 : 25 ศึกษาพร้อมกับปริมาณแป้งมันสำปะหลัง 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 3 5 และ 8 จัดตั้งทดลองเป็นแบบ factorial (3x3) ผลการทดลองพบว่าอัตราส่วนของเนื้อปลาต่อเนื้อหอยและปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เหมาะสมที่ผู้ชิมยอมรับ และมีต้นทุนการผลิตต่ำ ในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ คือที่ระดับ 75 : 25 และแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 8 และในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงและลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม คือที่ระดับ 85 : 15 และแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 8 นอกจากนี้ที่อัตราส่วนของเนื้อปลาต่อเนื้อหอยคงที่ การเพิ่มปริมาณแป้งจากร้อยละ 3 ไปเป็นร้อยละ 8 ทำให้ความแข็งของเจลลูกชิ้นเพิ่มขึ้น และเมื่อปริมาณของแป้งมันสำปะหลังคงที่ การเพิ่มของปริมาณเนื้อหอยในสูตรจากร้อยละ 15 ไปเป็นร้อยละ 25 ทำให้ความแข็งของเจลลดลง

เมื่อนำลูกชิ้นทั้ง 3 ชนิดมาเก็บรักษา โดยบรรจุในถุง N /LLDPE (nylon/ laminate low density polyethylene) ปิดผนึกสภาวะบรรยากาศและสุญญากาศ เก็บที่ 4 องศาเซลเซียส พบว่าผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดมีค่าค่าที่ระเหยได้ลดลง ความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น เมื่อเปรียบเทียบสภาวะในการเก็บรักษาพบว่าลูกชิ้นที่บรรจุสภาวะสุญญากาศสามารถเก็บได้นานกว่าที่บรรจุสภาวะบรรยากาศ โดยลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงที่บรรจุสภาวะบรรยากาศ สามารถเก็บได้มากกว่า 6 วัน และที่บรรจุสภาวะสุญญากาศสามารถเก็บได้มากกว่า 12 วัน และ 9 วัน ตามลำดับ ในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมที่บรรจุสภาวะไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรยากาศ สามารถเก็บได้มากกว่า 9 วัน และที่บรรจุสถานะสุญญากาศสามารถเก็บได้มากกว่า 12 วัน
อย่างไรก็ตามระหว่างที่มีการเก็บรักษาไม่พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค อัน
ได้แก่ *E. coli* , *V. parahaemolyticus* และ *Cl. perfringens*



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT OF SURIMI-SHELL MIXED BALL PRODUCTION

Yuporn Puechkamut

ABSTRACT

Production of shellfish mixed fishball was studied. Three kinds of shellfish as green mussel, ark shell and pacific oyster were used. The effect of shellfish size on the acceptance of panelists was performed. All shellfish were ground into 3 size, minced, 0.5 cm and 1.0 cm. In the case of green mussel mixed fishball and ark shell mixed fishball, the size that giving the good sensory score and giving the paste that easily forming to be ball during process was 0.5 cm. On the other hand, in the case of pacific oyster mixed fishball, the fishballs from minced shellfish had the higher acceptability score than those of other samples.

The factorial experimental design (3x3) was used to evaluate the effect of surimi : shellfish ratio and tapioca flour ratio on the fishball texture. The ratio of surimi : shellfish at 85 : 15 , 80 : 20 and 75 : 25 and the ratio of tapioca flour at 3% , 5% and 8% were used. The result found that the ratio of the surimi : shellfish and the ratio of tapioca flour that giving the highest acceptability score and having the low cost production, in the case of green mussel mixed fishball was 75 : 25/ 8%, and in the case of ark shell mixed fishball and pacific oyster mixed fishball were 85 : 15/ 8% . Moreover, if the ratio of surimi : shellfish ratio was constant, the increasing in tapioca flour ratio from 3% to 8%, the hardness of the fishball was increased. On the other hand, if the tapioca flour ratio was constant, the increasing in the shellfish ratio from 15% to 25%, the hardness of the fishball was decreased.

The shelf-life of all 3 kinds of shellfish mixed fishball was elucidated. The shellfish mixed fishballs were packed in N/ LLDPE (nylon/ laminate low density polyethylene) and kept at 4 ° C for 15 days. The result from all samples showed that total volatile based nitrogen (TVB-N) was increased and pH was decreased after storage time was prolonged. When compared the packing condition, the product that kept in vacuum packed had the longer shelf-life that those kept in the atmosphere packed. The green mussel mixed fishball and ark shell mixed fishball could stored more than 6 days in atmosphere packed and more than 12 days and 9 days in vacuum packed, respectively. In the case of pacific oyster mixed fishball, the fishball could stored more than 9 days in atmosphere packed and more than 12 days in vacuum packed. However, during storage there

weren't pathogenic bacterias and the harmful microorganisms such as *E. coli* , *V. parahaemolyticus* and *Cl. perfringens*.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ	ก
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	2
2.1 ลักษณะของหอยแมลงภู่ หอยแครง และหอยนางรม	2
2.2 การทำความสะอาดและการเตรียมเนื้อหอย	5
2.3 ชูริมิ	6
2.4 กระบวนการผลิตลูกชิ้น	9
2.5 การให้แป้งเพื่อช่วยเสริมความแข็งแรงของเจล	11
2.6 อายุการเก็บรักษาลูกชิ้นปลา	15
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง	16
3.1 วัตถุดิบ และสารเคมี	16
3.2 อุปกรณ์	17
3.3 สถานที่ดำเนินการ	17
3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	17
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	21
4.1 ผลการศึกษาขนาดของเนื้อหอยที่เหมาะสมในการทำ ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย	21
4.2 ผลการศึกษาผลของอัตราส่วนเนื้อปลาต่อเนื้อหอย และผลของปริมาณ แป้งมันสำปะหลังที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค	23
4.3 ผลการศึกษาอายุการเก็บของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย	31
4.4 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย	42
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	43
เอกสารอ้างอิง	45
ภาคผนวก	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่

2.1	คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อหอยสดชนิดต่าง ๆเปรียบเทียบกับปลาทะเล ในปริมาณ 100 กรัม	4
2.2	คุณภาพของเนื้อปลาสดแช่เยือกแข็งของประเทศไทย	9
2.3	ปริมาณความชื้น คะแนนลักษณะเนื้อสัมผัส ความเงามัน และความชุ่มน้ำ ของลูกชิ้นปลาน้ำดอกไม้ ผู้ชิม 19 คน	13
2.4	ปริมาณความชื้น คะแนนลักษณะเนื้อสัมผัส ความเงามัน และความชุ่มน้ำ ของลูกชิ้นปลาทรายแดง ผู้ชิม 16 คน	14
3.1	แสดงส่วนผสมในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย คิดเป็นร้อยละ โดยน้ำหนักของเนื้อปลาครบกับเนื้อหอย	19
4.1	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ ที่เตรียมจากเนื้อหอยแมลงภู่ที่มีขนาดต่างกัน	21
4.2	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง ที่เตรียมจากเนื้อหอยแครงที่มีขนาดต่างกัน	22
4.3	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม ที่เตรียมจากเนื้อหอยนางรมที่มีขนาดต่างกัน	23
4.4	ค่าความแข็ง ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ที่ผลิต โดยการแปรสัดส่วน เนื้อปลาคต่อเนื้อหอยแมลงภู่ และสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง	24
4.5	ค่าความแข็ง ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงที่ผลิต โดยการแปรสัดส่วน เนื้อปลาคต่อเนื้อหอยแครงและสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง	25
4.6	ค่าความแข็ง ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมที่ผลิต โดยการแปรสัดส่วน เนื้อปลาคต่อเนื้อหอยนางรมและสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง	25
4.7	ค่าความยืดหยุ่น ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ที่ผลิต โดยการแปรสัดส่วน เนื้อปลาคต่อเนื้อหอยแมลงภู่ และสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง	27
4.8	ค่าความยืดหยุ่น ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงที่ผลิต โดยการแปรสัดส่วน เนื้อปลาคต่อเนื้อหอยแครงและสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง	27
4.9	ค่าความยืดหยุ่น ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมที่ผลิต โดยการแปรสัดส่วน เนื้อปลาคต่อเนื้อหอยนางรมและสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		
4.10	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่งูที่ผลิตโดยการแปรสัดส่วนเนื้อปลาสดต่อเนื้อหอยแมลงภู่งู และสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง	28
4.11	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงที่ผลิตโดยการแปรสัดส่วนเนื้อปลาสดต่อเนื้อหอยแครงและสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง	29
4.12	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมที่ผลิตโดยการแปรสัดส่วนเนื้อปลาสดต่อเนื้อหอยนางรมและสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง	30
4.13	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่งูที่บรรจุในสถานะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน	37
4.14	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงที่บรรจุในสถานะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน	37
4.15	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมที่บรรจุในสถานะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน	38
4.16	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษ ที่พบในลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่งูที่บรรจุในสถานะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน	39
4.17	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษ ที่พบในลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงที่บรรจุในสถานะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน	40
4.18	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษ ที่พบในลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมที่บรรจุในสถานะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน	41
4.19	องค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย	42

สารบัญภาพ

ภาพที่

2.1 หอยแมลงภู่ หอยแครง และหอยนางรม	3
2.2 การผลิตลูกชิ้นปลา	10
2.3 ลักษณะของเม็ดแป้งที่ส่องดูด้วยกล้อง microscopic ที่อุณหภูมิห้อง โดย a คือ เม็ดแป้งที่อยู่ในเนื้อปลาสด และ b คือเม็ดแป้งที่อยู่ในน้ำ	11
2.4 การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเม็ดแป้งที่ อุณหภูมิสูงขึ้นจาก 23-90 องศาเซลเซียส	12
3.1 การทำลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย	18
4.1 ปริมาณค่าที่ระเหยได้ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ที่บรรจุในสภาวะ บรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	32
4.2 ปริมาณค่าที่ระเหยได้ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงที่บรรจุในสภาวะ บรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	32
4.3 ปริมาณค่าที่ระเหยได้ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมที่บรรจุในสภาวะ บรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	33
4.4 ค่าความเป็นกรดต่างของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ที่บรรจุในสภาวะ บรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	34
4.5 ค่าความเป็นกรดต่างของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงที่บรรจุในสภาวะ บรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	34
4.6 ค่าความเป็นกรดต่างของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมที่บรรจุในสภาวะ บรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	35
ก1 ผลิตกัณฑ์ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่	49
ก2 ผลิตกัณฑ์ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง	49
ก3 ผลิตกัณฑ์ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม	49

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำ

ลูกชิ้นเป็นผลิตภัณฑ์อาหารซึ่งคนไทยและประเทศใกล้เคียง นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย การผลิตลูกชิ้นจะนำเนื้อสัตว์มาบดผสมกับเครื่องปรุง เครื่องเทศ วัตถุเจือปนอาหารอื่น จากนั้นทำให้เป็นรูปร่างตามต้องการ ลวกให้สุก ปัจจุบันการพัฒนาการผลิตลูกชิ้นมีการผสมผสานผสมให้มีความหลากหลายตามความต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น เช่น ลูกชิ้นกุ้ง ลูกชิ้นปู ลูกชิ้นปลาหมึก ลูกชิ้นสาหร่าย ดังนั้นหากนำเนื้อหอย เช่น หอยนางรม หอยแครง และหอยแมลงภู่ ซึ่งมีลักษณะเด่น คือหอยทั้ง 3 ชนิดมีคุณค่าทางโภชนาการ ประกอบด้วยโปรตีน วิตามิน และแร่ธาตุที่สำคัญ เช่น เหล็ก และแคลเซียม นอกจากนี้ หอยแครง และหอยแมลงภู่มีสีที่สวยงาม เมื่อนำมาผสมในลูกชิ้นปลา จะเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เพิ่มความหลากหลายในการบริโภค โดยผู้บริโภคที่ชอบรับประทานเนื้อหอยอยู่แล้ว สามารถเลือกรับประทานเนื้อหอยได้หลายรูปแบบมากขึ้น และยังสามารถทำให้ผู้บริโภคอื่น ๆ หันมาสนใจรับประทานเนื้อหอยกันมากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจของเนื้อหอยทั้ง 3 ชนิด

คุณสมบัติที่ดีของลูกชิ้นปลา ได้แก่การมีความยืดหยุ่น ลูกชิ้นปลาที่มีความยืดหยุ่นดีนั้น จะมีความสัมพันธ์กับชนิดของปลา ความสด และเทคนิคที่ใช้ในการแปรรูป นอกจากนี้ส่วนผสม (ingredient) ที่เหมาะสมก็สามารถปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของเจลได้ แป้งเป็นส่วนผสมหนึ่งที่จะช่วยในการเสริมความแข็งแรงของเจล (Okada, 1985 ; จิรวัดน์ ยงสวัสดิกุล, 2541) การเติมแป้งในปริมาณที่พอเหมาะ ช่วยเสริมความแข็งแรงของเจล และยังสามารถลดต้นทุนในการผลิตลูกชิ้น การวิจัยครั้งนี้จึงเกี่ยวข้องกับการเตรียมวัตถุดิบ และ ผลของแป้งที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลา เพื่อผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย เป็นการเพิ่มความหลากหลายของผู้บริโภค และสามารถผลิตได้ในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาวิธีการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย โดยศึกษาชนิด และวิธีการเตรียมเนื้อหอย และสัดส่วนที่เหมาะสมของ เนื้อปลาต่อเนื้อหอย
2. ศึกษาผลของแป้งมันสำปะหลังที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย
3. ศึกษาอายุการเก็บของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยในสภาวะต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สละไปสำหรับการใช้งานเพื่อการวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

2.1 ลักษณะของหอยแมลงภู่ หอยแครง และหอยนางรม

หอยที่นิยมนำมาบริโภค มีหลายชนิด ได้แก่ หอยแมลงภู่ (green mussel) หอยแครง (cockle, ark shell) และหอยนางรม (pacific oyster) หอยทั้งสามชนิดนี้ จัดเป็นสัตว์น้ำจำพวกหอยสองฝา (bivalves) มีเปลือกหุ้มตัวแบ่งเป็น 2 ซีก อยู่ในกลุ่มของ มอลลัสกา (molluscs) ในไฟลัมมอลลัสกา (Phylum Mollusca) เป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ นิยมนำมาปรุงเป็นอาหาร บริโภคกันอย่างแพร่หลาย (กรมประมง, 2535)

หอยแมลงภู่ (*Perna viridis*) อยู่ใน Family Mytidae เป็นหอยสองฝา มีลำตัวอ่อนนุ่มภายในเปลือก ลักษณะเปลือกเป็นรูปยาวรีด้านหน้าเรียวแหลม ด้านท้ายป้าน เปลือกทั้งสองข้างมีลักษณะเหมือนกันและเท่ากัน เปลือกด้านนอกมีสีเขียวอมน้ำตาล เปลือกด้านในมีสีขาวนวลมันวาว เนื้อมีสีเหลืองนวลหรือสีส้ม อาศัยตามปากน้ำหรือเกาะตามเสาไม้ไผ่ บริเวณปากแม่น้ำที่มีพื้นเป็นโคลน เช่น ชลบุรี สมุทรปราการ สมุทรสงคราม สมุทรสาคร (Dore, 1991 ; กรมประมง, 2535) หอยแมลงภู่เป็นหอยที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยง เพราะสามารถเกาะเลี้ยงลำตัวได้ตามพื้นที่ต่าง ๆ โดยการสร้างเส้นใยสำหรับเกาะกับวัสดุที่เรียกว่า หนวด (byssal threads) และสามารถนำมาเลี้ยงได้ง่าย วิธีการเลี้ยงหอยที่นิยมใช้ในประเทศต่าง ๆ มีอยู่ด้วยกัน 3 วิธี คือ การเลี้ยงระบบปักหลัก การเลี้ยงแบบพื้นทะเล และการเลี้ยงแบบแขวน หอยชนิดนี้มักพบมากในเขตน้ำขึ้นน้ำลง ตลอดจนบริเวณที่มีน้ำท่วมตลอด ในอ่าวไทยพบตามพื้นที่ดินบริเวณชายฝั่งทะเลที่ลึกในระดับน้ำประมาณ 10 เมตร พบมากในจังหวัดตราด ชลบุรี ฉะเชิงเทรา สมุทรปราการ สมุทรสงคราม เพชรบุรี และนครศรีธรรมราช (อนันต์สารธา, 2537)

หอยแครง (*Arca granulosa*) อยู่ใน Family Arcidae เป็นหอยสองฝาลักษณะค่อนข้างกลม เปลือกหนา ปกติมีสีน้ำตาลอมดำ แต่ถ้าหอยอยู่ในบริเวณที่น้ำตื้นและน้ำแห้งเสมอ ฝาด้านบนจะมีสีขาว อาศัยอยู่พื้นที่องทะเลชายฝั่งตื้น ๆ ที่เป็นโคลนหรือโคลนเหลว พบมากที่จังหวัดชลบุรี เพชรบุรี สุราษฎร์ธานี ปัตตานี

หอยนางรม หรือหอยตะโกรม (*Crassostrea gigas*) อยู่ใน Family Ostreidae เป็นหอยสองฝา โดยทั่วไปจะมีขนาดใหญ่ หอยนางรมที่เจริญเติบโตจนวัดตุแข็ง เช่น หินปูนหรือซีเมนต์ เปลือกจะมีจำนวนร่องมาก แต่ถ้าเจริญเติบโตในน้ำที่มีความเค็มสูง เปลือกจะแข็งกว่าหอยที่อยู่ในที่มีความเค็มต่ำ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แพร่กระจายในแถบปากแม่น้ำชายฝั่งของจังหวัดสุราษฎร์ธานี ตรัง ชุมพร ประจวบคีรีขันธ์ ระยอง และจันทบุรี



ภาพที่ 2.1 หอยแมลงภู่ หอยแครง และหอยนางรม

ที่มา : กรมประมง (2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หอยแมลงภู่ (green mussel) หอยแครง (ark shell) และหอยนางรม (pacific oyster) จัดเป็นสัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางโภชนาการอยู่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับปลาชนิดอื่น คือประกอบด้วยโปรตีน วิตามิน และแร่ธาตุต่าง ๆ ที่สำคัญ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม อีกทั้งยังมีสีสันทที่สวยงาม เป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภค คุณค่าทางโภชนาการของหอยทั้ง 3 ชนิดแสดงไว้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อหอยสดชนิดต่าง ๆ เปรียบเทียบกับปลาทะเล ในปริมาณ 100 กรัม

Nutrients and units		Alaska Pollock	Oyster, Pacific	Ark shell	Mussel
Proximate :					
Food energy	Kcal		81	55-64	86
Protein	g	16.89	9.45	10.9-14.1	11.90
Total lipid (fat)	g	0.45	2.3	0.41-1.0	2.24
Carbohydrate, total	g		4.95	1.2-2.6	3.69
Minerals :					
Calcium	mg		8		
Iron	mg		5.11		26
Magnesium	mg		22		3.95
Phosphorus	mg		162		34
Potassium	mg		168		197
Sodium	mg		106		320
Zinc	mg		16.62		286
Copper :	mg		1.5765		1.60
Manganese	mg		0.643		0.094
Vitamins :					
Thiamin	mg				
Riboflavin	mg		0.067	0.12	
Niacin	mg		0.233	0.28	
Pantothenic acid	mg		2.010		
Vitamin B ₆	mg				
Vitamin B ₁₂	mg				

เอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการทำงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับสัตว์น้ำพวกหอยระหว่างล้างควรใช้แปรงช่วยขัดถูเปลือกด้วย ถ้าเป็นหอยที่แกะเปลือกแล้วจะใช้ลมเป่า วิธีการคือใส่หอยที่แกะเปลือกแล้วในถังที่มีน้ำและมีตะแกรงอยู่เหนือกันถัง 2-3 เซนติเมตร เพื่อกันไม่ให้หอยจมลงสู่กันถัง แล้วเป่าอากาศเข้าไปทางกันถังผ่านตะแกรง น้ำจะหมุนเวียนพัดพาทราย เศษเปลือก และสิ่งปนเปื้อนอื่น ๆ หลุดจากตัวหอย ถ้าเป็นหอยทะเลเมื่อนำมาล้างในน้ำจืด หอยจะดูดน้ำทำให้น้ำหนักเพิ่ม ดังนั้นในสหรัฐอเมริกาจึงมีกฎหมายระบุเวลาที่ใช้ในการเป่าอากาศไว้ด้วยเพื่อเป็นการคุ้มครองผู้บริโภค (นงนุช รักสกุลไทย, 2538)

อย่างไรก็ตามสามารถกำจัดหรือลดจำนวนการปนเปื้อนให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคได้โดยกระบวนการที่เรียกว่า Depuration ซึ่งหมายถึงกระบวนการที่นำหอยที่ปนเปื้อนสิ่งสกปรกหรือไม่ได้มาตรฐานอนามัยมาทำความสะอาดเพื่อความปลอดภัยต่อผู้บริโภค โดยหอยที่ผ่านขั้นตอนการทำ Depuration อาจหมายถึงการที่หอยทำความสะอาดตัวเอง (self purification) โดยอาศัยกระบวนการทางชีวภาพก็ได้ (กมล ติลปอาจารย์ และ ทรงชัย สหวัชรินทร์, 2533) Depuration มีจุดประสงค์เพื่อลดปริมาณแบคทีเรีย และขจัดแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคออกจากตัวหอย เพื่อให้ปลอดภัยต่อการบริโภค

Putro *et al.* (1990) ได้ทดลองทำความสะอาดหอยสองฝา ด้วยเครื่อง Depuration โดยใช้หอยแครง ark และหอยแมลงภู่ ควบคุมอุณหภูมิที่ 28 องศาเซลเซียส ใช้วิธีฆ่าเชื้อด้วยรังสี UV ผลการทดลองพบว่า หลังจาก 72 ชั่วโมง สามารถลดจำนวน *E. coli* ในหอยแครงได้จาก 333/ กรัม เป็นศูนย์ ในหอยแมลงภู่ลดได้จากมากกว่า 1100/กรัม เป็นศูนย์ ส่วนในหอย ark ลดจาก 386/กรัม เหลือ 1/กรัม แต่ไม่สามารถลดจำนวน *V. parahaemolyticus* ได้ในทุกตัวอย่าง

ในการแกะเนื้อหอย (shucking) สัตว์มีเปลือกจำพวกหอย ส่วนใหญ่ต้องแกะด้วยมือ ยกเว้นในพวกที่ทำให้สุกแล้ว การทำให้สุกทำให้เนื้อหอยหดตัว เกิดช่องว่างระหว่างเนื้อกับเปลือก จึงดึงเนื้อออกจากเปลือกได้ง่าย การแยกเนื้อทำโดยใส่หอยลงในถังที่เจาะรูสำหรับให้เนื้อหอยลุดออกมาได้ เมื่อเขย่า และหมุนถังในแนวนอน เนื้อจะหลุดจากเปลือกและลุดออกตามรูที่เจาะไว้ การแกะหอยสองฝา ให้ใช้วิธีให้ความร้อนทำให้หอยสุกบางส่วน ฝาจะเปิดออก ใส่หอยในถังที่มีน้ำเกลือแล้วเขย่าแยกเนื้อออกจากเปลือก น้ำเกลือต้องเค็มมากพอที่จะทำให้เนื้อหอยลุด และสามารถแยกออกมาได้

2.3 ชูริมิ

ชูริมิ หมายถึงเนื้อปลาที่ผ่านการแยกก้างออก ล้างด้วยน้ำแล้วกำจัดน้ำออกบางส่วน นำมาบดละเอียด ผสมกับน้ำตาล และโพลีฟอสเฟต (polyphosphate) อาจผสมเกลือหรือไม่ผสมก็ได้ เก็บรักษาโดยการแช่เยือกแข็ง (Suzuki, 1981) เนื้อปลาคัดแช่เยือกแข็ง เป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์หลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นขนมปังไส้ปลา หรือขนมปังปลา และยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่าง ได้แก่ คามาโบโกะ (kamaboko) ชิกูวา (chiguwa) ปูเทียม และลูกชิ้นปลา เป็นต้น (อุดม สุนทรวิภาต และ จีรวรรณ แยมประยูร, 2530)

การใช้เนื้อปลาสดแช่เยือกแข็ง เป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาสด (Miyake *et al.*, 1985 ; MFRD, 1987a) มีข้อได้เปรียบคือ

1. สามารถสำรองปริมาณมาก ๆ ไว้ใช้ในการผลิตได้เป็นเวลานาน
2. ผู้ผลิตไม่จำเป็นต้องเตรียมเนื้อปลาทุกวัน เป็นการประหยัดเวลา และค่าใช้จ่าย เช่น ค่าจ้างแรงงาน และเครื่องมือ ทำให้ผู้ผลิตหันมาสนใจการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ได้คุณภาพมากขึ้น
3. การแช่เยือกแข็งเนื้อปลาสด สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพดีกว่าปลาทั้งตัว เช่น ในกรณีของเนื้อที่เก็บ และขนส่งเนื่องจากเป็นส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้ทั้งสิ้น
4. สามารถแยกขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบออกจากกระบวนการแปรรูป และผลิตภัณฑ์สุดท้ายได้ ทำให้มีระบบการควบคุมทางด้านการสุขาภิบาลที่ดีขึ้น

การผลิตเนื้อปลาสดแช่เยือกแข็งนั้นต้องใช้ปลาที่มีคุณสมบัติในการเกิดเจลที่ดี เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเหนียว ยืดหยุ่นตามต้องการ ปลาแต่ละชนิดจะให้เนื้อปลาสดแช่เยือกแข็งที่มีคุณภาพของเจลที่แตกต่างกัน เนื่องจากองค์ประกอบของเนื้อปลาไม่เหมือนกัน (สุทรวัฒน์ เบญจกุล และ วรณพ วิเศษสงวน, 2541) ในประเทศญี่ปุ่นมีการผลิต และบริโภคมาก มีการนำเข้าเนื้อปลาสดแช่เยือกแข็งที่ผลิตจากปลานานาชนิดต่าง ๆ จากหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกาและรัสเซีย (จาก Alaska Pollock) นิวซีแลนด์ (จาก hoki) อาร์เจนตินา (จาก Southern Blue Whiting) ปลาที่นิยมใช้ในการผลิตเนื้อปลาสดมากที่สุดคือ Alaska Pollock (*Theragra chalcogramma*) เป็นปลาทะเลที่มีไขมันน้อย ราคาถูก และมีปริมาณมาก สำหรับประเทศไทยมีการนำปลาหน้าดินขนาดเล็กหลายชนิดมาผลิต เช่น ปลาจวด (jew fish) ปลาทรายแดง (threadfin bream) เป็นต้น (Kano, 1992)

ขั้นตอนในการผลิตเนื้อปลาสดแช่เยือกแข็ง มีลำดับขั้นตอนและรายละเอียดพอสรุปได้ดังนี้ (อุดม สุนทรวิภาต และ จีรวรรณ แยมประยูร, 2530 ; Lee, 1984 ; Miyake *et al.*, 1985 and MFRD, 1987a)

1. การคัดเลือกวัตถุดิบ ปลาที่ใช้ผลิตควรมีความสดสม่ำเสมอ ควรเก็บในน้ำแข็งระหว่างการขนส่ง เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของโปรตีน ไม่ควรใช้วิธีการแช่เยือกแข็งเพราะจะทำให้เนื้อปลาไม่เหนียว
2. การตัดแต่ง ปลาที่ใช้ในการผลิตมักมีขนาดเล็กและไม่สม่ำเสมอ ต้องเสียเวลา และใช้แรงงานคนในการตัดหัวควักไส้ ซึ่งควรตัดแต่งอย่างรวดเร็ว หลังจากเนื้อปลาผ่านระยะเกร็งตัวไปแล้ว
3. การล้างทำความสะอาด การใช้น้ำผสมน้ำแข็งล้างปลาภายหลังการตัดแต่ง เป็นวิธีการที่ช่วยให้เนื้อปลามีคุณภาพดี และเป็นการขจัดสิ่งปนเปื้อนเช่น เกล็ด และเลือด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การแยกเนื้อปลา ใช้เครื่องแยกเนื้อปลา ที่นิยมมี 2 ระบบ คือ ระบบ Auger และระบบสายพานและลูกกลิ้ง (drum type) ปลาที่ตัดหัวควักใส่แล้ว เมื่อผ่านเครื่องแยกจะได้เนื้อปลาประมาณร้อยละ 40-70 ของน้ำหนักเนื้อปลาค้างคั้น ซึ่งขึ้นกับชนิดของปลา ขนาดและชนิดของเครื่องด้วย

5. การล้างเนื้อปลาสด การล้างจะล้างด้วยน้ำเกลือ 2 ครั้ง ครั้งแรกจะใช้น้ำเกลือ ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.2 แล้วล้างด้วยน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.3 อีก 1 ครั้ง ใช้อัตราส่วนเนื้อปลาต่อน้ำเกลือเป็น 1 ต่อ 4 วัตถุประสงค์การล้าง เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นให้ผลิตภัณฑ์เมื่อผ่านการนวด และเป็น การกำจัดไขมัน หน้าง เกล็ด เอนไซม์ และสิ่งเจือปนอื่น ๆ นอกจากนี้ยังสามารถกำจัดกลิ่นที่ไม่ดีของเนื้อปลาได้ แต่ข้อเสียคือจะสูญเสียน้ำหนักของเนื้อปลาสูงร้อยละ 30 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเครื่องมือ วิธีการล้าง ในระหว่างการล้างควรมีระบบกวาดไขมันซึ่งลอยอยู่ที่ไปในการล้างครั้งที่ 1 และควรสกัดน้ำแต่ละครั้งออกให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ก่อนที่เนื้อปลาจะผ่านไปยังล้างต่อไป

6. การกำจัดน้ำออก จะกำจัดน้ำออกจากเนื้อปลาให้เหลือความชื้นประมาณร้อยละ 80-85 ของความชื้นเนื้อปลา อาจใช้เครื่องบีบระบบสกรู (screw press) หรือใส่เนื้อปลาในถุงไนลอน แล้วบีบน้ำออกโดยใช้เครื่องบีบน้ำระบบไฮดรอลิก หรือใช้เครื่องเหวี่ยง 1800 รอบ/ นาที เป็นเวลา 10 นาที ถ้าใช้เครื่องบีบน้ำระบบไฮดรอลิก ไม่ควรใช้แรงอัดมากหรือใช้เวลานานเกินความจำเป็น เพราะจะทำให้คุณสมบัติของเนื้อปลาส่งขึ้น อย่างไรก็ตามอาจแก้ไขโดย ดัดแปลงให้มีการผ่านท่อน้ำเย็นไว้รอบ ๆ ตัวถังอัดนั้น

7. การแยกเกล็ดและก้าง นำเนื้อปลาที่ได้ผ่านเข้าเครื่องแยกเกล็ดและก้าง (strainer) เพื่อกำจัดเกล็ด หน้าง และก้างปลาที่ติดค้างอยู่ออกไป โดยต้องมีการรักษาอุณหภูมิให้ต่ำอยู่ตลอดเวลา แต่ในปัจจุบันนี้ขั้นตอนการแยกเกล็ด และกระดูกนั้นนิยมทำกันหลังจากที่เนื้อปลาผ่านขั้นตอนการล้างน้ำ โดยนำเนื้อปลาที่ได้ผ่านเข้าเครื่องรีไฟน์เนอร์ (refiner) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีแกนกลางเป็นเกลียวหมุนรอบด้วยความเร็วสูง เพื่อที่จะผลัดให้เนื้อปลาผ่านตะแกรงที่มีรูเล็ก ๆ ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2-3.2 มิลลิเมตร ส่วนของหน้าง เกล็ด และก้างจะติดค้างอยู่ภายในไม่ผ่านรูนี้ออกไป

8. การนวดผสม นำเนื้อปลามาขนาดผสมกับสารป้องกันโปรตีนเสื่อมสภาพจากการแช่แข็ง (cryoprotectants) ได้แก่ น้ำตาลซูโครส (sucrose) ซอร์บิทอล (sorbitol) เกลือ (salt) และ โพลีฟอสเฟต (polyphosphate) โดยปริมาณสารต่าง ๆ ที่ใช้คือ น้ำตาลร้อยละ 4-5 ซอร์บิทอลร้อยละ 4-5 เกลือร้อยละ 0-3 และโพลีฟอสเฟตร้อยละ 0-0.3 โดยน้ำหนักของเนื้อปลาสด การใช้ซอร์บิทอลผสมกับน้ำตาล เพราะการใช้น้ำตาลสูงร้อยละ 8 จะทำให้เนื้อปลาบวมมีรสหวานเกินไป การนวดจะใช้เครื่องนวด (grinder) หรือเครื่องตัดผสมอาหาร (silent cutter) ในระหว่างการนวดไม่ควรให้อุณหภูมิสูงเกิน 10 องศาเซลเซียส

9. การบรรจุ แช่เยือกแข็ง และการเก็บรักษา เนื้อปลาที่นวดแล้วจะถูกอัดลงในถุงโพลีโพรไพลีน (polypropylene) แล้วนำไปแช่เยือกแข็งแบบแผ่นความเย็นสัมผัส (contact plate freezer) หรือแบบไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป่าพ่นลมเย็น (air blast freezer) ให้อุณหภูมิตรงกลางผลิตภัณฑ์ลดลงถึง -20 องศาเซลเซียส ภายใน 4-6 ชั่วโมงเพื่อป้องกันการสูญเสียความสามารถในการเกิดเจล จากนั้นนำเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งบรรจุในกล่องกระดาษและเก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า -20 องศาเซลเซียส จะเก็บได้นาน 1-2 ปี หากอุณหภูมิต่ำลง ๆ จะทำให้ความสามารถในการสร้างเจลของเนื้อปลาบดลดลง

สำหรับมาตรฐานอุตสาหกรรมเนื้อปลาบด (ซูริมิ) เยือกแข็ง ได้กำหนดโดยสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก. 935-2533, 2533) มีการกำหนดคุณลักษณะต่าง ๆ ที่ต้องการทั้งลักษณะทั่วไป กลิ่นรส ความเหนียวเป็นต้น ในการแบ่งระดับชั้นคุณภาพของเนื้อปลาบดนั้น สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ (2541) แบ่งเนื้อปลาบดโดยการทดสอบโดยการพับ (folding test) จะนำเนื้อปลาบดมาตัดเป็นชิ้นบาง ๆ ให้มีความหนา 4-5 มิลลิเมตร ทดสอบโดยการกดพับเนื้อปลา ตัวอย่างที่มีรอยแตกหรือฉีกขาดเล็กน้อยเมื่อพับเป็น 2 ส่วน จะอยู่ในระดับเกรด B ตัวอย่างที่มีรอยแตกหรือฉีกขาดเล็กน้อยเมื่อพับเป็น 4 ส่วน จะอยู่ในระดับเกรด A ตัวอย่างที่ไม่มีรอยแตกเมื่อพับเป็น 4 ส่วน จะอยู่ในระดับเกรด AA และตัวอย่างที่สามารถกดพับได้มากกว่า 4 ส่วน จะอยู่ในเกรด SA ตัวอย่างที่มีระดับคุณภาพต่างกันจะมีค่าความแข็งแรงของเจล ความชื้น และค่าความเป็นกรด-ด่างแสดงดังตารางที่ 2.2

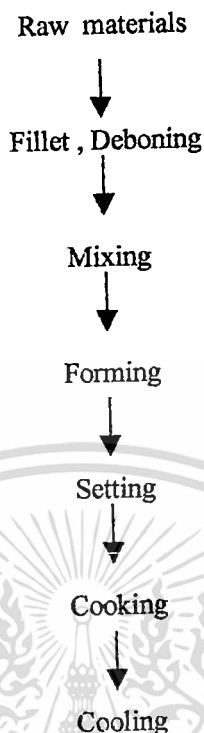
ตารางที่ 2.2 คุณภาพของเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งของประเทศไทย

เกรด	Gel Strength (กรัม.เซนติเมตร)	ความชื้น (ร้อยละ)	ความเป็นกรด-ด่าง
SA	>700	77-78	6.5-8
AA	450-700	77-78	6.5-8
A or FA	350-450	77-78	6.5-8
B	<350	77-78	6.5-8

ที่มา : สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ (2541)

2.4 กระบวนการผลิตลูกชิ้น

ขั้นตอนการผลิตลูกชิ้นปลา มีวิธีการผลิต หลายขั้นตอน แสดงดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 การผลิตลูกชิ้นปลา
ที่มา : Fish Processing section (1983)

จากภาพที่ 2.2 อธิบายได้คือ ขั้นตอนแรกเมื่อใช้เนื้อปลาแล้วเป็นวัตถุดิบโดยตรง ต้องบดเนื้อปลาโดยใช้เครื่องบด 3-6 ครั้ง ขณะบดเติมน้ำแข็งเพื่อควบคุมอุณหภูมิไม่ให้สูงเกิน 10 องศาเซลเซียส ให้สะดวกต่อการที่เกลือจะเข้าไปทำปฏิกิริยากับโปรตีน แล้วจึงเติมเกลือร้อยละ 3 ของน้ำหนักเนื้อปลาเพื่อสกัดโปรตีนที่ละลายในน้ำเกลือ การควบคุมอุณหภูมิจึงมีความสำคัญต่อความยืดหยุ่น และความเหนียวของเนื้อปลาบด หากบดเนื้อปลากับเกลือแล้วทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องโดยไม่มีการให้ความร้อน เนื้อปลานั้นจะยืดหยุ่นแต่ไม่เหนียว ช่วงเวลาในการนวดเนื้อปลากับเกลือ และเครื่องปรุงต่าง ๆ ใช้เวลา 10 - 20 นาที ขณะนวดเติมน้ำแข็งเพื่อควบคุมอุณหภูมิ ขั้นตอนการขึ้นรูป (forming) เนื้อปลาที่นวดจนได้ที่แล้ว จะนำมาปั้นเป็นรูปทรงต่าง ๆ โดยใช้เครื่องมือขึ้นรูปหรือใช้มือ แล้วจึงทำให้เกิดการเซ็ตตัว (setting) โดยแช่ลูกชิ้นในน้ำอุ่นอุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส จนกระทั่งแข็งตัว ซึ่งมักใช้เวลาประมาณ 20-30 นาที ขึ้นกับชนิดของปลาที่ใช้ จากนั้นต้ม (cooking) ในน้ำร้อน (90-95 องศาเซลเซียส) ประมาณ 5 นาที เมื่อต้มได้ที่ ลูกชิ้นจะลอยขึ้นบนผิวน้ำ แล้วจึงดักขึ้น ทำให้เย็น (cooling) โดยใช้น้ำเย็น น้ำแข็ง หรือพาดลมเป่า

การเกิดเจลของเนื้อปลาจัดเป็นคุณสมบัติเชิงหน้าที่ (functional property) ที่สำคัญประการหนึ่ง คุณสมบัติที่ดีของเจลเนื้อปลา ได้แก่คุณสมบัติด้านเนื้อสัมผัส ลูกชิ้นที่ดีนั้นต้องมีความยืดหยุ่น ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

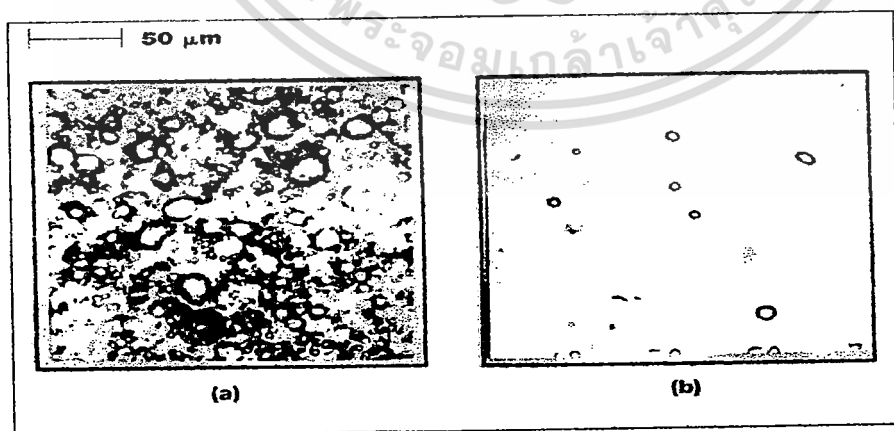
สูง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับชนิดของปลา ความสด และเทคนิคที่ใช้แปรรูป ส่วนผสม (ingredient) ที่เหมาะสมก็สามารถปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของเจลได้ ส่วนผสมนั้นแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นส่วนผสมที่ช่วยในการสกัดโปรตีน และโครงสร้างร่างแหของโปรตีน เช่น เกลือ สารประกอบฟอสเฟต เป็นต้น ส่วนกลุ่มที่ 2 เป็นส่วนผสมที่ช่วยเสริมความแข็งแรงของเจล เช่น ไข่ขาว และแป้ง เป็นต้น (Okada, 1985 ; จิรวัดน์ ยงสวัสดิกุล, 2541)

2.5 การใช้แป้งเพื่อช่วยเสริมความแข็งแรงของเจล

การเติมแป้ง หรือสตาร์ช ในปริมาณที่เหมาะสม จะช่วยในด้านความยืดหยุ่น ซึ่งเมื่อนำเนื้อปลาบดที่นวดแล้วให้ความร้อนที่ 70 องศาเซลเซียส โมเลกุลของแป้งจะเกิดการพองตัว ดังนั้นฐานว่า โมเลกุลของแป้งที่พองตัวนั้น ไปดันให้โมเลกุลของโปรตีนมาชิดกันมากยิ่งขึ้น (อังคณา พูลคำ, 2537) การเกิดเจลลิตในซ์ของแป้งก่อให้เกิดความแข็งแรงของเจล แต่การเติมแป้งที่เกิดเจลลิตในซ์ลงไป เนื้อปลาบด จะได้ผลดีเมื่อกระบวนการเจลลิตในซ์ขึ้นในเนื้อปลาบด (Suzuki, 1981)

Sikorski (1990) กล่าวว่า ในขณะที่มีการให้ความร้อน แป้งจะดูดซับน้ำจากเนื้อปลาบด ทำให้แป้งเกิดเจลลิตในซ์บางส่วน และจะไปแทรกตามช่องว่างของโครงสร้างโปรตีน มีผลทำให้โครงสร้างแข็งแรงมากขึ้น นอกจากนี้แป้งยังทำหน้าที่เป็นสารดูดความชื้น (humectant) และเพิ่มความคงตัวของเนื้อปลาบดในกระบวนการแช่แข็ง และการทำละลาย

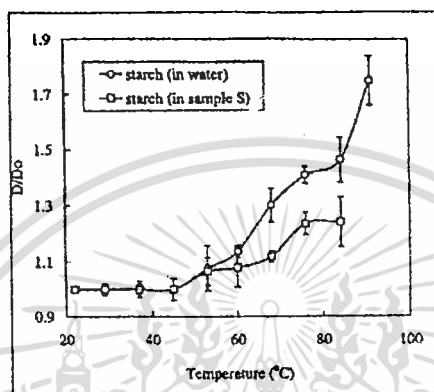
Kong *et al.* (1999) ศึกษาผลของการเติมแป้ง ที่มีต่อคุณสมบัติด้านความยืดหยุ่นของเจลเนื้อปลาบด สังเกตโดยใช้ microscopic ผลการส่องดูด้วย microscopic แสดงดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ลักษณะของเม็ดแป้งที่ส่องดูด้วยกล้อง microscopic ที่อุณหภูมิห้อง โดย a เม็ดแป้งที่อยู่ในเนื้อปลาบด และ b คือเม็ดแป้งที่อยู่ในน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ที่มา : Kong *et al.* (1999)
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 2.3 สังเกตเห็นได้ว่าเม็ดแป้งในภาพ b มีการบวมพองอย่างอิสระ ต่างจากเม็ดแป้งในตัวอย่างภาพ a ซึ่งถูกจำกัดความสามารถในการบวมพองโดยโปรตีนเนื้อปลา และเมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้น พบว่าเม็ดแป้งในน้ำ มีอัตราการเพิ่มขนาดในลักษณะที่อิสระมากกว่าการเพิ่มขนาดเม็ดแป้งที่อยู่ในเจลของโปรตีนเนื้อปลา แสดงดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเม็ดแป้ง ที่อุณหภูมิสูงขึ้น จาก 23-90 องศาเซลเซียส

ที่มา : Kong *et al.* (1999)

เมื่อเม็ดแป้งเริ่มเกิดเจลบางส่วนจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขนาดของเม็ดแป้ง เม็ดแป้งจะดูดซับน้ำที่มีอยู่ภายในโปรตีนปลา ทำให้เม็ดแป้งบวมพองอยู่ภายในโครงสร้างของเนื้อปลา เจลเนื้อปลาจึงมีความแน่น และแข็งแรงมากขึ้น (Kong *et al.*, 1999)

สัดส่วนของแป้งที่ใช้ และน้ำมีความสำคัญต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ การใช้แป้งในปริมาณที่สูงเกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์เปราะและแตกง่าย ปกติปริมาณแป้งที่ใช้จะอยู่ในช่วง ร้อยละ 5-8 (Lee, 1984 ; Lee *et al.*, 1992)

จิรวรรณ เข้มประยูร และ พูลทรัพย์ วิรุพหฤต (2536) ศึกษาปริมาณแป้งที่ใช้ในกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลาแช่เยือกแข็ง พบว่า ลูกชิ้นที่ใส่แป้งจะมีผลให้ผิวภายนอกเรียบ มีความเงามัน และชุ่มน้ำกว่าไม่ใส่แป้ง ทุกระดับปริมาณ ลูกชิ้นที่ใส่แป้งจะมีความแข็งแรงมากกว่า และผู้ทดสอบยอมรับในด้านรสชาติ มากกว่าไม่ใส่แป้ง

ปริมาณ และชนิดของแป้งมีผลโดยตรงต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของเจล เนื่องจากแป้งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกัน เช่น ความสามารถในการไหลของแป้งในสภาวะที่เกิดเจลลาติไนซ์ และปริมาณอะไมโลเพคติน (amylopectin) ที่มี แป้งที่มีปริมาณอะไมโลเพคตินสูง เช่น แป้งมันฝรั่ง จะให้ออกสารที่เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจลที่ยึดเกาะกันแน่น ในขณะที่แป้งที่มีอะไมโลเพคตินต่ำ จะให้เจลที่อ่อนนุ่มและเปราะ แป้งสาลีจะให้เจลที่มีลักษณะยึดหยุ่นคล้ายกับแป้งมันฝรั่ง แต่ให้ลักษณะยึดเกาะน้อยกว่า แป้งมันฝรั่งให้เจลเนื้อปลาบที่แน่นที่สุด และมีคุณสมบัติยึดเกาะมากที่สุด (Suzuki, 1981)

ลักษณะเนื้อสัมผัสของเจลเนื้อปลาบนั้นอาจมีผลเกี่ยวข้องกับชนิดของแป้ง ซึ่งจะแสดงคุณสมบัติในด้าน rheological ในระยะที่มีการเกิดเจล สัดส่วนของอะไมโลเพคติน และธรรมชาติของการ modification แป้งที่มีสัดส่วนของอะไมโลเพคตินสูง จะทำให้ความแน่น และแรงยึดเกาะของเจลเนื้อปลาบเพิ่มขึ้น (Kim and Lee, 1985) ตัวอย่างแป้งที่มีอะไมโลเพคตินสูง ได้แก่ แป้งมันฝรั่ง แป้งข้าวโพดข้าวเหนียว จะให้เจลที่มีแรงยึดเกาะที่ดี ขณะที่แป้งที่มีปริมาณอะไมโลเพคตินที่ต่ำ ได้แก่ แป้งข้าวโพด จะให้เจลที่อ่อนและเปราะ (Lippincott and Lee, 1983 ; Yamazawa, 1990)

ปราณีศา เชื้อโพธิ์หัก และ นงนุช รักสกุลไทย (2534) ทดลองทำลูกชิ้นปลาทรายแดง และปลาหน้าดอกไม้ โดยศึกษาผลของการล้าง การใช้สารพอลิฟอสเฟตและชนิดของแป้งต่อคุณภาพลูกชิ้นปลาในด้านชนิดของแป้งต่อคุณภาพลูกชิ้นปลาพบว่า การเติมแป้งมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อความเหนียวและความชุ่มน้ำของลูกชิ้นปลาทรายแดง แต่ไม่มีผลต่อคะแนนรวม ชนิดแป้งที่ใช้ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง แป้งสาลี และแป้งข้าวโพด ผลการทดลองแสดงไว้ดังตารางที่ 2.3 และตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.3 ปริมาณความชื้น คะแนนลักษณะเนื้อสัมผัส ความเงา และ ความชุ่มน้ำของลูกชิ้นปลาหน้าดอกไม้ ผู้ชิม 19 คน

ชนิดของแป้ง	ปริมาณความชื้น (%)	ความเงา (คะแนนเต็ม 5)	ความเหนียว (คะแนนเต็ม 10)	ความชุ่มน้ำ (คะแนนเต็ม 5)
ไม่ใส่แป้ง	85.01	3.20±0.64(ab)	7.30±1.75(a)	3.69±1.11(a)
แป้งข้าวโพด	83.45	3.21±0.77(ab)	7.58±1.14(a)	3.47±1.09(a)
แป้งข้าวสาลี	83.52	3.10±0.55(a)	7.26±1.12(a)	3.58±1.04(a)
แป้งมันสำปะหลัง	83.85	3.55±0.74(b)	7.89±1.25(a)	3.66±0.89(a)

ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเดียวกัน ต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ที่มา : ปราณีศา เชื้อโพธิ์หัก และ นงนุช รักสกุลไทย (2534)

ตารางที่ 2.4 ปริมาณความชื้น คะแนนลักษณะเนื้อสัมผัส ความเงามัน และความชุ่มน้ำของลูกชิ้นปลา
ทรายแดง ผู้ชิม 16 คน

ชนิดของแป้ง	ปริมาณความชื้น (%)	ความเงามัน (คะแนนเต็ม 5)	ความเหนียว (คะแนนเต็ม 10)	ความชุ่มน้ำ (คะแนนเต็ม 5)
ไมใส่แป้ง	85.27	3.36±0.55(a)	5.81±1.28(a)	3.81±0.53(a)
แป้งข้าวโพด	82.81	3.32±0.58(a)	7.39±1.38(b)	3.39±0.58(b)
แป้งข้าวสาลี	83.69	3.36±0.48(a)	7.40±1.51(b)	3.36±0.48(b)
แป้งมันสำปะหลัง	83.98	3.61±0.47(a)	7.46±1.47(b)	3.46±0.48(b)

¹ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเดียวกัน ต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ที่มา : ปรานิตา เชื้อโพธิ์หัก และ นงนุช รักสกุลไทย (2534)

เมื่อดูองค์ประกอบของแป้งชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ทดลอง พบว่าแป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวสาลี และแป้งข้าวโพด มีปริมาณอะไมโลเพคติน ร้อยละ 82 ร้อยละ 74 และ ร้อยละ 75 ตามลำดับ ในลูกชิ้นปลาน้ำดอกไม้ที่ใส่แป้งต่างชนิดกันมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อดูลักษณะความเงามัน พบว่าลูกชิ้นที่ผสมแป้งข้าวสาลี จะมีความเงามันต่างจากลูกชิ้นที่ผสมแป้งมันสำปะหลังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และลูกชิ้นที่ผสมแป้งมันสำปะหลังได้คะแนนความเงามันสูงสุด ส่วนความเหนียวและความชุ่มน้ำไม่ต่างกัน

อย่างไรก็ตามทั้งในลูกชิ้นปลาทรายแดงและปลาน้ำดอกไม้พบว่า ลูกชิ้นที่ผสมแป้งมันสำปะหลังได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด อีกทั้งเมื่อดูแง่ของราคา แป้งมันสำปะหลังมีราคาต่ำที่สุด จึงน่าจะเสริมให้มีการใช้มากขึ้นเพื่อทดแทนแป้งข้าวสาลี ซึ่งขณะนี้ใช้กันอยู่โดยทั่วไปในการทำลูกชิ้นปลาดังนั้นจึงสามารถนำแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งมีปริมาณอะไมโลเพคตินสูง ร้อยละ 83 ทดแทนแป้งสาลีซึ่งมีปริมาณอะไมโลเพคตินสูง ร้อยละ 72 ได้ (กล้าณรงค์ ศรีรอด และ เกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ, 2543) เพราะให้ผลต่อคะแนนคุณภาพและความเหนียว โดยการพับไม่แตกต่างกัน

การวิจัยในครั้งนี้จึงเลือกใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นส่วนผสมในการผลิตลูกชิ้น เพราะเป็นแป้งที่มีปริมาณอะไมโลเพคตินสูง มีคุณสมบัติเหมาะในการทำลูกชิ้นเพราะจะทำให้ลูกชิ้นที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แน่น อีกทั้งยังเป็นแป้งที่ผลิตได้ในประเทศไทย หาซื้อง่ายและราคาถูกกว่าแป้งชนิดอื่น

2.6 อายุการเก็บรักษาลูกชิ้นปลา

ลูกชิ้นปลาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น เสื่อมเสียได้ง่าย ดังนั้นจึงต้องเก็บในสภาวะที่มีอุณหภูมิต่ำเพื่อชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เน่าเสีย จีวรธรรม แยม ประยูร และคณะ (2523) ศึกษาคุณภาพของลูกชิ้นปลาที่ทำจากปลาทรายแดง บรรจุในถุงพลาสติก เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 , -9 , 0 , 4 และ 30 องศาเซลเซียส ผลการทดลองพบว่า การเก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ลูกชิ้นจะเน่าเสียภายใน 1 วัน การเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิตู้เย็น) เมื่อเก็บได้ 4 วัน ลักษณะลูกชิ้นยังดี ผิวเนียนดี แต่ความยืดหยุ่นลดลง เมื่อเก็บได้ 6 วัน ผิวเริ่มเหนียวเป็นยาง สีคล้ำ และถ้าเก็บต่อไปจะมีกลิ่นแอมโมเนียแรงมาก การเก็บที่อุณหภูมิ -9 (อุณหภูมิแช่แข็งของตู้เย็น) และ -18 องศาเซลเซียส พบว่าเพียงวันแรกลักษณะเนื้อสัมผัสจะถูกทำลาย เนื่องจากน้ำในลูกชิ้นกลายเป็นผลึกน้ำแข็งอยู่ภายใน เมื่อนำมาทำการละลายลูกชิ้นจะเหนียวและมีรูพรุน เนื้อสัมผัสจะแข็งไม่ยืดหยุ่น ผู้บริโภคไม่ยอมรับแม้ว่าจะมีค่าคงที่ระเหยทั้งหมดต่ำ และเก็บรักษาได้นานก็ตาม

การบรรจุผลิตภัณฑ์ภายใต้สุญญากาศ (vacuum packaging) เป็นการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อีกวิธีหนึ่งที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้เก็บได้นานขึ้นกว่าการบรรจุผลิตภัณฑ์ภายใต้สภาวะบรรยากาศ เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศในการเจริญ (aerobic bacteria) ไม่สามารถเจริญได้ในสภาวะสุญญากาศ ผลิตภัณฑ์จึงเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศในการเจริญได้น้อยกว่าที่บรรจุสภาวะบรรยากาศ การบรรจุผลิตภัณฑ์ภายใต้สุญญากาศ หมายถึง การบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้สุญญากาศ โดยการดึงเอาอากาศภายในภาชนะ และหรือภายในผลิตภัณฑ์ออกไป และไม่มีสารปนเปื้อนใดๆ เข้าไปแทนที่ ทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างความดันภายในและภายนอกภาชนะ สังเกตได้จากการหดตัวของภาชนะบรรจุชนิดอ่อนตัว (Flexible form) หรือการยุบตัวของภาชนะบรรจุประเภทกึ่งคงรูป (Semi Rigid form) โดยทั่วไปความดันภายในภาชนะบรรจุจะมีค่าประมาณ 0.5-8 ทอร์ (Torr) (Kadoya, 1990)

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 วัสดุดิบ และสารเคมี

3.1.1 วัสดุดิบในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย

- เนื้อปลาบดเกรด AA (ปลาทรายแดง) จากบริษัท แปซิฟิก มารีน ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด
- หอยแมลงภู่สด จากตลาดหัวตะเข้
- หอยแครงสด จากตลาดหัวตะเข้
- หอยนางรมแกะเปลือก และแช่น้ำเกลือ จากซูเปอร์มาร์เก็ต
- แป้งมันสำปะหลังตราปลามังกร
- เกลือบั่นตราปรงทิพย์
- ไข่ขาว (ไข่ไก่)
- ผงชูรสตราอายิโนะโมะโต๊ะ
- กระเทียม
- พริกไทยตรามือที่ 1
- เนยขาว
- น้ำแข็งบดละเอียด

3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์จุลินทรีย์

- Plate count agar
- Lauryl sulfate tryptose broth
- Eosin methylene blue agar
- Thiosulphate citrate bile salts sucrose agar
- Triple sugar Iron
- Lysine Indole Motility medium
- MR-VP broth
- TSC agar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย

- เครื่องบดผสมอาหาร Moulinex, Masterchef 450
- เทอร์โมมิเตอร์
- Hot plate

3.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส

- เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส Texture Expert for Windows รุ่น Stable Micro

Systems TA-XT2I

3.2.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

- อุปกรณ์เครื่องแก้ว
- Autoclave
- ตู้บ่มเพาะเชื้อ
- ตู้เย็นควบคุมอุณหภูมิ

3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.4.1 การศึกษาขนาดของเนื้อหอยที่เหมาะสมในการทำลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย

การเตรียมเนื้อหอย หอยที่ใช้ทั้งหมด 3 ชนิด มีวิธีการเตรียมต่าง ๆ กันได้แก่

- การเตรียมเนื้อหอยแมลงภู่มะเข็มน้ำเกลือที่ระดับความเข้มข้น ร้อยละ 3 เป็นเวลา 30 นาที นำไปต้มในน้ำเดือดนาน 10 นาที และเปลือกออก แล้วจึงนำเนื้อหอยมาหั่นให้มีขนาด 1 เซนติเมตร 0.5 เซนติเมตร และบดละเอียด โดยใช้เครื่องบดผสมอาหาร บดเป็นเวลา 3 นาที เพื่อเป็นส่วนผสมในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่มะเข็มน้ำเกลือ

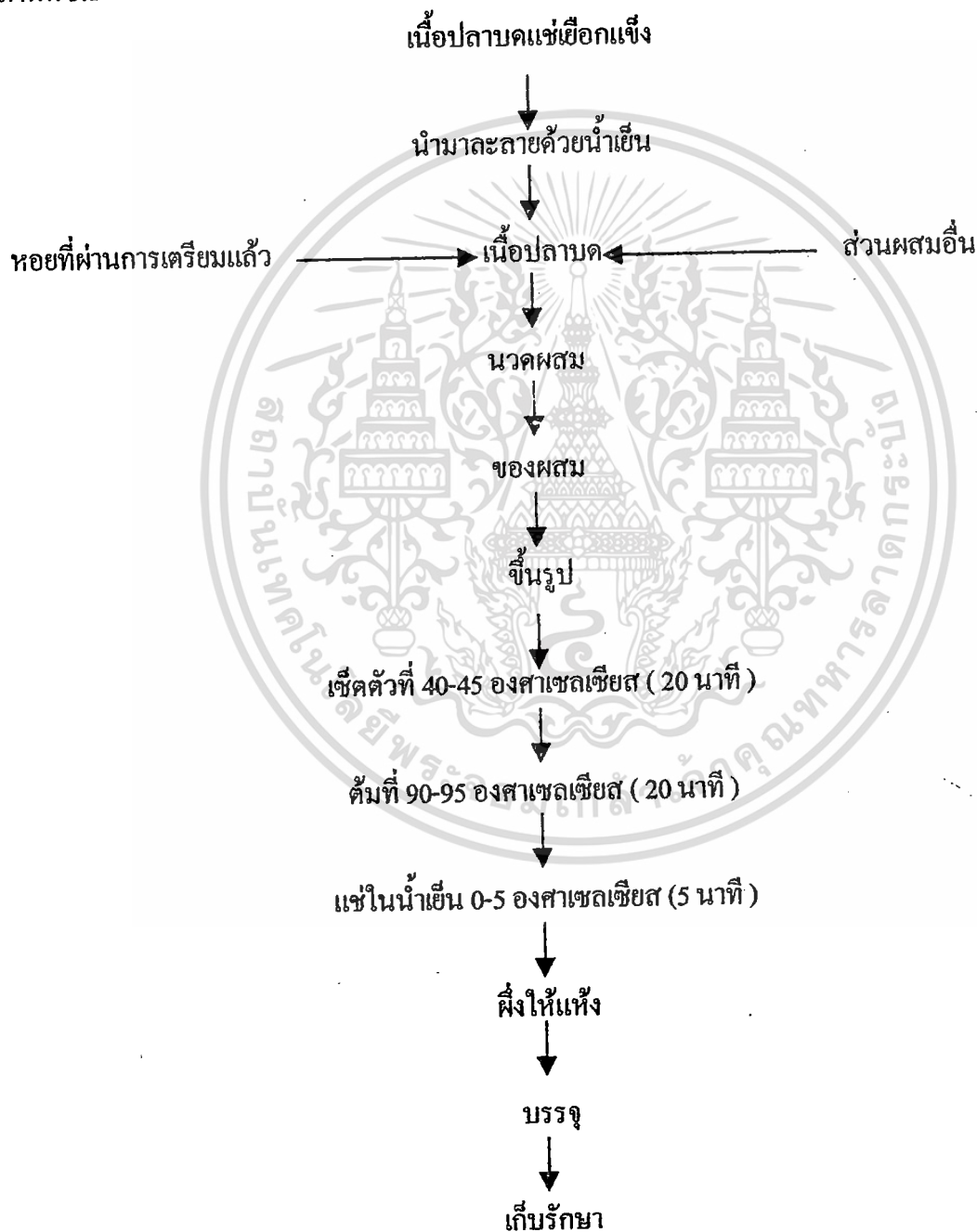
- การเตรียมเนื้อหอยแครง หอยแครงที่ซื้อมา นำมาแช่ในน้ำสะอาดนาน 5 นาที 2-3 ครั้ง เพื่อให้หอยคายโคลนออก และเพื่อกำจัดสิ่งปนเปื้อนมากับหอย จากนั้นแช่น้ำเกลือที่ระดับ ความเข้มข้น ร้อยละ 3 เป็นเวลา 30 นาที นำไปต้มในน้ำเดือด นาน 10 นาที และเปลือกออก แล้วจึงนำเนื้อหอยมาหั่นให้มีขนาด 1 เซนติเมตร 0.5 เซนติเมตร และบดละเอียด โดยใช้เครื่องบดผสมอาหาร บดเป็นเวลา 3 นาที เพื่อเป็นส่วนผสมในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเตรียมเนื้อหอยนางรม หอยนางรมที่แกะเปลือกมาแช่น้ำเกลือที่ระดับ ความเข้มข้น ร้อยละ 3 เป็นเวลา 30 นาที นำมาต้มในน้ำเดือดนาน 10 นาที แล้วจึงนำเนื้อหอยมาหั่นให้มีขนาด 1 เซนติเมตร 0.5 เซนติเมตร และบดละเอียดโดยใช้เครื่องบดผสมอาหาร บดเป็นเวลา 3 นาที เพื่อเป็นส่วนผสมในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม

หลังจากเตรียมเนื้อหอยดังกล่าว 3.4.1 แล้ว นำมาทำลูกชิ้น โดยมีวิธีการทำแสดงดัง

ภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 การทำลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อปลาสด ที่ผ่านการละลายแล้วนำมาบดผสมกับส่วนผสม (ingredient) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.1 บดผสมให้ส่วนผสมเข้ากัน แล้วจึงใส่เนื้อหอยที่ผ่านการเตรียมไว้แล้ว ใช้เนื้อปลาสดต่อเนื้อหอย เป็น 80 : 20 จากนั้นนำมาปั่นโดยใช้มือ น้ำหนักของลูกชิ้นเฉลี่ยประมาณ 10 กรัม/ 1 ลูก แล้วปล่อยให้ลูกชิ้นเซตตัว (setting) ที่อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที จากนั้นนำลูกชิ้นไปต้มที่อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที จึงนำลูกชิ้นมาแช่ในน้ำเย็นอุณหภูมิ 0-5 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที เมื่อลูกชิ้นเย็นแล้วจึงหึ่งให้แห้ง และบรรจุลงถุงพลาสติก โดยถุงพลาสติกที่ใช้เป็นถุง nylon หนา 15 ไมครอน / laminate low density polyethylene หนา 65 ไมครอน (N /LLDPE) รวมมีความหนา 80 ไมครอน ทำการตรวจสอบโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 3.1 แสดงส่วนผสมในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย คิดเป็นร้อยละ โดยน้ำหนักของเนื้อปลาครบกับเนื้อหอย

ส่วนผสม (ingredient)	ร้อยละ โดยน้ำหนักของเนื้อปลาครบกับเนื้อหอย
เกลือ	3.0
น้ำตาล	1.0
พริกไทยป่น	0.6
ผงชูรส	0.15
เนยขาว	2.0
กระเทียม	0.5
ไข่ขาว (ไข่ไก่)	0.5

ทดสอบทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ชิม 18 คน ประเมินคุณภาพประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม ให้คะแนนความชอบแบบ 9 - point Hedonic scale (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด) วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Statistical Package for the Social Science (SPSS) Version 10.0 เพื่อหาขนาดของหอยที่ผู้ชิมยอมรับมากที่สุด และนำผลการทดลองที่ได้ไปใช้ในการศึกษาหาสูตรลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยในหัวข้อ 3.4.2

3.4.2 ศึกษาผลของอัตราส่วนของเนื้อปลาสดต่อเนื้อหอย และผลของปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับของผู้บริโภค

ทำการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแต่ละชนิด โดยวิธีตามภาพที่ 3.1 ใช้อัตราส่วนเนื้อปลาสดต่อเนื้อหอย 3 ระดับ ได้แก่ 85 : 15 80 : 20 และ 75 : 25 และใช้แป้งมันสำปะหลัง 3 ไม่ว่าจะชนิดใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และร้อยละ 8 ของน้ำหนักเนื้อปลาครบกับเนื้อหอย จัดสิ่งทดลองเป็นแบบ 3 x 3 factorial และนำลูกชิ้นที่ได้ไปทำการตรวจสอบคุณภาพดังนี้

3.4.2.1 ตรวจสอบคุณภาพด้านการยอมรับของผู้บริโภค ใช้ผู้ชิม 18 คน ประเมินคุณภาพประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส รสชาติ และการยอมรับโดยรวม ให้คะแนนความชอบแบบ 9-point Hedonic scale (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด) วางแผนการทดลองแบบ Balance Incomplete Block (BIB) Design การสุ่มตัวอย่างแก่ผู้ชิมผู้ชิม 1 คน จะได้ตัวอย่าง 4 ตัวอย่าง วิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SAS Version 6.03 เพื่อเลือกสูตรที่ผู้ชิมยอมรับมากที่สุด

3.4.2.2 ศึกษาคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัสโดยการกด (compression test) ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Expert for Windows รุ่น Stable Micro Systems TA-XT2i) โดยตัดให้ตัวอย่างลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยมีขนาดความสูง 1.0 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 3.0 เซนติเมตร กดทับให้ได้ deformation ร้อยละ 30 ใช้หัวกดที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 75 มิลลิเมตร ความเร็วของหัวกดเคลื่อนที่ตกลงมาบนตัวอย่าง (test speed) 1.0 มิลลิเมตรต่อวินาที ทำการทดลอง 5 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range test

3.4.3 ศึกษาอายุการเก็บของลูกชิ้น

นำลูกชิ้นสูตรที่ผู้ชิมยอมรับมากที่สุดจากข้อ 3.4.2 มาเก็บรักษาโดยบรรจุลงในถุง N/LLDPE (nylon 15 micron and laminate low density polyethylene 65 micron) บรรจุสุญญากาศ บรรจุอากาศ และบรรจุสูญญากาศ เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นำมาวิเคราะห์ทางเคมี และจุลินทรีย์ จนกว่าผลิตภัณฑ์จะไม่ใช่ที่ยอมรับ

3.4.3.1 การวิเคราะห์ทางเคมี จะวิเคราะห์ปริมาณค่าที่ระเหยทั้งหมด (TVB - N) และ ค่าความเป็นกรดค่า (pH) (MFRD, 1987b)

3.4.3.2 การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ จะวิเคราะห์หา total plate count , *Escherichia coli* , *Vibrio parahaemolyticus* และ *Clostridium perfringens* (AOAC, 1984 ; APHA, 1992)

3.4.4 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้น

นำลูกชิ้นสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากข้อ 3.4.2 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้า (AOAC, 1995)

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษาขนาดของเนื้อหอยที่เหมาะสมในการทำลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย

ในการทดลองใช้ เนื้อหอย 3 ขนาด คือ บดละเอียด หั่น 0.5 เซนติเมตร และหั่น 1.0 เซนติเมตร และให้ส่วนผสมอื่นคงที่ นำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ (ตารางที่ 4.1) พบว่าลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ เมื่อใช้หอยแมลงภู่ที่บดละเอียด ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ จะมีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี และการยอมรับรวมน้อยกว่าตัวอย่างหอยแมลงภู่ขนาดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) การที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากหอยแมลงภู่บดละเอียด สีของเนื้อหอยแมลงภู่ จะผสมรวมกับสีขาวของเนื้อปลาสด ทำให้ลูกชิ้นมีสีคล้ำไม่น่ารับประทาน แต่การหั่นให้มีขนาดใหญ่ขึ้น คือ 0.5 และ 1.0 เซนติเมตร จะทำให้มองเห็นส่วนที่เป็นเนื้อหอยแมลงภู่ และเนื้อปลาสดได้อย่างชัดเจน

ตารางที่ 4.1 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ที่เตรียมจากเนื้อหอยแมลงภู่ที่มีขนาดต่างกัน

ลักษณะที่ทดสอบ	ขนาดของชิ้นหอยแมลงภู่		
	บดละเอียด	หั่น 0.5 เซนติเมตร	หั่น 1.0 เซนติเมตร
ลักษณะปรากฏ	5.78 ^b ± 1.48	7.06 ^a ± 1.26	6.78 ^a ± 1.31
สี	5.44 ^b ± 1.34	7.28 ^a ± 1.02	7.44 ^a ± 0.98
กลิ่น	5.61 ^b ± 1.15	6.72 ^a ± 1.41	6.78 ^a ± 1.52
รสชาติ	6.94 ^a ± 1.16	7.05 ^a ± 0.94	7.33 ^a ± 0.97
ลักษณะเนื้อสัมผัส	6.94 ^a ± 0.94	6.89 ^a ± 1.23	7.17 ^a ± 1.18
การยอมรับรวม	6.28 ^b ± 1.32	7.22 ^a ± 0.94	7.27 ^a ± 1.27

^{a,b} ตัวอักษรต่างกันในแนวนอนหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างหอยแมลงภู่ที่มีขนาด 0.5 เซนติเมตร และ 1.0 เซนติเมตร พบว่า ผลคะแนนการชิมในทุกลักษณะที่ทดสอบไม่แตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) อย่างไรก็ตาม ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ที่หั่นเนื้อหอยขนาด 0.5 เซนติเมตร เป็นขนาดที่สะดวกในการนำไปขึ้นรูปเป็นลูกชิ้นไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าเนื้อหอยมีขนาดใหญ่การปั้นขึ้นรูปทำได้ยากกว่า และการควบคุมความสม่ำเสมอของเนื้อหอยในลูกขึ้นทำได้ยาก ดังนั้นจึงเลือกใช้เนื้อหอยที่หั่น 0.5 เซนติเมตร ในการผลิตลูกขึ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่

ในกรณีของลูกขึ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง (ตารางที่ 4.2) พบว่าลูกขึ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงเมื่อใช้หอยแครงที่บดละเอียดในการผลิตลูกขึ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง จะมีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี และการยอมรับรวมน้อยกว่าตัวอย่างหอยแครงขนาดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) สอดคล้องกับลูกขึ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ คือ การใช้หอยแครงบดละเอียด สีของเนื้อหอยแครง จะผสมรวมกับสีขาวของเนื้อปลาบด ทำให้ลูกขึ้นมีสีคล้ำไม่น่ารับประทาน แต่การหั่นให้มีขนาดใหญ่ขึ้น คือ 0.5 และ 1.0 เซนติเมตร จะทำให้มองเห็นส่วนที่เป็นเนื้อแครง และเนื้อปลาบดได้อย่างชัดเจน

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างหอยแครงที่มีขนาด 0.5 เซนติเมตร และ 1.0 เซนติเมตร พบว่าผลคะแนนการชิมในทุกลักษณะที่ทดสอบไม่แตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) อย่างไรก็ตามเนื้อหอยแครงที่หั่นขนาด 0.5 เซนติเมตร เป็นขนาดที่สะดวกในการนำไปขึ้นรูปเป็นลูกขึ้น และสามารถควบคุมความสม่ำเสมอของเนื้อหอยในลูกขึ้นได้ง่าย เช่นเดียวกับลูกขึ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ ดังนั้นจึงเลือกใช้เนื้อหอยที่หั่น 0.5 เซนติเมตร ในการผลิตลูกขึ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง

ตารางที่ 4.2 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกขึ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง ที่เตรียมจากเนื้อหอย ที่มีขนาดต่างกัน

ลักษณะที่ทดสอบ	ขนาดของขึ้นหอยแครง		
	บดละเอียด	หั่น 0.5 เซนติเมตร	หั่น 1.0 เซนติเมตร
ลักษณะปรากฏ	4.78 ^b ± 1.48	6.05 ^a ± 1.16	6.44 ^a ± 1.38
สี	4.39 ^b ± 1.29	6.39 ^a ± 0.92	6.72 ^a ± 1.02
กลิ่น	5.78 ^a ± 1.48	6.22 ^a ± 1.26	6.61 ^a ± 1.24
รสชาติ	6.61 ^a ± 1.29	6.72 ^a ± 0.89	6.61 ^a ± 1.38
ลักษณะเนื้อสัมผัส	6.67 ^a ± 1.24	6.72 ^a ± 0.96	6.56 ^a ± 1.34
การยอมรับรวม	5.83 ^b ± 1.34	6.61 ^a ± 0.98	6.67 ^a ± 1.24

^{a,b} ตัวอักษรต่างกันในแนวนอนหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ในกรณีของลูกขึ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม (ตารางที่ 4.3) มีความแตกต่างจากลูกขึ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ และลูกขึ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง กล่าวคือ คะแนนความชอบรวมของลูกขึ้นปลาแมลงภู่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าลูกขึ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม ไม่ควรนำเนื้อหอยนางรมไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผสมเนื้อหอยนางรมที่ใช้เนื้อหอยบดละเอียดมีคะแนนสูงกว่าตัวอย่างที่ใช้ขนาดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เนื่องจากการหั่นเนื้อหอยนางรมให้มีขนาดบดละเอียด หอยนางรมเมื่อผสมกับเนื้อปลาบด จะทำให้ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมมีสีขาวนวล อมเจียวเล็กน้อย นำรับประทานกว่าการหั่นขนาด 0.5 และ 1.0 เซนติเมตร โดยคะแนนการชิมด้านลักษณะปรากฏของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมที่ใช้เนื้อหอยนางรมบดละเอียดมีคะแนนสูงกว่าด้านอื่น ประกอบกับการบดเนื้อหอยให้ละเอียด ทำให้การปั้นขึ้นรูปทำได้ง่ายกว่า ดังนั้นจึงเลือกใช้เนื้อหอยนางรมที่บดละเอียดในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม

ตารางที่ 4.3 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมที่เตรียมจากเนื้อหอยที่มีขนาดต่างกัน

ลักษณะที่ทดสอบ	ขนาดของชิ้นหอยนางรม		
	บดละเอียด	หั่น 0.5 เซนติเมตร	หั่น 1.0 เซนติเมตร
ลักษณะปรากฏ	6.83 ^a ±0.62	6.61 ^{ab} ±0.92	6.11 ^b ±1.23
สี	6.61 ^a ±0.85	6.61 ^a ±0.61	6.17 ^a ±1.10
กลิ่น	6.33 ^a ±1.03	6.50 ^a ±0.86	6.28 ^a ±1.27
รสชาติ	7.00 ^a ±0.77	7.06 ^a ±1.10	6.33 ^b ±1.37
ลักษณะเนื้อสัมผัส	6.89 ^a ±0.96	6.89 ^a ±0.96	6.50 ^a ±1.34
การยอมรับรวม	6.94 ^a ±0.87	6.78 ^a ±1.11	6.44 ^a ±1.15

^{ab} ตัวอักษรต่างกันในแนวนอนหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.2 ผลการศึกษาอัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอย และผลของปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับของผู้บริโภค

จากการทดลองผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย โดยแปรสัดส่วนเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอย 3 ระดับ ได้แก่ 85 : 15 80 : 20 และ 75 : 25 และศึกษาพร้อมกับปริมาณแป้งมันสำปะหลัง 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และร้อยละ 8 จัดตั้งทดลองแบบ factorial (3X3) ให้ส่วนผสมอื่นคงที่ นำมาวัดค่าความแข็งแรงของเจล โดยวิธี Compression test และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการวัดค่าความแข็งแรงของเจลของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ (ตารางที่ 4.4) ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแดง (ตารางที่ 4.5) และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม (ตารางที่ 4.6) เมื่อเปรียบเทียบลูกชิ้นสูตรที่มีอัตราส่วนเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยเท่ากัน พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งมันสำปะหลัง ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก ร้อยละ 3 เป็นร้อยละ 5 และร้อยละ 8 ค่าความแข็งของเจลจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยค่าความแข็งของเจลจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งมันสำปะหลัง ดังจะเห็นได้จากลูกชิ้นที่มีอัตราส่วนเนื้อปลาสดต่อเนื้อหอยแมลงภู่มะ 85 : 15 ค่าความแข็งแรงของเจลที่มีปริมาณแป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 3 ร้อยละ 5 และ ร้อยละ 8 เป็น 722.3 กรัม 1031.3 กรัม และ 1160.1 กรัม ตามลำดับ ทั้งนี้การเติมแป้งมันสำปะหลังในปริมาณมากขึ้น แป้งจะเข้าไปแทรกในโปรตีนเนื้อปลา เม็ดแป้งจะเกิดการดูดซับน้ำที่มีอยู่ภายในโปรตีนเนื้อปลา ทำให้เม็ดแป้งบวมพองอยู่ในโครงสร้าง จึงทำให้เจลมีความแน่นและแข็งแรงมากขึ้น (Kong *et al.*, 1999)

เมื่อเปรียบเทียบลูกชิ้นที่มีปริมาณแป้งมันสำปะหลังเท่ากัน เมื่อเพิ่มอัตราส่วนเนื้อปลาสดต่อเนื้อหอย จาก 85 : 15 เป็น 80 : 20 และ 75 : 25 ในกรณีของ ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่มะ (ตารางที่ 4.4) และ ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง (ตารางที่ 4.6) พบว่าลูกชิ้นจะมีค่าความแข็งของเจลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยค่าความแข็งของเจลจะลดลงเมื่อมีปริมาณเนื้อหอยเพิ่มขึ้น ดังจะเห็นได้จากลูกชิ้นสูตรที่มีปริมาณแป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 3 ที่อัตราส่วนเนื้อปลาสดต่อเนื้อหอยแมลงภู่มะ 85 : 15 และ 75 : 25 มีค่าความแข็งแรงของเจล 722.3 กรัม และ 528.0 กรัม ตามลำดับ ทั้งนี้หอยเป็นสัตว์น้ำที่มีความชื้นอยู่สูง ร้อยละ 80.3 (Watt and Merril, 1950) เมื่อผสมในลูกชิ้นอัตราส่วนที่มากขึ้นทำให้ปริมาณน้ำในสูตรมีมากขึ้น ประกอบกับการที่เนื้อหอยมีขนาดใหญ่ (0.5 เซนติเมตร) ทำให้การเกิดเป็นเจลของเนื้อปลาสดไม่เรียบเนียนเป็นเนื้อเดียวกัน เป็นเหตุให้ค่าความแข็งของเจลลดลง แต่ในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม (ตารางที่ 4.8) ซึ่งใช้เนื้อหอยที่บดละเอียด พบว่าที่อัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังเท่ากัน ผลของการเพิ่มปริมาณเนื้อหอยต่อความแข็งของเจลมีน้อยกว่าเนื้อหอยแมลงภู่มะ และหอยแครง ขนาดของเนื้อหอยที่บดละเอียด ทำให้การรวมตัวประสานกันเป็นร่างแหของเจลดีกว่าการใช้เนื้อหอยขนาดใหญ่ เป็นเหตุให้เกิดโครงสร้างเจลที่แข็งแรงกว่า

ตารางที่ 4.4 ค่าความแข็ง (g.force) ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่มะ ที่ผลิตโดยการแปรสัดส่วนเนื้อปลาสดต่อเนื้อหอยแมลงภู่มะ และสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง

แป้งมันสำปะหลัง (ร้อยละ)	อัตราส่วนเนื้อปลาสด : เนื้อหอยแมลงภู่มะ		
	85 : 15	80 : 20	75 : 25
3	722.3 ^d ± 30.9	685.4 ^d ± 27.4	528.0 ^f ± 36.0
5	1031.3 ^b ± 15.3	595.4 ^e ± 22.7	609.8 ^e ± 23.6
8	1160.1 ^a ± 89.7	1006.9 ^b ± 47.8	932.7 ^c ± 48.7

^{a,b,c,d,e,f} ตัวอักษรต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ค่าความแข็ง (g.force) ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง ที่ผลิตโดยการแปรสัดส่วน เนื้อปลาต่อเนื้อหอยแครงและสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง

แป้งมันสำปะหลัง (ร้อยละ)	อัตราส่วนเนื้อปลาต่อเนื้อหอยแครง		
	85 : 15	80 : 20	75 : 25
3	760.6 ^a ±31.2	724.6 ^a ±54.5	718.4 ^a ±46.1
5	1124.0 ^b ±35.7	821.2 ^b ±56.8	750.4 ^a ±50.5
8	1336.4 ^a ±39.6	1368.8 ^a ±87.7	1051.0 ^a ±35.2

a,b,...,n ตัวอักษรต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.6 ค่าความแข็ง (g.force) ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม ที่ผลิตโดยการแปรสัดส่วน เนื้อปลาต่อเนื้อหอยนางรม และสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง

แป้งมันสำปะหลัง (ร้อยละ)	อัตราส่วนเนื้อปลาต่อเนื้อหอยนางรม		
	85 : 15	80 : 20	75 : 25
3	1093.1 ^a ±35.1	891.5 ^b ±37.0	907.8 ^b ±37.0
5	1169.8 ^d ±36.9	1176.3 ^d ±31.6	1054.1 ^f ±30.1
8	1677.5 ^a ±42.0	1538.5 ^b ±48.1	1382.1 ^c ±63.3

a,b,...,n ตัวอักษรต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ (ตารางที่ 4.10) พบว่าลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ มีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังนั้น การเลือกอัตราส่วนของเนื้อปลาต่อเนื้อหอยแมลงภู่ และปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เหมาะสมในการผลิต จะอาศัยหลักเกณฑ์ของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการผลิตในการทดลองครั้งนี้จึงเลือกลูกชิ้นที่ผลิตโดยใช้อัตราส่วนเนื้อปลาต่อเนื้อหอยแมลงภู่ เป็น 75 : 25 และปริมาณแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 8 เพราะมีคะแนนการยอมรับระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก อีกทั้งยังมีต้นทุนการผลิตต่ำ

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง (ตารางที่ 4.11) พบว่าลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงมีคะแนนการยอมรับด้านสี และการยอมรับรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วนคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยตัวอย่างที่ใช้สัดส่วนของเนื้อปลาต่อเนื้อหอยแครง และสัดส่วนของแป้งมันสำปะหลังที่ 85 : 15/ ร้อยละ 3 80 : 20/ ร้อยละ 3 85 : 15/ ร้อยละ 5

เอหอยแครง และสัดส่วนของแป้งมันสำปะหลังที่ 85 : 15/ ร้อยละ 3 80 : 20/ ร้อยละ 3 85 : 15/ ร้อยละ 5 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

80 : 20/ ร้อยละ 5 85 : 15/ ร้อยละ 8 และ 75 : 25/ ร้อยละ 8 มีคะแนนการยอมรับสูงและไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ดังนั้นการเลือกอัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยแครง และปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เหมาะสมในการผลิต จะพิจารณาจากค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการผลิต ในการทดลองจึงเลือกลูกชิ้นที่ผลิตโดยใช้ปริมาณแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 8 และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของลูกชิ้นที่แป้งมันสำปะหลังร้อยละ 8 พบว่า คะแนนการยอมรับด้านสีของลูกชิ้นที่ใช้อัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยแครงเท่ากับ 85 : 15 มีคะแนนการยอมรับด้านสีสูงกว่าที่อัตราส่วนอื่น การใช้เนื้อหอยแครงมากทำให้สีของลูกชิ้นดำคล้ำ ดังนั้นจึงเลือกลูกชิ้นที่ผลิตโดยใช้อัตราส่วนเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยแครง 85 : 15 ปริมาณแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 8 ในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม (ตารางที่ 4.12) พบว่ามีเพียงลักษณะทดสอบด้านเนื้อสัมผัสที่มีคะแนนแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่ตัวอย่างที่ใช้สัดส่วนเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยนางรม/สัดส่วนของแป้งมันสำปะหลัง ที่ 85 : 15/ ร้อยละ 5 และ 85 : 15 / ร้อยละ 8 มีคะแนนด้านเนื้อสัมผัสสูงกว่าตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาร่วมกับค่าใช้จ่ายในการผลิต ในการทดลองครั้งนี้จึงเลือกลูกชิ้นที่ผลิตโดยใช้อัตราส่วนเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยนางรม 85 : 15 และแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 8 เพราะมีคะแนนการยอมรับในแต่ละลักษณะอยู่ในระดับขอบเล็กน้อยถึงขอบปานกลาง อีกทั้งมีต้นทุนการผลิตต่ำ

ตารางที่ 4.7 ค่าความยืดหยุ่น (m) ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ ที่ผลิตโดยการแปรสัดส่วนเนื้อปลาต่อเนื้อหอยแมลงภู่ และสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง

แป้งมันสำปะหลัง (ร้อยละ)	อัตราส่วนเนื้อปลา : เนื้อหอยแมลงภู่		
	85 : 15	80 : 20	75 : 25
3	1.0 ^{bc} ±0.1	1.0 ^{bcd} ±0.0	1.0 ^{bcd} ±0.1
5	1.1 ^{abcd} ±0.0	1.0 ^{cd} ±0.0	1.0 ^d ±0.0
8	1.1 ^{abcd} ±0.0	1.1 ^{abc} ±0.0	1.1 ^{ab} ±0.1

^{a,b,...,n} ตัวอักษรต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.8 ค่าความยืดหยุ่น (m) ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง ที่ผลิตโดยการแปรสัดส่วนเนื้อปลาต่อเนื้อหอยแครง และสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง

แป้งมันสำปะหลัง (ร้อยละ)	อัตราส่วนเนื้อปลา : เนื้อหอยแครง		
	85 : 15	80 : 20	75 : 25
3	1.2 ^c ±0.0	1.1 ^c ±0.1	1.2 ^{ab} ±0.1
5	1.1 ^c ±0.1	1.2 ^{bc} ±0.1	1.1 ^c ±0.1
8	1.2 ^c ±0.0	1.2 ^a ±0.0	1.2 ^{ab} ±0.1

^{a,b,...,n} ตัวอักษรต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.9 ค่าความยืดหยุ่น (m) ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม ที่ผลิตโดยการแปรสัดส่วนเนื้อปลาต่อเนื้อหอยนางรม และสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง

แป้งมันสำปะหลัง (ร้อยละ)	อัตราส่วนเนื้อปลา : เนื้อหอยนางรม		
	85 : 15	80 : 20	75 : 25
3	1.2 ^c ±0.0	1.2 ^{abc} ±0.0	1.2 ^{ab} ±0.0
5	1.2 ^a ±0.0	1.2 ^{bc} ±0.0	1.2 ^{abc} ±0.1
8	1.1 ^d ±0.0	1.1 ^d ±0.0	1.1 ^d ±0.1

^{a,b,...,n} ตัวอักษรต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่งูที่ผลิต โดยการแปรสัดส่วนเนื้อปลาสด : เนื้อหอยแมลงภู่งู และสัดส่วน
 แป้งมันสำปะหลัง

ลักษณะที่ทดสอบ	ชูริมิ : เนื้อหอย / ระดับแป้ง (ร้อยละ)								
	85 : 15 / 3	80 : 20 / 3	75 : 25 / 3	85 : 15 / 5	80 : 20 / 5	75 : 25 / 5	85 : 15 / 8	80 : 20 / 8	75 : 25 / 8
ลักษณะปรากฏ	6.8±0.9	7.3±1.3	6.4±0.7	7.4±0.7	7.3±0.7	6.1±1.1	7.3±1.5	7.1±1.3	7.2±1.0
สี	7.0±1.1	7.4±1.2	6.8±0.5	7.6±0.5	7.5±0.5	6.8±1.4	7.3±1.2	7.6±0.7	7.6±0.5
กลิ่น	6.8±1.7	7.0±1.1	6.6±1.0	7.4±0.5	7.6±0.7	6.8±1.3	7.1±1.6	7.6±0.9	7.9±0.8
รสชาติ	7.0±1.1	6.6±1.1	7.1±0.8	7.3±0.8	7.4±0.7	7.3±0.7	7.4±0.9	7.6±1.1	7.8±0.9
เนื้อสัมผัส	7.4±1.3	6.9±1.0	6.9±0.6	7.4±0.7	7.4±0.7	6.6±0.9	7.8±0.7	7.6±1.2	7.5±0.9
การยอมรับรวม	7.4±1.1	6.9±1.5	6.9±0.6	7.6±0.7	7.6±0.5	6.6±0.5	7.4±1.5	7.8±0.9	7.8±0.9

a, b, c,...k ตัวอักษรต่างกันในแนวนอนหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.11 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง ที่ผลิตโดยการแปรรูปส่วนเนื้อปลาสด : เนื้อหอยแครง และสัดส่วนแป้งมันสำปะหลัง

ลักษณะที่ทดสอบ	ชูริมิ : เนื้อหอย / ระดับแป้ง								
	85:15/ 3%	80:20 / 3 %	75:25 / 3%	85:15 / 5 %	80:20 / 5 %	75 :25 / 5 %	85:15 / 8 %	80 :20 / 8%	75 :25 / 8%
ลักษณะปรากฏ	6.38±1.30	5.88 ±1.25	5.00 ±1.07	6.25 ±1.16	5.88 ±0.83	5.75 ±0.46	6.38 ±1.30	5.50 ±0.76	5.75 ±1.16
สี	5.88 ^{ac} ±0.83	6.00 ^{ab} ±1.07	5.38 ^{ac} ±0.92	6.50 ^a ±1.07	5.63 ^{ac} ±0.74	5.50 ^c ±0.93	6.25 ^a ±1.28	5.75 ^c ±0.71	5.63 ^{ac} ±0.74
กลิ่น	6.50±0.76	5.25 ±1.28	5.63 ±0.92	6.00 ±1.07	5.88 ±1.25	6.00 ±0.93	6.50 ±1.31	6.00 ±1.41	5.75 ±1.28
รสชาติ	6.88±0.99	6.63 ±1.06	6.25 ±1.16	7.00 ±0.76	6.38 ±0.92	6.38 ±0.74	6.63 ±1.30	6.75 ±1.39	6.88 ±0.84
เนื้อสัมผัส	6.88±0.64	6.75 ±0.71	6.50 ±0.71	7.00 ±0.93	5.88 ±1.36	6.63 ±0.52	7.25 ±0.71	6.25 ±1.16	6.13 ±1.25
การยอมรับรวม	7.13 ^a ±0.64	6.50 ^{abc} ±0.93	5.88 ^{bc} ±1.13	7.13 ^a ±0.64	6.00 ^{abc} ±1.20	6.13 ^{bc} ±0.64	6.63 ^{ab} ±1.51	6.00 ^c ±1.07	6.25 ^{abc} ±0.89

a, b, c, ... k ค่าที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P ≤ 0.05)

ตารางที่ 4.12 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมที่ผลิตโดยการแปรรัดส่วนเนื้อปลาสด : เนื้อหอยนางรม และสัดส่วน
แป้งมันสำปะหลัง

ลักษณะที่ทดสอบ	ชูริมิ : เนื้อหอย / ระดับแป้ง								
	85:15/ 3%	80:20 / 3 %	75:25 / 3%	85:15/ 5 %	80:20/ 5 %	75 :25 / 5 %	85:15 / 8 %	80 :20/ 8%	75 :25 / 8%
ลักษณะปรากฏ	6.50±0.76	5.88±1.56	5.88±1.36	6.38±1.06	5.75±1.49	5.75±1.58	5.75±1.28	5.50±1.69	5.25±1.16
สี	6.88±0.83	5.75±1.28	5.88±1.46	6.00±1.31	5.88±1.13	5.63±1.41	5.88±1.55	5.63±1.41	5.50±1.31
กลิ่น	6.25±1.04	6.50±0.76	6.38±0.52	6.50±1.20	6.13±1.36	6.50±0.76	6.50±1.07	6.25±1.39	6.25±1.16
รสชาติ	7.00±0.76	6.25±0.28	6.50±0.76	6.75±1.16	6.75±0.89	6.50±0.76	6.25±0.46	6.50±0.76	6.75±0.89
เนื้อสัมผัส	6.75 ^b ±0.89	6.38 ^{cd} ±1.06	5.88 ^d ±0.83	7.13 ^{ab} ±0.35	6.38 ^{bc} ±1.41	6.00 ^{cd} ±1.07	7.13 ^a ±0.83	6.38 ^{bc} ±1.41	6.63 ^{bc} ±0.92
การยอมรับรวม	6.75±0.71	6.38±1.06	6.13±1.13	7.25±0.71	6.25±1.28	5.88±1.25	6.63±1.07	6.25±0.71	6.50±0.76

a, b, c,...k ค่าที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P ≤0.05)

4.3 ผลการศึกษาอายุการเก็บของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย

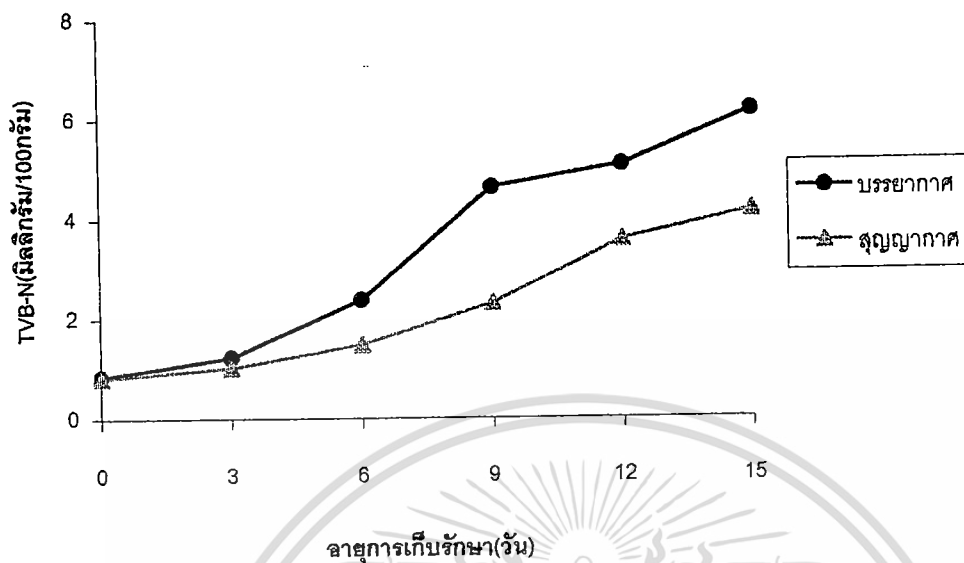
4.3.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

4.3.1.1 ปริมาณค่าที่ระเหยได้ (TVB-N)

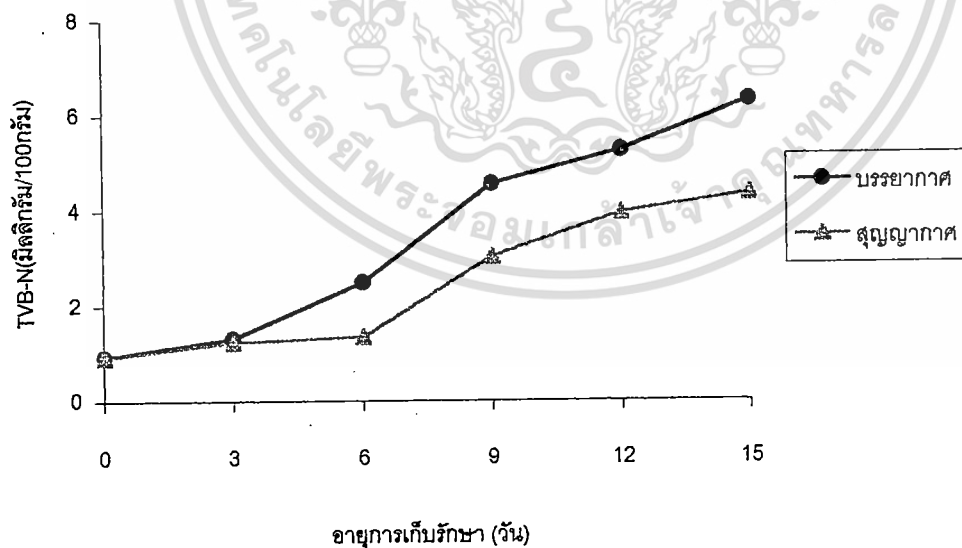
จากการวิเคราะห์ปริมาณค่าที่ระเหยได้ (total volatile base nitrogen, TVB-N) พบว่าปริมาณค่าที่ระเหยได้ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ (ภาพที่ 4.1) ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง (ภาพที่ 4.2) และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม (ภาพที่ 4.3) ที่บรรจุสถานะบรรยากาศ และสุญญากาศ เก็บรักษานาน 15 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยค่าปริมาณค่าที่ระเหยได้ในวันแรก ๆ มีค่าต่ำ และเมื่อเก็บรักษาลูกชิ้นนานขึ้นค่าจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ สอดคล้องกับการผลิตลูกชิ้นปลาผสมแมลงภู่และการเก็บรักษา ของ ธารินี ยศสุนทร (2544) ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณโปรตีนอยู่สูง เมื่อเก็บรักษานานขึ้น เชื้อจุลินทรีย์จะย่อยสลายโปรตีนที่มีอยู่ในเนื้อปลาเป็นแอม โมเนีย จึงวัดปริมาณแอม โมเนียโดยการหาค่าปริมาณค่าที่ระเหยได้

สัตว์น้ำจะเริ่มมีคุณภาพไม่ดีเมื่อมีปริมาณค่าที่ระเหยทั้งหมดเกิน 25 มิลลิกรัม /100 กรัม (Banks *et al.*, 1980) อย่างไรก็ตามปริมาณค่าที่ระเหยได้ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ในทุกสถานะบรรจุที่เก็บนาน 15 วัน มีค่าไม่เกิน 25 มิลลิกรัม /100กรัม แต่เกิดการเสื่อมเสียแล้ว ทั้งนี้เนื่องจากถุงที่ใช้บรรจุลูกชิ้นเป็นถุง N /LLDPE ยังมีการซึมผ่านของก๊าซชนิดต่าง ๆ ได้ และปริมาณค่าอาจเกิดการระเหยไปในช่วงที่มีการเปิดถุงบรรจุเพื่อวิเคราะห์ตัวอย่างก็ได้

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณค่าที่ระเหยได้ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ที่บรรจุสถานะบรรยากาศมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณค่าที่ระเหยได้สูงกว่าที่บรรจุสถานะสุญญากาศ เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศสามารถเจริญในลูกชิ้นที่บรรจุสถานะสุญญากาศได้น้อยลงเพราะอากาศไม่เพียงพอต่อการเจริญ ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายโปรตีนที่มีอยู่ในเนื้อปลาเป็นแอม โมเนียได้น้อย ปริมาณค่าที่ระเหยได้จึงน้อยลงด้วย

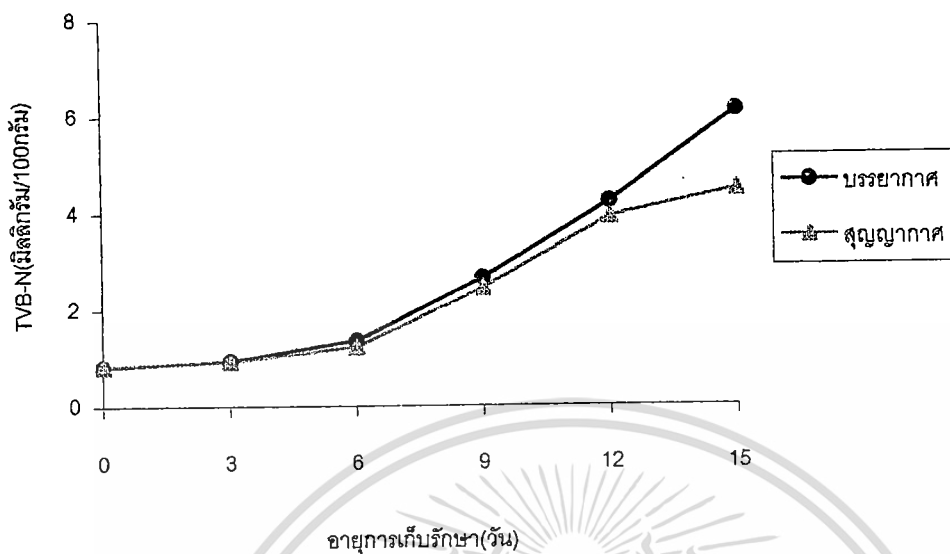


ภาพที่ 4.1 ค่าปริมาณค่าที่ระเหยได้ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศและบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.2 ค่าปริมาณค่าที่ระเหยได้ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศและบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

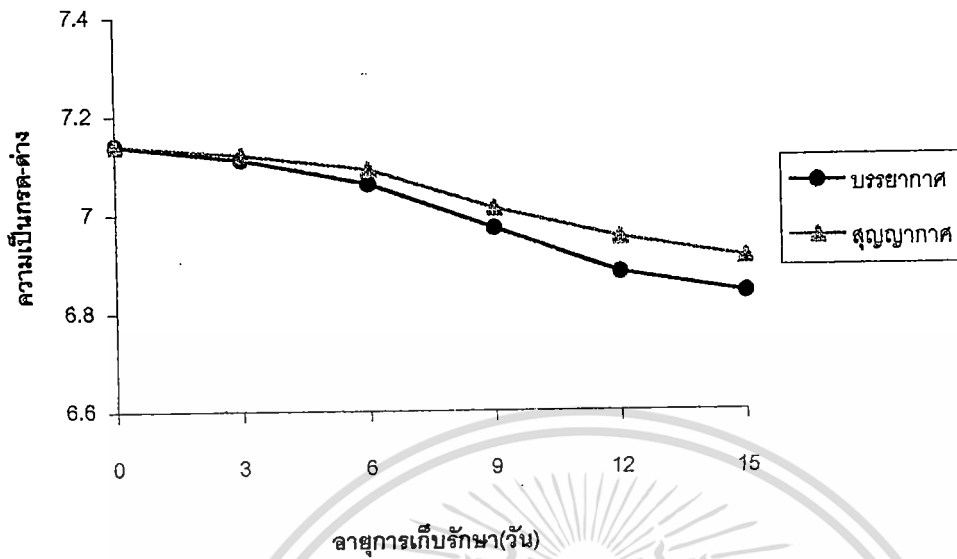
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



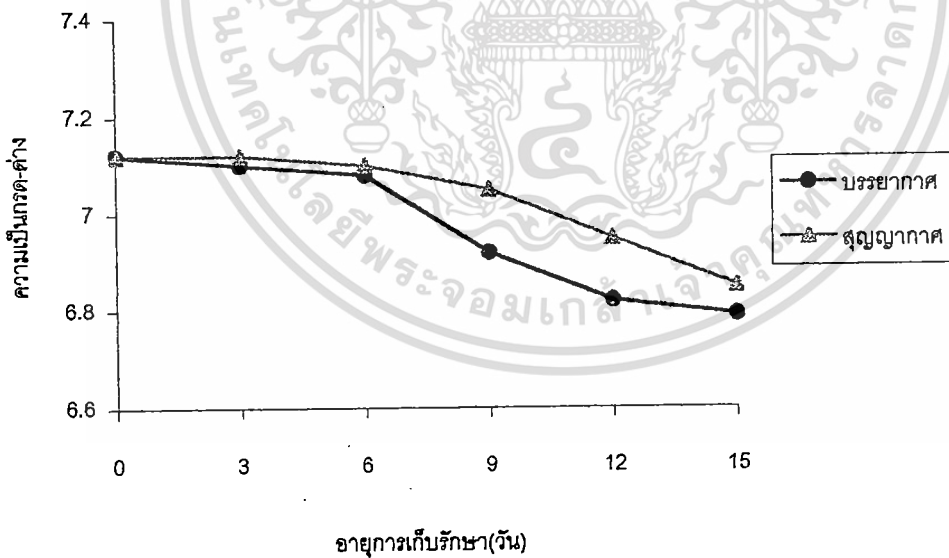
ภาพที่ 4.3 ค่าปริมาณต่างที่ระเหยได้ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

4.3.1.2 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

จากการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ (ภาพที่ 4.4) ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง (ภาพที่ 4.5) และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม (ภาพที่ 4.6) พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยทั้ง 3 ชนิด ที่บรรจุสภาวะบรรยากาศ และสุญญากาศ เก็บรักษานาน 15 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยค่าความเป็นกรด-ด่างในวันแรก ๆ มีค่าสูง และเมื่อเก็บรักษานานขึ้นค่าจะมีแนวโน้มลดลง โดยลูกชิ้นที่บรรจุสภาวะบรรยากาศมีการลดลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง มากกว่าลูกชิ้นที่บรรจุสภาวะสุญญากาศ ผลิตภัณฑ์ที่เก็บนานขึ้นจะมีกลิ่นแอมโมเนียและรสเปรี้ยว เนื่องจากลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จึงมักพบเชื้อกลุ่ม *Pseudomonas* เมื่อเก็บได้ระยะเวลาหนึ่งปริมาณออกซิเจนที่ใช้เริ่มลดลง เพื่อที่ไม่ต้องการอากาศอย่างเช่นเชื้อกลุ่มแลคติกจะเจริญขึ้นมาแทน และสร้างกรดแลคติก (Daniels *et al.*, 1985) นอกจากนี้เนื้อหอยเป็นสัตว์น้ำที่มีปริมาณไกลโคเจนอยู่สูง การเกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไกลโคเจนในเนื้อหอยไปเป็นกรดแลคติก (Sikorski, 1994) จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง และเกิดรสเปรี้ยวได้

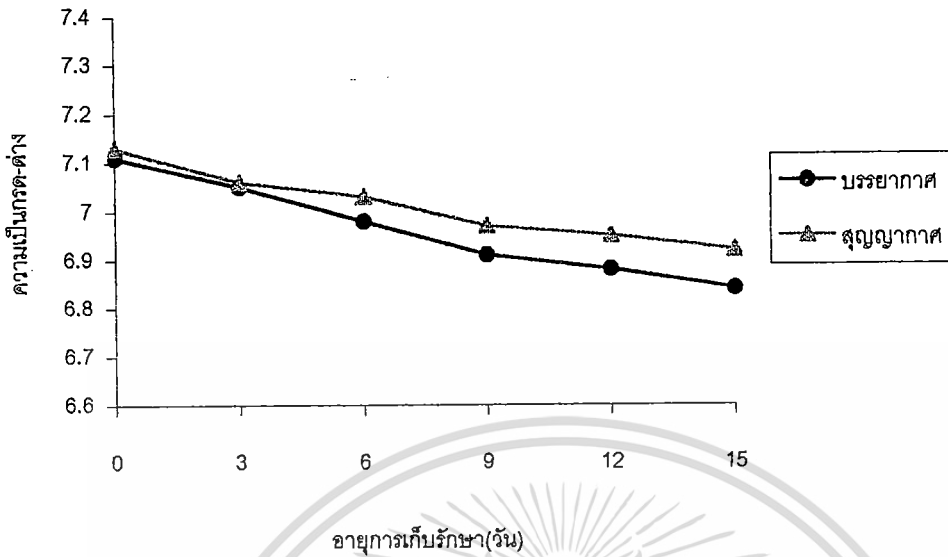


ภาพที่ 4.4 ค่าความเป็นกรดต่างของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ ที่บรรจุในสถานะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.5 ค่าความเป็นกรดต่างของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง ที่บรรจุในสถานะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 ค่าความแตกต่างของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

4.3.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา

จากการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ (ตารางที่ 4.13) ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง (ตารางที่ 4.14) และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม (ตารางที่ 4.15) ที่บรรจุสภาวะบรรยากาศ และสุญญากาศ เก็บรักษานาน 15 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) เมื่อเก็บรักษานานขึ้นพบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นในทุกสภาวะการเก็บรักษา เมื่อเปรียบเทียบสภาวะการเก็บที่ต่างกัน พบว่าการเก็บที่สภาวะสุญญากาศมีการเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์น้อยกว่า สาเหตุเพราะเชื้อจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศในการเจริญไม่สามารถเจริญได้ในถุงที่บรรจุสภาวะสุญญากาศ แต่การที่ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยทั้ง 3 ชนิด ที่บรรจุสภาวะสุญญากาศเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น เป็นเพราะยังมีการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่ม facultative anaerobic bacteria อยู่

เกณฑ์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาของลูกชิ้น กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2536) กำหนดให้มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด/กรัม น้อยกว่า 1×10^6 ปริมาณ MPN โคลิฟอร์ม/ กรัม น้อยกว่า 500 MPN ของ *E. coli* / กรัม น้อยกว่า 3 และต้องไม่พบ *Vibrio parahaemolyticus* / 25 กรัม ไม่พบ *Clostridium perfringens* / 0.01 กรัม เมื่อวิเคราะห์หาอายุการเก็บของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยทั้งสามชนิด พบว่าในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ ปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเกิน

เกณฑ์คุณภาพเมื่อตรวจเช็คในวันที่ 9 (3.00×10^6 โคโลนี / กรัม) ของสภาวะบรรยากาศ และในสภาวะสุญญากาศจะเกินเกณฑ์คุณภาพเมื่อเก็บไว้ 15 วัน (1.8×10^6 โคโลนี / กรัม)

ในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินเกณฑ์คุณภาพเมื่อตรวจเช็คในวันที่ 9 (7.5×10^7 โคโลนี / กรัม) ของสภาวะที่เก็บบรรยากาศ และในสภาวะสุญญากาศจะเกินเกณฑ์คุณภาพเมื่อเก็บไว้ 12 วัน (2.6×10^6 โคโลนี / กรัม)

ในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินเกณฑ์คุณภาพเมื่อตรวจเช็คในวันที่ 12 (2.8×10^6 โคโลนี / กรัม) ของสภาวะที่เก็บบรรยากาศ และในสภาวะสุญญากาศจะเกินเกณฑ์คุณภาพเมื่อเก็บไว้ 15 วัน (1.6×10^6 โคโลนี / กรัม)

สรุปคือในการทดลองอายุการเก็บของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง ที่สภาวะบรรยากาศเก็บได้มากกว่า 6 วัน และที่สภาวะสุญญากาศเก็บได้มากกว่า 12 วัน และ 9 วันตามลำดับ ในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม ที่สภาวะบรรยากาศและสุญญากาศเก็บได้มากกว่า 9 และ 12 วัน ตามลำดับ การที่อายุการเก็บรักษาของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงน้อยกว่าตัวอย่างอื่น เนื่องจากหอยแครงเป็นสัตว์น้ำที่อาศัยตามพื้นท้องทะเลชายฝั่งตื้น ๆ ที่เป็นโคลนเหลว (กรมประมง, 2535) จึงทำให้มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นมากกว่าหอยชนิดอื่น ในการทดลองพบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงเท่ากับ 6.0×10^2 โคโลนี / กรัม ในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เท่ากับ 3.0×10^2 โคโลนี / กรัม และ 1.0×10^2 โคโลนี / กรัม ตามลำดับ และการที่ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมมีอายุการเก็บรักษามากกว่าตัวอย่างอื่น เป็นเพราะหอยนางรมเป็นสัตว์น้ำที่อาศัยโดยการเกาะตามพืชน้ำ (กรมประมง, 2535) ไม่ได้อยู่อาศัยในโคลนเหมือนหอยแครง อีกทั้งในการทดลองเลือกใช้หอยนางรมที่มีการแกะเปลือกและแช่น้ำเกลือ หลังจากการจับ ก่อนนำมาวางขายในซูเปอร์มาร์เก็ต จึงทำให้จำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นมีน้อยกว่าหอยชนิดอื่น ๆ

อย่างไรก็ตามอายุการเก็บรักษาของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยสามารถเพิ่มขึ้นได้ถ้าทำการบรรจุสภาวะปรับบรรยากาศ Modified Atmosphere Packaging (MAP) โดยก๊าซที่นิยมใช้ในการปรับสภาพบรรยากาศในการบรรจุผลิตภัณฑ์ได้แก่ ก๊าซออกซิเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจน (งามทิพย์ ภู่วโรดม, 2537) นอกจากนี้ยังสามารถใช้กรดแลคติกในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ได้ Smulders and Woolthus (1983) ได้ศึกษาการใช้กรดแลคติก ร้อยละ 2 ปรับความเป็นกรด-ด่างที่ 2.3 กับเนื้อสัตว์ และบรรจุสภาวะสุญญากาศ สามารถลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์กลุ่ม mesophilic bacteria ที่ต้องการอากาศในการเจริญลงได้ $5.6 - 2.7 \log \text{CFU/cm}^2$ และในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงอาจปรับปรุงให้มีการเตรียมเนื้อหอยโดยอาจเพิ่มเวลาการฆ่าเชื้อ หรือ ใช้ระบบไอน้ำในการฆ่าเชื้อ อย่างไรก็ตามคงต้องคำนึงถึงลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อหอย

อีกด้วย นี่เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ ที่บรรจุในสภาวะ
บรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน

วันที่	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด	
	บรรยากาศ	สุญญากาศ
0	3.00×10^2	3.00×10^2
3	1.95×10^3	1.45×10^3
6	1.10×10^4	5.00×10^3
9	3.00×10^6	8.05×10^4
12	1.05×10^7	4.60×10^5
15	5.25×10^7	1.80×10^6

ตารางที่ 4.14 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ที่พบในลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง ที่บรรจุในสภาวะ
บรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน

วันที่	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด	
	บรรจุสภาพบรรยากาศ	บรรจุสภาพสุญญากาศ
0	6.00×10^2	6.00×10^2
3	8.60×10^3	1.05×10^3
6	5.60×10^5	6.85×10^4
9	7.50×10^7	3.70×10^5
12	4.80×10^8	2.60×10^6
15	1.70×10^9	4.20×10^7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ที่พบในลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม ที่บรรจุในสภาวะ
บรรยากาศปกติ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน

วันที่	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด	
	บรรจุสภาพบรรยากาศ	บรรจุสภาพสุญญากาศ
0	0.50×10^2	0.50×10^2
3	3.00×10^2	1.00×10^2
6	2.50×10^3	2.00×10^3
9	1.50×10^4	4.50×10^3
12	2.80×10^6	5.00×10^5
15	4.70×10^7	1.60×10^6

ผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีสุขภาพได้แก่ เชื้อ *E. coli* และเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคระบบทางเดินอาหาร และอาหารเป็นพิษ ได้แก่ *V. parahaemolyticus* และ *Cl. perfringens* ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยทั้ง 3 ชนิด (ตารางที่ 4.16 ถึง ตารางที่ 4.18) ปรากฏว่าไม่พบเชื้อดังกล่าวตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา แสดงว่าวิธีการผลิตและบรรจุในทั้งสองสภาวะที่กำหนดในการทดลองครั้งนี้ มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติจริง ควรมีการลวกลูกชิ้นก่อนนำไปบริโภคเสียก่อน เพราะอาจมีการปนเปื้อนของเชื้อทั้งสองกลุ่มดังกล่าว ในระหว่างที่มีการวางจำหน่าย เพราะลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณความชื้นสูง เป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิด

ตารางที่ 4.16 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษ ที่พบในลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู๋ ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 15 วัน

จุลินทรีย์	วันที่	ปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีสุขลักษณะและจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ	
		บรรยากาศ	สุญญากาศ
<i>E. coli</i>	0	< 3	< 3
	3	< 3	< 3
	6	< 3	< 3
	9	< 3	< 3
	12	< 3	< 3
	15	< 3	< 3
<i>V. parahaemolyticus</i>	0	ND	ND
	3	ND	ND
	6	ND	ND
	9	ND	ND
	12	ND	ND
	15	ND	ND
<i>Cl. perfringens</i>	0	ND	ND
	3	ND	ND
	6	ND	ND
	9	ND	ND
	12	ND	ND
	15	ND	ND

ND หมายถึง ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษ ที่พบในลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 15 วัน

จุลินทรีย์	วันที่	ปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีสุขลักษณะและจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ	
		บรรยากาศ	สุญญากาศ
<i>E. coli</i>	0	< 3	< 3
	3	< 3	< 3
	6	< 3	< 3
	9	< 3	< 3
	12	< 3	< 3
	15	< 3	< 3
<i>V. parahaemolyticus</i>	0	ND	ND
	3	ND	ND
	6	ND	ND
	9	ND	ND
	12	ND	ND
	15	ND	ND
<i>Cl. perfringens</i>	0	ND	ND
	3	ND	ND
	6	ND	ND
	9	ND	ND
	12	ND	ND
	15	ND	ND

ND หมายถึง ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษ ที่พบในลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศ และบรรจุสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 15 วัน

จุลินทรีย์	วันที่	ปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีสุขลักษณะและจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ	
		บรรยากาศ	สุญญากาศ
<i>E. coli</i>	0	< 3	< 3
	3	< 3	< 3
	6	< 3	< 3
	9	< 3	< 3
	12	< 3	< 3
	15	< 3	< 3
	<i>V. parahaemolyticus</i>	0	ND
3		ND	ND
6		ND	ND
9		ND	ND
12		ND	ND
15		ND	ND
<i>Cl. perfringens</i>		0	ND
	3	ND	ND
	6	ND	ND
	9	ND	ND
	12	ND	ND
	15	ND	ND

ND หมายถึง ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยทั้ง 3 ชนิด (ตารางที่ 4.19) พบว่า ปริมาณความชื้น และเถ้า ของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยทั้ง 3 ชนิด มีค่าใกล้เคียงกัน แต่ ปริมาณโปรตีนและไขมันมีค่าต่างกัน โดยลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมจะมีปริมาณ โปรตีน และไขมันสูงกว่าลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยอีก 2 ชนิด

สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ (2536) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้นปลาที่ใช้เป็งมันสำปะหลังร้อยละ 8 พบว่ามีปริมาณโปรตีนร้อยละ 10.59 ความชื้น ร้อยละ 81.23 และไขมันร้อยละ 0.5 การนำเนื้อหอยแมลงภู่ หอยแครง และหอยนางรม มาผสมในการทำลูกชิ้นปลา ทำให้ปริมาณโปรตีน และไขมันสูงกว่าการใช้เนื้อปลาเพียงอย่างเดียว

ตารางที่ 4.19 องค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย 100 กรัม

องค์ประกอบทางเคมี (กรัม)	ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อ		ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อ
	หอยแมลงภู่	หอยแครง	หอยนางรม
โปรตีน	11.37	8.70	11.63
ไขมัน	2.56	1.52	3.17
ความชื้น	79.42	79.39	79.28
เถ้า	1.45	1.28	1.36

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. ผลการศึกษาขนาดของเนื้อหอยที่เหมาะสมในการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยพบว่า ในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง ขนาด 0.5 เซนติเมตร และในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม ขนาดบดละเอียด เป็นขนาดที่ได้ลูกชิ้นที่ผู้บริโภคยอมรับ และสะดวกต่อการปั้นขึ้นรูป

2. ผลการศึกษาอัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอย และผลของปริมาณแป้งมันสำปะหลังต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค ในด้านการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า อัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยและปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่ผู้ชิมยอมรับและมีต้นทุนการผลิตต่ำ ในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ คือที่ระดับ 75 : 25 และแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 8 และในกรณีของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม คือที่ระดับ 85 : 15 และแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 8

3. ผลการศึกษาอัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอย และผลของปริมาณแป้งมันสำปะหลังต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค ในด้านลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่าที่อัตราส่วนของเนื้อปลาบดต่อเนื้อหอยครั้งที่ การเพิ่มปริมาณแป้งมันสำปะหลังจากร้อยละ 3 ไปเป็นร้อยละ 8 ทำให้ความแข็งของเจลเพิ่มขึ้น ในทางตรงข้ามเมื่อปริมาณแป้งมันสำปะหลังครั้งที่ การเพิ่มอัตราส่วนของเนื้อหอยจากร้อยละ 15 ไปเป็นร้อยละ 25 ทำให้ความแข็งของเจลลดลง

4. ผลการศึกษาอายุการเก็บของลูกชิ้นพบว่าผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดมีค่าต่างที่ระเหยได้ลดลง ความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น เมื่อเปรียบเทียบสถานะในการเก็บรักษาพบว่าลูกชิ้นที่บรรจุสถานะสุญญากาศสามารถเก็บได้นานกว่าที่บรรจุสถานะบรรยากาศ โดยลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครงที่บรรจุสถานะบรรยากาศ สามารถเก็บได้มากกว่า 6 วัน และที่บรรจุสถานะสุญญากาศสามารถเก็บได้มากกว่า 12 วัน และ 9 วัน ตามลำดับ และลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรมที่บรรจุสถานะบรรยากาศ สามารถเก็บได้มากกว่า 9 วัน และที่บรรจุสถานะสุญญากาศสามารถเก็บได้มากกว่า 12 วัน โดยในระหว่างที่มีการเก็บรักษาไม่พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค อันได้แก่ *E. coli*, *V. parahaemolyticus* และ *Cl. perfringens*

5. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่า ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่มีปริมาณโปรตีน ร้อยละ 11.37 ไขมันร้อยละ 2.56 ความชื้นร้อยละ 79.42 และเถ้าร้อยละ 1.45 ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 8.70 ไขมันร้อยละ 1.52 ความชื้นร้อยละ 79.39 และเถ้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อยละ 1.28 ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 11.63 ไขมันร้อยละ 3.17 ความชื้นร้อยละ 79.28 และเถ้าร้อยละ 1.36

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยทั้ง 3 ชนิด พบว่าผลิตภัณฑ์สามารถเก็บได้น้อยกว่า 15 วันซึ่งอายุการเก็บยังน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่วางขายอยู่ในท้องตลาด จึงควรหาวิธีเพิ่มอายุการเก็บรักษา โดยอาจบรรจุสภาวะกึ่งบรรยากาศ หรือการจุ่มผลิตภัณฑ์ลงในกรดแลคติก ร้อยละ 2 ก่อนบรรจุใส่ถุงในสภาวะสุญญากาศ สามารถเพิ่มอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้นานขึ้นได้

2. ในการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด ของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคมีคะแนนการยอมรับในผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดไม่เท่ากัน ดังนั้นในการเลือกผลิตภัณฑ์เพื่อนำไปพัฒนาต่อ อาจทดสอบการชิมเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์หาตัวอย่างที่ผู้ชิมยอมรับมากที่สุด อย่างไรก็ตามในการทดลองครั้งนี้ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสคะแนนการยอมรับของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่ มีแนวโน้มสูงกว่าตัวอย่างอื่น และต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยชนิดอื่นด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง. 2535. ภาพปลาและสัตว์น้ำของไทย. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ ๑.
- กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2536. เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร. ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, กรุงเทพฯ๑.
- กล้าณรงค์ ศรีรอด และ เกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. 2543. เทคโนโลยีของแป็ง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ๑.
- คมน์ ศิลปาจารย์ และ ทรงชัย สหวัชรินทร์. 2533. การทำความสะอาดหอยสด. วารสารกรมประมง. 43(2) : 139-142.
- งามทิพย์ ภู่วโรคม. 2537. กำกับกับการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ๑.
- จิรวรรณ เข้มประชुर และ พูลทรัพย์ วิรุพกุล. 2536. ผลของชนิดและปริมาณแป็งต่อคุณภาพลูกขึ้นปลาแซ่เอือกแจ็ง. ใน เอกสารทางวิชาการสถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. กรมประมง, กรุงเทพฯ ๑.
- จิรวรรณ เข้มประชुर พรรณทิพย์ สุวรรณสาครกุล และ ประทีพย์ เกียรติกิ่งวาฬไกล. 2523. ศึกษาเทคนิคการผลิตลูกขึ้นปลา. ใน รายงานวิชาการและการทดลองประจำปี 2523 กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. กรมประมง, กรุงเทพฯ ๑.
- จิรวรรณ เข้มประชुर. 2541. การเกิดเจลในโปรตีนกล้ามเนื้อปลา. อาหาร. 28(4) : 245-254.
- ธารินี ยศสุนทร. 2544. การผลิตลูกขึ้นปลาผสมแมงกระพุนและการเก็บรักษา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ๑.
- นงนุช รักสกุลไทย. 2538. กรรมวิธีแปรงรูปสัตว์น้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 2. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ๑.
- ปราณีศา เชื้อโพธิ์หัก และ นงนุช รักสกุลไทย. 2534. การปรับปรุงการทำลูกขึ้นปลา : ผลของการล้างการใช้ฟอสเฟตและชนิดแป็งต่อคุณภาพของลูกขึ้นปลา. อาหาร. 21(1) : 37-47.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเนื้อปลาสด (ซูริมิ). 2533. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มอก. 935-2533.
- เรืองไร โตกฤษณะ. 2528. ระบบตลาดสินค้าสัตว์น้ำประเภทหอย. หน้า 85-188. ใน งานวิจัยสังคมศาสตร์การประมงแห่งเอเชีย : ประเทศไทย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ๑.
- สถานีวิจัยประมงศรีราชา. 2543. การเลี้ยงและการแปรงรูปหอยแมลงภู่มแบบครบวงจร. หน้า 8-41. ใน เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ๑.
- สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. 2536. ผลของชนิดและปริมาณแป็งต่อคุณภาพลูกขึ้นแซ่เอือกแจ็ง. กรมประมง, กรุงเทพฯ ๑.
- เอกสารเยือกแจ็ง. กรมประมง, กรุงเทพฯ ๑. งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรรมใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. 2541. การตรวจสอบคุณภาพซูริมิ. กรมประมง, กรุงเทพฯ ฯ.
- อนันต์ สารระยา. 2537. สภาพแวดล้อมเพื่อการเลี้ยงหอย. ฟาร์มมิ่ง. 2 (4) : 14-32.
- อุดม สุนทรวิภาค และ จีรวรรณ แยมประยูร. 2530. ซูริมิ. วารสารการประมง. 40 : 70-71.
- อังคณา พุดคำ. 2537. การปรับปรุงคุณภาพลูกชิ้นปลา. รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, กรุงเทพฯ ฯ.
- อำนาจ โชติญาณวงษ์. 2524. การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ประมง. ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ฯ.
- AOAC. Official Method of Analysis. 1984. 14th ed. The Association of Analysis Chemists. Arlington, Virginia.
- AOAC. Official Method of Analysis. 1995. 16th ed. The Association of Analysis Chemists. Arlington, Virginia.
- APHA. 1992. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. III. American Public Health Association. Washington, D. C.
- Babbitt, J. K. 1985. Unpublished data. Nat. Marine Fish. Serv., Utilization Div., Kodiak, Alaska.
- Banks, H. R. Nickelson and G. Finne. 1980. Shelf-life studies on CO packaged fin fish from the gulf of Mexico. J Food Sci. 45 : 157-162.
- Daniels, J. A. , R. Krishnamurthi and S. H. Rizvi. 1985. A review of effect of carbondioxide on microbial growth and food quality. J. Food Prot. 48(6) : 532-537.
- Dore, Ian. 1991. Shellfish : A Guide to Oysters, Mussels, Scallops, Clams and Similar Products For the Commercial User. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Fish Processing section. 1983. Fishery Technological Development Division. *In* Final Report to International Development Research Centre, Canada. Department of Fisheries, Thailand.
- Kadoya, T. 1990. Food Packaging. Academic Press Inc. , California.
- Kano, I. 1992. Tropical Surimi. Infofish International. 1 : 21-25.
- Kim, J. M. and C.M. Lee. 1985. Textural properties and structure of starch-reinforced surimi gels as affected by heat-setting. Paper No. 29. Presented at 30th Aug. 25-29. Atlantic Fisheries Technological Conference, Boston. M. A.
- Kong, C.S., H. Ogawa and N. Iso. 1999. Compression Properties of Fish-Meat Gel as Affected by Gelatinization of Added Starch. J. Food Sci. 64(2) : 283-286.
- Lee, Chong M. 1984. Surimi Process Technology. Food Technol. 38(11) : 69-80.

- Lee, C.M., M. C. Wu. and M. Okada. 1992. Ingredients and formation technology for surimi-based products. pp. 273-302. *In* Surimi Technology. Marcel Dekker, Inc., New York.
- MFRD. 1987a. Handbook on the Processing of Frozen Surimi and Fish Jelly Products in Southeast Asia. Marine Fisheries Research Department Southeast Asian Fisheries Development, Center singapore.
- MFRD. 1987b. Laboratory Manual on Analytical Methods and Procedures for Fish and Fish Products. Marine Fisheries Research Department Southeast Asian Fisheries Development Center, Singapore.
- Miyake, Y., Y. Hirasawa and M. Miynabe. 1985. Technology of Surimi manufacturing. INFOFISH 5 : 21-22.
- Okada, M. 1985. Ingredients on gel Texture. pp. 515-528. *In* Proceedings of the International Symposium on Engineered Seafood Including Surimi. National Fisheries Institute, Washington, D. C.
- Putro, S., M. Suberman and Ustadi. 1990. Studies on depuration of bivalves. FAO Fisheries Report No. 401 supplement.
- Sikorski, Z. E. 1990. Seafood : Resources, Nutritional Composition and Preservation CRD Press, U. S. A.
- Sikorski, Z. E., Bonnie Sn Pan and Fereidoon Shahidi. 1994. Seafood Proteins. Chapman and Hall, New York.
- Smulders, F. J. M. and C. H. J. Woolthus. 1983. Influence of two levels of hygiene in the microbiological condition of veal as a product of two slaughtering/ Processing sequences. J. Food Prot. 46 : 1032.
- Suzuki, T. 1981. Fish and krill Protein : Processing Technology. Applied Science Publishers, London.
- Wu, M.C., T. C. Lanier and D. D. Hamann. 1985. Thermal Transitions of Admixed Starch/Fish Protein Systems During Heating. J. Food Sci. 50 : 20-25.
- Yamazawa. 1990. Studies on the mechanism of gel-reinforcing effect of starch in kamaboko gel. Nihon Suisan Gakkai-shi. 56(3) : 505-510.

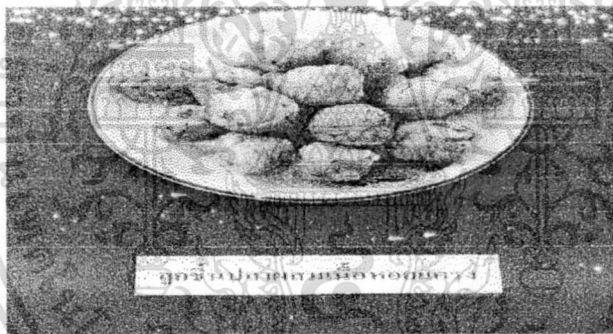


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ภาพผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย



ภาพที่ ก1 ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู่



ภาพที่ ก2 ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแครง



ภาพที่ ก3 ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยนางรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ตัวอย่าง ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย _____

ชื่อผู้ทดสอบ _____ วันที่ _____

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบของลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยตามระดับ
คะแนนที่กำหนดไว้ให้ข้างล่าง ดังนี้

9 = ชอบมากที่สุด

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

8 = ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง

7 = ชอบปานกลาง

2 = ไม่ชอบมาก

6 = ชอบเล็กน้อย

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

5 = เฉย ๆ

ลักษณะที่ทดสอบ	รหัสตัวอย่าง		
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
ลักษณะเนื้อสัมผัส			
การยอมรับโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ _____

แบบประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ตัวอย่าง ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู

ชื่อผู้ทดสอบ _____ วันที่ _____

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอยแมลงภู ตามคำอธิบายการให้คะแนน กรุณาเว้นปากกระหว่างการชิมตัวอย่าง

9 = ชอบมากที่สุด

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

8 = ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง

7 = ชอบปานกลาง

2 = ไม่ชอบมาก

6 = ชอบเล็กน้อย

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

5 = เฉย ๆ

รหัสตัวอย่าง _____

ลักษณะปรากฏ _____

สี _____

กลิ่น _____

รสชาติ _____

ลักษณะเนื้อสัมผัส _____

ความชอบรวม _____

ข้อเสนอแนะ _____

ภาคผนวก ก
วิธีการวิเคราะห์

- ก1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 1995)
- ก2. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC, 1995)
- ก3. การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน ใช้วิธีเจดท์ดาล (AOAC, 1995)
- ก4. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC, 1995)
- ก5. การวิเคราะห์ปริมาณต่างระเหยทั้งหมด (MFRD, 1987b)
- ก6. วิธีหาค่าความเป็นกรด-ด่าง (MFRD, 1987)
- ก7. วิธีวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 1984 ข้อ 46.015)
- ก8. วิธีวิเคราะห์ปริมาณ coliform, Faecal coliform และ *Escherichia coli* (AOAC, 1984 ข้อ 46.016)
- ก9. วิธีวิเคราะห์ *Clostridium perfringens* (APHA, 1992)
- ก10. วิธีวิเคราะห์ *Vibrio parahaemolyticus* (AOAC, 1984)