

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

สไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่อง กรรมวิธีการผลิตซูริมิ

Sound slides on Surimi production

โดย

นาย อร็ด หิมจิ

ร/พ.

๑๖๖๑๘

เลขทมิ.....๒๕๔๓

เลขทะเบียน.....40292

วัน, เดือน, ปี.....๑. 1 ก.ย. 2544

๓๓๐๒๓๔ X
.b.....
.i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ ฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2543

ชื่อเรื่อง สไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่อง กรรมวิธีการผลิตซูริมิ

Sound slides on Surimi production

ชื่อ - สกุล นาย อาริต หีมจิ

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร

คณะ วิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. จินตนา บุญนาค

### บทคัดย่อ

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทสไลด์ประกอบคำบรรยาย เรื่องกรรมวิธีการผลิตซูริมิ เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน วิชาเทคโนโลยีการแปรรูปสัตว์น้ำ ( 3602-2001 ) ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ( ปวส. ) พุทธศักราช 2540 ซึ่งจะเน้นการปฏิบัติเป็นส่วนใหญ่ จุดสำคัญอยู่ที่ ขั้นตอนการผลิต โดยเฉพาะการผลิตซูริมิ ซึ่งเป็นขั้นตอนการผลิตที่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น การทำสไลด์ชุดนี้อาจเป็นส่วนช่วยเสริมให้ผู้เรียนรู้ลำดับขั้นตอนการผลิตซูริมิได้ง่ายขึ้น การสร้างอุปกรณ์ชุดนี้จะช่วยเอื้ออำนวยประโยชน์ต่อการศึกษาหรือสามารถเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เผยแพร่แก่ผู้สนใจได้ ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ผู้จัดทำมีแผนในการดำเนินงานดังต่อไปนี้ ศึกษาระเบียบการทำปัญหาพิเศษ เสนอเรื่องที่จะทำปัญหาพิเศษ เขียนเป็นโครงร่างและนำเสนอโครงร่างต่ออาจารย์ผู้ประสานงานปัญหาพิเศษ

วิธีการดำเนินการผลิตสไลด์มีขั้นตอนดังนี้ ศึกษาวิธีการผลิตสไลด์ประกอบเสียง ศึกษาขั้นตอนการผลิตซูริมิ เขียนสคริปต์คำบรรยาย กำหนดภาพในการถ่ายทำ ถ่ายภาพจากฟิล์มสี และถ่ายภาพด้วยฟิล์มสไลด์จากจอคอมพิวเตอร์ตรวจสอบคุณภาพโดยอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ ดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำการบันทึกเสียงเป็นขั้นตอนสุดท้าย ซึ่งจะได้สไลด์ประกอบคำบรรยาย เรื่องกรรมวิธีการผลิตซูริมิจำนวน 1 ชุด จำนวน 37 ภาพ เทปบันทึกเสียง 1 ม้วน

คำบรรยายประกอบภาพ 1 เล่ม รูปเล่มปัญหาพิเศษ 3 เล่ม ตรวจสอบความพร้อมอีกครั้ง และเตรียมพร้อมที่จะเสนองกรรมการผู้ตรวจสอบปัญหาพิเศษ

จากการจัดทำสไลด์ประกอบคำบรรยายครั้งนี้ทำให้ผู้จัดทำได้รับความรู้ และประสบการณ์ต่างๆ มากมายโดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องการถ่ายภาพ การทำสไลด์ การใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งประโยชน์ของสไลด์ชุดนี้คือ ใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีการแปรรูปสัตว์น้ำ (3602-2001) ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมประมง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้อีกด้วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีนั้นเพราะได้รับความช่วยเหลือจากอาจารย์หลายท่านด้วยกัน ผู้จัดทำขอกราบขอบขอบคุณท่านอาจารย์ ดร.จินตนา บุญนาค เป็นอย่างสูงที่ช่วยให้คำแนะนำพร้อมทั้งชี้แนะข้อบกพร่องต่างๆ ของปัญหาพิเศษชุดนี้ทั้งยังให้การช่วยเหลือด้านต่างๆ แก่ผู้จัดทำด้วยดีมาตลอด

ขอขอบคุณวิทยาลัยประมงจินตนาภิรมย์ ท่านอาจารย์ ชลลดา! ชลารักษ์ อีกทั้งอาจารย์ประจำสาขาอุตสาหกรรมประมงทุกท่าน ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการถ่ายสไลด์ เรื่องกรรมวิธีการผลิตซูริมิ และเจ้าหน้าที่โสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่อำนวยความสะดวกในด้านอุปกรณ์การทำสไลด์ ประกอบเสียงของขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ที่ให้การช่วยเหลือด้านต่างๆ ไม่ว่าจะด้าน กำลังใจ ด้านเอกสารการพิมพ์ ด้านเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ จนสไลด์ประสบผลสำเร็จ

ท้ายสุดปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลงได้ก็เพราะได้รับความช่วยเหลือจากบิดา มารดา ที่ให้การช่วยเหลือทั้งกำลังใจและกำลังทรัพย์ จึงกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ซึ่งคุณความดีของปัญหาพิเศษขอมอบให้บุคคลต่างๆ ที่กล่าวมาทั้งหมด ส่วนข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการทำปัญหาพิเศษชุดนี้ผู้จัดทำขอน้อมรับ ไว้เพียงผู้เดียว

นายอาร์ต หีมจิ

29 พ.ย. 43

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช
<b>บทที่</b>	
<b>1 บทนำ</b>	
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
<b>2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง</b>	
2.1 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสไลด์ประกอบคำบรรยาย.....	4
2.2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการผลิตซูริมิ.....	11
<b>3 วิธีการสร้างอุปกรณ์</b>	
3.1 การวิเคราะห์หลักสูตร.....	43
3.2 การวิเคราะห์เนื้อหา.....	45
3.3 การกำหนดภาพ.....	48
3.4 การดำเนินการผลิตอุปกรณ์.....	49
3.5 วิธีการดำเนินงาน.....	50
3.6 คำบรรยายประกอบสไลด์.....	51
<b>4 การตรวจสอบอุปกรณ์และการแก้ไข</b>	
4.1 วิธีการตรวจสอบอุปกรณ์.....	58
4.2 ผลการตรวจสอบ.....	60
4.3 การปรับปรุงแก้ไข.....	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5	สรุปและข้อเสนอแนะ	
5.1	สรุปผล.....	61
5.2	ปัญหาที่พบในการทำสไลด์.....	62
5.3	ข้อเสนอแนะ.....	62
	บรรณานุกรม.....	63
	ภาคผนวก.....	69



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	แสดงผลของการล้างต่ออัตราการสูญเสียสภาพของเอ็กโตรไมโอซินในซูริมิ จาก Alaska pollock ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $-20^{\circ}\text{C}$ .....22
2	แสดงสารปนเปื้อน.....33
3	แสดงแผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป กลิ่นรส ความเหนียว สิ่งแปลกปลอม การบรรจุ เครื่องหมาย และฉลาก.....35
4	แสดงหลักเกณฑ์การให้คะแนน.....40
5	แสดงการทดสอบความเหนียวโดยวิธีหีบ.....41
6	แสดงหลักเกณฑ์การให้คะแนนในการทดสอบสิ่งแปลกปลอมจากปลา และภาชนะบรรจุ.....42
7	แสดงผลการตรวจสอบทางด้านโครงสร้างสไลด์.....58
8	แสดงผลการตรวจสอบทางด้านเนื้อหาสไลด์.....59

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ขั้นตอนการผลิตซูริมิ.....	29
2 ขบวนการผลิตซูริมิ.....	47



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความสำคัญของปัญหา

ในการเรียนการสอน วิชาเทคโนโลยีการแปรรูปสัตว์น้ำ ซึ่งเป็นหมวดวิชาชีพกลุ่มวิชาชีพเฉพาะในอุตสาหกรรมประมง ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงของกรมอาชีวศึกษา พ.ศ. 2540 ซึ่งจะเน้นทักษะในการปฏิบัติ แต่หากมีการปฏิบัติจริงสิ่งที่ควรคำนึงถึงมากที่สุดคือความปลอดภัย และปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิต เพราะในขั้นตอนการผลิตจะต้องปฏิบัติกับเครื่องจักรกลต่างๆในการปฏิบัติงานแต่ละครั้งจึงต้องมีความระมัดระวัง และจะต้องเข้าใจในทุกขั้นตอนการผลิต ประกอบกับความสามารถในการรับรู้ หรือความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนไม่เท่าเทียมกัน จากเหตุผลดังกล่าวย่อมส่งผลกระทบต่อผู้เรียนเป็นอย่างมาก ดังนั้นการใช้สื่อประกอบการเรียนการสอนจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง สมหญิง กลั่นศิริ (2533 : 32) "ได้ให้ความหมายของสื่อการเรียนการสอนไว้ว่า สื่อการเรียนการสอน หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการที่ผู้สอนจะนำไปใช้ในการสอนเพื่อสื่อความหมายที่ผู้สอนประสงค์จะส่งหรือถ่ายทอดไปยังผู้เรียน"

ณรงค์ สมพงษ์ (2530 : 42) กล่าวถึงสื่อการสอนไว้ว่า สื่อการสอน หมายถึง สื่อที่มุ่งเน้นการนำไปใช้ทางด้านการเรียนการสอน ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน เช่น สไลด์ประกอบการสอน บทเรียนโปรแกรมชุดการสอน เนื่องจากกระบวนการสอนนั้นเป็นส่วนหนึ่งของระบบการให้การศึกษา จึงอาจกล่าวได้ว่าสื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

และพบว่า เขียรศรี วิวรสิริ (2535 :53) ได้กล่าวไว้ว่าสื่อการเรียนการสอน คือ ตัวกลางหรือสิ่งต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการเรียนการสอน เพื่อใช้เป็นเครื่องมือถ่ายทอดความรู้ของครูถึงผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายที่วางไว้เป็นอย่างดีหรือสื่อการเรียนการสอน คือ วัสดุ อุปกรณ์ วิธีการหรือเทคนิค ที่ใช้เป็นสื่อกลางให้ผู้สอนส่งหรือถ่ายทอดความรู้ เจตคติ และทักษะไปยังผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่อง กรรมวิธีการผลิตสุริมิสามารถนำมาใช้เป็นสื่อหรืออุปกรณ์ประกอบการสอน ในวิชากระบวนการแปรรูปอาหาร และวิชาเทคโนโลยีแปรรูปเนื้อสัตว์ และผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำซึ่งจะเน้นการปฏิบัติเป็นส่วนใหญ่ จุดสำคัญอยู่ที่ขั้นตอนการผลิตเนื่องจากการผลิตสุริมิ มีขั้นตอนต่างๆที่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์อื่นถ้ามีสื่อช่วยจะทำให้การเรียน

มีประสิทธิภาพดีขึ้นการทำสไลด์ชุดนี้ยังเป็นส่วนช่วยเสริมทำให้ผู้เรียนรู้ลำดับขั้นตอนการผลิตซูริมี ดังนั้นการสร้างสื่อชุดนี้จึงเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาในสถาบันการศึกษา และบุคคลภายนอกหรือผู้ที่สนใจที่จะนำไปผลิตเป็นการค้าได้ด้วย

## 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิธีการและขั้นตอนในการผลิต ซูริมี
2. เพื่อสร้างสไลด์ประกอบคำบรรยาย กรรมวิธีการผลิตซูริมีเป็นส่วนหนึ่งของวิชา เทคโนโลยีการแปรรูปสัตว์น้ำตามหลักสูตรพุทธศักราช 2540 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาอุตสาหกรรมประมง สังกัดกรมอาชีวศึกษา
3. เพื่อใช้สอนนักศึกษาที่มีวิชาเรียนการสอน การแปรรูปอาหาร และผู้ที่สนใจ

## 1.3 ขอบเขตของปัญหา

1. จัดทำสไลด์ประกอบคำบรรยายวิชา เทคโนโลยีการแปรรูปสัตว์น้ำ ในภาคปฏิบัติเรื่อง การผลิตซูริมี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาอุตสาหกรรมประมง สังกัดกรมอาชีวศึกษา และเผยแพร่แก่ผู้ที่สนใจ

ภาพที่จะถ่ายในการผลิตอุปกรณ์ชุดนี้ตามที่กำหนดไว้ดังนี้

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตซูริมี
  2. การเตรียมวัตถุดิบก่อนการเข้าเครื่องแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ซูริมี
  3. การแยกเนื้อปลา
  4. การล้าง
  5. การกำจัดสิ่งแปลกปลอม
  7. การนวดและการผสม
  8. การแช่เยือกแข็ง
2. จัดทำคู่มือประกอบคำบรรยายสไลด์ 1 เล่ม
  3. บันทึกเสียงประกอบคำบรรยายกับสไลด์ที่ถ่ายทำไว้ แบบซิงโครไนซ์ ( Synchronize )

ซึ่งเป็นระบบที่สัญญาณภาพตรงกับเสียง

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ชุดสไลด์ประกอบคำบรรยาย เรื่อง กรรมวิธีการผลิตซูริมี ใช้ประกอบการสอน วิชาเทคโนโลยีการแปรรูปสัตว์น้ำ ตามหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540

ประเภทวิชาเกษตรกรรม กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

2. สามารถใช้สไลด์ชุดนี้เผยแพร่ให้ความรู้แก่ผู้ที่สนใจทั่วไปได้

3. ผู้จัดทำได้รับประสบการณ์ในการจัดทำสไลด์ชุดนี้อันเป็นแนวทางในการผลิตสไลด์ชุด  
อื่นต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในการทำปัญหาพิเศษประเภทสไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่อง กรรมวิธีการผลิตซูริมิ เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาเทคโนโลยีการแปรรูปสัตว์น้ำ ผู้จัดทำได้ศึกษาค้นคว้า เอกสารต่าง ๆ ทั้งที่อยู่ในรูปหนังสือ วารสาร เอกสาร นิตยสาร สอบถามจากผู้ที่มีประสบการณ์ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผู้จัดทำได้รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อสรุปข้อมูลในการทำสไลด์ การศึกษาเอกสารมี 2 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

#### 2.1 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสื่อการสอนประเภทสไลด์

##### 2.1.1 ความหมายของสื่อการเรียนการสอน

สื่อการเรียนการสอนได้มีผู้ให้ความหมายไว้อย่างกว้างขวาง เช่น

จินตนา ไบภาชูยี (มปป. : 11) สื่อการเรียนการสอน (Instructional Media) หมายถึง วัสดุหรือเครื่องมือที่จัดทำขึ้น ซึ่งมีข้อมูลเนื้อหาสาระที่เป็นประโยชน์ต่อประสบการณ์การเรียนรู้ สำหรับนำไปใช้ในกระบวนการเรียนการสอนของครูและนักเรียนให้เป็นไปตามหลักสูตรกำหนด

นอกจากนี้ พิสิฐ นาครำไพ (2531 : 7) ได้ให้ความหมายของสื่อการเรียนการสอนว่า สื่อการเรียนการสอน หมายถึง สิ่งที่เป็นตัวพาสารไปสู่ผู้เรียน ซึ่งอาจเป็นวัสดุ อุปกรณ์ หรือวิธีการ โดยมีการวางแผนมาแล้วเป็นอย่างดีให้เหมาะสม และสอดคล้องกับระบบการสอน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

วาสนา ชาวหา (2533 : 8) สื่อการสอน หมายถึง สิ่งใดก็ตามที่เป็นตัวกลางหรือพาหนะนำความรู้ไปสู่ผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้เป็นอย่างดี

สมบูรณ์ สงวนญาติ (2534 : 43) กล่าวว่าสื่อการเรียนการสอน หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่ผู้สอนและผู้เรียนนำมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้กระบวนการการเรียนรู้ดำเนินไปสู่เป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ วัสดุสิ่งของที่มีอยู่ในธรรมชาติ หรือมนุษย์สร้างขึ้นมารวมทั้งวิธีการสอน และกิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ

สมหญิง กลั่นศิริ (2533 : 32) ได้ให้ความหมายของสื่อการเรียนการสอนไว้ว่า สื่อการเรียนการสอน หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการที่ผู้สอนจะนำไปใช้ในการสอน เพื่อสื่อความหมายที่ผู้สอนประสงค์จะส่งหรือถ่ายทอด ไปยังผู้เรียน

ฉรรค์ สมพงษ์ (2530 : 42) กล่าวถึงสื่อการเรียนการสอนไว้ว่า สื่อการเรียน หมายถึง สื่อที่มุ่งเน้นการนำไปใช้ทางด้านการเรียนการสอน ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน เช่น สไลด์ ประกอบการสอน บทเรียนโปรแกรมชุดการสอน เนื่องจากกระบวนการสอนนั้นเป็นส่วนหนึ่งของระบบการให้การศึกษา จึงอาจกล่าวได้ว่าสื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

และพบว่า เชียรศรี วิวรสิริ (2535 :53) ได้กล่าวไว้ว่าสื่อการเรียนการสอน คือ ตัวกลาง หรือสิ่งต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการเรียนการสอน เพื่อใช้เป็นเครื่องมือถ่ายทอดความรู้ของครูถึงผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายที่วางไว้เป็นอย่างดีหรือ สื่อการเรียนการสอน คือ วัสดุ อุปกรณ์ วิธีการหรือเทคนิค ที่ใช้เป็นตัวกลางให้ผู้สอนส่งหรือถ่ายทอดความรู้ เจตคติ และทักษะ ไปยังผู้เรียน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กล่าวได้ว่าสื่อการเรียนการสอน คือ วัสดุ อุปกรณ์ที่จัดทำขึ้นเพื่อเป็นตัวกลางในการนำความรู้ไปสู่ผู้เรียน ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนได้รับความรู้และเกิดความเข้าใจ ในบทเรียนมากยิ่งขึ้น

### 2.1.2 ความหมายของโสตทัศนศึกษา

นิพนธ์ สุขปริดี (2526 : 26) ได้กล่าวถึงโสตทัศนศึกษาไว้ว่า คือ การศึกษาที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์โดยผ่านประสาทสัมผัสทางหูและตา จากการศึกษาพบว่าวันหนึ่ง ๆ คนเราใช้ประสาทสัมผัสทางหูและตา 94 % ส่วนประสาทสัมผัสอื่น ๆ ที่เหลือเพียง 6 %

นอกจากนี้ โอวาท พูลศิริ (2525 : 3) ได้ให้ความหมายของโสตทัศนศึกษาว่า โสตทัศนศึกษา หมายถึง การได้รับประสบการณ์โดยผ่านประสาทสัมผัสทางหู ตา เป็นส่วนใหญ่ นักศึกษาได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับอินทรีส์สัมผัสทั้ง 5 ของคน วันหนึ่ง ๆ คนเราได้สัมผัสทางใดบ้าง จากผลการวิจัยพบว่าคนเราได้รับประสบการณ์โดยผ่านประสาททางหู และทางตาเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นจะเห็น ได้ว่าผู้เรียนสามารถที่จะเรียนรู้ได้ดีโดยประสาทสัมผัสทางตา ฉะนั้นอุปกรณ์ด้านโสตทัศนศึกษาจึงมีความสำคัญมากซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าว ได้แก่ ของจริง หุ่นจำลอง รูปภาพ วีดีโอ

สรุปได้ว่า โสตทัศนศึกษา คือ ประสบการณ์ที่เกิดจากการรับรู้หรือเรียนรู้โดยผ่านประสาทสัมผัสทางหู และตาเป็นส่วนใหญ่ทำให้อุปกรณ์ด้านโสตทัศนศึกษา มีความสำคัญเป็นอย่างมากในการช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

### 2.1.3 ประเภทของสื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สื่อการสอนสามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ

1. ประเภทที่ต้องฉาย ได้แก่ สิ่งที่ต้องใช้เครื่องฉาย เช่น สไลด์ फिल्मสตริป फिल्मรูปแผ่น ภาพโปร่งแสง ภาพทึบแสง ภาพยนตร์ ฯลฯ
2. ประเภทที่ไม่ต้องฉาย ได้แก่ สิ่งที่ไม่ต้องใช้เครื่องฉายเลย เช่น รูปภาพ แผนที่ แผนภูมิ กราฟ ของจริง ของตัวอย่าง หุ่นจำลอง ลูกโลก ป้ายนิเทศ กระดานดำ ฯลฯ
3. ประเภทโสตทัศนและอุปกรณ์ ได้แก่ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับอิเล็กทรอนิกส์ เช่น เทปและเครื่องเล่นเทป แผ่นเสียงและเครื่องเสียง เครื่องรับวิทยุ เครื่องรับโทรทัศน์
4. ประเภทกระบวนการ วิธีการ และกิจกรรมร่วม เช่น การแสดงละครนิทรรศการ การสาธิต การทดลอง การศึกษานอกสถานที่ ฯลฯ (กมล เวียสุวรรณ และนิตยา เวียสุวรรณ , 2539 : 43)

#### 2.1.4 ความหมายของสไลด์

สไลด์ หมายถึง ส่วนที่เป็นภาพของสไลด์ประกอบเสียง สไลด์เป็นภาพนิ่งที่มีลักษณะโปร่งใส ทำจากฟิล์มถ่ายภาพ ภาพที่ได้จะเป็นภาพตรงมองเห็นได้เช่นเดียวกับภาพจริง มีทั้งสไลด์สีและขาวดำ สไลด์มีขนาดต่าง ๆ กัน แต่ขนาดที่นิยมมาก คือ ขนาด  $2 \times 2$  นิ้ว ซึ่งทำจากฟิล์มถ่ายภาพขนาด 35 มม. เนื่องจากสไลด์เป็นภาพนิ่งที่มีขนาดเล็กไม่สามารถมองเห็นชัดเจนด้วยตาเปล่าจำเป็นต้องมีแสงสว่างส่องผ่าน ดังนั้นการดูภาพสไลด์ต้องดูผ่านเครื่องดูสไลด์ ถ้าต้องการให้ภาพ มีขนาดใหญ่เพื่อการชมของผู้ชมจำนวนมาก จะต้องใช้เครื่องฉายสไลด์ช่วยฉายให้มีขนาดใหญ่ขึ้นตามต้องการ สไลด์เป็นภาพนิ่ง ฉะนั้นต้องใช้เวลาศึกษาแต่ละภาพนานเท่าใดก็ได้ตามความต้องการ และถ้านำสไลด์หลาย ๆ ภาพมาเรียงต่อกันทำให้เป็นเรื่องราว และประกอบกับเทปบันทึกเสียงก็จะทำให้เกิดคุณค่าในการสื่อความหมายเรื่องราวต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (จริยา เหนือชนฉลย , มปป. : 4)

พิลาส เกอมี (2526 : 23) และสุนันท์ สังข์อ่อง (2526 : 69) ได้กล่าวถึงสไลด์ไว้ว่า สไลด์เป็นภาพโปร่งแสงที่บันทึกบนฟิล์มกระจก สไลด์มีหลายขนาดด้วยกัน เช่น  $2 \times 2$  นิ้ว  $3 \times 4$  นิ้ว เรียกว่า เลนเทอร์สไลด์ (Lanter Slide)  $2 \frac{1}{4} \times 2 \frac{1}{4}$  นิ้ว  $4 \times 5$  นิ้ว โดยทั่วไปในการศึกษานิยมใช้ขนาด  $2 \times 2$  นิ้ว

นิพนธ์ สุขปริณี (2529: 9) กล่าวว่า สไลด์เป็นภาพนิ่งโปร่งแสง ที่ครูสามารถนำมาฉายกับเครื่องฉายสไลด์ให้ได้ภาพปรากฏบนจอขนาดใหญ่ เพื่อประกอบการเรียนการสอนให้นักเรียนเข้าใจง่ายขึ้น ซึ่งแต่ละภาพแยกเป็นอิสระจากกัน อาจเป็นภาพถ่ายบนฟิล์มหรือเขียนบนแผ่นกระจกหรือแผ่นอะซิเตท อาจเป็นสีหรือขาวดำก็ได้ในแต่ละภาพ กรอบกระดาษหรือพลาสติกตามขนาด

และชนิดของสไลด์ ขนาดและชนิดของสไลด์วัดขนาดกว้างและยาวของกรอบใส่สไลด์มีขนาดที่นิยมใช้ในปัจจุบันมี 2 ขนาด คือ

1. สไลด์  $2 \times 2$  นิ้ว เป็นสไลด์ที่ขนาดเล็กถ่ายทำด้วยฟิล์มขนาด 35 มม. หรือฟิล์มอื่นที่สามารถใช้กรอบขนาด  $2 \times 2$  เป็นชนิดที่ใช้กันทั่วไป และในวงการศึกษาก็ใช้กันมาก

2. สไลด์  $3 \times 4$  นิ้ว เรียกว่าสไลด์ขนาดมาตรฐาน เนื่องจากมีขนาดใหญ่ สามารถเขียนภาพต่าง ๆ ลงบนแผ่นกระจกหรือแผ่นอะซิเตทด้วยมือได้ แต่อาจถ่ายทำด้วยฟิล์มซึ่งสามารถใส่กรอบขนาด  $3 \times 4$  นิ้ว ได้สไลด์ขนาดนี้มีใช้ทั่วไปในโฆษณา (วารินทร์ รัชมีพรหม , 2529 : 3)

สรุปได้ว่า สไลด์เป็นภาพนิ่งที่มีลักษณะโปร่งใสทำจากฟิล์มถ่ายภาพ ภาพที่ได้จะเป็นภาพตรงมองเห็นได้เช่นเดียวกับภาพจริง นำมาฉายกับเครื่องฉายสไลด์ให้ได้ภาพปรากฏบนจอขนาดใหญ่ มีทั้งสไลด์สีและขาวดำ สไลด์มีขนาดต่าง ๆ กัน แต่ขนาดที่นิยมมาก คือ ขนาด  $2 \times 2$  นิ้ว ซึ่งทำจากฟิล์มถ่ายภาพขนาด 35 มม.

เทคนิคในการทำสไลด์หรือใช้สไลด์ควรมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ตรวจสอบเครื่องมือก่อนว่าสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้อยู่ในสภาพดีและครบถ้วน เช่น เครื่องฉายสไลด์ กระจกภาพฟิล์มสไลด์ ตลอดจนเทปบันทึกเสียงคำบรรยาย
2. สำรวจภาพพื้นที่ หรือความพร้อมของสถานที่ฉายสไลด์ เช่น เต้าเสียบไฟฟ้า ความมืดของห้อง เป็นต้น
3. คิดตั้งอุปกรณ์การฉายสไลด์
4. ทดลองฉายสไลด์เพื่อตรวจสอบความพร้อมอีกครั้งหนึ่ง
5. ทำการดำเนินการฉายตามขั้นตอน
6. หลังจากดำเนินการฉายเสร็จแล้ว ทำการตรวจเช็คอุปกรณ์ในการฉายอีกครั้งหนึ่งจะทำให้ทราบว่ามีอุปกรณ์ส่วนใดชำรุดหรือเสียหาย เพื่อจะได้นำไปซ่อมแซมตลอดจนแก้ไขได้ทัน (วารินทร์ รัชมีพรหม , 2529 : 4)

หลักการและข้อเสนอแนะในการนำสไลด์ไปใช้ประกอบการสอนให้มีประสิทธิภาพโดยครูผู้สอนต้องปฏิบัติดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ที่จะให้นักเรียนจากการใช้สไลด์ และเตรียมคำถามถามนักเรียนขณะดูหรือหลังจากดูสไลด์ไปแล้ว
2. ขณะฉายสไลด์ถ้าบรรยายด้วยตัวผู้สอนเอง ควรชี้แจงให้นักเรียนเห็นความคิดรวบยอดที่สำคัญในแต่ละภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ติดตามผลหลังจากดูสไลด์ไปแล้ว เช่น ให้นักเรียนตอบคำถามหรือแสดงความคิด
4. หากผู้สอนจะบรรยายด้วยตนเอง ควรฝึกซ้อมให้แม่นยำในหัวข้อที่จะบรรยาย
5. กำหนดเวลาในการฉายสไลด์หรือบรรยายว่าจะใช้เวลาทำไคร จะเหลือเวลาดำหรับซัก

ถามเท่าไร

6. กำหนดเวลาในการฉายสไลด์แต่ละภาพให้สัมพันธ์กับคำบรรยาย เมื่อบรรยายภาพจนจบควรเปลี่ยนภาพทันที

7. จัดเตรียมอุปกรณ์ในการฉายสไลด์ให้พร้อม ถ้าเป็นไปได้ควรเตรียมไว้ก่อนล่วงหน้า
8. จัดเตรียมสไลด์เข้าอาคารให้เรียบร้อยพร้อมที่จะฉายสไลด์
9. ต้องแน่ใจว่าทุกอย่างพร้อมในสภาพที่จะแสดง
10. พักผ่อนและเตรียมใจให้พร้อมที่จะแสดง (สุนันท์ สังข์อ่อน , 2536 : 69-73)

ประโยชน์ และข้อดีของสไลด์ต่อการศึกษาไว้ดังนี้

1. นักเรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง โดยการใช้เทปบันทึกเสียงประกอบคำบรรยาย
2. ใช้ศึกษารายบุคคล กลุ่มย่อย และรวมกันทั้งชั้น
3. สามารถฉายให้ดูซ้ำได้หลายครั้งจนกว่าจะเข้าใจ
4. ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้อย่างดี
5. ช่วยให้ผู้เรียนจำถึงต่าง ๆ ได้นาน
6. ช่วยให้นักเรียนและครูมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น การอธิบาย

ซักถาม

7. ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเจตคติ และค่านิยมต่าง ๆ ได้
8. นำไปใช้ร่วมกับสื่ออื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ชุดการสอน
9. ทำให้บทเรียนมีความหมายขึ้น นักเรียนสามารถเข้าใจในเนื้อหาได้ดี และถูกค้องมากกว่าการฟังอย่างเดียว

10. สามารถตัดและต่อเติมเนื้อหาบางตอนได้ใหม่ ในกรณีที่บางภาพหรือบางตอนถ้าสมมุขจึงทำให้สไลด์ทันสมัยอยู่ตลอดเวลา

11. สไลด์มีขนาดเล็กทำให้การเก็บรักษา และการนำไปใช้ในสถานที่ต่าง ๆ ได้สะดวก
12. การทำสไลด์เป็นการลงทุนที่คุ้มค่า เมื่อเทียบความสะดวกและประโยชน์ที่ได้รับ

(ประทีน คล้ายนาค , 2525 : 93-94)

คุณสมบัติของสื่อประเภทสไลด์

ข้อดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ให้ลักษณะรูปร่าง สี สันสวยงามตรงกับความเป็นจริง
2. สามารถสับเปลี่ยนสไลด์ได้ตามความต้องการ
3. มีความทันสมัย ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงรูปได้ง่าย
4. ผลิตง่าย ราคาถูกโดยใช้ก๊อช 35 มม.
5. สามารถนำมาฉายประกอบกับเทปบันทึกเสียงเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเสนอ

ซึ่งขึ้น

6. สามารถใช้ได้กับกลุ่มเล็ก กลุ่มใหญ่หรือรายบุคคลก็ได้

ข้อจำกัด

1. ต้องการทักษะ ความชำนาญในการถ่ายภาพ
2. ต้องการอุปกรณ์ในการถ่ายทำภาคพิเศษ เช่น ภาพใกล้และตำนานภาพ
3. เกิดการสับภาพหัวกลับได้ง่าย
4. ต้องฉายในห้องที่พอสมควรจึงจะได้ภาพที่ชัดเจน
5. การถ่ายภาพสไลด์ที่ต้องใช้เวลาเตรียมการนานตั้งแต่เวลาวางแผน ทำบท และการถ่ายทำ

(ประทีน คล้ายนาค , 2525 : 94)

ข้อแนะนำในการใช้สไลด์ ดังนี้

1. เลือกชุดสไลด์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดมุ่งหมาย
2. เพื่อความสะดวกและป้องกันข้อผิดพลาดในการฉาย ทำเครื่องหมายด้านข้างซ้ายของกรอบสไลด์ไว้เป็นที่สังเกต เรียกว่า รอยหัวแม่มือ เวลาใส่ในเครื่องฉายให้ใช้นิ้วจับที่รอยหัวแม่มือในด้านที่มีเครื่องหมายหันเข้าหาหลอดฉาย แล้วกลับหัวภาพลง

3. จัดเตรียมลงสไลด์ที่จะใช้ในการเรียนการสอนตามลำดับก่อนหลัง โดยเขียนเครื่องหมายเลขกำกับที่ของสไลด์ และอาจใช้หมายเลขชื่อสไลด์บนหัวแม่มือขณะที่กลับหัวภาพลงแล้วก็ได้

4. ผู้สอนควรจัดเตรียมคำบรรยายภาพและฟิล์มแต่ละภาพก่อนนำการไปสอน การบรรยายอาจทำได้ดังนี้

4.1 เขียนคำบรรยายไว้ในกระดาษแข็งขนาด  $3 \times 5$  นิ้ว โดยใช้หมายเลขให้ตรงกับแผ่นสไลด์ไว้ในจำนวนหลาย ๆ ชุด ควรเขียนชื่อเรื่องไว้ด้วย เมื่อฉายสไลด์ก็นำข้อความนั้นมาบรรยายลำดับภาพ

4.2 ถ้าใช้เทปบันทึกเสียงบันทึกคำบรรยายไว้ เวลาฉายก็เปิดเทปบันทึกเสียงไปพร้อม ๆ กับการฉาย (ถิตดา สุขปรีดี , 2523 : 107)

### 2.1.5 คุณค่าของสไลด์ประกอบเสียงต่อการศึกษา

คุณค่าของสไลด์ประกอบเสียงต่อการศึกษามีดังนี้คือ เปลี่ยนบรรยากาศในห้องเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นสนใจมากขึ้น ทำให้ผู้เรียนเห็นทั้งภาพและฟังเสียงที่สัมพันธ์กัน เป็นเรื่องราวต่อเนื่องกัน ก่อให้เกิดความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น สไลด์ประกอบคำบรรยายสามารถนำมาเป็นสื่อในการเรียนการสอนเป็นกลุ่มเล็กหรือกลุ่มใหญ่ก็ได้ สามารถดูซ้ำได้อีกเมื่อต้องการทบทวนเตือนความจำเพื่อการประเมินผลทำให้ตรงความจำของผู้เรียนได้เป็นเวลานานกว่าสื่อประเภทอื่น ๆ ก่อให้เกิดความรู้สึกว่าผู้เรียนได้มีประสบการณ์ร่วมกัน สไลด์ประกอบคำบรรยายที่ผลิตขึ้นโดยมีการวางแผนการผลิตเป็นอย่างดี โดยทฤษฎีทางจิตวิทยาอยู่เบื้องหลังจะก่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ สไลด์ประกอบคำบรรยายสามารถทำสำเนา (duplicate) แจกจ่ายไปตามสถานศึกษาต่าง ๆ ได้ จึงทำให้ผู้เรียนในที่ต่าง ๆ หรือที่อยู่ห่างไกลกันอาจได้เรียนรู้เรื่องนั้นเท่าเทียมกัน (วารินทร์ รัศมีพรหม, 2529 : 3)

คุณค่าของสไลด์ประกอบเสียงจะมีลักษณะเดียวกับการถ่ายภาพทั่วไป เช่น จำลองสิ่งใหญ่ให้เล็กลง ขยายสิ่งเล็กมากจนตามองไม่เห็นหรือเห็นได้ยากให้ใหญ่ขึ้นจนมองเห็นได้ วัสดุจับซ่อนได้ง่าย นำสิ่งที่อยู่ไกลมาให้ดูชมได้ บันทึกเหตุการณ์ในอดีต และทำไว้ให้เห็นความสวยงามของธรรมชาติทำให้เกิดอารมณ์เศร้า อินดี ตื่นเต้นนอกจากนี้สไลด์ประกอบเสียงยังสามารถใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอนอื่น เช่น

- 1) เปลี่ยนบรรยากาศในห้องเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นสนใจมากขึ้น
- 2) ทำให้ผู้เรียนได้เห็นทั้งภาพและเสียงที่สัมพันธ์กัน เป็นเรื่องราวต่อเนื่องก่อให้เกิดความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น
- 3) ทำให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์เกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนการสอนหลายอย่าง เช่น แบบเรียน คำบรรยาย คู่มือ แบบฝึกหัด ภาพและเสียงประกอบย่อมทำให้เกิดความจำได้ดียิ่งขึ้นและยาวนานกว่าใช้สื่อเพียงอย่างเดียว
- 4) ทำสไลด์ประกอบเสียงสามารถนำมาเป็นสื่อที่ใช้เรียนเพียงคนเดียว หรือเป็นกลุ่มเล็กหรือเป็นกลุ่มใหญ่ก็ได้
- 5) สามารถนำมาดูซ้ำได้อีกเมื่อต้องการทบทวนเตือนความจำหรือการประเมินผล
- 6) ทำให้ตรงความสนใจของผู้เรียนได้เป็นเวลานานกว่าสื่อประเภทอื่นและยังก่อให้เกิดความรู้สึกว่าผู้เรียนได้ประสบการณ์ร่วมกัน
- 7) สไลด์ประกอบเสียงที่ผลิตขึ้นโดยมีหลักการที่ดี ผลิตเป็นอย่างดีโดยมีทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพที่ดีมาก

8) สไลด์ประกอบเสียงนั้นสามารถทำสำเนา แจกจ่ายไปตามสถานศึกษาต่าง ๆ หรืออยู่ในที่ห่างไกลกันอาจได้เรียนรู้ในเรื่องนั้นอย่างเท่าเทียมกัน (วารินทร์ รัชมีพรหม, 2529 : 87)

การทดลองเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ข้อเท็จจริงจากการสอนตามวิธีต่าง ๆ คือ แบบบรรยาย ฉายสไลด์ ฉายสไลด์สลับสไลด์เทปเสียง ฉายสไลด์พร้อมกับฟังเสียงบรรยาย มีการอภิปรายและ ฉายสไลด์ซ้ำอีก จากผลการทดลองปรากฏว่า การสอนโดยใช้สไลด์ให้ผลการเรียนรู้ข้อเท็จจริงและ มีความคงทนในการจำดีกว่าการสอนแบบบรรยาย และวิธีการสอนโดยใช้สไลด์พร้อมกับฟังเสียงบรรยายมีการอธิบายและฉายสไลด์ซ้ำอีกครั้งหนึ่งนั้นให้ผลดีกว่าวิธีอื่น ๆ

นพพร สวัสดิ์ (2530 : 10) พบว่าจากการทดลองโดยใช้สไลด์ประกอบเสียงเรื่อง การขยายพันธุ์พืช ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เปรียบเทียบการสอนแบบสาธิตในเรื่อง เดียวกัน และ ระดับชั้นเดียวกัน ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการใช้สไลด์ทำแบบฝึกหัดได้ 93.26% ส่วน นักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบสาธิตทำแบบฝึกหัดได้ 91.70% แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การขยายพันธุ์พืช ระหว่างกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ 0.01

## 2.2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการผลิตซูริมิ

### 2.2.1 ซูริมิ (surimi) คืออะไร

ซูริมิ คือ เนื้อปลาสดที่ผ่านการบดหรือสับให้ละเอียดแล้วล้างด้วยน้ำ เติมน้ำตาล cryoprotectants และเก็บไว้ในสภาพแช่แข็ง เพื่อที่จะนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ต่อไป

ซูริมิ (surimi) มาจากภาษาญี่ปุ่น โดยญี่ปุ่นเป็นชาติแรกที่ทำซูริมิมานานหลายทศวรรษโดย ทำเป็นก้อนสี่เหลี่ยม แล้วนำไปนึ่งหรือต้มให้สุก ซึ่งคนญี่ปุ่นเรียกอาหารนี้ว่า “คามาบโโกะ” (kamaboko) ซึ่งถือว่าเป็นอาหารพื้นเมืองของชาวญี่ปุ่นมาก่อน (พิมพ์ใจ ทองคำ, 2541 : 3)

ซูริมิ (surimi) ซูริมิเป็นภาษาญี่ปุ่น ที่ใช้เรียกเนื้อปลาบด ที่ผ่านการล้างด้วยน้ำ แล้วเติมน้ำตาล กับโพลีฟอสเฟตก่อนนำไปแช่แข็งใช้เป็น วัตถุดิบในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น - ลูกชิ้นปลา คามาโบโกะ (Kamaboko) และชิคุวา (Chikuwa) เป็นต้น (สุภาพรพรรณ บริลเลียนเตส, 2535 : 3)

### 2.2.2 ประโยชน์ของซูริมิ

ซูริมิสามารถเก็บแช่แข็งไว้ได้นานและนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้หลายชนิดได้แก่ เนื้อปูเทียม โดยจะให้คุณค่าทางโปรตีนสูงและไขมันต่ำ และอาหารประเภทหุบส่วนผสม (Battered and Breaded) และนำไปทอด เช่น Fish fingers และ Fish nuggets โดยอาจมีการบรรจุในภาชนะที่

ใช้สำหรับเข้าไมโครเวฟได้เพื่อความสะดวกแก่ผู้บริโภคและสามารถเก็บในสภาพแช่แข็งได้ (พิมพ์ใจทองคำ, 2541 : 3)

### 2.2.3 โปรตีนจากกล้ามเนื้อปลา

กล้ามเนื้อปลาประกอบด้วย 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือกล้ามเนื้อดำและกล้ามเนื้อขาว ปริมาณของกล้ามเนื้อแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับวงจรชีวิตของสัตว์ ปลาที่ว่ายน้ำได้แข็งแรง เช่น ปลาพุดและปลาแมกเคอเรล จะมีกล้ามเนื้อดำมากกว่าปลาที่ว่ายน้ำได้ช้า เช่น ปลาคอด ปลาแฮดคอก กล้ามเนื้อทั้ง 2 ชนิดมีความจำเป็นเหมือนกัน องค์ประกอบทางเคมีจะแตกต่างกันบ้าง

โปรตีนแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ตามคุณสมบัติของการละลายดังนี้

1. sarcoplasmic proteins เป็นโปรตีนที่ละลายได้ในน้ำ ปกติพบในเซลล์พลาสมา เกี่ยวข้องกับแอนไซม์ มีประมาณ 18 – 20 เปอร์เซ็นต์ ของโปรตีนกล้ามเนื้อทั้งหมด

2. connective tissue พบในส่วนของเส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle fibers) และคอลลาเจน (collagen) และอีลาสติน (elastin) หรืออาจจะรู้จักกันในชื่อ stoma มีประมาณ 3–5% ของโปรตีนทั้งหมด ปกติละลายได้ในการหุงต้ม อย่างไรก็ตามจะทนทานต่อการละลาย เว้นแต่ในสารละลายที่มีเกลือสูง

3. myofibrillar proteins เป็นโปรตีนที่มีมากที่สุด คือ ประมาณ 65-80 เปอร์เซ็นต์ ของโปรตีนทั้งหมด ประกอบด้วย myosin, actin, actomyosin และ troponin โปรตีนเหล่านี้สามารถสกัดได้ โดยใช้สารละลายเกลือที่มีความแรงของไอออนสูง

### ไมโอไฟบริลโปรตีน (myofibrillar proteins)

1. แอกติน (actin) เป็นโปรตีนสำคัญของฟิลาเมนต์บาง (thin filament) มีอยู่ประมาณร้อยละ 20-25 ของโปรตีนในไมโอไฟบริล และเป็นโปรตีนที่ติดแน่นกับโครงสร้างของกล้ามเนื้อมากกว่าไมโอซิน แอกตินประกอบด้วยกรดอะมิโนโพรลีน (prolin) จำนวนมาก กรดอะมิโนนี้ประกอบด้วยหมู่อิมิโน (imino group, N – H) ทำให้เกิดการขดพันกันระหว่างโซ่โพลีเปปไทด์ (polypeptide chain) เกิดเป็นโมเลกุลรูปโกลบูลาร์ (globular shaped molecule) หรือรูปทรงกลมซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5.5 นาโนเมตร โมเลกุลรูปโกลบูลาร์นี้คือ จีแอกติน แอกตินฟิลาเมนต์ (actin filament) ซึ่งเป็นเส้นใยที่เกิดจาก จี-แอกตินโมโนเมอร์มาเชื่อมต่อกันตามความยาวเกิดเป็น เอฟ-แอกติน (F – actin หรือ fibrous actin) การเชื่อมต่อกันของ จี – แอกตินคล้ายกับไข่มุกที่ร้อยเป็นพวงยาว เอฟแอกติน 2 เส้นซึ่งขดเป็นเกลียวจะพันกันไปมา เกิดเป็นซูเปอร์เฮลิกซ์ (super helix) ซึ่งเป็นลักษณะของแอกตินฟิลาเมนต์ เส้นผ่าศูนย์กลางทั้งหมดของแอกตินฟิลาเมนต์ยาวประมาณ 6-8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นาโนเมตร ค่า isoelectric pH (pH ที่มีประจุไฟฟ้าที่น้อยที่สุดและการละลายน้อยที่สุด) ของแอกติน ประมาณ 4.7 (พิมพ์ใจ ทองคำ, 2541 : 4)

2. ไมโอซิน (myosin) เป็นโปรตีนของฟิลาเมนต์หนา (thick filaments) เป็นโมเลกุลที่ยาวมากและมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 500,000 ไมโอซินประกอบด้วยโซ่โพลีเปปไทด์เหมือนกัน 2 โซ่ ซึ่งมีโครงสร้างเป็น แอลฟา-เฮลิคัล (α - helical structure) โพลีเปปไทด์ 2 โซ่นี้มาขดพันกันเป็นซูเปอร์เฮลิคัล (super helix) โมเลกุลของไมโอซินมีหัวกลม (globular heads) ซึ่งมีเอนไซม์ ATPase สามารถย่อยสลาย ATP ไปเป็น ADP และฟอสเฟตอินทรีย์ (Pi) หัวกลมนี้มี 2 หัว และเป็นส่วนที่สิ้นสุดของโพลีเปปไทด์ทั้ง 2 โซ่ ไมโอซินถูกไฮโดรไลซ์ได้ เมโรไมโอซินเบา (light meromyosin) อีกส่วนหนึ่งเรียกว่า เมโรไมโอซินหนัก (heavy meromyosin) หลักรากการไฮโดรไลสเมโรไมโอซินหนักก็ยังคงมีความสามารถที่จะเกิดแรงกระทำกับแอกตินได้และแอกติวิตีของเอนไซม์ ATPase ก็ยังคงอยู่

ไมโอซินมีอยู่ประมาณร้อยละ 50-60 ของโปรตีนไมโอไฟบริล ฟิลาเมนต์หนาแต่ละเส้นประกอบด้วยโมเลกุลของไมโอซินประมาณ 400 โมเลกุล โมเลกุลเหล่านี้จะมีขั้วมากเมื่อมันมีแรงกระทำต่อกัน และจะต่อกันแบบหัวต่อหางใน 2 ทิศทาง การมีขั้วของโมเลกุลนี้เองที่มีผลต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อ ฟิลาเมนต์หนาสามารถทำให้เกิดได้จากโมเลกุลของไมโอซินที่แยกออกมา (พิมพ์ใจ ทองคำ, 2541 : 5)

ไมโอซินสามารถสกัดได้โดยใช้น้ำเกลือที่มีความแรงของไอออนสูง (ionic strength 0.6) ที่มี pH เป็นค่าเล็กน้อย มันสามารถทำให้บริสุทธิ์ได้โดยการตกตะกอนใหม่หลายครั้งตามด้วยการละลายในน้ำเกลือที่มีความแรงไอออนสูง สารละลายที่ใช้กันทั่วไปในการสกัดคือ 0.3 M HCl และ 0.15 M ฟอสเฟตที่ pH 6.5 หรือ 0.47 M KCl, 0.1 M ฟอสเฟต, และ 0.1 M ไพโรฟอสเฟตที่ pH 6.5

3. แอกโตไมโอซิน (actomyosin) เมื่อผสมแอกตินและไมโอซินที่บริสุทธิ์ในหลอดทดลอง จะเกิดสารเชิงซ้อนแอกโตไมโอซิน แอกโตไมโอซินมีลักษณะขุ่นมาก แม้ว่าแอกตินไม่มีแอกติวิตีของเอนไซม์ (enzyme activity) แต่มันสามารถเปลี่ยนแปลงแอกติวิตีของ ATPase ของไมโอซินในสารเชิงซ้อนแอกโตไมโอซิน แอกติวิตีของแอกตินที่บริสุทธิ์ถูกกระตุ้นโดย  $Ca^{2+}$  แต่ยับยั้งโดย  $Mg^{2+}$  การเกิด cross bridge ระหว่างแอกตินและไมโอซิน มีหมู่ซัลไฟดริลเกี่ยวข้องกับอยู่ด้วย สารเชิงซ้อนแอกโตไมโอซินในสถานะที่เหมาะสมสามารถหดตัวได้ และสามารถแยกเป็น แอกตินและไมโอซินเมื่อมี  $Mg^{2+}$  และ ATPase อยู่ด้วย (พิมพ์ใจ ทองคำ, 2541 : 7)

4. โทรโปไมโอซิน (Tropomyosin) มีอยู่ร้อยละ 8-10 ของโปรตีนในไมโอไฟบริล เป็นโมเลกุลที่มีประจุมาก โดยมีกรดอะมิโนที่เป็นกรดและเบส (acidic and basic amino acids) เป็น

จำนวนมาก จุดไอโซอิเล็กทริก (isoelectric point) ของโทรโปไมโอซิน มีค่าประมาณ 5.1 โมเลกุลของโทรโปไมโอซินมีปริมาณโพสเฟตต่ำ ซึ่งทำให้มันมีคุณสมบัติเป็นเส้นใย โมเลกุลของโทรโปไมโอซิน ประกอบด้วยโซ่โพลีเปปไทด์ 2 โซ่ มาต่อกันปลายต่อปลาย เกิดเป็นเส้นบางยาวในแอกตินฟิลาเมนต์ จะมีเส้นโทรโปไมโอซินพันไปตามผิวของสายโซ่คู่ที่ขดเป็นเกลียวของเอฟ – แอกติน ความยาว 1 โมเลกุลของโทรโปไมโอซิน เท่ากับ จี – แอกติน 7 โมเลกุล ในแอกตินฟิลาเมนต์ (พิมพ์ใจ ทองคำ, 2541 : 8)

5. โทรโปนิน (Troponin) เป็นโปรตีนชนิดโกลบูลาร์ (globular protein) มีปริมาณโพสเฟตค่อนข้างสูง มีอยู่ประมาณร้อยละ 8-10 ของโปรตีนในไมโอไฟบริล เช่นเดียวกับโทรโปไมโอซิน โทรโปนินวางตัวอยู่ตามร่องของสายโซ่คู่ของเอฟ-แอกติน และล้อมรอบเส้นโทรโปไมโอซิน หรืออาจอยู่ใกล้ส่วนปลายของโมเลกุลของโทรโปไมโอซิน โทรโปนินจะมีอยู่เป็นระยะ ๆ ตามความยาวของแอกตินฟิลาเมนต์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างของเอฟ – แอกติน, โทรโปไมโอซิน และโทรโปนินในแอกตินฟิลาเมนต์ โทรโปนินสามารถจับกับ  $Ca^{2+}$  และมีบทบาทสำคัญต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อ

สารเชิงซ้อนระหว่างโทรโปนินและโทรโปไมโอซินรวมเรียกว่า “แฟกเตอร์ของการผ่อนคลาย” (relaxing factor) การมีสารเชิงซ้อนนี้จะช่วยห้ามการหดตัวของกล้ามเนื้อ

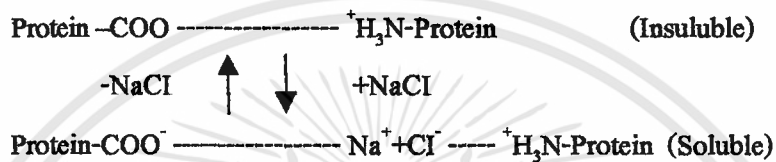
โปรตีนอีก 2 ชนิดที่พบในปริมาณน้อยแต่มีความสำคัญต่อการทำงานของกล้ามเนื้อคือ แอลฟา – แอกตินิน และเบต้า – แอกตินินเกิดเป็นเจลได้ (gelation) ปรากฏการณ์นี้ขึ้นกับอุณหภูมิ และผันกลับได้ถ้ามีโทรโปไมโอซินอยู่ แอลฟา – แอกตินินเป็นโกลบูลาร์โปรตีน มีอยู่ในเส้น Z (Z line) และมีอยู่ประมาณร้อยละ 2-2.5 ของโปรตีนในไมโอไฟบริล แอลฟา – แอกตินิน ทำหน้าที่เป็นสารยึด (cementing substance) อยู่ใน Z ฟิลาเมนต์ (Z filaments)

เบต้า-แอกตินินก็เป็นโกลบูลาร์โปรตีน อยู่ที่ปลายของแอกตินฟิลาเมนต์ โดยรักษาความยาวของแอกตินฟิลาเมนต์ให้อยู่ประมาณ 1 ไมโครเมตร ในแต่ละครึ่งของซาร์โคเมียร์ ถ้าไม่มีเบต้า – แอกตินิน แอกตินฟิลาเมนต์ ในหลอดทดลอง จะมีความยาว 3 - 4 ไมโครเมตร หรือยาวกว่านี้ (พิมพ์ใจ ทองคำ, 2541 : 8)

### กลไกการเกิดเจลของซูริมิ

ในเนื้อปลาสด (Raw surimi) ที่ยังไม่ได้บดรวมกับเกลือก่อนข้างที่จะแตกได้ง่ายเนื่องจากไม่มีความเหนียว แต่เมื่อมีการบดหรือการเติมเกลือจะทำให้เกิดความข้นหนืดในลักษณะที่เป็น Sol หรือ Paste เนื่องจากเกลือช่วยทำให้โปรตีนละลายได้น้ำ การบดซูริมิพร้อมกับการเติมเกลือเป็นเวลา 25 นาที จะทำให้โครงเดิมของ Myofibrils เปลี่ยนไป ซึ่งปกติโปรตีนที่ไม่ละลายน้ำ เมื่อได้รับ

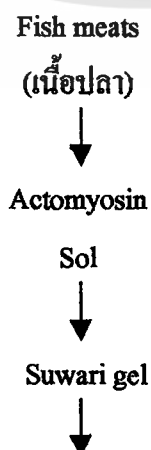
เกลือเข้ามาประจุของเกลือจะละลายในน้ำ จะทำให้เกิดการรวมกันของประจุกลุ่มตรงกันข้าม เมื่อผิวหน้าของโปรตีนเปิดออก การเชื่อมข้ามโมเลกุลของเกลือ (salt linkages) ระหว่าง Myofibrillar proteins ทำให้โปรตีนละลายในน้ำ และเพิ่มความชอบน้ำการสูญเสียโครงสร้างนี้มีสาเหตุมาจากการละลายของ Myofibrillar proteins ในน้ำ โดยมีเกลือเป็นตัวช่วย ในเวลาเดียวกันจะเกิดการละลายของ Myosin ร่วมกับ Actin ทำให้ได้เป็น Actomyosin ที่มีโมเลกุลใหญ่ขึ้นกว่าเดิม (พิมพ์ใจ ทองคำ, 2541 : 11)



การเติมเกลือร่วมกับการบดเนื้อปลา จะช่วยทำให้โปรตีนมีคุณสมบัติในการละลาย จึงจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาโครงสร้างที่ยืดหยุ่น ในการให้เจลเซตตัวด้วยความร้อน นอกจากเกลือจะมีผลต่อความสามารถในการละลายของ Myofibrillar proteins นอกจากนี้ความร้อนยังมีผลทำให้โครงสร้างของโมเลกุลไม่มีความเสถียร คือทำให้เสียสภาพธรรมชาติ (Denaturation) (พิมพ์ใจ ทองคำ, 2541 : 11)

### ลักษณะการเกิดเจล

ลักษณะเจลของเนื้อปลาเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางกายภาพของโปรตีน โปรตีนที่มีอิทธิพลต่อการเกิดเจล คือ ไมโอไฟบริลโปรตีน ซึ่งเจลจะเกิดก็ต่อเมื่อโปรตีนไมโอไฟบริลละลายออกมาและได้รับความร้อน โดยจะจับตัวเป็นร่างแหและอุ้มน้ำได้ โปรตีนไมโอไฟบริลที่เป็นร่างแห คือ แอคโต ไมโอซินและ ไมโอซิน ร่างแหเหล่านี้ทำให้เกิดความเหนียวขึ้น Suzuki,T. (อ้างโดย สุทรวัฒน์ เบญจกุล :2536 :8) ได้อธิบายขั้นตอนการเกิดเจลดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Modori



Kamaboko gel

ลักษณะการเกิดเจลของเนื้อปลา

ที่มา : ดัดแปลงจาก Suzuki,T. (อ้างโดย สุทรวัดณ์ เบญจกุล, 2536 :8)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเจลของซูริมิ

1. การล้างเนื้อปลา (Washing)

Hall,GT. และ Ahmad,N.H (อ้างโดย พิมพ์ใจ ทองคำ, 2541 : 15) รายงานว่าการล้างน้ำออกจากเนื้อปลาช่วยกำจัดสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

- โปรตีนที่ละลายได้ในน้ำ คือ Sarcoplasmic ซึ่งไม่ทำให้เกิดเจล
- กำจัดเอนไซม์ (Proteases)
- กำจัดดีและเลือด
- กำจัดไขมัน
- สารประกอบพวกฮีม ซึ่งมีผลต่อการเร่งการเกิดออกซิเดชันของไขมัน ที่ทำให้โปรตีนเสียสภาพธรรมชาติ

Pacheco – Aguilar,R. และคณะ (อ้างโดย พิมพ์ใจ ทองคำ, 2541 : 15) ได้ศึกษาผลของการล้างน้ำในเนื้อปลาสด เพื่อทำผลิตภัณฑ์ซูริมิ โดยใช้ปลา Whiting (*Merluccius productus*) การล้างน้ำภายใต้สภาวะที่เป็นกรดที่ pH 5.0-5.3 ให้ประสิทธิภาพในการผลิตมากที่สุด ในสภาพที่เป็นกรดมีผลในการกำจัดไขมัน และ Trimethylamine oxide และ yield เพิ่มขึ้นถึง 34 เปอร์เซ็นต์มากกว่าวิธีการผลิตแบบ conventional แต่เนื้อสัมผัสของ gel จะมีคุณภาพต่ำเมื่อเตรียมซูริมิ ในสภาพที่เป็นกรดผลจากการทดลองโดยวิธีนี้จึงเสนอแนะโดยการลดปริมาณน้ำ อาจเป็นไปได้ในการผลิตซูริมิ

Lin,J.W. และ Park,M. (อ้างโดย พิมพ์ใจ ทองคำ, 2541 : 16) ได้ศึกษาถึงความเข้มข้นของเกลือ และจำนวนครั้งของการล้างน้ำต่อการสกัดโปรตีน พบว่า Sarcoplasmic proteins ละลายในน้ำ (0 เปอร์เซ็นต์ NaCl) และถูกกำจัดออกในขั้นตอนแรกของการล้างน้ำ ส่วน Myofibrillar heavy chain (MHC) จะมีการสูญเสียในระหว่างการล้างน้ำได้เช่นกัน การควบคุมอัตราส่วนของน้ำต่อเนื้อปลา เวลาการล้าง และจำนวนครั้งของการล้าง เป็นจุดที่ต้องควบคุมในการลดความสูญเสียของ MHC การล้างน้ำด้วยเกลือ MHC และที่ 0 เปอร์เซ็นต์ และ 2 เปอร์เซ็นต์ MHC จะมีการสูญเสียมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่า อย่างไรก็ตามในสารละลายเกลือดังกล่าวนี้จะไม่มผลในการกำจัด Sarcoplasmic proteins แม้แต่การเพิ่มจำนวนครั้งของการล้างน้ำ

## 2. ความเข้มข้นของปริมาณเกลือที่ใช้

Okada,M. (อ้างโดย พิมพ์ใจ ทองคำ, 2541 : 16) รายงานว่า myofibrillar protein เป็นโปรตีนที่ละลายได้ในสารละลายเกลือ (salt - soluble proteins) ดังนั้นในระหว่างการบดปลาจึงมีการใช้เกลือร่วมด้วย เพื่อให้โปรตีนชนิดนี้ละลายได้นั่นเอง ซึ่งจะทำได้เนื้อปลาบดที่มีคุณภาพดีในระหว่างการบดการเกิดเจลจะยังไม่สมบูรณ์ ถ้าหากภายหลังไม่ได้ใช้ความร้อนเพื่อให้เจต set ตัว ความเข้มข้นของเกลือที่ใช้จะมีผลต่อการ form เจลของ myofibrillar protein จากการทดลองใช้ความเข้มข้นของเกลือตั้งแต่ 2-25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของเกลือสูงขึ้น ผลจะเกิด salting out Okada,M. (อ้างโดย พิมพ์ใจ ทองคำ, 2541 : 16) ทำให้โปรตีนตกตะกอนลงมาจากค่า Ionic strength สูง อย่างไรก็ตามค่าโดยเฉลี่ยของการใช้เปอร์เซ็นต์เกลือในการแปรรูปทางการค้าคือ 2.5 เปอร์เซ็นต์

## 3. อุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการผลิต

อุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเกิดเจล ถ้าหากใช้อุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมอาจจะไม่เกิดเจลหรือเจลที่ได้มีคุณภาพต่ำ ในที่นี้จะหมายถึงการผลิตในขั้นตอนของการล้างเนื้อปลา การบด ซึ่งหากมีอุณหภูมิสูง จะทำให้คุณภาพของโปรตีนเกิดการเสื่อมเสียได้เนื่องจากปฏิกิริยา autolysin Douglas - Schwarz,M. และ Lee,C.M.(อ้างโดย พิมพ์ใจ ทองคำ, 2541 : 17) ได้ศึกษาความคงตัวของปลา redhake และ alaska pollack ในระหว่างการผลิตซูริมิและการสร้างเจล อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการล้างเนื้อปลาบดของปลา hake อยู่ 15°C และอุณหภูมิการบดซูริมิของปลา hake ที่เหมาะสมเป็น 12°C สำหรับปลา pollack อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการล้างเนื้อปลาบด อยู่ที่ 10°C และอุณหภูมิการบดซูริมิที่เหมาะสมเป็น 4°C

## 4. การให้ความร้อน

Hall,G.M. และ Ahmad,N.H. (อ้างโดย พิมพ์ใจ ทองคำ, 2541 : 17) พบว่าการให้ความร้อนมีผลทำให้โปรตีนเสียสภาพธรรมชาติซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายในการทำซูริมิ การให้ความร้อนมากเกินไป จะมีผลทำให้เกิดการสูญเสียในการสร้างเจล การควบคุมความชื้นในการบดและการผสมจะช่วยลดปัญหาได้มาก Sano,T. และคณะ (อ้างโดย พิมพ์ใจ ทองคำ, 2541 : 17) ได้ศึกษาคุณสมบัติของความร้อนในการเกิดเจลของ myosin โดยศึกษา บทบาทหรือหน้าที่ ของส่วน head และ tail ของโมเลกุล Myosin ในการเกิดเจล คุณสมบัติในการเกิดเจลของ Heavy meromyosin (HMM) และ Light meromyosin (LMM) ส่วน HMM จะเกิดความยืดหยุ่นที่ดีต้องใช้ อุณหภูมิสูงกว่า 50 องศาเซลเซียส และ LMM จะเกิดความยืดหยุ่นที่ดีที่อุณหภูมิสูงกว่า 45 องศาเซลเซียส ดังนั้นส่วนที่

พัฒนาการเกิดเจลหรือความยืดหยุ่นของซูริมิ เชื่อว่าส่วนที่สำคัญคือส่วน tail ของโมเลกุล Myosin และส่วนรองคือส่วน head ของโมเลกุล Sano, T. และคณะ (อ้างโดย พิมพ์ใจ ทองคำ , 2541 :17) ได้ศึกษาบทบาทของ F-actin ในการให้ความร้อนของการเกิดเจลของ Actomyosin ในปลาพบว่าแรงของความหนืดในระหว่างการให้ความร้อนเพื่อการเกิดเจล เปลี่ยนแปลงอย่างมาก ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของ F-actin/myosin F-actin จะให้ความข้นหนืดต่อ actomyosin แต่ไม่มีผลในการพัฒนาความยืดหยุ่น (elasticity) ในช่วงอุณหภูมิ 30-46 องศาเซลเซียส การเกิดเจลของ Myosin เพียงลำพังจะแสดงถึงความเหนียวสูง แต่ถ้า Myosin มีปริมาณเพียงเล็กน้อย F-actin ถึงจะแสดงความเหนียวได้สูง

Chan, J.K. และคณะ (อ้างโดย พิมพ์ใจ ทองคำ, 2541 : 18) ได้ศึกษาการเชื่อมข้ามของ Myosin heavy chains จากปลาคอด ปลาแฮร์ริ่ง และปลาซิลเวอร์ แสก ในระหว่างการแช่ที่ตัวด้วยความร้อน โดยได้ทำการศึกษาที่ 0.6M ของโซเดียมคลอไรด์ pH 6.5 ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และหาค่า Turbidimetrically และโดย SDS - Polyacrylamide gel electrophoresis เชื่อมข้ามจะแสดงความสามารถของ MHC จากปลาทั้ง 3 ชนิดแตกต่างกัน โดย MHC ของปลาแฮร์ริ่งจะมี โพลีเมอร์ขนาดเล็ก ( $n \leq 3$ ) แต่ MHC ของปลาคอดและปลาซิลเวอร์แสกจะมีโพลีเมอร์ทั้งขนาดเล็กและใหญ่ ( $n \geq 6$ )

### ขั้นตอนการผลิตซูริมิ

กระบวนการผลิตซูริมิเริ่มจากการตัดหัว ควักไส้ และแยกเนื้อออกจากกระดูกในลักษณะเนื้อปลาสด ล้างเนื้อปลาด้วยน้ำ กำจัดน้ำและสิ่งแปลกปลอม แล้วผสมกับสารป้องกันการสูญเสียสภาพของโปรตีนระหว่างการแช่เยือกแข็ง

### วัตถุดิบ (Raw material)

ในช่วงแรกของการผลิตซูริมิในญี่ปุ่นนิยมใช้ปลาที่จับได้ในท้องถิ่น เช่น congereel, lizard fish และ croaker ต่อมาพบว่า pollock และ Atka mackerel ซึ่งพบมากในแถบ North Pacific มีเนื้อซึ่งให้ผลิตภัณฑ์เนื้อปลาสดที่มีคุณภาพสูงตลอดจนมีปริมาณมากเพียงพอสำหรับการผลิตในระดับอุตสาหกรรม แต่ปลา pollock จะมีคุณสมบัติในการเกิดเจลลดลงอย่างรวดเร็ว ภายหลังจากจับ แม้แต่การแช่แข็งทันทีที่ภายหลังการจับก็ไม่สามารถลดปัญหาดังกล่าว ซึ่งส่งผลต่อการลดความแข็งแรงของเจล (gel strength) หรือแรงยึดเกาะ (cohesiveness หรือ ashi ในภาษาญี่ปุ่น) ในปี ค.ศ. 1982 ประเทศญี่ปุ่นสามารถผลิตซูริมิได้ 340,000 เมตริกตัน ส่วนใหญ่ผลิตจากปลา pollock มีเพียง

18,000 เมตริกเท่านั้นที่ผลิตจากปลานิคอื่น เช่น sardine, mackerel และ Alaska mackerel (สุทรวัฒน์ เบญจกุล, 2536 : 1)

สำหรับประเทศไทยปลาที่นิยมใช้ได้แก่ปลาทรายแดง (Threadfin snapper) ปลาสาทเหลือง (Barracuda) ปลากระพงข้างเหลือง (Big-eye snapper) และปลาปากกลม (Crockers)

Bebbit,J.K.(อ้างโดย สุทรวัฒน์ เบญจกุล, 2536 : 4) คุณสมบัติเชิงหน้าที่แตกต่างกัน ปลา pollock ให้ผลผลิตสูงสุด เมื่อปลานอกจากปลา rockfish croaker และ pollock ให้ผลผลิตสูงสุด

Min,T.S.และคณะ (อ้างโดย สุทรวัฒน์ เบญจกุล, 2536 :4) รายงานชนิดของปลาที่ใช้ในการผลิตซูริมิในแถบตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งได้แก่ threadfin snapper (*Nemipterus spp.*) big eye snapper (*Priacanthus spp*) barracuda (*Sphyparena spp.*)

ชนิดวัตถุดิบมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของซูริมิ นอกจากนี้ ความสด และวิธีการจับฤดูกาลในการจับและขนาดของปลามีผลต่อคุณภาพเช่นกัน ปลา Cod ที่จับได้ในช่วงฤดูร้อนมีแนวโน้มสูญเสียสภาพได้เร็วกว่าปลาที่จับได้ในช่วงฤดูใบไม้ผลิ ส่วนคุณภาพของ Alaska pollock จะเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลจับ สำหรับปัจจัยทางด้านชีววิทยา เช่น การวางไข่ก็มีผลต่อคุณภาพของซูริมิ เช่นเดียวกัน Suzuki,T. (อ้างโดย สุทรวัฒน์ เบญจกุล, 2536 : 6) ปลาในช่วงวางไข่จะมีความชื้นสูง แต่มีปริมาณไขมันและโปรตีนในเนื้อต่ำ ส่งผลให้คุณภาพเนื้อปลาไม่ดี

### การเก็บรักษาวัตถุดิบ

เนื่องจากเนื้อปลานเกิดการเน่าเสียได้ง่าย ดังนั้นจึงควรเก็บรักษาปลาที่อุณหภูมิต่ำและควรทำการแปรรูปให้เร็วที่สุด สำหรับปลาที่ผ่านการทำลายภายหลังการแช่แข็งนั้นพบว่า มีอัตราการเน่าเสียเร็วกว่าปลาสด Suzuki,T. (อ้างโดย สุทรวัฒน์ เบญจกุล, 2536 : 6) นอกจากนี้เครื่องในของปลาประกอบด้วยเอนไซม์ย่อยโปรตีนซึ่งอาจทำให้ความสามารถในการเกิดเจลลดลง ส่วนไตและถุงน้ำดีที่ไม่ได้นำออกจากตัวปลาอาจมีผลให้สะอาดเพื่อกำจัดเศษของอวัยวะภายใน ซึ่งเป็นส่วนที่กำจัดได้ยากในกระบวนการล้างเนื้อปลาสด หลังจากนั้นปลาจะถูกนำมาแล่เนื้อเพื่อเตรียมเข้าเครื่องแยกเนื้อต่อไป สำหรับปลา Alaska pollock ควรนำหนังหุ้มช่องท้องสีน้ำตาลออกจากตัวปลาเพื่อหลีกเลี่ยงปรากฏของเนื้อปลาบดเป็นที่ยอมรับ Suzuki,T. (อ้างโดย สุทรวัฒน์ เบญจกุล, 2536 :6)

### วิธีการตรวจคุณภาพของปลา (ผ่องเพ็ญ รัตตกุล, 2532 : 5)

#### ลักษณะภายนอก

1. สีตาและผิวหนังคงความเป็นมันเงา (shining) ไม่ขุ่นมัว
2. เกล็ดอาจหลุดเล็กน้อย

3. ลักษณะเป็นเนื้อสัมผัสไม่นุ่มตามแรงกดของมือ
4. เหนืออกไม่มีกลิ่น สีเลือดแดงสดไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เขียวหรือเหลืองมีความฉ่ำของ gilled raker มีมีือกไม่มาก
5. ลูกตา เป็นสีดำนัน นูนพอเหมาะ ปราศจากเลือดบริเวณรอบตา และตาดำไม่ขุ่นมัว
6. บริเวณท้อง ไม่บวมหรือแตก (burss belly)
7. เยื่อพุงหนังทอง (peritoneum) และก้างปลาไม่หลุดออกจากเนื้อและอวัยวะภายใน เช่น ตับ ไต ม้าม ไข่ อวัยวะสืบพันธุ์ยังคงสภาพสดไม่เน่าเสีย

### ลักษณะภายใน

เนื้อใส และสภาพการจัดเรียงตัวของกล้ามเนื้อชัดเจน ไม่เกาะหรือเปื่อยยุ่ย

### การผลิตซูริมิ

ในการผลิตซูริมิมีขั้นตอนการผลิตพอสรุปได้ดังนี้คือ

### การตัดหัวและควักไส้ (Beheading and Eviscerating)

ก่อนกระบวนการแยกเนื้อ ปลาจะผ่านการตัดหัว ควักไส้ ซึ่งอาจใช้แรงงานคนหรืออาจใช้เครื่องตัดหัวและควักไส้ในกรณีที่มีปลาจำนวนมากใกล้เคียงกัน ข้อดีของการตัดหัวและควักไส้มีดังนี้

1. หัวและไส้ประกอบด้วยไขมันปริมาณมาก ซึ่งจะสลายตัวระหว่างการเก็บรักษา ทำให้คุณภาพเนื้อปลาลดลง
2. เครื่องในปลาประกอบด้วยเอนไซม์ชนิดต่างๆ มีผลให้ความเหนียวของเนื้อปลาลดลง
3. เครื่องในปลาทำให้เนื้อปลามีสีคล้ำ

สำหรับการควักไส้ นั้นอาจใช้แรงงานคนหรือเครื่องจักร โดยเครื่องจักรส่วนใหญ่อาศัยหลักการคล้ายกันคือ ผ่าหน้าท้องของปลาให้เปิดออกก่อนหรือหลังการตัดหัวปลาแล้วเครื่องในจะถูกนำออกมาโดยเครื่องจักร นอกจากนี้มีการใช้เทคนิคการดูดเครื่องในออกจากปลาที่ตัดหัวแล้ว โดยทั่วไปเครื่องตัดหัวและควักไส้จะทำงานร่วมกัน(สุทธวิวัฒน์ เบนญกุล, 2536)

### การแยกเนื้อปลา (Deboning)

ปลามีเนื้อที่อ่อนนุ่ม ดังนั้น จึงสามารถแยกเนื้อปลาออกจากกระดูกได้ง่ายกว่าสัตว์ชนิดอื่น แต่เนื่องจากปลาที่ใช้ในการผลิตมีจำนวนมากและอาจมีขนาดเล็ก จึงจำเป็นต้องใช้แรงงานคนและ

เสียค่าใช้จ่ายมากขึ้น ดังนั้นจึงนิยมใช้เครื่องจักรในการแยกเนื้อเครื่องแยกเนื้อออกจากตัวปลา มี 3 ชนิดคือ

1. The belt-and-drum deboner เครื่องมือชนิดนี้ถูกพัฒนาครั้งแรกในประเทศญี่ปุ่น โดยปลาจะถูกบีบหรือกระหว่งสาขพานและวงล้อซึ่งมีรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3-4 มม. เพื่อป้องกันก้างหรือหนังผ่านไปพร้อมกับเนื้อ

โดยปกติขนาดรูของวงล้ออยู่ในช่วง 1-5 มม. โดยขนาด 3-4 มม. (ขนาดกลาง) ให้ผลดีที่สุดถึงแม้ว่าขนาดเล็ก(1-2 มม.)จะให้เนื้อที่ละเอียดและไม่มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันปะปนแต่จะเกิดการสูญเสียได้ง่ายในระหว่างการล้าง ทำให้ปริมาณผลผลิตสูงแต่ให้ซูริมีที่มีสีคล้ำเนื่องจากมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันหรือเนื้อดำปะปน Regenstein,J.M. (อ้างโดย สุทรววัฒน์ เภยจุกุล, 2536 :15)

2. The auger-screen deboner เครื่องมือชนิดนี้ประกอบด้วยบิตหัว 1 ตัว ซึ่งติดตั้งอยู่ภายในกระบอกซึ่งเจาะรูขนาดเล็กจำนวนมาก (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-1.5 มม.) โดยบิตหัวนี้จะทำหน้าที่นำเอาตัวปลาและอวัยวะต่าง ๆ ของกระบอก เครื่องมีที่ทันสมัยจะประกอบด้วยบิตหัวที่มีความเร็วสูงขึ้น และมีช่องระหว่างบิตหัวและทรงกระบอกแคบขึ้น เครื่องมือชนิดนี้จำเป็นต้องมีรูขนาดเล็กเพื่อแยกก้างปลาเนื่องจากจะเกิดความคั่งในเครื่องมือชนิดนี้มากกว่าเครื่องแยกเนื้อชนิด the belt-and-drum deboner เครื่องแยกเนื้อชนิดนี้จึงให้ผลผลิตสูงกว่าเครื่องมือชนิดแรก แต่เนื้อปลาที่ได้มีลักษณะละเอียดเหลว ดังนั้นเพื่อเพิ่มผลผลิตจึงควรใช้เครื่องแยกชนิด belt-and-drum ซึ่งมีความคั่งของเครื่องดำในการแยกเนื้อปลาให้มีคุณภาพสูง แล้วนำเศษก้างมาแยกเศษเนื้อที่เหลือด้วยเครื่องแยกชนิด auger-screen deboner Regenstein,J.M. and Regenstein,C.E. (อ้างโดย สุทรววัฒน์ เภยจุกุล, 2536 : 15)

3. The hydraulic ram deboner เครื่องมือชนิดนี้ประกอบด้วยเครื่องอัดเนื้อปลาเพื่อให้ผ่านตะแกรงโดยมีการทำงานเป็นกะด้วยระบบอัตโนมัติ (automatic batch-type system) ข้อดีของเครื่องมือชนิดนี้คือ สามารถลดความร้อนในเนื้อปลาซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในการแยกเนื้อปลาด้วยเครื่องแยกสองชนิดแรก Regenstein,J.M. and Regenstein,C.E. (อ้างโดย สุทรววัฒน์ เภยจุกุล, 2536 : 19)

เนื้อปลาคูที่ได้ (mince) เรียกในภาษาญี่ปุ่นว่า “otoshimi” จะมีสีคล้ำแตกต่างกันตามชนิดของปลาหรือชิ้นส่วนของปลาคูตลอดจนกระบวนการผลิต เช่น ถ้านำปลาทั้งตัวมาแยกเนื้อปลาคูพบว่าจะมีเลือดจนกระดูกกลางถ้าตัวปะปนในเนื้อ ถ้านำส่วนโครงกระดูกซึ่งเป็นส่วนที่เหลือจากการแล่มาแยกเนื้อ พบว่า เนื้อที่ได้มีสีคล้ำเพิ่มขึ้น เนื้อปลาคูพวกนี้มีราคาสูงและไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค แต่อาจมีประโยชน์ในอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น การใช้แทนเนื้อแดง นอกจากนี้เนื้อเยื่อเลือด (blood tissue) ยังให้กลิ่นรสของเนื้อ (meat-like flavor) อีกด้วย

### การล้าง (washing/rinsing)

การล้างสามารถกำจัดโปรตีนที่ละลายน้ำ และองค์ประกอบที่ไม่ต้องการออกไป เช่น เลือด ไขมัน รวมทั้งเอนไซม์ ส่งผลให้ปริมาณโปรตีนไมโอไฟบริลลาสูงขึ้น การล้างมักล้างด้วยน้ำเย็น (อุณหภูมิ 5.10°C) จนกระทั่งเนื้อปลาไม่มีสีและกลิ่น อุณหภูมิของน้ำที่สูงกว่าปลาในเขตอบอุ่นหรือเขตร้อน การล้างมักกระทำหลายครั้งเพื่อกำจัดโปรตีนชนิดละลายน้ำออกให้หมด การล้างแต่ละครั้งใช้ปริมาณน้ำ 5-10 เท่าของเนื้อปลาสด ทำการล้างอย่างน้อย 3 ครั้ง ระหว่างการล้างมีการกวนหรือคนอย่างช้า ๆ และสลับส้อม เพื่อป้องกันการจับตัวของเนื้อปลาสด (pulping) โดยปกติใช้วิธีการล้างในถัง 3 ถัง ซึ่งเรียงต่อกันแบบต่อเนื่อง แต่สำหรับการผลิตซูริมิบนเรือจะทำการล้างครั้งเดียว โดยใช้ น้ำที่มีปริมาตร 2-3 เท่าของเนื้อปลาสด Suzuki,T. (อ้างโดย สุทรวัดน์ เบญจกุล, 2536 : 20)

การล้างเนื้อปลาคือเป็นขั้นตอนสำคัญในการผลิตซูริมิ เนื่องจากเหตุผลดังต่อไปนี้ Suzuki, T. (อ้างโดย สุทรวัดน์ เบญจกุล, 2536 : 21)

1. สามารถปรับปรุงความสามารถในการเกิดเจล (ashi forming ability) แสดงดังตารางที่ 1
- ตารางที่ 1 ผลของการล้างต่ออัตราการสูญเสียสภาพของแอกโตไมโอซินในซูริมิจาก Alaska pollock ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20°C

water washing time	water soluble nitrogen in the water (%)	Rate of denaturation of actomyosin	
		30 days	60 days
0	0.76	80	100
1	0.60	74	100
3	0.35	57	93
6	0.26	8	64
8	0.17	1	44

ที่มา : Suzuki,T.(อ้าง โดย สุทรวัดน์ เบญจกุล, 2536 : 21)

2. สามารถยับยั้งการสูญเสียสภาพของโปรตีนจากการแช่เยือกแข็ง (freeze denaturation of protein) ซึ่งมีสาเหตุจากเกลือและสารประกอบอินทรีย์ที่ละลายน้ำ มีความเข้มข้น ความเข้มข้นของเกลือจะสูงขึ้นเมื่อนำในเซลล์เปลี่ยนเป็นผลึกน้ำแข็งส่งผลต่อค่า ionic strength และพีเอช ซึ่งเป็นสาเหตุของการแตกตัวและสูญเสียสภาพของโปรตีน

3. ปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของซูริมิ ปัญหาของการผลิตซูริมิอีกประการหนึ่งคือการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัส ทั้งนี้เนื่องจากเอนไซม์ ไตรเมทิลเอมีนออกไซค์ TMAO demethylase ซึ่งจะย่อยสลายไตรเมทิลเอมีนออกไซค์เปลี่ยนเป็น ไคเมทิลเอมีนและฟอร์มัลดีไฮด์ ซึ่งฟอร์มัลดีไฮด์ จะเร่งให้เกิดการรวมตัว (cross-linkages) ของโมเลกุลโปรตีน ทำให้ซูริมิ มีเนื้อสัมผัสที่เหนียวและแข็งแรงมากขึ้น (rubbery) (Crawford,D.L. 1979) (อ้างอิงโดย สุทธาวัดน์ เบญจกุล, 2536) การล้างเนื้อปลาสดเพื่อกำจัด ไคเมทิลเอมีนออกไซค์ ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของฟอร์มัลดีไฮด์ในปลา บางชนิดที่ไม่มีเอนไซม์ TMAO ase Gill,T.A. (อ้างโดย สุทธาวัดน์ เบญจกุล, 2536 : 22)

ส่วน Yoon,K.S. และคณะ (อ้างโดย สุทธาวัดน์ เบญจกุล, 2536 : 22) พบว่าเนื้อปลาสดที่ผ่านการล้างจะมีลักษณะเหนียวขึ้นเมื่อเก็บเป็นระยะเวลาานาน (6 เดือน) เมื่อพิจารณาโครงสร้างกล้ามเนื้อ พบว่าภายหลังการเก็บรักษา 5 สัปดาห์ อัตราการลดของ A band, I band และ H band ของเนื้อปลาที่ล้างน้ำมากกว่าเนื้อปลาที่ไม่ล้างน้ำและเมื่อเก็บรักษา 3 และ 6 เดือน พบว่าไม่สามารถตรวจพบซาร์โคเมียร์ในเนื้อปลาที่ล้างน้ำ ทั้งนี้อาจเนื่องจากองค์ประกอบที่ละลายน้ำ เช่น โปรตีนซาร์โคพลาสมิก และไตรเมทิลเอมีนออกไซค์ มีส่วนช่วยให้เกิดความคงตัวของโปรตีนไมโอไฟบริลลา โดยทำหน้าที่เป็นตัวขัดขวางการรวมตัวของโปรตีนดังกล่าว

4. ลดกลิ่นคาวปลาในเนื้อปลาสด การล้างเนื้อปลาสามารถลดปริมาณสารต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดกลิ่นคาวหรือกลิ่นที่ไม่ต้องการออกจากเนื้อปลา มีผลให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น

การล้างเป็นจำนวนหลายครั้งจะมีผลต่อการเพิ่มคุณสมบัติการชอบน้ำ (hydrophilic properties) ซึ่งทำให้การจกักน้ำยากขึ้น ดังนั้นในการล้างครั้งสุดท้ายจึงนิยมใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ เข้มข้นร้อยละ 0.1 – 0.3 เพื่อให้การกำจัดน้ำออกจากเนื้อง่ายขึ้น บางครั้งอาจใช้แมกนีเซียมคลอไรด์ หรือแคลเซียมคลอไรด์แทน นอกจากนี้ถ้าปลาไม่สด การจกักน้ำจะกระทำได้ง่าย การลดพีเอชของเนื้อปลาให้ใกล้เคียงจุดไอโซอิเล็กตริก จึงเป็นอีกวิธีหนึ่งในการกำจัดน้ำจากเนื้อปลาสด Suzuki,T. (อ้างโดย สุทธาวัดน์ เบญจกุล, 2536 : 22)

ในปลาบางชนิด เช่น sadire และ mackerel ซึ่งเกิดจากการสูญเสียสภาพของเอกโตไมโอซินได้ง่ายภายหลังการตาย ประกอบด้วย เนื้อดำประมาณ ร้อยละ 20ของเนื้อทั้งหมด และมีปริมาณโปรตีนที่ละลายน้ำสูง ปลาเหล่านี้มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันสูง ทำให้เนื้อเหนียวและกระด้าง นอกจากนี้

ปริมาณไขมันที่สูงส่งผลให้ปลาเหล่านี้มีเจลที่ไม่แข็งแรงการล้างเนื้อปลาในสารละลายต่าง สามารถพัฒนาการเกิดเจลให้ดีขึ้น

#### การกำจัดน้ำออกจากเนื้อปลา ( Dehydration )

โดยปกติการกำจัดน้ำออกจากเนื้อปลาค นิยมใช้ Screw Press ปริมาณน้ำที่ถูกกำจัดขึ้นกับ แรงดันที่ใช้และระยะเวลาที่ใช้ โดยระยะเวลาที่ใช้ขึ้นกับความเร็วรอบของสกรู ถ้าความเร็วของสกรู น้อยจำเป็นต้องใช้ระยะเวลานานขึ้นในการกำจัดน้ำ

การกำจัดน้ำในปลาที่มีอายุการเก็บนานกว่า 1 วัน นั้นควรแช่เนื้อปลาในน้ำเกลือเข้มข้น ร้อยละ 0.15-0.2 ก่อนกำจัดน้ำ เพื่อช่วยให้การไล่น้ำดีขึ้น อันเป็นผลจากการเพิ่มความดันออสโมติก ( osmotic pressure ) สำหรับการผลิตซูริมิในเรือ ไม่จำเป็นต้องผ่านขั้นตอนนี้ เนื่องจากปลาที่มีความสด ( อายุการเก็บน้อยกว่า 1 วัน )

ความชื้นของซูริมิที่ไม่เติมสารป้องกันการสูญเสียสภาพของโปรตีนระหว่างการแช่แข็ง ( cryoprotectants ) ควรมีค่าต่ำกว่าร้อยละ 85 ซูริมิคุณภาพสูงซึ่งผลิตในเรือมีความชื้นประมาณ ร้อยละ 82 และภายหลังการเติมสารป้องกันการสูญเสียสภาพระหว่างการแช่แข็ง (ประมาณร้อยละ 8-9) จะมีความชื้นในช่วงร้อยละ 75-79 ( สุทรวัดน์ เบญจกุล, 2536 : 30 )

#### การคัดแยกสิ่งปลอมปนในเนื้อปลา ( refining;straining )

จุดประสงค์หลักในการแยกสิ่งปลอมปน ( refining ) คือ เพื่อแยกเนื้อดำและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันออกจากเนื้อขาว การใช้เครื่องมือที่มีรูขนาดเล็ก จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีขาวแต่จะให้ผลผลิตที่ต่ำ ปกติจะใช้เครื่องแยกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูเท่ากับ 2 มม. ถ้าเนื้อปลาผ่านการไล่น้ำก่อนนำมาแยกสิ่งปลอมปนพบว่า การแยกสิ่งปลอมปนจะทำให้ยาก ดังนั้นควรใช้เนื้อปลา ภายหลังการชำระล้าง ที่มีความชื้นประมาณ ร้อยละ 87-90 ( สุทรวัดน์ เบญจกุล, 2536 : 28 )

#### การเติมสารป้องกันการสูญเสียสภาพของโปรตีนระหว่างการแช่แข็ง ( Addition of cryoprotectants )

ระหว่างการเก็บรักษาปลาหรือเนื้อปลาแช่แข็งนั้น เอกโตไมโอซินจะสูญเสียสภาพซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากความสามารถในการสกัด ( extractability ) และกิจกรรมของเอนไซม์ Ca-ATP ase ที่ลดลงซึ่งสัมพันธ์กับความแข็งแรงของเจลที่ลดลงอัตราการสูญเสียสภาพของโปรตีนขึ้นอยู่กัชนิดปลา ปลาในเขตร้อนมีแนวโน้มการสูญเสียสภาพได้ง่ายกว่าปลาในเขตหนาว

ดังนั้นในระหว่างการเก็บรักษาเนื้อปลาบดแช่แข็งจึงจำเป็นต้องเติมสารป้องกันการสูญเสียสภาพของโปรตีน ( สุทรวัฒน์ เเบญจกุล, 2536 : 33)

ฟอสเฟต ฟอสเฟตเป็นสารที่ได้รับการรับรองจากองค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกาว่าเป็นสารที่ปลอดภัย ( GRAS generally recognized as safe ) สามารถแบ่งเป็น 2 จำพวกคือ ออโรฟอสเฟต และ อัลไนด์ฟอสเฟต แต่สารประกอบฟอสเฟตที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตซูริมีคือ ไนโตรเจนฟอสเฟต (Na P O) เตตระไฮดรอกซีฟอสเฟต (Na P O ) ไนโตรเจนไตรฟอสเฟตเมื่อ  $n = 10 - 15$  (สุทรวัฒน์ เเบญจกุล, 2536 : 33)

เมื่อโปรตีนสูญเสียสภาพมีผลให้การละลายลดลง ทำให้เนื้อเหนียวขึ้น และมีการสูญเสียน้ำมากขึ้น สารฟอสเฟตสามารถยับยั้งการสูญเสียสภาพของโปรตีนด้วยกลไก 2 ประการคือ กลีโอฟอสเฟตจะจับกับโปรตีน มีผลต่อการเพิ่มจำนวนหมู่ที่มีขั้วบนโปรตีน ดังนั้นการละลายจึงเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ฟอสเฟตจะจับกับอนุมูลต่าง ๆ เช่น แคตเซียม สังกะสี ส่งผลให้ความเป็นขั้วเพิ่มสูงขึ้น คุณสมบัติในการจับกับน้ำมีความสำคัญต่อผลิตภัณฑ์ปลาบดแช่แข็ง เนื่องจาก การแช่แข็งอาจมีผลทำให้เซลล์แตก โปรตีนสูญเสียสภาพ อาจส่งผลต่อการสูญเสียน้ำที่สูงขึ้น ดังนั้นหน้าที่อีกประการหนึ่งของฟอสเฟต คือ การเพิ่มความขั้วของโปรตีนทำให้โปรตีนสามารถดูดซับของเหลวที่เกิดขึ้นระหว่างการทำละลาย ( สุทรวัฒน์ เเบญจกุล, 2536 : 33)

ฟอสเฟตมักใช้ร่วมกับน้ำตาลหรือซอร์บิทอล การใช้น้ำตาลร้อยละ 5 ร่วมกับฟอสเฟตร้อยละ 0.5 มีผลให้ผลิตภัณฑ์แช่แข็งมีคุณภาพสูง โดยปราศจากการสูญเสียสภาพของโปรตีน ( สุทรวัฒน์ เเบญจกุล, 2536 : 34 )

สารประกอบฟอสเฟตจะมีประโยชน์ต่อปลา และผลิตภัณฑ์ปลาเช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์โปรตีนอื่น ๆ สารประกอบฟอสเฟตที่ใช้จะช่วยป้องกันการเกิดออกซิเดชัน การสูญเสียความชื้น การเปลี่ยนแปลงของลักษณะเนื้อสัมผัสช่วยให้โปรตีนในปลาเกิดการจับตัวกันดีขึ้น ช่วยให้สีของปลาคงที่ ช่วยป้องกันการเกิดคราไม่เค็มและการเสียน้ำที่เกิดขึ้นเนื่องจากจุลินทรีย์

#### ประโยชน์ของสารประกอบฟอสเฟตในปลาและผลิตภัณฑ์ปลา

##### 1. ช่วยให้สีของปลาและผลิตภัณฑ์ปลาคงตัว

จากการศึกษาทดลองใช้สารประกอบฟอสเฟตในปลาและผลิตภัณฑ์ปลาพบว่า สารประกอบฟอสเฟตจะช่วยรักษาสีของปลา และ ผลิตภัณฑ์ปลาให้คงตัว ตัวอย่าง เช่น Meyer, A (อ้างโดยศิวาพร ศิวเวช, 2535 : 104) ได้ทดลองเติมสารประกอบโพสเฟต ลงในน้ำที่ใช้ในการเก็บปลา herring ก่อนที่จะนำไปแปรรูปพบว่าช่วยรักษาสีปลาไว้ได้อย่างดี ส่วน Yamaga, M. และคณะ (อ้างโดยศิวาพร ศิวเวช, 2535 : 104) ได้ทดลองฉีดสารผสมของสารประกอบฟอสเฟต

โซเดียมซัลเฟต และโซเดียมไบคาร์บอเนต เข้าไปในเนื้อปลา และเก็บไว้ที่ -20 องศาเซลเซียส ปรากฏว่าสีของปลาสดอยู่ได้นานถึง 57 วัน สำหรับการทดลองในเนื้อปูและหอยนางรมนั้น Miyauchi, D. และคณะ (อ้างโดยศิวาพร ศิวเวช, 2535 : 105) ได้รายงานว่าการจุ่มเนื้อปูและหอยนางรมในสารละลาย โซเดียมไทรโพลิฟอสเฟต ก่อนนำไปอบรังสีนั้นจะช่วยรักษาสีเนื้อปูและหอยนางรมไว้ได้

## 2. ช่วยให้โปรตีนในปลาเกิดการจับตัวกันดีขึ้น

ในผลิตภัณฑ์ประเภทลูกชิ้นปลา ไส้กรอกปลา แฮมปลา หรือปลาชนิดต่าง ๆ นั้น คุณลักษณะหนึ่งที่จะต้องพิจารณาในผลิตภัณฑ์ชนิดนี้คือการที่โปรตีนควรจะมีการจับตัวกันอย่างดี Okamura, K. และคณะ (อ้างโดยศิวาพร ศิวเวช, 2535 : 105) ได้ทดลองใช้สารประกอบฟอสเฟต ชนิดต่าง ๆ และสารประกอบฟอสเฟตชนิดต่าง ๆ ร่วมกับสแตร์ช ในการทำลูกชิ้นปลา ปรากฏว่าจะช่วยให้การจับกันของโปรตีนดีขึ้นหรือลูกชิ้นมีความเหนียวเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพบว่า jelly strength ของลูกชิ้นปลาจะเพิ่มขึ้น ถ้ามีการใช้สารประกอบฟอสเฟตร่วมกับแมกนีเซียม อีออน Miyake, M. และคณะ (อ้างโดย ศิวาพร ศิวเวช, 2535 : 105) ส่วนในอุตสาหกรรมปลาเยือกแข็ง ที่มีการนำ fish fillet มาทำเป็น block ก่อนนำเข้าทำเยือกแข็งนั้น ก่อนจะนำเข้าใส่ในพิมพ์ จะมีการนำเอา fish fillet มาแช่ในสารละลายสารประกอบโพลิฟอสเฟตเสียก่อน เพื่อให้สารประกอบฟอสเฟตช่วยละลายโปรตีนที่ผิวหน้าของปลา เพื่อจะได้เกิดเป็นเจล จะได้ช่วยให้เกิดการจับกันระหว่างชิ้นปลาได้ดีขึ้น ตัวอย่างของสารประกอบฟอสเฟตที่นิยมใช้ได้แก่ โซเดียม ฟอสเฟต, เทตราโซเดียม ไพรฟอสเฟต, โซเดียม ไทรโพลิ ฟอสเฟต และโซเดียม เฮกซะเมตาฟอสเฟตเป็นต้น

## 3. ช่วยให้มีการอุ้มน้ำได้ดี

น้ำที่มีอยู่ตามธรรมชาติในเนื้อปลา จะมีความสำคัญต่อความยอมรับของผู้บริโภคอย่างยิ่ง แต่โดยทั่วไปแล้ว มักจะเกิดการสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บรักษาหรือการแปรรูป ตัวอย่าง เช่น เวลา นำเนื้อปลา ปู กุ้ง หอย ไปแช่แข็งไว้ เมื่อนำมาทำให้ละลายส่วนประกอบที่เป็นของเหลวต่าง ๆ จะละลายออกมาด้วยทำให้ความอรรชลดน้อยลง เนื่องจากสารให้กลิ่นรสต่าง ๆ จะสูญเสียน้ำไปด้วย การแช่ปลาหรือผลิตภัณฑ์ปลาต่าง ๆ ในสารประกอบฟอสเฟตก่อนนำไปทำเยือกแข็ง จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว ได้ดังรายงานของ Mahon, G.H. (อ้างโดยศิวาพร ศิวเวช, 2535 : 105) การทดลอง นำปลามาแช่ในสารละลายสารประกอบฟอสเฟตและเกลือ ก่อนที่จะนำไปทำเยือกแข็ง ปรากฏว่าจะช่วยให้ปลามีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดีขึ้น โดยเฉพาะการแช่ในสารละลายที่มีโซเดียม ไทรโพลิ ฟอสเฟต และเกลือเป็นส่วนประกอบอยู่ ข้อมูลการใช้โซเดียม ไทรโพลิฟอสเฟต และเกลือในการป้องกันการสูญเสียน้ำ

#### 4. ช่วยให้อัตราการเติบโตของผลผลิตเพิ่มขึ้น

นอกจากสารประกอบฟอสเฟตจะมีคุณสมบัติต่าง ๆ ตามที่กล่าวมาแล้วยังพบว่า การแช่เนื้อปลาในสารละลายสารประกอบฟอสเฟตหรือการเติมสารประกอบฟอสเฟตลงในผลิตภัณฑ์ จะช่วยให้อัตราการเติบโตของปลาหรือผลิตภัณฑ์ปลาดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาหรือผลิตภัณฑ์ปลาที่เก็บไว้นาน ๆ ทั้งนี้เพราะว่าสารประกอบโพสเฟต จัดเป็นวัตถุกันหืนที่ดี ช่วยป้องกันการเกิดออกซิเดชันของปลา และผลิตภัณฑ์ปลาที่มีไขมันและน้ำมันเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย Mahon, G.H. (อ้างโดย ศิวาพร ศิวเวช, 2535 : 105) ได้ทดลองใช้โซเดียม ไทรโพรฟอสเฟต 12% และเกลือ 4% พบว่าสามารถหยุดปฏิกิริยาการเกิดการหืนในปลาได้ ทำให้กลิ่นและรสของปลาดีขึ้น ซึ่งการที่ปลาไม่เกิดกลิ่นหืนนั้น เนื่องจากการที่สารประกอบโพสเฟต ช่วยลดการเกิดการหืนที่ไขมันในเนื้อปลา และการใช้โซเดียม ฟอสเฟต และโซเดียม เฮกซามตาฟอสเฟตในเกลือที่ใช้หมักปลาเกลือ จะมีส่วนช่วยลดการเกิดการหืนด้วย Sen, D.P. และ Labirt, N.L. (อ้างโดยศิวาพร ศิวเวช, 2535 : 109) นอกจากนี้ยังมีรายงานจาก Greig, R.A. และคณะ (อ้างโดยศิวาพร ศิวเวช, 2535 : 109) ว่าการใช้สารประกอบฟอสเฟตร่วมกับกรดแอสคอร์บิก จะให้ผลดีกว่าการใช้สารประกอบฟอสเฟตเพียงอย่างเดียว

#### 5. ช่วยป้องกันการเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากจุลินทรีย์

สารประกอบฟอสเฟตมีส่วนช่วยให้ผลิตภัณฑ์ปลาต่าง ๆ เก็บได้นานขึ้นโดยจะไปช่วยลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ตัวอย่างเช่น จากรายงานของ Hempel, H. (อ้างโดยศิวาพร ศิวเวช, 2535 : 110) ได้รายงานไว้ว่าในการทำปลาเค็มนั้นถ้าหากทำไม่ดี จะมีจุลินทรีย์สีแดงหรือสีชมพูเกิดขึ้นในน้ำเกลือได้ แต่ถ้ามีการใช้โมโนโซเดียม ฟอสเฟต หรือ ไดโซเดียม ฟอสเฟต หรือ สารผสมของสารประกอบฟอสเฟตดังกล่าว จุลินทรีย์ดังกล่าวก็จะไม่สามารถจะเจริญเติบโตได้ และยังมีการศึกษาพบด้วยว่า สารประกอบโพสเฟต จะมีคุณสมบัติเสริมฤทธิ์กับสารปฏิชีวนะในการเป็นวัตถุกัน โดยโซเดียมเฮกซามตาฟอสเฟตจะมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด รองลงมาคือ โซเดียม ไทรโพรฟอสเฟต และประสิทธิภาพต่ำที่สุดคือ เทตราโซเดียม ไพรโพรฟอสเฟต Ozawa, T. และคณะ (อ้างโดยศิวาพร ศิวเวช, 2535 : 110)

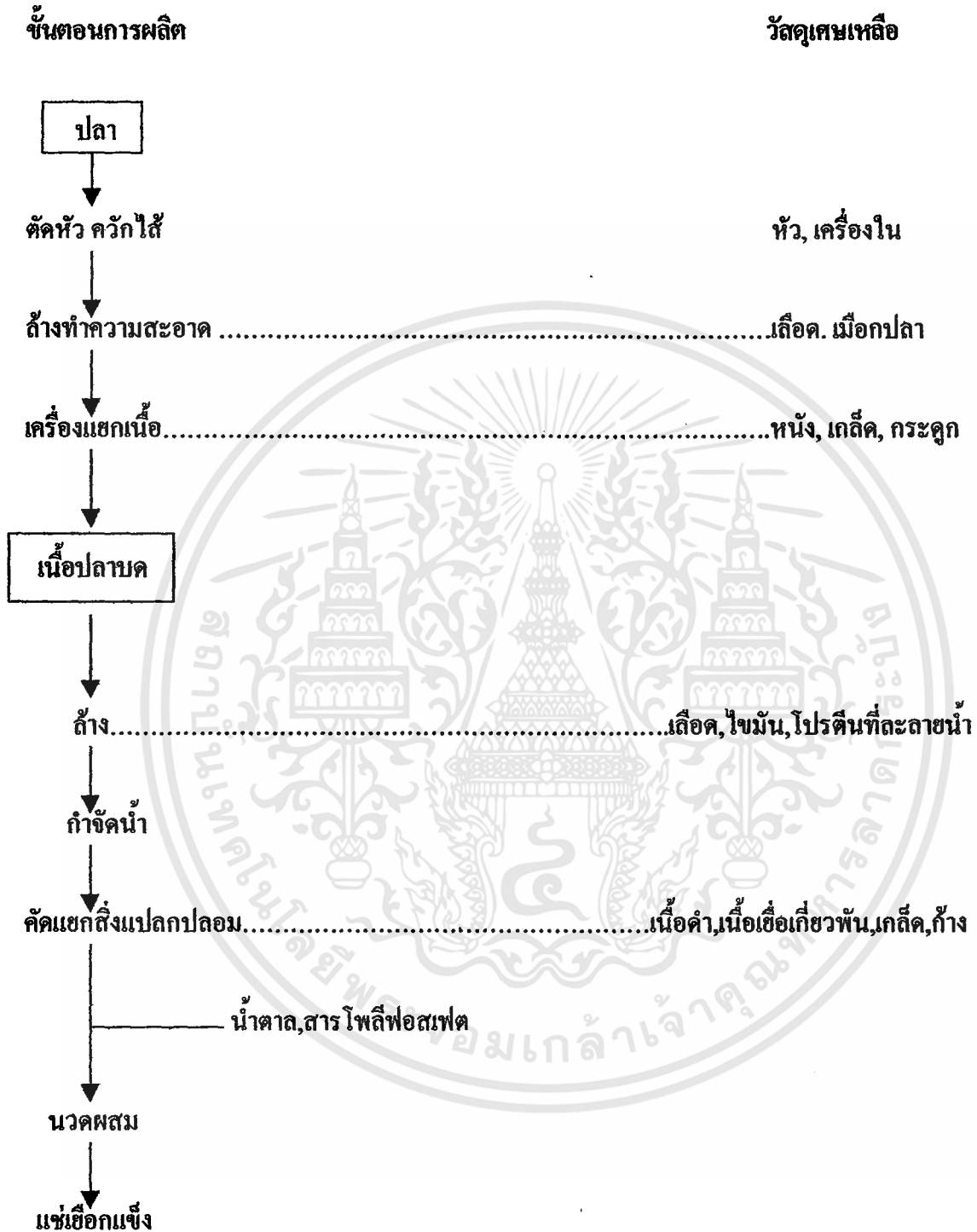
#### 6. ช่วยป้องกันการเกิดผลึก struvite

ผลิตภัณฑ์ปลาต่าง ๆ ที่บรรจุกระป๋อง เช่น ปลา กุ้ง ปู กุ้งมังกรเป็นต้น เมื่อเก็บไว้ระยะเวลาหนึ่งจะมีผลึกโปร่งใสเกิดขึ้น ซึ่งผลึกนี้คือ แมกนีเซียม แอมโมเนียม หรือ struvite ผลึกนี้ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย เพียงแต่จะมีลักษณะคล้ายมีเศษแก้วอยู่ในผลิตภัณฑ์เท่านั้น และในผลิตภัณฑ์ปลาต่าง ๆ และน้ำที่ใช้ในการแปรรูปก็มักจะมี แมกนีเซียมอยู่ในปริมาณที่สูงพอที่จะทำให้เกิดผลึกชนิดนี้ จึงได้มีการพยายามแก้ไขเพื่อป้องกันการเกิดผลึกชนิดนี้ โดยการใช้สารประกอบฟอสเฟต

เช่น โซเดียม เฮกซะเมตาฟอสเฟต แอมโมเนียม เมตาฟอสเฟต โซเดียม ไทรโพลิฟอสเฟต เป็นต้น เติมน้ำไปในพื้นที่ใช้ในการแปรรูป จะสามารถช่วยป้องกันการเกิดผลึกนี้ได้ และพบด้วยว่าการใช้ โซเดียม เฮกซะเมตาฟอสเฟต จะให้ผลดีที่สุด เนื่องจากเป็นเกลือที่มีคุณสมบัติเป็นกลาง จึงไม่ทำให้กลิ่นหรือรสเปลี่ยนแปลงจะทำให้ผลเท่ากันไม่ว่าจะใช้ในรูปของสารละลายหรือเป็นผงสามารถใส่ผสมในอาหารก่อนการบรรจุหรือระหว่างบรรจุ ใช้เพียงเล็กน้อยก็สามารถป้องกันการเกิดผลึกได้ และจัดอยู่ใน GRAS List ของ FDA ด้วยจึงปลอดภัยที่จะใช้ในการผลิตภัณฑอาหารจากการทดลองของ Yamaga ,M. (อ้างโดยศิวาพร ศิวเวช , 2535 : 110) รายงานไว้ว่าในผลิตภัณฑ์เนื้อปูกระป๋อง ใช้โซเดียม เฮกซะเมตาฟอสเฟต เพียง 0.13-0.22 เปอร์เซ็นต์ ก็จะสามารถป้องกันการเกิดผลึกนี้ได้

พอลิออล กลีเซอรอล เอทิลีนไกลคอล และซอร์บิทอล ซึ่งเป็นสารให้ความชื้น (humectant) ในการแปรรูปอาหาร สามารถให้เป็นสารป้องกันการเสื่อมสภาพของโปรตีนระหว่างการแช่แข็งที่มีประสิทธิภาพสูงเช่นเดียวกับสารพวก โมโนและไดแซคคาไรด์ การเติมซอร์บิทอล ร้อยละ 10 และกลูตามัต ร้อยละ 1.5-3 ในเนื้อปลาสด horse mackerel มีผลช่วยให้ความแข็งแรงของเจลดีขึ้น (สุทรวัดน์ เบญจกุล, 2536 : 36)

หลังจากผ่านการบรรจุจะถูกบรรจุในถุง Polyethylene สีฟ้า และบรรจุลงใน Freezing pans อีกทีหนึ่ง โดยทั่วไป Block หนึ่งบรรจุ 10 กิโลกรัม การแช่แข็งจะใช้ระบบ freezer อุณหภูมิของการเก็บอยู่ที่  $-25^{\circ}\text{C}$  หรือต่ำกว่านี้ (พิมพ์ใจ ทองคำ, 2541 : 21)



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิตสุริมิ

ที่มา : คัดแปลงจาก Lanier,T.C. (อ้างโดย สุทรวุฒิ เบญจกุล, 2536 : 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมโนและไดแซคคาไรด์ น้ำตาลเฮกไซส เช่น กลูโคส ฟรุคโตส และไดแซคคาไรด์ เช่น ซูโครส แลกโตส เป็นสารที่มีคุณสมบัติในการป้องกันการเสื่อมสภาพของโปรตีนระหว่างการแช่แข็งที่มีประสิทธิภาพสูง ในอุตสาหกรรมการผลิตซูริมิ นิยมใช้ซูโครส เพื่อป้องกันการสูญเสียสภาพของโปรตีนในกล้ามเนื้อ ส่วนน้ำตาลรีคิวซ์ อาจเป็นสาเหตุของการเกิดปฏิกิริยาลีน่าตาลระหว่างการแปรรูปและเก็บรักษา ( สุทธิวัฒน์ เบญจกุล, 2536 : 31)

น้ำตาลสามารถป้องกันการสูญเสียสภาพของโปรตีนระหว่างการแช่แข็ง โดยน้ำตาลจะทำหน้าที่เพิ่มแรงตึงผิวของน้ำ และเพิ่มปริมาณน้ำผูกพัน (bound water) ซึ่งจะป้องกันการสูญเสียน้ำจากโปรตีน ทำให้โปรตีนเกิดความคงตัว นอกจากนี้การเคลื่อนที่ของน้ำจากโปรตีนหรือการเคลื่อนที่ของน้ำระหว่างโปรตีนแล้วเกิดเป็นผลึกน้ำแข็งนั้นลดลง การเคลื่อนที่ของน้ำดังกล่าวมีสาเหตุจากการทำลายพันธะไฮโดรเจนและพันธะระหว่างโปรตีนนั่นเอง

น้ำตาลเพนโตส เช่น ไซโรส หรือไรโบส ให้ประสิทธิภาพที่ต่ำกว่า น้ำตาลเฮกไซส เช่น กลูโคสและฟรุคโตส ความแตกต่างดังกล่าวเกิดจากจำนวนของหมู่ไฮดรอกซิล (OH) ในโมเลกุลที่แตกต่างกัน สำหรับสารที่ทำปฏิกิริยาหรือจับกับโปรตีนอย่างแข็งแรงหรือสารที่มีน้ำโมเลกุลสูง เช่น แป้ง จะไม่มีคุณสมบัติเป็นสารป้องกันการสูญเสียสภาพของโปรตีนระหว่างการแช่แข็ง

ประสิทธิภาพการทำงานของน้ำตาลจะดีขึ้นเมื่อปรับพีเอชของเนื้อปลาให้มีค่าประมาณ 7.5 และเติมสารประกอบพอลิฟอสเฟต ปริมาณของน้ำตาลที่ใช้ขึ้นกับคุณภาพของซูริมิ และปริมาณเกลือที่มีอยู่ กล่าวคือซูริมิคุณภาพสูงต้องการน้ำตาลเพียงเล็กน้อย ส่วนซูริมิที่เติมเกลือต้องการน้ำตาลในปริมาณที่สูงขึ้น ในช่วงแรกมีการใช้น้ำตาลซูโครสในระดับสูง (ร้อยละ 8) ทำให้ซูริมิมีสทหวนมาก และทำให้ผลิตภัณฑ์มีลีน่าตาลระหว่างการแช่แข็งและการเก็บรักษา ดังนั้นจึงมีการใช้สารจำพวกพอลิออล เพื่อลดความหวานของน้ำตาลอย่างไรก็ตามสารพอลิออลให้ประสิทธิภาพการป้องกันการเสื่อมสภาพของโปรตีนที่ต่ำกว่า ( สุทธิวัฒน์ เบญจกุล, 2536 : 31)

#### การแช่แข็งและการเก็บรักษา (Freezing and scerage)

ซูริมิที่เติมสารต่าง ๆ แล้ว จำนวน 10 กก. จะถูกบรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีน ให้มีความหนา 60 มม. แล้วทำการแช่เยือกแข็งโดยวิธีเฟลทสัมผัส ที่อุณหภูมิต่ำกว่า  $-35^{\circ}\text{C}$  แล้วบรรจุในถ่อกลูกฟูก บันทึกรวด วันที่ผลิต และชื่อปลาที่ใช้เป็นวัตถุดิบแล้วเก็บที่อุณหภูมิ  $-30^{\circ}\text{C}$  ปกติจุดเยือกแข็งของซูริมิชนิดที่ไม่เติมเกลือ ( $\mu - \text{en}$ ) มีค่าประมาณ  $-1$  ถึง  $-2^{\circ}\text{C}$  แต่สำหรับซูริมิที่เติมเกลือ ( $\text{ka} - \text{en}$ ) มีจุดเยือกแข็งที่ต่ำกว่าและเปลี่ยนแปลงตามปริมาณเกลือที่เติมลงไป Suzuki,T.(อ้างโดย สุทธิวัฒน์ เบญจกุล, 2536 : 34)

## มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเนื้อปลาบด (ซูริมิ) เยือกแข็ง

### 1. ขอบเขต

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด คุณลักษณะที่ต้องการ วัตถุเจือปนอาหาร สารปนเปื้อน สุกลักษณะ การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบเนื้อปลาบด (ซูริมิ) เยือกแข็ง

### 2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 เนื้อปลาบด (ซูริมิ) เยือกแข็ง ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “เนื้อปลาบดเยือกแข็ง” หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำปลาสดที่ผ่านการตัดหัว ควักไส้ มาผ่านกรรมวิธีแยกเนื้อปลาซึ่งจะได้เนื้อปลาบด จากนั้นนำเนื้อปลาบดมาล้างน้ำผ่านกรรมวิธีบีบน้ำ แล้วผสมกับวัตถุเจือปนอาหาร นวดให้เข้ากันและเหนียว ทำเป็นก้อนรูปสี่เหลี่ยมหรือรูปอื่น ๆ นำไปผ่านกรรมวิธีเยือกแข็งโดยให้มีระยะเวลาการเกิดผลึกน้ำแข็งอย่างรวดเร็ว แล้วจึงลดอุณหภูมิที่บริเวณจุดกึ่งกลางของผลิตภัณฑ์ให้ต่ำกว่า  $-18$  องศาเซลเซียส จากนั้นจึงนำไปเก็บรักษาโดยควบคุมอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ไว้ที่  $-18$  องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่าให้สม่ำเสมอตลอดไป

#### 2.2 สิ่งแปลกปลอม

2.2.1 สิ่งแปลกปลอมจากปลาและภาชนะบรรจุ หมายถึง ส่วนอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เนื้อปลาบด เช่น ก้าง หน้าง เกล็ด ก้อนเลือด ฟังคีค และรวมทั้งชิ้นส่วนจากภาชนะบรรจุ

2.2.2 สิ่งแปลกปลอมจากมนุษย์และสัตว์ (flth) หมายถึง ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูดเส้นผม ขน เศษหนังและอื่น ๆ จากมนุษย์และสัตว์

2.2.3 สิ่งแปลกปลอมจากวัตถุอื่น ๆ หมายถึง เศษไม้ เศษโลหะ กรวด ทราช

2.3 รอยไหม้แห้ง (freezerburn) หมายถึง ลักษณะที่พื้นผิวหน้าของผลิตภัณฑ์เกิดการสูญเสียความชื้นมากจนเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นรอยสีเหลืองและแห้งเหมือนรอยไหม้อย่างชัดเจน

### 3. คุณลักษณะที่ต้องการ

#### 3.1 ลักษณะทั่วไป

มีลักษณะเนื้อตามธรรมชาติของเนื้อปลา ใมนิ่มและ ไม่มีรอยไหม้แห้งเนื่องจากการเก็บรักษา และไม่มีสีผิดปกติจากสีตามธรรมชาติของผลิตภัณฑ์

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

### 3.2 กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสตามธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นหืน กลิ่นเหม็น การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและปฏิบัติตามข้อ 10.2

### 3.3 ความเหนียว

เมื่อทดสอบโดยวิธีวัดด้วยเครื่องวัดความเหนียว ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 400 กรัมเซนติเมตร และเมื่อทดสอบโดยวิธีฟันกัด (teeth-cutting) ต้องได้คะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 6 คะแนน ในกรณีที่มีปัญหาขัดแย้งให้ทดสอบใหม่โดยวิธีพับ (folding test) ซึ่งต้องได้คะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 4 คะแนน เป็นวิธีตัดสินการทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.3

### 3.4 สิ่งแปลกปลอม

3.4.1 สิ่งแปลกปลอมจากปลาและภาชนะบรรจุเมื่อทดสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ

10.4.2.1 แล้ว ต้องได้คะแนน ไม่น้อยกว่า 6 คะแนน

3.4.2 สิ่งแปลกปลอมจากมนุษย์และสัตว์

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.4.2 แล้วต้อง ไม่พบ

3.4.3 สิ่งแปลกปลอมจากวัตถุอื่น ๆ

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.4.2 แล้วต้อง ไม่พบ

### 3.5 ความชื้น

ต้องไม่เกินร้อยละ 80

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1984) ข้อ 7.003

## 4. วัตถุเจือปนอาหาร

4.1 ฟอสเฟตในรูปของ ไต-และ ไคร-ของเกลือ โซเดียมหรือเกลือ โพแทสเซียม ให้ใช้ตัวอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน (คำนวณเป็นฟอสฟอรัสเพนตะออกไซด์)

ต้องไม่เกิน 5 000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1984) ข้อ 2.021 ถึงข้อ 2.025

4.2 ซอร์บิทอล ให้ใช้ได้ ในปริมาณที่เหมาะสมตามกรรมวิธีการผลิต

4.3 กรดอัสคอร์บิกและเกลือของกรดนี้ ให้ใช้ตัวอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน (คำนวณเป็นกรดแอสคอร์บิก) ต้องไม่เกิน 1 000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1984) ข้อ 43.064 ถึงข้อ 43.068

4.4 กรดซิตริกและเกลือของกรดนี้ ให้ใช้ได้ ในปริมาณที่เหมาะสมตามกรรมวิธีการผลิต

4.5 วัตถุดิบอาหารอื่น ๆ ที่ใช้เพื่อความเหมาะสมในการผลิต เช่น เกลือ แป้ง น้ำตาล ให้ใช้ได้ ในปริมาณที่เหมาะสมตามกรรมวิธีการผลิต

## 5. สารปนเปื้อน

5.1 สารปนเปื้อนอาจมีได้ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ 2

### ตารางที่ 2 สารปนเปื้อน

(ข้อ 5.1)

รายการที่	สารปนเปื้อน	เกณฑ์ที่กำหนดมิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม	วิธีวิเคราะห์ตาม
1	ปรอท	0.5	AOAC(1984) ข้อ 25.134 ถึงข้อ 25.135
2	ตะกั่ว	1.0	AOAC(1984) ข้อ 25.104 ถึงข้อ 25.109
3	สารหนู	2.0	AOAC(1984) ข้อ 25.046 ถึงข้อ 25.049

## 6. สุขลักษณะ

6.1 สุขลักษณะให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำหนดสุขลักษณะสำหรับอาหารเยือกแข็ง มาตรฐานเลขที่ มอก.928

6.2 เนื้อปลาบดเยือกแข็ง จะมีจุลินทรีย์ได้ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดต่อไปนี้

6.2.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

ต้องไม่เกิน  $1 \times 10^7$  โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม แต่จะมีจำนวนจุลินทรีย์เกิน  $1 \times 10^6$

โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ได้ไม่เกิน 3 ตัวอย่างใน 5 ตัวอย่าง

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC(1984) ข้อ 46.015

6.2.2 เอสเชอริเชีย โคลิ (*Escherichia coli*)

โคยวิธีเอ็มพีเอ็น (MPN) ต้องไม่เกิน 100 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม แต่จะเกิน 10 ต่อ

ตัวอย่าง 1 กรัม ได้ไม่เกิน 3 ตัวอย่างใน 5 ตัวอย่าง

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC(1984) ข้อ 46.016

6.2.3 สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)

ค่าเอ็มพีเอ็นต้องไม่เกิน 100 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม แต่จะมีค่าเอ็มพีเอ็นเกิน 10 ต่อตัว

อย่าง 1 กรัม ไม่เกิน 3 ตัวอย่างใน 5 ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC(1984) ข้อ 46.136 ถึงข้อ 46.137

#### 6.2.4 ซาลโมเนลลา (*Salmonella*)

ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC(1984) ข้อ 46.115 ถึงข้อ 46.127

#### 6.2.5 vibrio โคลีรา (*Vibrio cholerae*)

ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม APHA 1984 , Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods M.L. Speck. (Ed.), American Public Health Association, Washington, D.C. ข้อ 29.6

### 7. การบรรจุ

7.1 ให้หุ้มห่อเนื้อปลาบดเชือกแข็งให้เรียบร้อยด้วยวัสดุที่สะอาด และป้องกันถึงแปลกลดมได้ จากนั้นบรรจุในภาชนะที่เหมาะสม

7.2 น้ำหนักสุทธิของเนื้อปลาบดเชือกแข็งในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้อง ไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

### 8. เครื่องหมายและฉลาก

8.1 ที่ภาชนะบรรจุเนื้อปลาบดเชือกแข็งทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

- (1) ชื่อผลิตภัณฑ์
- (2) น้ำหนักสุทธิ เป็นกรัมหรือกิโลกรัม
- (3) เดือน ปีที่ทำ
- (4) ชื่อผู้ทำหรือ โรงงานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
- (5) ประเทศที่ทำ

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

8.2 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

## 9. การยกตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

9.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง เนื้อปลาเค็มเยือกแข็งจำนวนหนึ่งที่ทำมาจากปลาชนิด (species) เดียวกันหรือหลายชนิด ขนาดบรรจุเท่ากัน ผ่านกรรมวิธีเยือกแข็งอย่างเคียว ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

9.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

9.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป กลิ่นรส ความเหนียว สิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก

9.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ 3 นำไปตรวจสอบเครื่องหมายและฉลาก การบรรจุและลักษณะทั่วไป แล้วเตรียมตัวอย่างตามข้อ 10.1.2 ก่อนนำไปทดสอบกลิ่นรส ความเหนียว และสิ่งแปลกปลอม

9.2.1.2 จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 3.1 ข้อ 3.2 ข้อ 3.3 ข้อ 3.4 ข้อ 7 และ ข้อ 8 ในแต่ละรายการ ต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดใน ตารางที่ 3 จึงจะถือว่าเนื้อปลาเค็มเยือกแข็งรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

**ตารางที่ 3** แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป กลิ่นรส ความเหนียว สิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก  
(ข้อ 9.2.1)

ขนาดรุ่น หน่วยภาชนะบรรจุ	ขนาดตัวอย่าง หน่วยภาชนะบรรจุ	เลขจำนวนที่ยอมรับ
ไม่เกิน 50	2	0
51 ถึง 500	8	1
เกิน 500	13	5

9.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบความชื้น วัตถุเจือปนอาหาร และสารปนเปื้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.2.2.1 ให้ชั่งตัวอย่างที่เหลือจากข้อ 9.2.1 จากแต่ละภาชนะบรรจุในปริมาณเท่า ๆ กัน นำมาผสมกันให้ได้ตัวอย่างรวมไม่น้อยกว่า 1000 กรัม บรรจุในภาชนะที่สะอาด ปิดได้สนิท แล้วเตรียมตัวอย่างตามข้อ 10.1.2 ก่อนนำไปทดสอบ

9.2.2.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.5 ข้อ 4 และข้อ 5. ทุกรายการจึงจะถือว่าเนื้อปลาบดเยือกแข็งร่วนนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

9.2.3 การชั่งตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบจุลินทรีย์

9.2.3.1 ให้ชั่งตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน 5 หน่วยภาชนะบรรจุ

9.2.3.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 6.2 ทุกรายการ จึงจะถือว่าเนื้อปลาบดเยือกแข็งร่วนนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

9.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างเนื้อปลาบดเยือกแข็งต้องเป็นไปตามข้อ 9.2.1.2 ข้อ 9.2.2.2 และข้อ 9.2.3.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่าเนื้อปลาบดเยือกแข็งร่วนนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

## 10. การทดสอบ

### 10.1 ทัวไป

#### 10.1.1 แผนภูมิการทดสอบเนื้อปลาบเค็อกแข็ง ชกเว้นการทดสอบจุลินทรีย์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 10.1.2 การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบเครื่องหมายและฉลาก การบรรจุ และลักษณะทั่วไปแล้ว ใส่ตัวอย่างในถุงพลาสติกแล้วปิดปากถุงให้สนิท แห้งในอ่างน้ำเย็นที่อุณหภูมิประมาณ 20 ถึง 25 องศาเซลเซียส จนกระทั่งตัวอย่างอ่อนตัวลง โดยทดสอบบีบถุงพลาสติกที่บรรจุๆ ไม่ให้มีลักษณะเนื้อถูกทำลายเสียหาย จากนั้นจึงนำตัวอย่างไปทดสอบทันที

### 10.2 การทดสอบกลิ่นรส

นำตัวอย่างที่เตรียมจากข้อ 10.1.2 แล้วประมาณ 100 กรัม มาดมกลิ่น

### 10.3 การทดสอบความเหนียว

#### 10.3.1 วิธีวัดด้วยเครื่องวัดความเหนียว

##### 10.3.1.1 เครื่องมือ

เครื่องวัดความเหนียวมีหัวกดเป็นทรงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร และมีความเร็วของหัววัดหรือแท่นวางตัวอย่างที่ชนเท่ากับ 50 มิลลิเมตรต่อนาที

##### 10.3.1.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

- (1) ชั่งตัวอย่างที่เตรียมตามข้อ 10.1.2 แล้วประมาณ 3 กิโลกรัมให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนมาทำการนวดด้วยครกเป็นเวลาประมาณ 30 นาที หรือด้วยเครื่องตัด (silent cutter) เป็นเวลาประมาณ 15 นาที เพื่อให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยรักษาอุณหภูมิไว้ที่ 10 ถึง 15 องศาเซลเซียสขณะนวด
- (2) ให้เติมเกลือร้อยละ 3 ของน้ำหนักตัวอย่าง โดยแบ่งเป็น 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 เติมขณะที่เริ่มนวดครั้งแรก และเมื่อนวดไปได้เป็นเวลาประมาณ 10 นาทีแล้ว ให้เติมเกลือส่วนที่เหลือ แล้วนวดต่อไปจนครบเวลาที่กำหนดไว้
- (3) นำตัวอย่างที่นวดแล้ว เข้าเครื่องอัดเป็นหลอดบรรจุในถุงพลาสติกโพลีไวนิลิดีนคลอไรด์ (polyvinylidenechloride) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.8 เซนติเมตร มัดหัวท้ายให้มีลักษณะ
- (4) ต้มหลอดตัวอย่างในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 40 นาที แล้วนำขึ้นมาแช่ในอ่างน้ำเย็นที่อุณหภูมิ 10 ถึง 15 องศา

เขตเชียสทันที จากนั้นเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18 ถึง 24 ชั่วโมง เพื่อรอการทดสอบ

- (5) นำหลอดตัวอย่างที่พร้อมจะทดสอบ มาหั่นเป็นท่อนตามขวางท่อนละ 2.5 เซนติเมตรแกะพลาสติกที่หุ้มห่อออก เพื่อนำชิ้นทดสอบ ไปทำการทดสอบวัดค่าความเหนียว

#### 10.3.1.3 วิธีทดสอบ

นำชิ้นทดสอบวางลงบนแท่นของเครื่องวัดความเหนียว และเริ่มทำการทดสอบ

#### 10.3.1.4 วิธีคำนวณ

ค่าความเหนียวให้คำนวณจากสูตร

$$\frac{\text{ค่าความเหนียว}}{\text{กรัมเซนติเมตร}} = W \times L$$

เมื่อ W คือแรงกด เป็นกรัม  
L คือระยะทางที่ถูกกดจนเป็นรอยแตก เป็นเซนติเมตร

#### 10.3.1.5 การรายงานผล

ให้รายงานค่าความเหนียวของตัวอย่างทุกตัวอย่าง

### 10.3.2 วิธีพินักัด

#### 10.3.2.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ให้เตรียมชิ้นทดสอบเช่นเดียวกับข้อ 10.3.1.2 โดยนำหลอดตัวอย่างที่พร้อมจะทดสอบมาหั่นเป็นแผ่นบางตามขวางหนาประมาณ 5 มิลลิเมตร แกะพลาสติกที่หุ้มห่อออกเพื่อนำชิ้นทดสอบไปทำการทดสอบโดยใช้วิธีพินักัด

#### 10.3.2.2 วิธีทดสอบ

ทดสอบความเหนียวโดยวิธีพินักัด โดยคณะผู้ตรวจสอบที่มีความชำนาญอย่างน้อย 3 คน แยกกันให้คะแนนโดยอิสระตามหลักเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** หลักเกณฑ์การให้คะแนน

(ข้อ 10.3.2.2)

คะแนน	ระดับการตัดสิน
10	เหนียว แน่น มากที่สุด
9	
8	เหนียว แน่น มาก
7	
6	เหนียว แน่น
5	
4	ค่อนข้างอ่อนและไม่แน่น
3	
2	อ่อน
1	อ่อนมากที่สุด

**10.3.3 วิธีพับ**

**10.3.3.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ**

ให้เตรียมชิ้นทดสอบเช่นเดียวกับข้อ 10.3.1.2 โดยนำหลอดตัวอย่างที่พร้อมจะทดสอบมาหั่นเป็นแผ่นบางตามขวางหนาประมาณ 5 มิลลิเมตร และพลาสติกที่หุ้มห่อออกเพื่อนำชิ้นทดสอบไปทำการทดสอบโดยใช้วิธีพับ

**10.3.3.2 วิธีทดสอบ**

ให้นำชิ้นทดสอบมาทดสอบความเหนียวโดยวิธีพับ ตามตารางที่ 5

## ตารางที่ 5 การทดสอบความเหนียวโดยวิธีพับ

(ข้อ 10.3.3.2)

รายการที่	วิธีพับและลักษณะชั้นทดสอบ	ระดับการตัดฉีก	คะแนน	ระดับชั้น
1	มีรอยแตกเมื่อใช้นิ้วกดขึ้น	ไม่มีความเหนียว	1	D
2	ทดสอบพับชั้นทดสอบให้เป็น 1 ใน 2	มีความเหนียวเล็กน้อย	2	C
	- แดกทันที	มีความเหนียวพอใช้	3	B
	- แดกเล็กน้อย	มีความเหนียวปานกลาง	4	A
	- ไม่แตก			
3	พับชั้นทดสอบให้เป็น 1 ใน 4	มีความเหนียวดีมาก	5	AA
	- ไม่แตก			

### 10.4 การทดสอบสิ่งแปลกปลอม

#### 10.4.1 การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างจากจุดต่างๆ ของก้อนเนื้อปลาบคที่อ่อนตัวแล้ว (ข้อ 10.1.2) ให้ได้น้ำหนักรวมกันประมาณ 100 กรัม เพื่อใช้ในการตรวจสอบสิ่งแปลกปลอม

#### 10.4.2 วิธีทดสอบ

10.4.2.1 นำตัวอย่างที่เตรียมไว้ 10 กรัม เกลี่ยลงบนแผ่นพลาสติกใสหรือแผ่นกระดาษให้มีความหนาประมาณ 5 มิลลิเมตร ตรวจสอบสิ่งแปลกปลอม และให้คะแนนสิ่งแปลกปลอมจากปลาและภาชนะบรรจุ ตามหลักเกณฑ์การให้คะแนนในตารางที่ 6 ถ้ามีปัญหาให้นำตัวอย่างที่เตรียมไว้มาอีก 10 กรัม เพื่อทดสอบใหม่

10.4.2.2 นำตัวอย่างที่เหลือนมากลี่ยลงบนแผ่นพลาสติกใสหรือแผ่นกระดาษ ให้มีความหนาประมาณ 5 มิลลิเมตร แล้วตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมจากมนุษย์และสัตว์ และสิ่งแปลกปลอมจากวัตถุอื่นๆ ในการตรวจพินิจ

หากไม่แน่ใจ ให้ใช้หลอดไฟฟ้าขนาดกำลังไฟฟ้า 60 วัตต์ส่องใต้อ่าง  
พลาสติกใสหรือ แผ่นกระจก

**ตารางที่ 6** หลักเกณฑ์การให้คะแนนในการทดสอบสิ่งแปลกปลอมจากปลาและภาชนะบรรจุ  
(ข้อ 10.4.2.1)

จำนวนชิ้นสิ่งแปลกปลอมต่อตัวอย่าง 10 กรัม	คะแนน
0	10
1 ถึง 2	9
3 ถึง 4	8
5 ถึง 7	7
8 ถึง 10	6
11 ถึง 14	5
15 ถึง 18	4
19 ถึง 23	3
24 ถึง 28	2
เกิน 28	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทที่ 3

#### วิธีการสร้างอุปกรณ์

##### 3.1 ผลการวิเคราะห์หลักสูตร

จากการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 ประเภทวิชาประมง สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมประมง วิชา เทคโนโลยีการแปรรูปสัตว์น้ำ ( 3602-2001) อยู่ในหมวด วิชาชีพเฉพาะ จำนวน 3 หน่วยกิตใช้เวลาเรียนภาคทฤษฎี 2 คาบ / สัปดาห์ ปฏิบัติ 3 คาบ / สัปดาห์

รายวิชา 3602 - 2001 เทคโนโลยีการแปรรูปสัตว์น้ำ

จุดประสงค์รายวิชา

เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจ และประสบการณ์ในเทคโนโลยีการแปรรูปสัตว์น้ำ สามารถแปรรูปสัตว์น้ำชนิดต่างๆ และมีเจตคติที่ดีต่อเทคโนโลยีการแปรรูปสัตว์น้ำ

คำอธิบายรายวิชา

ความสำคัญและประเภทของผลิตภัณฑ์ประมง หลักและกรรมวิธีในการแปรรูปสัตว์น้ำ เครื่องมืออุปกรณ์ในการแปรรูปสัตว์น้ำ การทำผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำชนิดต่างๆ การบรรจุหีบห่อและการเก็บรักษา

เครื่องมืออุปกรณ์ในการแปรรูปสัตว์น้ำวิธีการแปรรูปสัตว์น้ำชนิดต่าง ๆ การบรรจุหีบห่อและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ

รายละเอียดการสอนภาคทฤษฎี

บทที่	เรื่อง	คาบ
1.	ความหมายและความสำคัญของเทคโนโลยีการแปรรูปสัตว์น้ำ ทั้งประโยชน์ของ การใช้เทคโนโลยีในการแปรรูปสัตว์น้ำ	2
2.	ประเภทของผลิตภัณฑ์ประมง	2
3.	หลักและกรรมวิธีในการแปรรูปสัตว์น้ำ	3
4.	เครื่องมือและอุปกรณ์ในการแปรรูปสัตว์น้ำ	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่	เรื่อง	คาบ
5.	การแปรรูปสัตว์น้ำโดยการทำแห้ง	3
6.	การแปรรูปสัตว์น้ำโดยใช้ความเย็น	3
7.	การแปรรูปสัตว์น้ำโดยใช้สารเคมี	3
8.	การแปรรูปสัตว์น้ำโดยการหมัก	3
9.	กรรมวิธีในการผลิตซูริมิ	4
10.	การบรรจุหีบห่อ และการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ	3
	<b>รวม</b>	<b>28</b>
ภาคปฏิบัติ		
บทปฏิบัติการที่	เรื่อง	คาบ
1.	เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ สัตว์น้ำ	6
2.	การคัดเลือก การตัดแต่งสัตว์น้ำก่อนการแปรรูป	3
3.	การทำเค็มตากแห้ง	3
4.	การทำปลาหมัก	3
5.	การทำปลาหยอง	6
6.	การผลิตน้ำปลา	6
*7.	การผลิตซูริมิ	6
8.	ลูกชิ้นปลา	3
9.	ไส้กรอกปลา	3
10.	การบรรจุหีบห่อ โดยระบบสูญญากาศ	3
	<b>รวม</b>	<b>42</b>
	<b>รวม</b>	<b>70</b>

#### หมายเหตุ

\* เป็นหัวข้อที่นำมาทำสไลด์ประกอบคำบรรยาย

## บทปฏิบัติการที่ 7 การผลิตซูริมิ

### 7.1 อุปกรณ์และวัตถุดิบในการผลิตซูริมิ

### 7.2 ขั้นตอนการผลิตซูริมิ

## 3.2 การวิเคราะห์เนื้อหา

การผลิตสไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่องกรรมวิธีในการผลิตซูริมิมิเนื้อหาดังต่อไปนี้

### บทปฏิบัติการที่ 7 การผลิตซูริมิ

#### 7.1 อุปกรณ์และวัตถุดิบในการผลิตซูริมิ

#### 7.2 ขั้นตอนการผลิตซูริมิ

#### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกอุปกรณ์ในการผลิตซูริมิได้
2. บอกวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตซูริมิได้
3. บอกขั้นตอนการผลิตซูริมิได้
4. ทำการผลิตซูริมิได้

#### เนื้อหาวิชา

#### อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตซูริมิได้แก่

1. ตะแกรงใส่ปลา ตะแกรงใส่ปลาไว้สำหรับใส่ปลา หรือวัตถุดิบก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต หรือไว้ใส่หลังจากล้างปลาเสร็จแล้ว
2. มีดและโต๊ะตัดแต่งเนื้อปลา มีดและโต๊ะตัดแต่งเนื้อปลาไว้สำหรับตัดแต่งส่วนที่ไม่ต้องการออก โต๊ะตัดแต่งจะด้วยโลหะสแตนเลส เหยียงทำด้วยซูเปอร์ลีน ( Superlene ) ภายในโต๊ะตัดแต่งจะมี หัวฉีคน้ำล้างปลา ประกอบอยู่ด้วย
3. ถังล้างปลา ลักษณะเป็นถังเปล ขนาดความจุ 500ลิตร สูงไม่เกิน 1.10 เมตร ทำจากสแตนเลสหนาประมาณ 8 มิลลิเมตร ตัวถังวางบนโครงเหล็กสามารถเอียงได้ถึงทั้งด้านหน้าและด้านหลัง ทำมุม 240 มีมอเตอร์พร้อมตัวเขย่ามอเตอร์ 0.75 กิโลวัตต์
4. เครื่องชั่งน้ำหนัก เครื่องชั่งน้ำหนักขนาด 1,000 กิโลกรัม ใช้สำหรับชั่งเนื้อปลาก่อนการแปรรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เครื่องแยกก้างและเนื้อ มีบันไดขึ้นตัวเครื่องติดตั้งอยู่บนด้านบนสามารถป้อนเนื้อปลาไม่น้อยกว่า 200 กิโลกรัม / ชั่วโมงมอเตอร์ใช้ไฟฟ้า 3 เฟส กำลังไม่น้อยกว่า 0.75 กิโลวัตต์ สายพานรีดเนื้อปลากว้างไม่เกิน 8 นิ้ว เกล็ดขูดก้างปลาทำด้วยสแตนเลส
6. ถังกวน และล้างเนื้อปลา ถังกวน และล้างเนื้อปลาเป็นถัง 2 ถัง ภายในถังมีท่อระดับนำขนาดความจุ 200 ลิตร ทำจากสแตนเลสใช้แบบกวาดหมุนด้วยมอเตอร์ 0.4 กิโลวัตต์ ท่อถ่ายน้ำที่ปรับขึ้นลงได้ระดับสูงอยู่ที่ปากถังต่ำสุด ไม่ต่ำกว่าครึ่งของถัง
7. เครื่องสลัดน้ำ เครื่องสลัดน้ำเป็นกระบอกยาวให้ปลาเข้าไปหมุนสลัดน้ำ ไฟฟ้า 3 เฟส 380.75 กิโลวัตต์ ขนาดกระบอกสลัดน้ำมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร ยาว 200 เซนติเมตร ทำจากสแตนเลส ตะแกรงมีรู ไม่ให้เนื้อปลาผ่านได้ ถาดวางรองรับน้ำวางอยู่ด้านใต้กระบอกตลอด
8. เครื่องแยกก้างเล็ก เครื่องแยกก้างเล็กใช้มอเตอร์ 3 เฟส กำลังไม่น้อยกว่า 3.7 กิโลวัตต์ ทำด้วยสแตนเลสสามารถอัดเนื้อปลาเข้าไปในกระบอกแยกก้างเล็ก กระบอกแยกก้างเล็กขนาดกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร
9. เครื่องบีบน้ำ เครื่องบีบน้ำใช้มอเตอร์ 3 เฟส ขนาดกำลังไม่น้อยกว่า 0.4 กิโลวัตต์ สามารถบีบเนื้อปลาได้ 100 กิโลกรัม/ชั่วโมง เครื่องบีบน้ำนี้จะต่อเนื่องกับเครื่องแยกก้างเล็ก
10. เครื่องผสม เครื่องแยกผสมจะประกอบด้วยมอเตอร์ 3 เฟส กำลังไม่น้อยกว่า 0.75 กิโลวัตต์ความสามารถของชามผสมไม่น้อยกว่า 10 กิโลกรัม

#### วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตซูมิริได้แก่

1. ปลา ปลาทุกชนิดสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตซูมิริ สำหรับในประเทศไทยปลาที่ใช้ ได้แก่ ปลาทรายแดง (Threadfin snapper) ปลาซากเหลือง (Barracuda) ปลากระพงข้างเหลือง (Big-eyesnapper) และปลาปากกลม (Crockers)
2. ฟอสเฟต สารประกอบฟอสเฟตจะมีประโยชน์ต่อปลาและผลิตภัณฑ์ปลา เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์โปรตีนอื่นๆ สารประกอบฟอสเฟตที่ใช้จะช่วยป้องกันการเกิดออกซิเดชัน การสูญเสียความชื้น การเปลี่ยนแปลงของลักษณะเนื้อสัมผัสช่วยให้โปรตีนในปลาเกิดการจับตัวกันดีขึ้นช่วยให้สีของปลาคงที่ ช่วยป้องกันการเกิดรสไม่ดี และการเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากจุลินทรีย์
3. ซอร์บิทอล เป็นสารที่ให้ความชื้นในการแปรรูปสามารถใช้เป็นสารป้องกันการเสื่อมสภาพของโปรตีนระหว่างการแช่แข็งที่มีประสิทธิภาพสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ไคแซคคาไรด์ เช่น ซูโครส แลกโตส ในอุตสาหกรรมซูรีนิยมใช้ซูโครส ป้องกันการสูญเสียสภาพของโปรตีนในกลิ่นเนื้อ น้ำตาลสามารถป้องกันการสูญเสียสภาพของโปรตีนระหว่างการแช่แข็งโดยน้ำตาลจะทำหน้าที่เพิ่มแรงดึงผิวของน้ำ

5. โซเดียมคลอไรด์ ใช้ในขั้นตอนการล้างล้างปลาจะช่วยให้การกำจัดน้ำออกจากเนื้อง่ายขึ้น

6. น้ำแข็งใช้ในขั้นตอนการล้างปลา



ภาพที่ 2 ขบวนการผลิตซูรี

### สรุปขั้นตอนการผลิตซูริมิ

1. นำปลามาทำการตัดหัวตักไว้
2. นำปลามาล้างทำความสะอาด เพื่อขจัดเลือดและเมือกปลาโดยใช้น้ำเย็น
3. นำปลาที่ผ่านการล้างเข้าสู่เครื่องแยกเนื้อปลา ( deboner )
4. นำเนื้อปลาไปล้างถึงกวนและล้างเนื้อปลาโดยเติมโซเดียมคลอไรด์ลงไป
5. นำเนื้อปลาลวกเข้าสู่เครื่องสกัดน้ำ
6. นำเนื้อปลาลวกเข้าสู่เครื่องแยกก้างเล็ก
7. นำเนื้อปลาลวกเข้าสู่เครื่องบีบน้ำ
8. นำเนื้อปลาลวกเข้าสู่เครื่องผสม โดยเติมชูโครสร้อยละ 5  
รวมกับฟอสเฟตร้อยละ 0.5
9. นำมาบรรจุพลาสติกที่เตรียมไว้
10. แช่แข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส

### 3.3 การกำหนดภาพที่จะถ่าย

การกำหนดภาพต่าง ๆ ในการถ่ายทำ โดยยึดตามวัตถุประสงค์การเรียนการสอน คือ ให้นักเรียนรู้ถึงอุปกรณ์และวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตซูริมิ ขั้นตอนในการผลิตซูริมิซึ่งสไลด์ประกอบ ด้วยภาพต่างๆ ดังต่อไปนี้

	จำนวน	
1. ภาพนำเรื่อง	6	ภาพ
2. ภาพผลิตภัณฑ์จากซูริมิ	1	ภาพ
3. ภาพตัวอักษรอุปกรณ์ในการผลิตซูริมิ	1	ภาพ
4. ภาพตะแกรงใส่ปลา	1	ภาพ
5. ภาพมีดและโต๊ะตัดแต่งเนื้อปลา	1	ภาพ
6. ภาพถังล้างปลา	1	ภาพ
7. ภาพเครื่องชั่งน้ำหนัก	1	ภาพ
8. ภาพแยกเครื่องแยกก้างและเนื้อปลา	1	ภาพ
9. ภาพถึงกวนและแยกเนื้อปลา	1	ภาพ
10. ภาพเครื่องสกัดน้ำ	1	ภาพ
11. ภาพเครื่องแยกก้างเล็ก	1	ภาพ
12. ภาพเครื่องบีบน้ำ	1	ภาพ
13. ภาพเครื่องผสม	1	ภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	จำนวน	
14. ภาพตัวอักษรการคัดเลือกว่าัดดูคิข	1	ภาพ
15. ภาพปลาทรายแดง , ปลาปากกลม , ปลาสาทเหลือง	1	ภาพ
16. ภาพตัวอักษรเตรียมว่าัดดูคิข	1	ภาพ
17. ภาพคัคแค่งปลา	1	ภาพ
18. ภาพการล้างทำความสะอาดปลา	1	ภาพ
19. ภาพปลาที่ผ่านการล้างทำความสะอาดอยู่บนตะแกรง	1	ภาพ
20. ภาพตัวอักษรการแยกเนื้อปลา	1	ภาพ
21. ภาพปลาอยู่ในเครื่องแยก	1	ภาพ
22. ภาพเนื้อปลาที่ผ่านการเครื่องแยก	1	ภาพ
23. ภาพเนื้อปลาในถังกวนล้างเนื้อปลา	1	ภาพ
24. ภาพเนื้อปลาเข้าสู่เครื่องสลักน้ำ	1	ภาพ
25. ภาพเนื้อปลาเข้าสู่เครื่องแยกก้างเล็ก	1	ภาพ
26. ภาพเนื้อปลาที่ผ่านการแยกก้างเล็ก	1	ภาพ
27. ภาพเนื้อปลาอยู่ในเครื่องบีบน้ำ	1	ภาพ
28. ภาพเนื้อปลาเข้าสู่เครื่องผสม	1	ภาพ
29. ภาพเนื้อปลาที่ผสมเสร็จแล้วและบรรจุพลาสดิก	1	ภาพ
30. ภาพการแช่เชือกแข็ง	1	ภาพ
31. ภาพสวัสดิ์	1	ภาพ
รวม	37	ภาพ

### 3.4 การดำเนินการผลิตอุปกรณ์

#### 3.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตสไลด์ชุดนี้ ประกอบด้วย

1. กล้องถ่ายภาพพร้อมเฟรต	1	ตัว
2. ฟิล์มสี	2	ม้วน
3. ฟิล์มสไลด์	2	ม้วน
4. ชุดเครื่องเขียน	1	ชุด
5. กระดาษ A 4	1	รีม
6. เทปใส	1	ม้วน
7. เทปเปล่า	2	ม้วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. โรงงานผลิตซูริมิ	1	โรง
9. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตซูริมิ	1	ชุด
10. เครื่องฉายสไลด์	1	เครื่อง

### 3.5 วิธีดำเนินงาน

การดำเนินงานผลิตสไลด์ชุดนี้ดำเนินงานตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาระเบียบการทำปัญหาพิเศษของภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์  
อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. เลือกเรื่องที่จะทำปัญหาพิเศษ เรื่องกรรมวิธีผลิตซูริมิ
3. ศึกษารายละเอียดวิชา เทคโนโลยีการแปรรูปสัตว์น้ำ (3602-2001) หลักสูตร  
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 ประเภทวิชาประมง สาขาเทคโนโลยี  
อุตสาหกรรมประมง กระทรวงศึกษาธิการ
4. ศึกษารายละเอียดกรรมวิธีการการผลิตซูริมิจากเอกสารต่างๆ
5. ทำโครงร่างของเรื่องให้ตรงกับรายวิชา
6. กำหนดภาพที่จะถ่ายทำ
7. ปรีกษาอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำ และแก้ไขรายละเอียดต่างๆ ให้ถูกต้อง
8. ดำรวจแหล่งที่จะดำเนินการถ่ายทำ และวางแผนการดำเนินงาน กำหนดวัน เวลา  
และสถานที่
9. จัดทำ Script เพื่อการถ่ายทำ และจัดทำคำบรรยายประกอบชุดสไลด์
10. เริ่มถ่ายภาพตามที่กำหนดในสคริปต์ด้วยฟิล์มสี
11. นำไปล้างลงฟิล์มสไลด์ นำฟิล์มสไลด์ไปล้างพร้อมใส่กรอบสไลด์
12. ตรวจสอบความสมบูรณ์ และแก้ไขปรับปรุง
13. บันทึกเสียงคำบรรยาย บันทึกสัญญาณเลื่อนภาพอัตโนมัติ
14. ประเมินคุณภาพสไลด์ โดยอาจารย์ที่ปรึกษา
15. ปรับปรุงแก้ไขสไลด์หลังประเมินคุณภาพ
16. เสนอผลงานที่เสร็จสมบูรณ์พร้อมเอกสารปัญหาพิเศษ 3 เล่ม ประกอบคำ  
บรรยาย 1 ชุด

### 3.6 จากการกำหนดภาพที่จะทำสไลด์สามารถเขียนคำบรรยายได้ดังนี้

#### คำบรรยายประกอบสไลด์ เรื่องกรรมวิธีการผลิตซูริมิ

จำนวน 37 ภาพ

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
1.	ตราสถาบัน	เพลงบรรเลง	
2.	ชื่อเรื่อง	กรรมวิธีการผลิตซูริมิ	
3.	ตัวอักษร	จัดทำโดย นายอารีต หิมจิ	
4.	ตัวอักษร	อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์จินตนา บุญนาค	
5.	ตัวอักษร	ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง	
6	ภาพปลา	ปลานับว่าเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่สำคัญ ซึ่งเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง และย่อยง่าย ซึ่งนับว่าเป็นอาหารที่มีประโยชน์แก่ มนุษย์มานานแล้วแต่ปัญหาที่สำคัญ คือ เป็นสิ่งเน่าเสียง่ายเพราะฉะนั้นเราควร ที่จะรู้จักวิธีการถนอมอาหารเพราะ สามารถเก็บไว้ได้นาน การถนอมอาหาร มีอยู่หลายวิธี เช่น การทำเค็ม การตาก แห้ง และมีวิธีการถนอมอาหารอีกวิธีหนึ่ง ที่นิยมนำมาบริโภคคือ การทำซูริมิ หรือ เนื้อปลาบดแยกก้าง	
7.	ผลิตภัณฑ์ซูริมิ	ซูริมิเป็นภาษาญี่ปุ่นที่ใช้เรียกเนื้อปลาบด ที่ผ่านการล้างด้วยน้ำ แล้วเติมน้ำตาล และ โพลิฟอสเฟต ก่อนนำไปแช่แข็งซึ่งซูริมิ จะนำไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
		เช่น เนื้อปูเทียม ไส้กรอก คามาโบโกะ (Kamaboko)	
8	ตัวอักษร อุปกรณ์ในการผลิตซูริมิ	อุปกรณ์ในการผลิตซูริมิได้แก่	
9.	ตะแกรงใส่ปลา	ตะแกรงใส่ปลาไว้สำหรับใส่ปลา หรือ วัตถุดิบก่อนเข้าสู่ขบวนการผลิต หรือ ไว้ใส่ปลาหลังจากล้างปลาเสร็จแล้ว	
10.	มีด และ ไม้ตัดแต่งเนื้อปลา	มีด และ ไม้ตัดแต่งเนื้อปลาไว้สำหรับตัดแต่งส่วนที่ไม่ต้องการออก ไม้ตัดแต่งจะทำด้วยโลหะสแตนเลส เจียงทำด้วยวัสดุ ซูเปอร์ลีน ( Superlene ) ภายในไม้ตัดแต่งจะมี หัวฉีดน้ำล้างปลาประกอบอยู่ด้วย	
11.	ถังล้างปลา	ถังล้างปลาลักษณะเป็นถังเปิด ขนาดความจุ 500 ลิตร สูงไม่เกิน 1.10 เมตร ทำจากสแตนเลสหนาประมาณ 8 มิลลิเมตร ตัวถังวางบนโครงเหล็กสามารถเอียงได้ถึงทั้งด้านหน้าด้านหลัง ทำมุม 240 องศา มีมอเตอร์พร้อมตัวเขย่า ใช้มอเตอร์ 0.75 กิโลวัตต์	
12.	เครื่องชั่งน้ำหนัก	เครื่องชั่งน้ำหนักขนาด 1,000 กิโลกรัม ใช้สำหรับชั่งเนื้อปลาก่อนการแปรรูป	
13.	เครื่องแยกก้างและเนื้อ	เครื่องแยกก้างและเนื้อ ตัวเครื่องสามารถป้อนเนื้อปลาได้ไม่น้อยกว่า 200 กิโลกรัม/ชั่วโมง มอเตอร์ใช้ไฟ 3 เฟส กำลังไม่น้อยกว่า 0.75 กิโลวัตต์ สายพานรีดเนื้อปลากว้างไม่เกิน 8 นิ้ว เกลียวดึงก้างปลาทำด้วยสแตนเลส	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
14.	ถังกวนและเนื้อปลา	ถังกวนและเนื้อปลาภายในถังมีท่อระดับน้ำ ขนาดความจุ 200 ลิตร ทำจากสแตนเลส ใช้แบบกวาดหมุนด้วยมอเตอร์ 3 เฟส กำลังไม่น้อยกว่า 0.4 กิโลวัตต์ ท่อถ่ายน้ำที่ปรับขึ้นลงได้ระดับสูงสุดอยู่ที่ปากถังต่ำสุดไม่ต่ำกว่าครึ่งของถัง	
15.	เครื่องสกัดน้ำ	เครื่องสกัดน้ำใช้สำหรับสกัดน้ำออกจากเนื้อปลามีลักษณะเป็นกระบอกยาวใช้มอเตอร์ 3 เฟส กำลังไม่น้อยกว่า 0.75 กิโลวัตต์ ขนาดกระบอกสกัดน้ำมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร ยาว 2 เมตร ทำจาก สแตนเลส ตะแกรงมีรูไม่ให้เนื้อปลาผ่านได้ ถาดรองรับน้ำวางอยู่ด้านใต้กระบอกตลอด	
16.	เครื่องแยกก้างเล็ก	เครื่องแยกก้างเล็กใช้มอเตอร์ 3 เฟส กำลังไม่น้อยกว่า 3.7 กิโลวัตต์ ทำด้วยสแตนเลส สามารถอัดเนื้อปลาเข้าไปในกระบอกแยกก้างเล็ก กระบอกแยกก้างเล็ก ขนาดกว้าง 30เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร	
17.	เครื่องบีบน้ำ	เครื่องบีบน้ำใช้มอเตอร์ 3 เฟส ขนาดกำลังไม่น้อยกว่า 0.4 กิโลวัตต์ สามารถบีบน้ำปลาได้ 100 กิโลกรัม/ชั่วโมง เครื่องบีบน้ำนี้จะต่อเนื่องกับเครื่องแยกก้างเล็ก10 กิโลกรัม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
		10 กิโลกรัม	
19.	ตัวอักษร “การคัดเลือกวัตถุดิบ”	การคัดเลือกวัตถุดิบในการทำซูริมิ	
20	ปลาทรายแดง ปลาสากเหลือง ปลาดาทู ปลากะพงข้างเหลือง	วัตถุดิบที่ใช้ควรเป็นปลาชนิดเดียวกัน และเป็นปลาที่มีความสด สำหรับประเทศไทยปลาที่นิยมใช้ ได้แก่ ปลาทรายแดง ปลาสากเหลือง ปลาดาทู ปลากะพงข้างเหลือง	
21.	ตัวอักษร “การเตรียมวัตถุดิบ” ขบวนการเตรียมวัตถุดิบ	การเตรียมวัตถุดิบก่อนการผลิตซูริมิ ในการเตรียมการผลิต การเตรียมวัตถุดิบ จะต้องมีความสะอาด และปราศจากการปนเปื้อน น้ำที่ใช้จะต้องสะอาด ซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพวัตถุดิบ	
22.	ผ่าท้องปลา ตัดหัวปลา ควักไส้	การผ่าท้อง ตัดหัว ควักไส้เป็นขั้นตอนที่ส่วนมากอาศัยแรงคน หัวและไส้เป็นส่วนที่มีไขมันมาก ซึ่งจะสลายตัวออกมาในระหว่างการเก็บรักษาเนื้อปลาสด ทำให้ความเหนียวของเนื้อปลาลดลง นอกจากนี้เครื่องในปลาประกอบด้วย เอนไซม์ชนิดต่างๆซึ่งจะมีผลทำให้เนื้อปลามีสีคล้ำ และความเหนียวของเนื้อปลาลดลง	
23.	-การล้างทำความสะอาด หลังจากตัดหัวควักไส้	การล้างทำความสะอาดเพื่อขจัดเลือด เมือกปลา และช่วยในการลดปริมาณ จุลินทรีย์ และสิ่งปนเปื้อนออกจากตัวปลา	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
24.	ปลาที่ผ่านการล้าง ทำความสะอาดวางอยู่บนตะแกรง	นำปลาที่ผ่านการฆ่าที่อง ตัดหัว ควักไส้ มาวางใส่ตะแกรงให้สะเด็ดน้ำ เพื่อรอเข้าสู่เครื่องแยกปลา	
25.	ตัวอักษร “การแยกเนื้อ”	การแยกเนื้อปลาและก้างปลาออกจากกัน	
26.	ปลาอยู่ในเครื่องแยก	ปลาที่ตัดหัวและควักไส้แล้วจะถูกส่งเข้าเครื่องแยกเนื้อปลา ซึ่งมีลักษณะเป็นลูกกลิ้งทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1-5 มิลลิเมตร ปลาจะถูกส่งเข้ามาในช่องระหว่างสายพาน และลูกกลิ้งทรงกระบอกที่มีรูเนื้อปลาจะผ่านรูเข้ามาอยู่ส่วนในของลูกกลิ้งขณะที่ก้างและหนังจะติดสายพานออกไปอีกทาง	
27.	เนื้อปลาที่ผ่านเครื่องแยก	ลักษณะของเนื้อปลาที่ผ่านเครื่องแยกแล้ว	
28.	นำเนื้อปลาใส่ถังกวน และล้างเนื้อปลา	นำเนื้อปลาที่ผ่านเครื่องแยกเนื้อมาใส่ ถัง การล้างมีวัตถุประสงค์เพื่อขจัด สารประกอบโปรตีนที่ละลายน้ำจะได้ เอนไซม์ย่อยโปรตีน ไขมัน เลือด และ กลิ่นคาวปลา	
29.	เนื้อปลาเข้าสู่เครื่องสกัดน้ำ	นำเนื้อปลาที่ผ่านการล้างแล้วเข้าสู่เครื่องสกัดน้ำ เพื่อที่จะให้เนื้อปลาที่ผ่านการล้างนั้นสะเด็ดน้ำออกไป	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
30	เนื้อปลาบดเข้าสู่เครื่องแยก ก้างเล็ก	นำเนื้อปลาที่ผ่านการสดน้ำแล้วเข้าสู่ เครื่องแยกก้างเล็ก เพื่อแยกเนื้อดำ และ แยกเนื้อเชื้อเกี่ยวพัน รวมทั้งขจัดหนัง และกระดูกที่เหลืออยู่ โดยใช้เครื่องมือ ที่มีรูขนาดเล็ก ปกติจะใช้เครื่องแยกที่มี เส้นผ่าศูนย์กลางของรูเท่ากับ 2 มิลลิเมตร	
31	เนื้อปลาที่ผ่านการแยก ก้างเล็ก	แสดงลักษณะของเนื้อปลาที่ผ่านการแยก ก้างเล็กเรียบร้อยแล้ว	
32	เนื้อปลาเข้าสู่เครื่องบีบน้ำ	นำเนื้อปลาเข้าสู่เครื่องบีบน้ำ เนื่องจาก เนื้อปลาที่ล้างจะมีลักษณะเป็นสเลอรี่ ( slurry ) มีปริมาณน้ำสูง จึงต้องผ่าน เครื่องบีบสกรู เพรส ( screw press ) เพื่อกำจัดน้ำออกให้มากที่สุดให้เหลือ ความชื้นของเนื้อปลาประมาณ 82-85 % จึงจะได้ซูริมีที่มีคุณภาพดี	
33	เนื้อปลาที่ผ่านเครื่องบีบน้ำ	ลักษณะของเนื้อปลาที่ผ่านการบีบน้ำ เรียบร้อยแล้ว	
34	เนื้อปลาเข้าสู่เครื่องผสม	เมื่อได้เนื้อปลาบดแล้วจะนำไปนวดใน เครื่องผสม ซึ่งในระหว่างการนวดจะเติม สารป้องกันการเสื่อมสภาพของโปรตีน คือ โพลีฟอสเฟต และน้ำตาล นอกจากนี้ โพลีฟอสเฟตยังทำหน้าที่ยับยั้งการ สูญเสียสภาพของโปรตีน การกวนใน ช่วงนี้ ไม่ควรนานเกินไป เพราะจะทำให้ คุณสมบัติด้านความเหนียวของเนื้อ ปลาบดลดลง	
35	เนื้อปลาที่ผสมเสร็จแล้ว	ลักษณะของเนื้อปลาที่เข้าเครื่องบดผสม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
		เรียบร้อยแล้วทำการบรรจุเป็นผลิตภัณฑ์ ซูริมิ	
36	การแช่เยือกแข็ง	การแช่เยือกแข็งเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา เนื้อปลาบดที่ผ่านการผสมสารป้องกันการ เสื่อมสภาพของโปรตีน โดยใช้อุณหภูมิ - 18 องศาเซลเซียส	
37	สวัสดิ์		



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การตรวจสอบอุปกรณ์และการแก้ไข

#### 4.1. วิธีการตรวจสอบ

เมื่อจัดทำสไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่อง กรรมวิธีการผลิตซูริมิ เสร็จสิ้นสมบูรณ์เรียบร้อย แล้วนั้น ได้จำนวนภาพสไลด์ทั้งหมด 37 ภาพ จากนั้นนำไปตรวจสอบ ซึ่งการตรวจสอบมีด้วยกัน 2 ด้าน ด้านที่ 1 ก็คือ ตรวจสอบทางด้านโสตทัศนศึกษาว่ามีคุณภาพดีเพียงใด ซึ่งรายละเอียดอยู่ในหัวข้อประเมิน ด้านที่ 2 ก็คือ ตรวจสอบทางด้านเนื้อหาทางวิชาการเกี่ยวกับซูริมิว่าตรงกับวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนหรือไม่อย่างไร

##### 4.1.1 ด้านโครงสร้างสไลด์ ประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ก. ความคมชัดของภาพ
- ข. ขนาดตัวอักษรใช้บรรยาย
- ค. สีของภาพ
- ง. คำบรรยายถูกต้องตามเนื้อหา
- จ. ความถูกต้องทางเนื้อหาคำบรรยาย
- ฉ. คำบรรยายซ้ำ-เร็ว
- ช. ความชัดเจนของเสียง
- ซ. ความชัดเจนของเสียงดนตรีประกอบ
- ฅ. เวลาระหว่างภาพ
- ญ. เวลาที่ใช้ในแต่ละภาพ

##### 4.1.2 ด้านเนื้อหาของสไลด์ ประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ก. เนื้อหาถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร
- ข. ความสัมพันธ์ต่อเนื่องระหว่างภาพกับคำบรรยาย
- ค. เนื้อหาเหมาะสมกับระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
- ง. การเรียงเนื้อหาตามขั้นตอน

#### 4.2 ผลของการตรวจสอบคุณภาพสไลด์เรื่อง กรรมวิธีการผลิตซูริมิ

แสดงตารางที่ 7 และ 8

**คำชี้แจง** โดยทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องว่าง พร้อมเติมข้อเสนอแนะของอุปกรณ์ในช่องว่างที่กำหนดให้

ระดับคะแนน 1 หมายถึง	ระดับต้องแก้ไข
ระดับคะแนน 2 หมายถึง	ระดับต้องพอใช้
ระดับคะแนน 3 หมายถึง	ระดับต้องดี
ระดับคะแนน 4 หมายถึง	ระดับต้องดีมาก

#### ตารางที่ 7 แสดงผลการตรวจสอบทางด้านโครงสร้างสไลด์

ข้อพิจารณาในการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			
	1 แก้ไข	2 พอใช้	3 ดี	4 ดีมาก
ความคมชัดของภาพ			✓	
ขนาดตัวอักษรใช้บรรยาย			✓	
สีของภาพ			✓	
คำบรรยายถูกต้องตามเนื้อหา			✓	
คำบรรยายสัมพันธ์กับภาพ			✓	
คำบรรยายช้า-เร็ว			✓	
ความชัดเจนของเสียง			✓	
ความชัดเจนของเสียงดนตรีประกอบ			✓	
เวลาระหว่างภาพ		✓		
เวลาที่ใช้ในแต่ละภาพ		✓		

ข้อเสนอแนะ..... บนภาพใช้เวลาในภาพมากเกินไป อาจแบ่งออกเป็น 2/วง

(.....)  
ผู้ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 8 แสดงผลการตรวจสอบทางด้านเนื้อหาสไลด์**

ข้อพิจารณาในการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			
	1 แก้ไข	2 พอใช้	3 ดี	4 ดีมาก
เนื้อหาต้องถูกต้องตามวัตถุประสงค์			✓	
ความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันระหว่างภาพกับคำบรรยาย			✓	
เนื้อหาเหมาะสมกับระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง			✓	
การเรียงเนื้อหาตามขั้นตอน			✓	

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

(.....)  
ผู้ประเมิน

**4.2 ผลการตรวจสอบ**

ผลการตรวจสอบทางด้านโครงสร้างสไลด์

1. การตรวจสอบความคมชัดของภาพ อยู่ในเกณฑ์ระดับดี
2. การตรวจสอบขนาดตัวอักษรที่ใช้บรรยาย อยู่ในเกณฑ์ระดับดี
3. การตรวจสอบสีของภาพ อยู่ในเกณฑ์ระดับดี
4. การตรวจสอบคำบรรยายถูกต้องตามเนื้อหา อยู่ในเกณฑ์ระดับดี
5. การตรวจสอบคำบรรยายสัมพันธ์กับภาพ อยู่ในเกณฑ์ระดับดี
6. การตรวจสอบคำบรรยาย ช้า- เร็ว อยู่ในเกณฑ์ระดับดี
7. การตรวจสอบความคมชัดของเสียง อยู่ในเกณฑ์ระดับดี
8. การตรวจสอบความคมชัดของเสียงคนตรีประกอบ อยู่ในเกณฑ์ระดับดี
9. การตรวจสอบเวลาระหว่างภาพอยู่ในเกณฑ์ระดับพอใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 10. การตรวจสอบเวลาที่ใช้ในแต่ละภาพ อยู่ในเกณฑ์ระดับพอใช้

### ผลการตรวจสอบทางด้านเนื้อหาสไลด์

1. การตรวจสอบความถูกต้องตามวัตถุประสงค์อยู่ในเกณฑ์ระดับดี
2. การตรวจสอบความสัมพันธ์ต่อเนื้อเรื่องระหว่างภาพกับคำบรรยายอยู่ในเกณฑ์ระดับดี
3. การตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงอยู่ในเกณฑ์ระดับดี
4. การตรวจสอบการเรียงเนื้อหาตามขั้นตอนอยู่ในเกณฑ์ระดับดี

### 4.3 การปรับปรุงแก้ไข

จากผลการตรวจสอบคุณภาพของสไลด์ประกอบเสียง ทั้งทางด้านโครงสร้างสไลด์ และทางด้านเนื้อหาของ สไลด์ ผลปรากฏว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับดี จึงไม่จำเป็นต้องมีการปรับปรุงแก้ไข



## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุป

ในการทำสไลด์เรื่อง กรรมวิธีการผลิตซูริมิ เพื่อเป็นสื่อการเรียนการสอนรายวิชา เทคโนโลยีการแปรรูปสัตว์น้ำ ( 3602-2001 ) ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ( ปวส ) พุทธศักราช 2540 และส่งเสริมบุคคลภายนอกหรือสามารถเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เผยแพร่แก่ผู้สนใจได้ ในการผลิตสไลด์ชุดนี้ได้ภาพแสดง อุปกรณ์ ส่วนผสม และขั้นตอนการผลิตซูริมิ จำนวน 37 ภาพ โดยมีแผนการดำเนินการผลิตสไลด์ตามขั้นตอนดังนี้ ศึกษาระเบียบการทำปัญหาพิเศษ เลือกเรื่องที่จะทำปัญหาพิเศษ เขียนโครงร่างปัญหาพิเศษ นำโครงร่างเสนอต่ออาจารย์ผู้ประสานงาน ปัญหาพิเศษ

วิธีการผลิตสไลด์ทำการศึกษาด้านต่างๆ ดังนี้ ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ( ปวส ) พุทธศักราช 2540 ศึกษาวิธีการผลิตสไลด์ประกอบเสียง ศึกษาขั้นตอนการผลิตซูริมิ เขียนสคริปต์คำบรรยาย กำหนดภาพในการถ่ายทำ กำหนดเวลาและสถานที่ในการถ่ายทำ ถ่ายภาพด้วยฟิล์มสีจากของจริง และถ่ายภาพด้วยฟิล์มสไลด์จากคอมพิวเตอร์ ทำการตรวจสอบคุณภาพโดยอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำการบันทึกเสียงเป็นอันเสร็จสิ้นขบวนการ ในการผลิตสไลด์ประกอบคำบรรยาย เรื่องกรรมวิธีการผลิตซูริมิ ได้ดำเนินการตั้งแต่เริ่มต้นกระทั่งถูกลงพอสรูปได้ดังนี้

1.ระยะเวลาในการดำเนินงานตั้งแต่เดือน พฤษภาคม 2543 โดยเริ่มตั้งแต่ศึกษาหลักสูตร และเนื้อหาวิชาโดยละเอียดจนกระทั่งสไลด์ชุดนี้สำเร็จถูกลงได้ในเดือนพฤศจิกายน 2543

2. ได้สไลด์ 1 ชุดจำนวน	37	ภาพ
3. เทปบันทึกเสียงแบบชิงโครไนซ์	1	ม้วน
4. สคริปต์คำบรรยาย	1	ม้วน
5. เอกสารปัญหาพิเศษ	1	เล่ม
6. ค่าใช้จ่ายรวมทั้งสิ้น	6,700	บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.2 ปัญหาและอุปสรรค

ในการทำสไลด์ชุดนี้ ผู้จัดทำได้รับประสบการณ์มากพอสมควร และได้ประสบปัญหาต่างๆ ซึ่งผู้จัดทำเห็นว่าเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่จะทำอุปกรณ์ในลักษณะนี้ปัญหาที่พบคือ

1. การเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ ในการถ่ายทำมีความยุ่งยากพอสมควรเนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการถ่ายทำมีไม่มากประกอบกับสถานที่ใช้ในการถ่ายทำ คือ โรงงานซูริมิของวิทยาลัยประมงจินตสูสานนท์ สภาพของโรงงานมีคมีแสงสว่างไม่เพียงพอจึงทำให้ภาพที่ออกมาไม่คมชัด

2. สถานที่ในการถ่ายทำอยู่ไกล

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ในการดำเนินงานควรมีการวางแผนอย่างรัดกุม และดำเนินงานตามแผนอย่างเคร่งครัด เพื่อให้เสร็จทันระยะเวลาที่กำหนดและไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย

2. ผู้จัดทำต้องมีความรู้เกี่ยวกับการผลิตสไลด์เป็นอย่างดีเพื่อการจัดทำจะได้เป็นไปอย่างรวดเร็ว และถูกต้อง

3. ควรหาเรื่องที่มีสถานที่ในการถ่ายทำไม่ไกลเกินไป

## บรรณานุกรม

- กมล เว็สุวรรณ และนิตยา เว็สุวรรณ. 2539. แนวความคิดพัฒนาสื่อการเรียนการสอน และแนวทางในการจัดตั้งศูนย์วิทยบริการด้านนวัตกรรม และเทคโนโลยีทางการศึกษาสำหรับสายงานด้านมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : บริษัทคอมแพคท์พริ้นท์ จำกัด. 94 น.
- จริยา เหนียนเฉลย. มปป. โสตทัศนูปกรณ์. ม. ป. พ. 56 น.
- จินตนา ไบกาชุย. มปป. การเขียนสื่อการเรียนการสอน. ม. ป. พ. 303 น.
- เจียรศรี วิวิธศิริ. 2535. การศึกษาผู้ใหญ่และการศึกษานอกโรงเรียน : เทคโนโลยีทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอ็กเพรสมีเดีย. 241 น.
- ณรงค์ สมพงษ์. 2535. สื่อเพื่องานส่งเสริมเผยแพร่. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์. 367 น.
- นพพร สวัสดิ์. 2530. ประสิทธิภาพสไลด์ประกอบเสียงเรื่องการขยายพันธ์พืชในการสอนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 248 น.
- นิพนธ์ สุขปริดี. 2526. โสตทัศนศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แพร่วิทยา. 189 น.
- \_\_\_\_\_ . 2529. โสตทัศนศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยสัมพันธ์. 110 น.
- ประทีน คล้ายนาค. 2525. การผลิตวัสดุสำหรับเครื่องฉายภาพนิ่ง. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร. 178 น.
- \_\_\_\_\_ . 2527. การผลิตวัสดุสำหรับเครื่องฉายภาพนิ่ง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร. 178 น.
- ผ่องเพ็ญ รัตตกุล. 2532. "เอกสารประกอบการสารคดีเรื่องการผลิตปุ๋ยหมักระดับอุตสาหกรรมและเปิดโรงงานผลิตซูริมิ และปุ๋ยหมัก" ต. บางผึ้ง อ. พระประแดง จ. สมุทรปราการ (อัคราณา) พลดิพงษ์ เล็กศิริรัตน์. ม. ป. ป. การออกแบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : โอ. เอส. พริ้นติ้งเฮาส์. 314 น.
- พิมพ์ใจ ทองคำ. 2541. การศึกษาคุณภาพของปลาชนิดจากซูริมิ. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 302 น.
- พิลาส เกี่ยม. 2526. เทคนิคการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : เจริญวิทยาการพิมพ์. 175 น.
- พิสิฐ นาครำไพ. 2531. การผลิต การใช้ และพัฒนาสื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์อักษรไทย. 44 น.

- ถัดดา สุขปรีดี. 2523. เทคโนโลยีการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : อักษรสยามการพิมพ์. 206 น.
- วารินทร์ รัศมีพรหม. 2529. สไลด์ประกอบเสียงเรื่องคู่มือการวางแผนการผลิต และการนำเสนอ.  
ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
ประสานมิตร. 154 น.
- วาสนา ชาวหา. 2533. สื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : อักษรสยามการพิมพ์. 206 น.
- ศิวาพร ศิวเวชช. 2535. วัตถุเจือปนในผลิตภัณฑ์อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. นครปฐม : โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรม. การเกษตรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 328 น.
- ศักดิ์ดา ประจุศิลป์. 2537. สื่อดิจิทัลเพื่อการประชาสัมพันธ์. กรุงเทพฯ : ม. ป. พ. 186 น.
- สมหญิง กลั่นศิริ. 2533. เทคโนโลยีการศึกษาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 3. นครปฐม : มหาวิทยาลัยศิลปากร.  
169 น.
- สมบูรณ์ สงวนญาติ. 2534. เทคโนโลยีทางการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์การศาสนา กรม  
ศาสนา. 257 น.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2533. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเนื้อปลาบด  
(ซูริมิ) เชือกแข็ง. มอก. 935, -2533. กระทรวงอุตสาหกรรม.
- สุทธวัฒน์ เบญจกุล. 2536. ซูริมิและผลิตภัณฑ์จากซูริมิ. กรุงเทพฯ : ม. ป. พ. 147 น.
- สุนันท์ สังข์อ่อน. 2536. สื่อการสอนและนวัตกรรมทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์. 196 น.
- สุภาพรณ บริลเลียนเตส. "ซูริมิและผลิตภัณฑ์จากซูริมิ" วารสารการประมง. ปีที่ 3. เล่มที่ 45. (2535)  
น.833-838.
- สุรัชย์ สิกขาบัณชิต. มปป. การผลิตวัสดุเทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยี  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนคร  
เหนือ. 41 น.
- อาชีวศึกษา , กรม. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2540. ประเภทวิชาประมง. กรุงเทพฯ :  
กระทรวงศึกษาธิการ. 2540.
- อาชีวศึกษา , กรม. 2536. "ชุดเครื่องมือทำผลิตภัณฑ์เนื้อปลาบด" วิทยาลัยประมงติณสูลานนท์. ( อด-  
สำเนา)
- โอวาท พูลศิริ. 2525. สื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (โรเนียว). 16 น.

- Babbitt, J. k. 1974. Food Technol. USA. 97 p. อ้างโดย สุทรวัฒน์ เบญจกุล. 2536. ซูริมิและผลิตภัณฑ์จากซูริมิ. กรุงเทพฯ : ม. ป. พ. 147 น.
- Crawford, D. L. Law, D. K., Babbitt, J. K. and McGill, L. A. 1979. J. Food sci. n.p. 363. P. อ้างโดย สุทรวัฒน์ เบญจกุล. 2536. ซูริมิและผลิตภัณฑ์จากซูริมิ. กรุงเทพฯ : ม. ป. พ. 147 น.
- Chan, J. K. Gill, T. A. and A.T. Paulson. 1992. J. Food sci. n.p.906 p. อ้างโดย พิมพีใจ ทองคำ. 2541. การศึกษาคุณภาพของปลานิลจากซูริมิ. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยนพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 302 น.
- Douglas-schwarz, M. and Lee. C.M. 1988. J. Food sci. n.p. pp. 1347-1351. อ้างโดย พิมพีใจ ทองคำ. 2541. การศึกษาคุณภาพของปลานิลจากซูริมิ. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยนพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 203 น.
- Greig, R. A. Emerson, J. A. and Flichman, G. W. 1965. Fish Ind. n.p. 2 p. อ้างโดย ศิวาพร ศิวเวช. 2535. วัตถุเจือปนในผลิตภัณฑ์อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. นครปฐม : โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 328 น.
- Gill, T. A. Kelth, R. A. and Smith-Lall, B. 1979. J. Food sci. n. p.363 P. อ้างโดย สุทรวัฒน์ เบญจกุล. 2536. ซูริมิและผลิตภัณฑ์จากซูริมิ. กรุงเทพฯ : ม. ป. พ. 147 น.
- Hempel, H. 1946. Gorton-Pew fisheries Co. USA. n.p. .547 p. อ้างโดย ศิวาพร ศิวเวช. 2535. วัตถุเจือปนในผลิตภัณฑ์อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. นครปฐม : โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 328 น.
- Hall, G. M. and N. H. Ahmad. n.d. Fish processing tecnology. New York: Published in NortAmerica by VCH. อ้างโดย พิมพีใจ ทองคำ. 2541. การศึกษาคุณภาพของปลานิลจากซูริมิ. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยนพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 302 น.
- Lanier, T.C. 1968. "fuctional properties of surimi" .Food Tech. n. p.107 p. อ้างโดย สุทรวัฒน์ เบญจกุล 2536. ซูริมิและผลิตภัณฑ์จากซูริมิ. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ. 147 น.
- Lin, J. W. and M. 1996. J. Food sci. n. p. 432-438 p. อ้างโดย พิมพีใจ ทองคำ. 2541. การศึกษาคุณภาพของปลานิลจากซูริมิ. กรุงเทพฯ. วิทยาลัยนพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 302 น.

- Lin, J. W. and M. 1996. J. Food sci. n. p. 432-438 p. อ้างโดย พิมพีใจ ทองคำ. 2541. การศึกษาคุณภาพของปลานิลจากซูริมิ. กรุงเทพฯ. วิทยาลัยพณิชยการศรีนครินทร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 302 น.
- Mahon, J. H. 1962. Hagon Chemicals and Controls, Inc. USA: .3, 36, 923 p. อ้างโดย พิมพีใจ ทองคำ. 2541. การศึกษาคุณภาพของปลานิลจากซูริมิ. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยพณิชยการศรีนครินทร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 302 น.
- Miyake, M. Hayashi, k. and Noda, H. 1963. Chem Abstr. N. p. 896 p. อ้างโดย ศิวาพร ศิวเวช. 2535. วัตถุเจือปนในผลิตภัณฑ์อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. นครปฐม : โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 328 น.
- Meyer. A. 1956. Calgon, Inc. US: n. p. 735, 777 p. อ้างโดย ศิวาพร ศิวเวช. 2535. วัตถุเจือปนในผลิตภัณฑ์อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. นครปฐม : โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 328 น.
- Min, T. S., Chung, N. M., Fujiwara, T., Kuang, H. K. and Hssegawa, H. 198. Handbook on the processing of frozen surimi and fish jelly products in southeast. Singapore: Koon Wah Printing pte. Ltd. 30 p. อ้างโดย สุทธวัฒน์ เบญจกุล. 2536. ซูริมิและผลิตภัณฑ์จากซูริมิ. กรุงเทพฯ : ม. ป. พ. 147 น.
- Ozawa T., Nagaoko, S. and Aragaki, M. 1963. CheM Abst r. n. p. 332, 39 p. อ้างโดย ศิวาพร ศิวเวช. 2535. วัตถุเจือปนในผลิตภัณฑ์อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. นครปฐม : โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 328 น.
- Okamura, K., Matsuda, T and Yogoyama, M. 1958-1959. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish: n. p. 545 p. อ้างโดย ศิวาพร ศิวเวช. 2535. วัตถุเจือปนในผลิตภัณฑ์อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. นครปฐม : โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 328 น.
- Okada. M. 1990. Ingredints on gel texture. New Jarsey. USA. 507-552 p. อ้างโดย พิมพีใจ ทองคำ. 2541. การศึกษาคุณภาพของปลานิลจากซูริมิ. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยพณิชยการศรีนครินทร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 302 น.

- Pacheco-Aguilar, R. Crawford, D. L. and L. E. Lampila. 1989. *J. Food sci.* n. p. 248-252 p. อ้างโดย พิมพ์ใจ ทองคำ. 2541. การศึกษาคุณภาพของปลานิลจากบุรีรัมย์. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 302 น.
- Regenstein, J. M. *The potential for. 1986. minced fish. Food tech.* New York. n. p. 101 p. อ้างโดย สุทธวัฒน์ เบญจกุล. 2536. บุรีรัมย์และผลิตภัณฑ์จากบุรีรัมย์. กรุงเทพฯ : ม. ป. พ. 147 น.
- Regenstein, J. M. and Regenstein, C. E. 1991. *Introduction to fish technology.* New York: Van Nostran Reinhold. 269 p. อ้างโดย สุทธวัฒน์ เบญจกุล. 2536. บุรีรัมย์และผลิตภัณฑ์จากบุรีรัมย์. กรุงเทพฯ : ม. ป. พ. 147 น.
- Sen, D. P. and Lahiry, N. L. 1964. *Food Technol.* n. p. 175 p. อ้างโดย ศิวาพร ศิวเวช. 2535. วัตถุดิบในผลิตภัณฑ์อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. นครปฐม : โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 328 น.
- Suzuki, T. 1981. *Processing technology.* London: Applied Science Publishers Ltd. 260p. อ้างโดย สุทธวัฒน์ เบญจกุล. 2536. บุรีรัมย์และผลิตภัณฑ์จากบุรีรัมย์. กรุงเทพฯ : ม. ป. พ. 147 น.
- Sano, T. Noguchi, S. F. Matsumoto, J. J. and T. Tsushiya. 1996. *J. Food sci.* n. p. 800-804 p. อ้างโดย พิมพ์ใจ ทองคำ. 2541. การศึกษาคุณภาพของปลานิลจากบุรีรัมย์. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 302 น.
- Yamaga, M., Morioka, and Kawakami, T. 1961. *Chem Abstr.* N. p. 36, 37 p. อ้างโดย ศิวาพร ศิวเวช. วัตถุดิบในผลิตภัณฑ์อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. นครปฐม : โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 328 น.
- Yoon, K. S., Lee, C. M. and Hufngel, L. A. 1991. *J. Food sci.* n. p. 294 p. อ้างโดย สุทธวัฒน์ เบญจกุล. 2536. บุรีรัมย์และผลิตภัณฑ์จากบุรีรัมย์. กรุงเทพฯ : ม. ป. พ. 147 น.



**ภาคผนวก**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การผลิตปุ๋ยเทียม

ปุ๋ยเทียมเป็นผลิตภัณฑ์จากจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย ส่วนผสมและกรรมวิธีการผลิตพอสรุปได้ดังนี้

### สูตรส่วนผสม

จุลินทรีย์	1000	กรัม
เกลือ	25	กรัม
น้ำผสมน้ำแข็ง	100 - 150	กรัม
น้ำตาล (ซูโครส)	50 - 70	กรัม
แป้งมันฝรั่ง	50	กรัม
โมโนโซเดียมกทูตามเตด	5	กรัม
โรโบไทค์	0.1	กรัม
ไกลซีน	3	กรัม
โซเดียมซัคซิเนต	0.3	กรัม
มิลิน	20 - 30	กรัม
ผงสัคปู	10 - 20	กรัม
กลินปู	3	กรัม
ลี	( ถ้าต้องการ )	

**หมายเหตุ** กลินปูเป็นสารให้กลินรตที่สกัดจากสัตว์น้ำโดยใช้น้ำเป็นสารสกัดแล้วทำให้แห้ง

### การผลิต

#### 1. การทำละลาย (Thawing)

การทำละลายเป็นขั้นตอนที่จำเป็นสำหรับการใช้จุลินทรีย์แห้งแข็งเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์ปุ๋ยเทียม การทำละลายอาจใช้แสงอินฟราเรด น้ำร้อน หรือการคั่งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อควบคุมคุณภาพของจุลินทรีย์ขณะทำละลายควบคุมความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผิวหนังและภายในก้อนจุลินทรีย์ไม่ให้มีค่ามากนัก

#### 2. การผสมและการนวด (Blending and kneading)

ก้อนจุลินทรีย์ที่ผ่านการทำละลายบางส่วนจะนำมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ด้วย Silent cutter อุณหภูมิของจุลินทรีย์มีค่าอยู่ในช่วง -10 องศาเซลเซียสถึง -5 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นก็เติมเกลือเป็นระยะ ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะบดผสม อุณหภูมิของซูริมมีค่าตั้งแต่ 0 - 4 องศาเซลเซียส อาจมีการเติมน้ำผสมน้ำแข็งเพื่อควบคุมอุณหภูมิ แล้วเติมส่วนผสมอื่นๆ คือกลิน โมโนโซเดียมกูดามต น้ำตาล ไกลซีนมีลิน และน้ำผสมน้ำแข็งเพื่อควบคุมอุณหภูมิให้เข้ากัน อุณหภูมิในช่วงนี้ควบคุมให้มีค่า 4-7 องศาเซลเซียส ขึ้นสุดท้ายเติมน้ำ แป้งหรือไข่ขาว แล้วนวดให้เข้ากัน อุณหภูมิในช่วงนี้ควบคุมให้มีค่า 7 - 10 องศาเซลเซียส การนวดและการผสมเป็นขั้นตอนที่ส่งผลต่อการแข็งแรงของเจล และความเนียนของผลิตภัณฑ์ ความเนียนและความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ ดังนั้นการนวดและการผสมที่นานขึ้นจึงเป็นสิ่งจำเป็น แต่ควรควบคุมอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นในขณะนวดหรือผสม

### 3. การขึ้นรูปเป็นแผ่น (Sheet forming)

ซูริมที่ผ่านการนวดพร้อมส่วนผสม จะถูกไปเอกซ์ทรูดผ่าน Slit - type nozzle แล้วได้ลักษณะเป็นแผ่นหนา 1.2 - 1.5 มม. ในขั้นตอนนี้จะต้องควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส

### 4. การเซ็ทตัว (Setting)

แผ่นซูริมจะผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสเวลา 20 นาที โดยเปลวไฟ หรือไอน้ำเพื่อให้เกิดการเซ็ทตัว ในช่วงที่แผ่นเจลซูริมมีความชื้นร้อยละ 76 - 78 ระยะเวลาสามารถควบคุมโดยความเร็วของสายพาน

### 5. การตัดและการพัน (Cutting and rolling)

หลังจากการเซ็ทตัว แผ่นเจลซูริมจะถูกตัดเป็นเส้นบางๆ แล้วพันให้เป็นรูปทรงกระบอกโดยเครื่อง roller

### 6. การห่อ (Wrapping)

ซูริมเค็มสีแล้วจะถูกแผให้เป็นแผ่นกว่า 10 มม. บนแผ่นพลาสติกกว้าง 95 มม. ความเร็วของแผ่นฟิล์มพลาสติกซึ่งมีซูริมที่เค็มสีจะสัมพันธ์กับความเร็วของซูริมที่ตัดเป็นเส้นและพันเป็นรูปทรงการบอกลง หลังจากนั้นพลาสติกจะถูกปิดผนึกโดย heat rolle แล้วตัดเป็นชิ้นที่มีขนาดต้องการเรียกว่า crab stick บรรจุภายใต้สภาวะสุญญากาศ

### 7. การให้ความร้อน (boiling)

ให้ความร้อนกับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เพื่อให้เกิดเจลที่มีความแข็งแรง และทำลายจุลินทรีย์

### 8. การทำให้เย็นและการทำแห้ง (cooling and drying)

ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการให้ความร้อนจะผ่านการทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว และวางไว้ใน

ภาชนะทำความร้อนที่อุณหภูมิ 0 - 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที หลังจากนั้นผ่านการทำแห้งแล้วบรรจุในกล่องกระดาษและแช่เย็น

### การผลิตกึ่งเทียม

#### สูตรส่วนผสม

ซูริมิ	1000	กรัม
เกลือ	25	กรัม
น้ำผสมน้ำแข็ง	100 - 150	กรัม
น้ำตาล (ซูโครส)	50	กรัม
แป้งมัน	70	กรัม
โมโนโซเดียมกลูตาเมต	5	กรัม
โรโบไทด์	0.1	กรัม
ไกลซีน	1	กรัม
โซเดียมซัคซิเนต	0.3	กรัม
ส่วนสกัดกุ้ง	20	กรัม
กลิ่นกุ้ง	2	กรัม
กลิ่นปู	2	กรัม
สี	( ถ้าต้องการ )	

### การผลิต

โดยปกติรูปแบบของกึ่งเทียมมี 2 ชนิดคือ กุ้งปอกเปลือก และกุ้งแช่แบบหีเสื่อ วิธีการผลิตเหมือนกับปูเทียม ต่างกันเฉพาะกระบวนการขึ้นรูป

ถ้าต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อเนียน จะต้องเทส่วนผสมที่เตรียมไว้ในพิมพ์ และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส แต่ถ้าต้องการให้มีเนื้อสัมผัสเป็นเส้นใย นั้นต้องนำเส้นเจดของซูริมิมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วผสมกับซูริมิที่ไม่ผ่านการขึ้นรูป เทส่วนผสมลงในพิมพ์แล้วให้ความร้อน

### การผลิตลูกชิ้น

เมื่อปลาบคที่ไม่ผ่านการล้างเมื่อนำมาผสมเกลือสามารถให้ลักษณะข้นเหนียว ( sticky paste ) อาจมีการเติมส่วนผสมเพื่อเพิ่มกลิ่นและรส แล้วขึ้นรูปก่อนให้ความร้อนผลิตภัณฑ์จำพวก

นี้ เช่น ลูกชิ้นซึ่งอาจขึ้นรูปเป็นลักษณะกลม หรือเป็นแท่ง ความยืดหยุ่น สี และรสชาติเป็นคุณลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ ก่อนนำไปบริโภคจะผ่านการต้มหรือทอด นอกจากนี้การใช้ซูริมิเป็นวัตถุดิบในการผลิตลูกชิ้น สามารถให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูง

ขั้นตอนการผลิตลูกชิ้นสามารถสรุปได้ดังนี้ (Min *et al.*, 1987)

#### 1. การบด (grinding)

การบดมีผลทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อแยกออกจากกัน ส่งผลให้การสกัดโปรตีนโดยเกลือกระทำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

#### 2. การเติมเกลือ (salting)

การเติมเกลือมีวัตถุประสงค์ 2 ประการคือ สกัดโปรตีนที่ละลายในเกลือและเพิ่มรสชาติให้ผลิตภัณฑ์ ปริมาณเกลือที่เติมอยู่ในช่วงร้อยละ 3 - 5 ของน้ำหนักเนื้อปลาบด แต่ปริมาณเกลือในผลิตภัณฑ์จะลดลง ภายหลังจากการแช่ตัว ในน้ำหรือในระหว่างการให้ความร้อน ในประเทศสิงคโปร์ลูกชิ้นปลามีปริมาณเกลือตั้งแต่ร้อยละ 0.7 - 0.2 และถ้าผลิตภัณฑ์ผ่านการทอดจะส่งผลให้ปริมาณน้อยลง

#### 3. การขึ้นรูป (forming)

ในเขตร้อนเนื้อปลาบดที่ผ่านการผสมเกลือสามารถแช่ตัวที่อุณหภูมิห้อง ดังนั้นจึงควรเก็บเนื้อปลาที่ผสมเกลือแล้วที่อุณหภูมิต่ำ หรือควรจะขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ให้เร็วที่สุดก่อนการแช่ตัว

#### 4. การแช่ตัว (setting)

การแช่ตัวโดยวิธีดั้งเดิม กระทำโดยการแช่น้ำประปาที่อุณหภูมิห้อง ( 28 - 30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 2 - 3 ชั่วโมง นอกจากนี้การแช่ตัวสามารถกระทำได้ที่อุณหภูมิห้อง 40 - 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 - 30 นาที สำหรับบางผลิตภัณฑ์จะให้แช่ตัวในอากาศที่อุณหภูมิห้อง เช่น Zhoa zhoa - style fish cakes ซึ่งจะปล่อยให้แช่ตัวในอากาศที่อุณหภูมิ 28 - 31 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการอ่อนตัวของเจล

#### 5. การให้ความร้อน (heating)

ภายหลังจากการแช่ตัว ผลิตภัณฑ์จะผ่านการให้ความร้อนโดยการต้มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส การต้มในน้ำเดือดมีผลให้ผิวหนังผลิตภัณฑ์หยาบกว่า เนื่องจากการระเหยน้ำภายในอุณหภูมิที่จุดศูนย์กลางของผลิตภัณฑ์ควรมีค่าอย่างน้อย 80 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ขึ้นกับขนาดของผลิตภัณฑ์ แต่ควรรานเพียงพอสำหรับการทั่วไปจะให้ความร้อนลูกชิ้นที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที นอกจากนี้อาจนำผลิตภัณฑ์ทำลายแบคทีเรีย โดยไปนึ่งหรือทอด