

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การผลิตปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุ  
Fish paste with supplemented with mineral

โดย

นางสาวราตรี ห้วยห้อง

ร.พ.  
ร 44217  
2544

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... 47181  
วัน, เดือน, ปี..... 24 ส.ย. 2546

.b.....  
.i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มี *หน้าใส ๗๖*

## บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2544

ชื่อเรื่อง	การผลิตปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุ Fish paste supplemented with mineral
ชื่อ - สกุล	นางสาวราตรี ห้วยห้อง
สาขาวิชา	อุตสาหกรรมเกษตร <span style="float: right;">ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร</span>
คณะ	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์รศิกร ฉัตรทอง

### บทคัดย่อ

จากการศึกษาการนำก้างปลาที่เป็นของเสียซึ่งหลงเหลือจากกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารที่มีเนื้อปลาเป็นองค์ประกอบมาทำแห้งแล้วป่นผสมลงในผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นเพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ โดยเฉพาะเกลือแร่ที่สำคัญชนิดหนึ่งคือแคลเซียม โดยในการทดลองได้ใช้ก้างปลาจากปลา 3 ชนิด ได้แก่ ปลาดุก ปลานิลและปลาช่อนมาผสมกับส่วนผสมหลักในปริมาณที่เท่ากันซึ่งจะได้เป็นผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่น 3 สูตรพร้อมด้วยสูตรควบคุมซึ่งไม่ได้ผสมก้างปลาลงไป เมื่อนำมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสพบว่าทุกสูตรไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $P \geq 0.05$ ) ในด้านสี กลิ่น รสชาติและความชอบรวม แต่มีความแตกต่างในด้านเนื้อสัมผัส โดยพบว่าผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นที่เสริมก้างปลานิลลงไปได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมซึ่งไม่ได้เสริมก้างปลาลงไป ซึ่งพบว่าจะมีเนื้อสัมผัสที่ค่อนข้างเหนียวยากแก่การบริโภค และจากการทดสอบขององค์ประกอบทางเคมีพบว่าปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สูตรนั้นมีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะสูตรที่ผสมก้างปลาลงไปมีปริมาณความชื้นมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอื่น

## กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือจากหลายฝ่ายด้วยกัน โดยเฉพาะ อาจารย์รศ.ดร. นัทรทอง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไข และให้คำแนะนำเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยดีตลอดระยะเวลาที่ทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ขอขอบคุณอาจารย์ จันทรพร เจ้าทรัพย์ ที่ให้การช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการทดลอง ตลอดจนเพื่อน ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านกำลังใจและให้ความร่วมมือในการทดสอบพิมพ์ลายแผ่นเสริมแร่ธาตุทุกคน

ความดีของปัญหาพิเศษเล่มนี้ขอมอบให้แก่บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้กล่าวมาข้างต้นที่ให้การสนับสนุนในด้านกำลังใจและทุนทรัพย์ด้วยดีตลอดมาจนทำให้ปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ราตรี ห้วยห้อง  
มีนาคม 2545

## สารบัญ

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ข
สารบัญ.....	ค
สารบัญตาราง.....	จ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตของปัญหาพิเศษ.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	
2.1 อาหารขบเคี้ยว.....	3
2.2 เกล็ดแร่.....	4
2.3 การทำแห้งอาหาร.....	8
2.4 การทอด.....	10
3 อุปกรณ์และวิธีการ	
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	12
3.2 วิธีการ.....	13
3.3 สถานที่ทำการวิจัย.....	15
3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	15
4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	
4.1 ศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค.....	16
4.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี.....	18
5 สรุปและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

5.2 ข้อเสนอแนะ.....	20
บรรณานุกรม.....	21
ภาคผนวก.....	23
ภาคผนวก ก.....	24
ภาคผนวก ข.....	25
ภาคผนวก ค.....	26
ภาคผนวก ง.....	35



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ปริมาณเกลือแร่ชนิดต่างๆ ในร่างกายคน.....	4
2 ปริมาณแคลเซียม(มิลลิกรัม) ในอาหารที่กินได้ 100 กรัม.....	7
3 การเตรียมส่วนผสมของปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุและสูตรควบคุม.....	13
4 ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุ.....	16
5 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุ.....	18



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ขั้นตอนการผลิตก้างปลาป่น.....	14
2 ขั้นตอนการผลิตปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุ.....	14



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญของปัญหา

อาหารขบเคี้ยว (snack food) เป็นอาหารที่ใช้รับประทานระหว่างเวลาของอาหารหลัก คือ อาหารเช้า อาหารกลางวัน และอาหารเย็นของชาวตะวันตก ซึ่งสามารถบริโภคได้ง่ายและบ่อยครั้ง ในปัจจุบันอาหารขบเคี้ยวมีอัตราการผลิตที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในอุตสาหกรรมอาหารเนื่องมาจากการเปลี่ยนนิสัยและค่านิยมในการบริโภคของวัยรุ่น (กรณีการ์ รอดเข้ม, 2540 : 5)

การผลิตอาหารขบเคี้ยว เป็นการนำวัตถุดิบชนิดหนึ่งหรือหลายชนิดมาทำการแปรรูปซึ่งโดยปกติส่วนผสมหลักก็ได้แก่ แป้ง และ เครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส มาผ่านกระบวนการแปรรูปหลายขั้นตอน เช่น การปรุงรสชาติ การหมัก และการอบแห้งเป็นต้น แต่ในปัจจุบันผู้ผลิตบางรายได้นำวัตถุดิบพวกเนื้อสัตว์ เช่น ปลา มาใช้เป็นส่วนผสมเพื่อให้ได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความแตกต่างจากวัตถุดิบเริ่มต้น และเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์อีกทั้งยังเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้แก่อาหารขบเคี้ยวอีกด้วย

เนื่องจากกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์จากปลาหลายชนิด เช่น ซูริมิ ปลาแล่แช่เยือกแข็งรวมถึงกระบวนการผลิตปลาบดแผ่นจะต้องมีของเสียจากกระบวนการผลิต เช่น ก้างปลาจึงได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำก้างปลาซึ่งเป็นของเสียนั้นให้เกิดประโยชน์ โดยนำมาเป็นส่วนผสมในการผลิตปลาบดแผ่นเพื่อเป็นการเสริมแร่ธาตุ โดยเฉพาะแคลเซียมให้แก่ผลิตภัณฑ์ ปลาบดแผ่นเป็นอาหารขบเคี้ยวชนิดหนึ่งซึ่งมีลักษณะกลิ่นและรสชาติคล้ายกับเนื้อสวรรค์และให้คุณค่าทางด้านโปรตีนสูง โดยการนำปลาบดมาทำการผสมเครื่องปรุงต่าง ๆ และนำไปตากให้แห้ง จากนั้นนำมาทอดและได้เป็นผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นซึ่งมีความกรอบและรสชาติดีดังกล่าว

### 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นแนวทางในการผลิต ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ
2. ศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุ
3. เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.3 ขอบเขตของปัญหา

ทำการวิเคราะห์หาค่าองค์ประกอบทางเคมีได้แก่ ความชื้น และเถ้า โดยวิธี AOAC(1990) รวมไปถึงการยอมรับของผู้บริโภคโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่น โดยใช้ก้างปลา สามชนิด คือ ก้างปลาดุก ก้างปลานิล และก้างปลาช่อน

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุที่มีสารอาหารเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะธาตุแคลเซียมที่เสริมลงไป
2. นำเศษวัสดุเหลือทิ้งในกระบวนการแปรรูป (ก้างปลา) มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 อาหารขบเคี้ยว ( Snack food )

อาหารขบเคี้ยวเป็นอาหารที่ใช้รับประทานระหว่างเวลาของอาหารหลัก คือ อาหารเช้า อาหารกลางวัน และอาหารเย็นของชาวตะวันตกซึ่งสามารถบริโภคได้ง่ายและบริโภคได้บ่อยครั้ง ในปัจจุบันอาหารขบเคี้ยวมีอัตราการผลิตที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในอุตสาหกรรมอาหาร ( วรรณิการ์ รอดเข็ม, 2540 : 4 ) ทั้งนี้เนื่องมาจากการเปลี่ยนนิสัยและค่านิยมในการบริโภคของวัยรุ่น

การผลิตอาหารขบเคี้ยวเป็นการนำวัตถุดิบชนิดหนึ่งหรือหลายชนิดมาทำการแปรรูปโดยผ่านกระบวนการหลายขั้นตอน เช่น การปรุงแต่งรสชาติ การหมัก และการอบแห้งหรือการตากแห้ง เป็นต้น เพื่อให้ได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความแตกต่างจากวัตถุดิบเริ่มต้น

สำหรับวัตถุดิบที่ใช้เป็นตัวประกอบหลักก็ได้แก่ แป้ง และเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส หรือบางครั้งอาจนำวัตถุดิบพวกเนื้อสัตว์ เช่น ปลา เนื้อหมู หรือเนื้อวัว เป็นต้น มาใช้เป็นส่วนผสมเพื่อให้ได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความแตกต่างจากวัตถุดิบเริ่มต้นอีกทั้งยังเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้แก่อาหารขบเคี้ยวอีกด้วย เช่น ในการผลิตเนื้อสวรรค์ซึ่งส่วนผสมหลักก็ได้แก่ เนื้อวัวส่วนสะโพกโดยแล่เป็นแผ่นบาง ๆ และเครื่องปรุงรส เมื่อคลุกเคล้าส่วนผสมต่าง ๆ จนเข้ากันดีแล้วจึงนำไปตากแดดพอแห้ง แล้วจึงทอดในน้ำมันจนสุกและได้เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสวรรค์

การปรุงแต่งรสชาติเป็นขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการแปรรูปอาหาร โดยเติมส่วนของเครื่องปรุงต่าง ๆ ลงไปในอาหารเพื่อให้อาหารนั้นมีรสชาติแตกต่างกันออกไป และเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ออกมาดูนั้นไม่เหมือนใคร และส่วนของเครื่องปรุงแต่งรสชาติยังมีส่วนในการถนอมอาหารไปในตัวอีกด้วย โดยมีการเติมเครื่องเทศบางชนิด เช่น พริกไทยลงไปในอาหาร ซึ่งเครื่องเทศเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น เปลือก ใบ ดอก ผล และเมล็ด เป็นต้น เครื่องเทศนอกจากจะมีส่วนช่วยในการถนอมอาหารแล้วยังมีส่วนปกปิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ได้อีกด้วย เช่น กลิ่นคาวปลาและกลิ่นสาบของเนื้อ

เครื่องเทศ ( spice ) หมายถึง ของหอมฉุนและเผ็ดร้อนที่ได้จากต้นไม้สำหรับใช้ทำยาและเครื่องปรุงอาหารซึ่งพืชเครื่องเทศเป็นพืชที่มีน้ำมันหอมระเหย ( Aromatic plant ) มักเติมลงไปใน

อาหารเพื่อเพิ่มกลิ่นรสของอาหารให้ชวนรับประทานยิ่งขึ้น แม้ว่าจะใช้ในปริมาณไม่มากนักก็ตาม ( รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ, 2540 : 13 )

ในช่วงเวลาที่ผ่านมามีการใช้ประโยชน์จากเครื่องเทศค้อย ๆ เพิ่มมากขึ้น เครื่องเทศมีผลต่อกลิ่นและรสของอาหาร เครื่องเทศเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูป อาหารกึ่งสำเร็จรูป ซอสหรือของหวานของขบเคี้ยวหลายชนิด ตัวอย่างของเครื่องเทศที่ใช้ได้แก่ พริกไทย กระเทียม ลูกผักชีและยี่หระ เป็นต้น

## 2.2 เกลือแร่

เกลือแร่หรือแร่ธาตุเป็นสารอาหารในสภาพอินทรีย์สาร ( Organic Salts ) วัตถุเชิงซ้อน เช่น ในฮีโมโกลบิน และฟอสโฟโปรตีน มีเหล็ก และฟอสฟอรัส และอินทรีย์สาร ( Inorganic Salts ) ต่าง ๆ เช่น โซเดียม คลอรีน แคลเซียม และฟอสฟอรัส เป็นต้นซึ่งเมื่อเอาอาหารมาเผาจะอยู่ในรูปเถ้าถ่านซึ่งโดยปกติแล้วเกลือแร่ในอาหารจะมาจากวัตถุดิบและอีกส่วนหนึ่งได้จากการใส่ลงไป ในอาหาร เกลือแร่เป็นสารอาหารที่จำเป็นในอาหารและเป็นส่วนประกอบของร่างกายมนุษย์ที่ขาดไม่ได้ ร่างกายคนเรามีเกลือแร่อยู่ประมาณร้อยละ 4 ของน้ำหนักร่างกาย แคลเซียมและฟอสฟอรัสเป็นเกลือแร่ที่มีอยู่มากที่สุดในร่างกาย ( ณรงค์ นิยมทรัพย์, 2538 : 101 )

ตารางที่ 1 ปริมาณเกลือแร่ชนิดต่างๆในร่างกายคน ( น้ำหนัก 70 กิโลกรัม )

เกลือแร่	กรัม	เกลือแร่	กรัม
แคลเซียม	1,295	เหล็ก	} 2.8
ฟอสฟอรัส	700	แมงกานีส	
โพแทสเซียม	245	ทองแดง	
กำมะถัน	175	ไอโอดีน	
โซเดียม	105	โคบอลต์ฟลูออรีน	
คลอรีน	105	โมลิบดีนัม สังกะสี	น้อยมาก
แมกนีเซียม	35	ซีลีเนียม	

ที่มา : เสาวนีย์ จักรพิทักษ์, 2541 : 65

ในร่างกายยังมีเกลือแร่อื่น ๆ อีกที่ยังไม่ทราบหน้าที่แน่นอน เช่น อลูมิเนียม สารหนู โบรมีน โครเมียม ตะกั่ว นิกเกิล สตรอนเซียม วาเนเดียม แคลเซียม และแบเรียม บางชนิดก็เป็นส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบในอาหาร บางชนิดก็ติดมากับอาหารโดยไม่ตั้งใจ ถึงแม้ว่าเกลือแร่จะไม่ให้พลังงานแก่ร่างกาย และร่างกายต้องการในปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับสารอาหารอื่น แต่ถ้าได้รับไม่เพียงพอก็อาจเกิดโรคภัยไข้เจ็บได้ (เสาวนีย์ จักรพิทักษ์, 2541 : 65 )

### 2.2.1 หน้าที่ของเกลือแร่

1. ประกอบเป็นกระดูกและฟันทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของร่างกายโดยที่แคลเซียมและฟอสฟอรัสจะรวมกับวิตามินดี
2. เป็นองค์ประกอบของเซลล์เนื้อเยื่อ เม็ดเลือด และเส้นประสาทซึ่งฟอสฟอรัส เหล็ก และกำมะถันเป็นสารสำคัญในองค์ประกอบนี้
3. ในสภาพของสารละลายที่อยู่ในร่างกายจะควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อทุกอวัยวะและเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในร่างกายให้เป็นไปตามที่เหมาะสม
4. ทำหน้าที่พิเศษโดยเป็นองค์ประกอบของสารเคมีซึ่งมีหน้าที่เฉพาะได้แก่ ไอโอดีนในการสร้างฮอร์โมนไทรอกซินซึ่งควบคุมกระบวนการของธาตุทั้งหมดในร่างกาย
5. เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ ฮอร์โมนและวิตามิน
6. ช่วยในการสมดุลของกระบวนการออสโมซิสที่เกิดขึ้นในระหว่างเซลล์กับส่วนที่เป็นของเหลว
7. รักษาสมดุลระหว่างกรดและด่างในโลหิตและเนื้อเยื่อ
8. ช่วยให้กล้ามเนื้อหัวใจหดตามปกติ
9. ช่วยในการให้โลหิตแข็งตัว

### 2.2.2 การแบ่งประเภทของเกลือแร่

1. เกลือแร่ที่มีมากในร่างกาย ( Macronutrients หรือ Prinsipel elements ) หรือเป็นเกลือแร่ที่ร่างกายต้องการจำนวนมาก เกลือแร่เหล่านี้ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม โซเดียม คลอรีน แมกนีเซียม เหล็ก และกำมะถัน
2. เกลือแร่ที่ร่างกายต้องการจำนวนน้อยมาก ( Micronutrients หรือ Trace elements ) ได้แก่ ไอโอดีน ทองแดง ฟลูออรีน แมกนีสิส โคบอลต์ สังกะสี โมลิบดีนัม ซีลีเนียม และโครเมียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.3 เกลือแร่ที่ร่างกายต้องการจำนวนมาก เช่น

1. แคลเซียม ในร่างกายมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบ 15.2 % ของน้ำหนักร่างกายทั้งหมด นับว่ามีปริมาณมากกว่าเกลือแร่ชนิดอื่นเป็นส่วนใหญ่ และปริมาณ 90 % ของจำนวนนี้จะอยู่ในกระดูกและฟันนอกนั้นอยู่ในเนื้อเยื่ออ่อนและส่วนที่เป็นของเหลว

หน้าที่ของแคลเซียม

- เป็นเกลือแร่ที่มีมากที่สุดในร่างกายโดยเฉพาะในกระดูก จากการวิเคราะห์พบว่ากระดูกมีน้ำร้อยละ 45 ไชมัน 10 โปรตีน 20 และเกลือแร่ 25 เกลือแร่เหล่านี้ประกอบด้วยแคลเซียมร้อยละ 96 แมกนีเซียมร้อยละ 2 และโซเดียมร้อยละ 2

- เป็นสารจำเป็นสำหรับการสร้างกระดูกและฟัน หรือทำให้กระดูกและฟันแข็งแรง กระบวนการสร้างกระดูกและฟันนี้ต้องใช้ฟอสฟอรัสและวิตามินดีด้วย ถ้าขาดสารใดสารหนึ่งจะมีอาการเช่นเดียวขาดแคลเซียม

- จำเป็นสำหรับการแข็งตัวของเลือด จึงทำให้ร่างกายไม่สูญเสียเลือดมากเวลาเกิดบาดแผล

- เป็นตัวเร่งเอนไซม์บางชนิด

- ช่วยควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจ

ปริมาณที่แนะนำให้รับประทาน แม้จะไม่กินแคลเซียมเลยร่างกายก็ยังเสียแคลเซียมทางปัสสาวะวันละ 100-200 มิลลิกรัม และสูญเสียในระบบทางเดินอาหารออกมากับอุจจาระวันละ 125-180 มิลลิกรัม การสูญเสียทางเหงื่อมีบ้างเล็กน้อย กองโภชนาการ กรมอนามัยแนะนำให้

เด็ก	400-700	มิลลิกรัมต่อวัน
ผู้ใหญ่	400-500	มิลลิกรัมต่อวัน
หญิงมีครรภ์ ( 3 เดือนก่อนคลอด )	1,000	มิลลิกรัมต่อวัน
หญิงให้นมบุตร	1,200	มิลลิกรัมต่อวัน

- อาหารที่มีแคลเซียมมาก ได้แก่ กุ้งแห้ง งา นม เนยแข็ง ผักใบเขียว ถั่วเหลือง ปลาเล็กปลาน้อย กุ้ง ปู ไข่แดง และจากการศึกษาพบว่าอาหารที่ผ่านการแช่น้ำปูนใสจะมีปริมาณแคลเซียมสูง

ตารางที่ 2 ปริมาณแคลเซียม ( มิลลิกรัม ) ในอาหารที่กินได้ 100 กรัม

ชื่ออาหาร	มิลลิกรัม	ชื่ออาหาร	มิลลิกรัม
ปลิงทะเล	3,600	พืวมะกรูด	710
กุ้งแห้ง	2,306	กุ้งเจ้า	689
ใบมะกรูด	1,672	ใบชะพลู	601
หางนมผง	1,370	ผักโขมหนาม	535
ลูกเดือย	1,223	ผักสะเดา	510
งา	1,125	กะปิ	469
ยี่ห่วย	1,080	ใบยอ	468
เนยแข็ง	777	ผักกะเจด	387
กุ้งฝอย	757	ถั่วเหลือง	246
นมผง	727	นมสตรระเหย	243

ที่มา : เสาวนีย์ จักรพิทักษ์, 2541 : 65

2. ฟอสฟอรัส เป็นธาตุที่อยู่ในเซลล์ทุกเซลล์ทั่วร่างกาย เป็นสารที่จำเป็นสำหรับการเพิ่มจำนวนเซลล์ การเคลื่อนไหวของเซลล์ และการรักษาระดับของเหลวในเนื้อเยื่อต่าง ๆ นอกจากนี้ยังเป็นสารประกอบของสารเคมีที่สำคัญในร่างกาย เช่น ฟอสโฟไลปิด โปรตีน เอนไซม์ โคเอนไซม์ และสารเก็บพลังงานไว้ได้สูง ในเลือด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรมีฟอสฟอรัส 35 – 45 มิลลิกรัม ( แคลเซียมมักอยู่ในน้ำเลือด แต่ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่อยู่ในเม็ดเลือดแดง )

หน้าที่ของแคลเซียม

- ควบคุมการปล่อยพลังงานจากการเผาไหม้หรือการ oxidation ของคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และ โปรตีนจะมีพลังงานเกิดขึ้นฟอสฟอรัสจะควบคุมการปล่อยพลังงานนี้

- ส่งเสริมการดูดซึมและการลำเลียงของสารอาหาร

- เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของร่างกาย

- มีผลต่อการเกาะตัวของกระดูกและฟัน พบว่าถ้าขาดฟอสฟอรัสก็มีผลเช่นเดียวกับการขาด

แคลเซียม

ปริมาณที่แนะนำให้รับประทาน ขณะนี้ยังไม่ทราบความต้องการที่แน่นอน แต่ให้ถือว่าถ้าอาหารมีแคลเซียมมากพอ และมีโปรตีนเพียงพอจะมีฟอสฟอรัสเพียงพอด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารที่มีมาก อาหารที่มีโปรตีนสูงจะพบว่ามีฟอสฟอรัสอยู่สูงด้วย เช่น เนื้อสัตว์ เนื้อปลา เนื้อเป็ด ไข่ ไข่ไก่ ข้าวชนิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นแหล่งอาหารอันดับแรกของฟอสฟอรัส

**2.3 การทำแห้งอาหาร** เป็นกรรมวิธีการถนอมอาหารที่ทำกันมานานแต่โบราณกาล แต่นับเป็นวิธีการถนอมอาหารที่ดีวิธีหนึ่งทั้งนี้เพราะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาอาหารออกไปได้นาน อาหารแห้งมีน้ำหนักเบา สะดวกในการเก็บรักษา ขนส่ง นอกจากนี้ยังสามารถทำได้ง่าย และอาหารที่ได้จะมีกลิ่นและรสชาติแตกต่างกันออกไป การตากแห้งอาจอาศัยการดึงความชื้นออกไปจากอาหารอย่างเดียว หรืออาจมีการเติมสารอื่นเข้าช่วย เช่น การใช้เกลือหรือน้ำตาลในการทำเค็มหรือทำหวาน เป็นต้น ( สุปราณี รัตนอุไร, 2540 : 7 )

การตากแห้งด้วยแสงแดดเป็นวิธีการถนอมอาหารเก่าแก่วิธีหนึ่ง เป็นวิธีการถนอมอาหารที่มีต้นทุนต่ำ ใช้พลังงานน้อยและเป็นวิธีที่ใช้กันจนปัจจุบันนี้ แต่ปัจจุบันนี้ได้มีการตัดแปลงการตากแห้งด้วยการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นกระบวนการผสมระหว่างการตากแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์กับการควบคุมอุณหภูมิและกำหนดควบคุมการไหลของกระแสลม ซึ่งการทำแห้งเช่นนี้จะเป็นการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์แล้วยังเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการทำแห้งอีกด้วย ( ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาลิก, 2532 : 288 )

### 2.3.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำแห้ง

1. ธรรมชาติของอาหาร อาหารที่มีเนื้อ โปร่งจะมีการเคลื่อนที่ของน้ำภายในอาหารแบบผ่านช่องแคบซึ่งเร็วกว่าการแพร่ในอาหารเนื้อแน่น ดังนั้นในอาหารเนื้อ โปร่งจะมีอัตราการทำแห้งเร็วกว่าอาหารเนื้อแน่น อาหารที่มีน้ำตาลสูงจะเหนียวเหนอะหนะกีดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำจึงแห้งช้า อาหารที่มีการลวก นวด คลึงทำให้เซลล์แตกแห้งได้เร็วขึ้น

2. ขนาดและรูปร่าง ขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวต่อน้ำหนักมากกว่าขนาดใหญ่จึงแห้งได้เร็วกว่า

3. ตำแหน่งของอาหารในภาชนะ น้ำในอาหารที่สัมผัสกับลมร้อน ได้ดีกว่าหรือสัมผัสกับลมร้อนที่มีความชื้นต่ำย่อมระเหยได้ดีกว่า

4. ปริมาณอากาศต่อภาค ถ้าปริมาณอากาศต่อภาคมากเกินไป อาหารส่วนล่างไม่ได้สัมผัสกับอากาศร้อน หรือได้รับความร้อนจากภาคแล้ว แต่ไอน้ำสามารถแพร่กระจายผ่านชั้นอาหารตอนบนออกมาได้จึงแห้งช้า

5. อุณหภูมิของอากาศร้อน ถ้าอากาศมีความชื้นคงที่การเพิ่มอุณหภูมิเป็นการเพิ่มความสามารถในการรับไอน้ำจึงมีผลต่อการทำแห้ง

6. ความเร็วของลมร้อน ลมร้อนทำหน้าที่ในการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกไปด้วยเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นจึงเคลื่อนย้ายได้ดีขึ้น

### 2.3.2 การเปลี่ยนแปลงของอาหารหลังการทำแห้ง

1. การหดตัว การสูญเสียน้ำทำให้เซลล์อาหารหดตัวจากผิวนอก ส่วนที่แข็งจะคงสภาพได้ ส่วนที่อ่อนกว่าจะเว้าลงไป อาหารที่มีน้ำมากจะหดตัวบิดเบี้ยวมาก การทำแห้งอย่างรวดเร็วจะหดตัวน้อยกว่าการทำแห้งอย่างช้า ๆ

2. การเปลี่ยนสี อาหารที่ผ่านการทำแห้งมักมีสีเข้มขึ้นเนื่องจากความร้อนหรือปฏิกิริยาเคมี การเกิดสีน้ำตาล

3. การเกิดเปลือกแข็ง เป็นลักษณะที่ผิวอาหารแข็งเป็นเปลือกหุ้มในส่วนที่ยังไม่แห้งไว้ เกิดจากในช่วงแรกให้น้ำระเหยเร็วไป น้ำจากด้านในเคลื่อนที่มาที่ผิวไม่ทัน หรือมีสารละลายของน้ำตาล โปรตีนเคลื่อนที่มาแข็งที่ผิวสามารถหลีกเลี่ยงได้โดยไม่ใช้อุณหภูมิสูงและใช้อากาศที่มีความชื้นสูงเพื่อไม่ให้ผิวอาหารแข็งก่อนเวลาอันสมควร

4. การเสียความสามารถในการคืนสภาพ อาหารแห้งบางชนิดต้องนำมาคืนสภาพ แต่การคืนสภาพโดยการเติมน้ำจะไม่ได้เหมือนเดิมเพราะเซลล์อาหารเสียความยืดหยุ่นของผนังเซลล์ สตาร์ชและโปรตีนเสียสภาพความสามารถในการดูดน้ำ

5. การเสียคุณค่าอาหารและสารระเหย การเสื่อมสลายของวิตามินและแคโรทีนจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ไรโบฟลาวินจากแสง ไลโทซีนจากความร้อน ยิ่งใช้เวลานานในการทำแห้งนานก็ยิ่งเกิดการสูญเสียมาก โปรตีนมีการสูญเสียบางส่วนด้วยความร้อนเช่นเดียวกัน การสูญเสียมาระเหยเนื่องจากความร้อนทำให้กลิ่นของอาหารแห้งลดน้อยลงหรือแตกต่างกันไปจากเดิม

### 2.3.3 ประโยชน์ของการทำแห้ง

1. ป้องกันการเน่าเสียจากเชื้อจุลินทรีย์ ปฏิกิริยาเคมีและเอนไซม์
2. ทำให้มีใช้ยามขาดแคลน นอกฤดูการผลิตหรือในแหล่งไกลห่างจากวัตถุดิบ
3. เก็บรักษาไว้ได้นาน
4. ลดน้ำหนักของอาหารทำให้สะดวกในการบรรจุ การเก็บรักษาและขนส่ง
5. ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ เช่น ลูกเกด
6. ให้ความสะดวกในการใช้งาน เช่น กาแฟผงสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 การทอด

ไขมันและน้ำมันเป็นตัวนำความร้อนให้อาหารสุก สีสวย เพิ่มรสชาติ การทอดควรเลือกน้ำมันที่มีจุดเกิดควันสูง ได้แก่ น้ำมันพืชต่าง ๆ เช่น น้ำมันเมล็ดฝ้าย น้ำมันถั่วเหลือง ในกรณีน้ำมันที่ใช้แล้วควรกรองเอาเศษอาหารทิ้งเพื่อป้องกันการเกิดจุดควันต่ำกว่าที่ควร

การทอด คือ การทำให้สุกโดยใช้ไขมันซึ่งอาจใช้ทั้งน้ำมันน้อยและน้ำมันมากหรือใช้ไฟอ่อนหรือไฟแรงก็ได้ ( ปารีฉัตร ประวาหะนาวิน และ ชูวดี กาญจนัญญิติ, 2531 : 163 )

### 2.4.1 บทบาทของไขมันและน้ำมันในการประกอบอาหาร

1. ทำให้อาหารมีรสชาติดีขึ้น ไขมันและน้ำมันมีส่วนทำให้อาหารรสชาติดีขึ้นจึงมีผู้นิยมใช้น้ำมันช่วยในการประกอบอาหาร คนไทยและคนจีนนิยมใช้น้ำมันหมูในการผัดเพราะน้ำมันหมูมีกลิ่นหอม ในประเทศที่นิยม นม เนย เช่น ชาวอินเดีย หรือชาวตะวันตก จะนิยมใช้เนยหรือน้ำมันเนยในการประกอบอาหาร

2. ทำให้อาหารมีรสนุ่ม และไม่ฝืดคอเวลารับประทาน ถ้ารับประทานอาหารที่มีแต่อาหารประเภทแป้ง หรือประเภทเนื้อล้วนๆอาหารจะมีลักษณะค่อนข้างหยาบ และเมื่อรับประทานอาหารจะมีความรู้สึกไม่นุ่มนวลและมีความฝืดคอ แต่ถ้ามีไขมันและน้ำมันอยู่ด้วยจะทำให้อาหารนั้นนุ่มนวลมีความน่ารับประทาน เพราะไม่ฝืดคอ

3. เป็นสื่อนำความร้อนในการประกอบอาหารการใช้น้ำมันเป็นสื่อในการนำความร้อนก็โดยวิธีการทอด การใช้น้ำมันเป็นสื่อในการให้ความร้อนมีข้อดี คือ ให้ความสูง อุณหภูมิของน้ำมันที่ใช้ทอดจะสูงกว่าอุณหภูมิของน้ำเดือด ( 100 องศาเซลเซียส ) อุณหภูมิสูงของน้ำมันที่ใช้ทอดอาหารทำให้อาหารที่ทอดมีสีน้ำตาลซึ่งเป็นไปตามความต้องการของผู้ประกอบอาหารที่อยากให้อาหารนั้นมีสีดังกล่าว ซึ่งทำให้อาหารมีความน่ารับประทานมากขึ้น อุณหภูมิของน้ำมันที่ใช้ทอดจะสูงมากคือระหว่าง 177 องศาเซลเซียส ถึง 201 องศาเซลเซียส

### 2.4.2 ข้อควรระวังในการใช้น้ำมันทอดอาหาร

1. น้ำมันลวก เมื่อเอาน้ำมันใส่กระทะสำหรับทอดในปริมาณมากๆ แล้วให้ความร้อนเต็มที่เมื่อน้ำมันร้อนจัด น้ำมันจะไม่เดือด เพียงแต่มีควันเกิดขึ้น ให้เห็น จึงมักมีผู้เผลอเริ่โยนอาหารที่จะทอดลงไปแรงๆจะทำให้น้ำมันกระเด็นมาลวกผู้ทอดได้ และหากน้ำมันกระเด็นไปใส่ไฟอาจจะลุกไหม้ได้

2. การใช้น้ำมันหมิ่นหืนในการทอด ผู้ประกอบอาหารบางคนใช้น้ำมันทอดอาหารซ้ำหลายๆครั้ง ถ้าใช้น้ำมันจนเกิดการหมิ่นหืน จะทำให้อาหารที่ทอดมีกลิ่นไม่น่ารับประทาน ดังนั้น

ควรสังเกตว่า น้ำมันจะเริ่มมีกลิ่นเหม็นหืนหรือยัง ถ้ามีกลิ่นไม่ควรใช้ทอดต่อไปและทุกครั้งทอดเสร็จควรกรองเอาเศษอาหารออกให้หมด เพราะถ้าทิ้งไว้จะทำให้เศษอาหารนั้นไหม้ทำให้น้ำมันมีกลิ่นเหม็นหืนไปด้วย

3. การใช้ภาชนะในการทอด ภาชนะที่มีการเคลือบเพื่อป้องกันไม่ให้อาหารติดเวลาทอดจะดีกว่าภาชนะอื่นๆ เพราะเวลาใช้ทอดจะไม่มีเศษอาหารไปเกาะติดทำให้ล้างภาชนะได้ง่ายไม่ควรทอดจนน้ำมันแห้งติดกันกระทะหรือหม้อ เพราะจะทำให้ล้างออกยาก ทำให้มีอาหารไหม้ติดอยู่ ทำให้สารที่เคลือบอยู่หลุดไป เวลาซัดล้าง ซึ่งทำให้ภาชนะที่ใช้ทอดเสื่อมคุณภาพได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### อุปกรณ์และวิธีการ

#### 3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

##### ก. วัสดุดิบ

1. ก้างปลาปนจากปลา 3 ชนิด ได้แก่ ก้างปลาคู ก้างปลานิลและก้างปลาช่อน
2. เนื้อปลาทรายแดงบด
3. เครื่องปรุง ได้แก่ ซีอิ๊วขาว ซีอิ๊วดำ น้ำตาลทราย
4. เครื่องเทศ ได้แก่ ลูกผักชีตัวทูปพอแตก , ยี่ห่วยั่วตัวทูปพอแตก , พริกไทยป่น

##### ข. อุปกรณ์

1. ถาดและกะละมัง
2. เครื่องบด
3. ไม้คั้นแป้ง
4. ซ้อนตวง ถ้วยตวง ถุงพลาสติกใส
5. เครื่องชั่ง
6. อุปกรณ์วิเคราะห์หาความชื้น
7. อุปกรณ์วิเคราะห์หาเถ้า

### 3.2 วิธีการ

#### 3.2.1 การเตรียมส่วนผสมของปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุและสูตรควบคุม

##### ตารางที่ 3 การเตรียมส่วนผสมของปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุและสูตรควบคุม

ส่วนผสม	ปริมาณที่ใช้ในแต่ละสูตร (กรัม)			
	สูตรควบคุม	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
เนื้อปลาทรายแดงบด	400	400	400	400
ซีอิ๊วขาว	20	20	20	20
ซีอิ๊วดำ	5	5	5	5
น้ำตาลทราย	100	100	100	100
ยีสร์ั่วคั่วบวบพองแตก	2	2	2	2
ลูกผักชีคั่วบวบพองแตก	2	2	2	2
พริกไทยป่น	5	5	5	5
น้ำมันพืชทาถุงพลาสติก	5	5	5	5
ก้างปลาดุกป่น	-	50	-	-
ก้างปลานิลป่น	-	-	50	-
ก้างปลาช่อนป่น	-	-	-	50

#### 3.2.2 วิธีการผลิตปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุ

1. การเตรียมก้างปลาป่น โดยใช้ปลา 3 ชนิด คือ ก้างปลาดุก ก้างปลานิล และก้างปลาช่อน

ก้างปลาดุก ก้างปลานิล ก้างปลาช่อน

↓  
ล้างทำความสะอาด

↓  
ตากแดดจนแห้ง

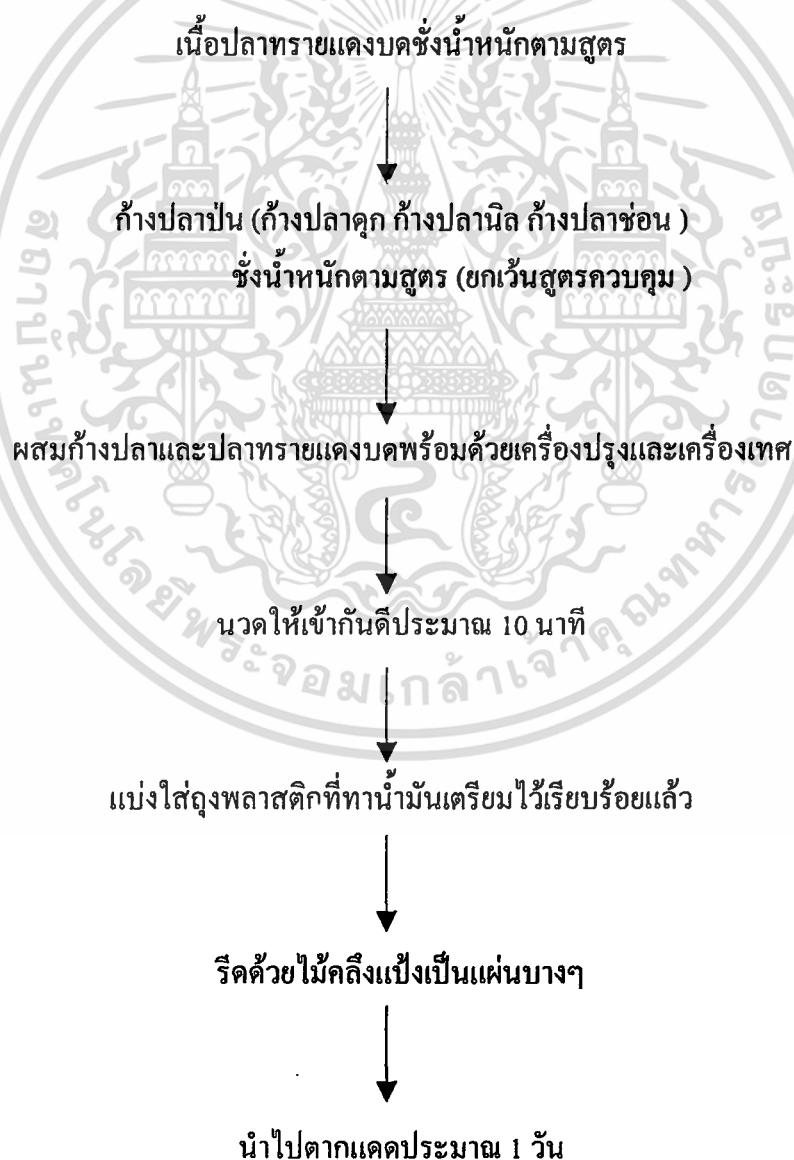


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการเตรียมก้างปลาป่น

2. ขั้นตอนการผลิตปลาแผ่นเสริมแร่ธาตุ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำไปตากแดดประมาณ 1 วัน



ทอดพอกรอบ



ผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นเสริมแร่ธาตุพร้อมสูตรควบคุม

ภาพที่ 2 ขั้นตอนการผลิตปลาแผ่นเสริมแร่ธาตุ

### 3.2.3 ตรวจสอบทางเคมีในด้านการหาปริมาณความชื้นและการตรวจสอบทางด้านประสาทสัมผัส

#### 3.3 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

#### 3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

เดือนตุลาคม 2544 ถึง เดือนมีนาคม 2545

## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

#### 4.1 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านประสาทสัมผัสต่อปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุ ตารางที่ 4 ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุ

คุณลักษณะที่ประเมิน	ปริมาณก้างปลา(กรัม)			
	0	50	50	50
สี	6.7 <sup>al/</sup>	7.1 <sup>a</sup>	6.6 <sup>a</sup>	6.1 <sup>a</sup>
กลิ่น	6.2 <sup>a</sup>	6.3 <sup>a</sup>	6.2 <sup>a</sup>	6.2 <sup>a</sup>
รสชาติ	6.0 <sup>a</sup>	6.4 <sup>a</sup>	6.3 <sup>a</sup>	6.4 <sup>a</sup>
เนื้อสัมผัส	5.8 <sup>a</sup>	6.5 <sup>ab</sup>	7.0 <sup>b</sup>	5.7 <sup>a</sup>
การยอมรับโดยรวม	6.1 <sup>a</sup>	6.2 <sup>a</sup>	7.0 <sup>a</sup>	6.5 <sup>a</sup>

/1 อักษรเหมือนกันในแถวเดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P \leq 0.05$ ) โดย 9 คะแนน จะหมายถึงชอบมากที่สุดถึงชอบมากที่สุด และ 1 คะแนน ไม่ชอบมากที่สุด

การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุ โดยใช้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 10 ท่าน ได้ผลดังนี้

- ลักษณะสี เมื่อทำการเปรียบเทียบตัวอย่างทุก สูตรได้แก่สูตรที่ 1 ผสมก้างปลาตุก สูตรที่ 2 ผสมก้างปลานิล สูตรที่ 3 ผสมก้างปลาช่อนตามลำดับและสูตรควบคุมที่ไม่มีการผสมก้างปลาพบว่าสีของผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

(  $p \geq 0.05$  ) แต่ถ้าพิจารณาจากระดับคะแนนพบว่าสูตรที่ผสมก้างปลาถูกผู้บริโภครับมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยที่ระดับ 7.1 แสดงว่าผู้บริโภครับมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาสีของปลาบดแผ่นทุกสูตรพบว่าสีมีลักษณะคล้ายกันก็จะมีสีน้ำตาลคล้ายกับผลิตภัณฑ์มะม่วงกวน

- กลิ่น จากผลการทดลองพบว่ากลิ่นของปลาบดแผ่นทุกสูตรไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (  $p \geq 0.05$  ) ทั้งนี้เนื่องจากปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุที่ได้ใช้เครื่องปรุงและเครื่องเทศชนิดเดียวกัน

- รสชาติ ปลาบดแผ่นทุกสูตรจะมีรสชาติที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (  $p \geq 0.05$  ) แต่จากผลคะแนนพบว่าปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุในสูตรที่เสริมก้างปลาดุกและก้างปลาอ่อนลงไปผู้บริโภครับมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยที่ระดับ 6.4 คะแนนซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้บริโภครับมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุ

- ลักษณะเนื้อสัมผัส จากผลการทดลองพบว่าปลาบดแผ่นทุกสูตรมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (  $p \leq 0.05$  ) โดยพบว่าสูตรที่ 3 ซึ่งได้มีการเสริมก้างปลานิลลงไปผู้บริโภครับมากกว่าสูตรอื่น ๆ โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.0 คะแนนซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้บริโภครับมีความชอบในระดับปานกลาง และเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมซึ่งไม่มีการผสมก้างปลาลงไปนั้น จะพบว่าสูตรควบคุมที่ได้มีเนื้อสัมผัสที่ค่อนข้างเหนียวซึ่งยากแก่การบริโภค

- ลักษณะ ความชอบรวม จากผลการทดลองพบว่าผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุทุกสูตรไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (  $p \geq 0.05$  ) ซึ่งจากการพิจารณาค่าเฉลี่ยของการทดสอบชิมพบว่าอยู่ในช่วง 6.1 - 7.0 ซึ่งเป็นระดับคะแนนที่แสดงให้เห็นว่าผู้บริโภครับมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุ โดยจากผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าสามารถใช้ก้างปลาป่นผสมลงไปสูตรของการทำปลาบดแผ่นเพื่อเพิ่มแร่ธาตุ โดยผู้บริโภครับยังมีการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะเป็นการลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตปลาบดแผ่นได้

#### 4.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุ

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยทำการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุทั้ง 4 ตัวอย่างผลการทดลองดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุ

ปริมาณก้างปลาที่ผสมลงไป(กรัม)	องค์ประกอบทางเคมี
	ความชื้น(%)
ไม่มีการผสมก้างปลาลงใน(control)	15.35
ก้างปลาดุก 50	17.11
ก้างปลานิล 50	16.94
ก้างปลาช่อน 50	12.06

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นดังตารางที่ 5 จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุที่เสริมก้างปลาดุกมีความชื้นมากที่สุด รองลงมาคือปลาบดแผ่นเสริมก้างปลานิล สูตรควบคุมที่ไม่มีการเสริมก้างปลาและปลาบดแผ่นเสริมก้างปลาช่อน โดยมีปริมาณความชื้นอยู่ที่ระดับ 17.11 16.94 15.35 และ 12.06 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และจากผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของตัวอย่างพบว่าปริมาณความชื้นมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยโดยมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 12.6 – 17.11 เปอร์เซ็นต์ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุที่มีการเสริมก้างปลาช่อนลงไปมีปริมาณความชื้นน้อยที่สุดคือมีปริมาณความชื้น 12.06 เปอร์เซ็นต์ซึ่งอาจเนื่องมาจากระยะเวลาในการทำแห้งไม่เท่ากันและอาจขึ้นกับปริมาณความชื้นจากก้างปลาที่ผสมลงไปโดยจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าถึงแม้ปริมาณของก้างปลาที่ผสมลงไปในการทำปลาบดแผ่นจะเท่ากันแต่เมื่อมีการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นพบว่ามีความไม่เท่ากันนั้นอาจเนื่องมาจากในก้างปลาแต่ละชนิดมีปริมาณของน้ำในเนื้อไม่เท่ากันซึ่งทำให้ค่าที่ออกมาไม่เท่ากันด้วย

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

ปลาจัดเป็นอาหารที่ให้คุณค่าทางอาหารและมีราคาถูกกว่าเนื้อสัตว์ชนิดอื่นและยังมีให้บริโภคตลอดปี อีกทั้งยังสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด ปลาบดแผ่นก็เป็นผลิตภัณฑ์อีกชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำปลาซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งปลาน้ำจืดและปลาน้ำเค็ม จากนั้นนำมาผสมกับเครื่องปรุงและเครื่องเทศต่าง ๆ และนำไปตากแห้งและนำมาทอดก็จะได้เป็นผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่น แต่ในกระบวนการผลิตปลาบดแผ่นพบว่ายังมีของเสียเหลือจากกระบวนการผลิตซึ่งได้แก่หนังและก้างปลาเป็นต้น ซึ่งควรนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดและจากเหตุผลดังกล่าวจึงได้มีการนำก้างปลาที่เป็นของเสียมาใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นเพื่อเป็นการเสริมแร่ธาตุโดยเฉพาะแคลเซียมลงในผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นการลดปริมาณของเสียและยังเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้อาหารขบเคี้ยวได้อีกด้วย โดยนำก้างปลา 3 ชนิดได้แก่ ก้างปลาดุก ก้างปลานิล และก้างปลาช่อนมาทำการตากแห้งและนำมาบ่นจากนั้นก็นำไปเพิ่มในส่วนผสมหลักในอัตราส่วนที่เท่ากัน ก็จะได้เป็นผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุ ซึ่งเมื่อนำมาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมที่ไม่ผสมก้างปลาลงไปพบว่าในด้านสี กลิ่น รส และความชอบรวมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $p \geq 0.05$ ) แต่จะมีความแตกต่างในด้านเนื้อสัมผัสโดยพบว่าในสูตรที่ผสมก้างปลาลงไปจะมีกายอมรับจากผู้บริโภคมากกว่าสูตรที่ไม่ผสมก้างปลาหรือสูตรควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $p \leq 0.05$ ) ซึ่งสูตรที่ผสมก้างปลาลงไปได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.0 คะแนนซึ่งหมายความว่าผู้บริโภคมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุปานกลาง และจากผลการทดลองในการผลิตปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุพบว่าสามารถผสมก้างปลาลงในสูตรได้โดยที่ยังเป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภคซึ่งจะเป็นการลดปริมาณของเสียจากกระบวนการผลิตและยังเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่ผู้บริโภคได้อีกทางหนึ่ง

ในด้านกรวิเคราะห์ทางเคมี ซึ่งเป็นการวิเคราะห์หาความชื้นพบว่าผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุที่ใช้ก้างปลาดุกมีปริมาณความชื้นมากที่สุดและรองลงมาคือปลาบดแผ่นสูตรที่ผสมก้างปลานิล

สูตรควบคุมที่ไม่มีการเสริมก้างปลาและปลาบดแผ่นเสริมก้างปลาอ่อนตามลำดับ โดยมีค่าปริมาณความชื้นเท่ากับ 17.11 16.94 15.35 และ 12.06ตามลำดับซึ่งค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก โดยสาเหตุที่ทุกสูตรมีความแตกต่างกันนั้นอาจเป็นผลมาจากระยะเวลาในการทำแห้งที่ไม่เท่ากันและปริมาณความชื้นของก้างปลาทั้ง 3 ชนิดที่ไม่เท่ากันนั่นเอง

## 5.1 ข้อเสนอแนะ

1. จากการทดลองผลิตปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุโดยใช้ก้างปลา 3 ชนิดได้แก่ก้างปลาคุก ก้างปลานิลและก้างปลาอ่อน และได้ทำการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสพบว่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่เสริมก้างปลาลงไปมีการยอมรับจากผู้บริโภคมากกว่าสูตรควบคุม ซึ่งแสดงว่าปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคซึ่งเป็นแนวทางในการที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการเพื่อเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่ต้องการมีสุขภาพที่สมบูรณ์แข็งแรงต่อไป

2. จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในด้านความชื้นนั้นค่าที่ออกมามีความแตกต่างกันซึ่งอาจเป็นผลมาจากระยะเวลาในการทำแห้งที่ไม่เท่ากันในแต่ละสูตร เพื่อให้ได้ค่าความชื้นที่ใกล้เคียงกันมากกว่านี้ควรควบคุมเวลาในการตากแห้งให้เท่ากันและควรทำการตากแห้งในวันเดียวกัน

3. ควรทำการวิเคราะห์ในด้านเคมีเพิ่มเติมได้แก่ การวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมและปริมาณเถ้าว่าปริมาณก้างปลาที่เสริมลงไปมีผลต่อปริมาณแคลเซียมและปริมาณเถ้าเพิ่มมากขึ้นอย่างไร

## บรรณานุกรม

- กรณีการ์ รอดเข็ม. 2540. โครงการนักศึกษา. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 32 น.
- คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2540. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 504 น.
- ครุศาสตร์เกษตร. ภาควิชา. 2540. คู่มือการทำปัญหาพิเศษ. กรุงเทพฯ : ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 60 น.
- คว้น ขาวหนู. 2526. โภชนาศาสตร์. กรุงเทพฯ : อักษรบัณฑิต. 128 น.
- ณรงค์ นิยมทรัพย์. 2538. องค์ประกอบและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของอาหาร. กรุงเทพฯ : คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 237 น.
- ปาริฉัตร ประวะหะนาวิน และยวดี กาญจนัญญัติ. 2531. หลักโภชนาการหน่วยที่1-7. กรุงเทพฯ : โอ เอส พรินติ้ง เฮาส์. 369 น.
- ไพบุลย์ ธรรมรัตน์วาลิก. 2532. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์. 302 น.
- ไพโรจน์ วิริยจารี. 2535. การวางแผนและการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส. เชียงใหม่ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 179 น.
- รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540. พืชเครื่องเทศและสมุนไพร. กรุงเทพฯ : โอ เอส พรินติ้ง เฮาส์. 200 น.
- วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม กระทรวง. 2537. เทคโนโลยีการแปรรูปผลผลิต : ม.ป.พ. 40 น.
- วิไล รัสาดทอง. 2543. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. กรุงเทพฯ : เทค แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชัน จำกัด. 401 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศิวพร ศิวเวช. 2529. วัตถุเจือปนอาหารเล่ม1. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
การอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 113 น.

เสาวนีย์ จักรพิทักษ์. 2541. หลักโภชนาการปัจจุบัน. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิชย์.  
178 น.

A.O.A.C.1990. Official Method of Analysis of the Association analytical Chemist. 15ed. The  
Association of Official Analysis Chemist Inc. Virginia.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก.

แบบประเมินทางประสาทสัมผัส  
( Hedonic scale )

ผลิตภัณฑ์ ปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุ ชุดที่ .....

ชื่อผู้ทดสอบชิม ..... วันที่ .....

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละลักษณะตามความรู้สึกรของท่านมากที่สุด

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| 9 = ชอบมากที่สุด  | 4 = ไม่ชอบเลย     |
| 8 = ชอบมาก        | 3 = ไม่ชอบปานกลาง |
| 7 = ชอบปานกลาง    | 2 = ไม่ชอบมาก     |
| 6 = ชอบน้อยที่สุด | 1 = ไม่ชอบเลย     |
| 5 = เลข ๆ         |                   |

## คะแนนความชอบตัวอย่าง

ปีจจัย

352	785	257	783
-----	-----	-----	-----

สี

กลิ่น

รสชาติ

ลักษณะเนื้อสัมผัส

ความชอบรวม

ข้อเสนอแนะ.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข.

### ภาคผนวก ข. การวิเคราะห์ความชื้นโดยวิธีอบในตู้ไฟฟ้า (A.O.A.C. 1990)

#### อุปกรณ์

1. ตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส
2. ภาชนะหาคความชื้น
3. โถดูดความชื้น
4. เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด

#### วิธีการ

1. อบภาชนะสำหรับหาคความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ทิ้งไว้จนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้อง แล้วชั่งน้ำหนัก
2. ทำเช่นข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้ง 2 ครั้ง ติดต่อกันไม่เกิน 1 – 3 มิลลิกรัม
3. ชั่งตัวอย่างที่ต้องการหาคความชื้นให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 1 – 3 มิลลิกรัม ใส่ลงในภาชนะหาคความชื้น ซึ่งทราบน้ำหนักแล้ว นำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5 – 6 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักภาชนะพร้อมตัวอย่างนั้น จากนั้นนำกลับไปเข้าตู้อบอีก แล้วก็ทำเช่นเดิม จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้ง 2 ครั้ง ติดต่อกันไม่เกิน 1 – 3 มิลลิกรัม

#### การคำนวณ

$$M = \frac{(W_1 - W_2) \times 100}{W}$$

- เมื่อ M คือ ปริมาณความชื้น (ร้อยละ โดยน้ำหนัก)
- W<sub>1</sub> คือ น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ
- W<sub>2</sub> คือ น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก.

ตารางภาคผนวกที่ ก การคำนวณหาค่า Analysis of variance ชนิด (RCBD) ทดสอบการยอมรับ โดยรวมของผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุ

Judges	Samples				Total
	A <sup>1/</sup> (352)	B <sup>(785)</sup>	C <sup>(257)</sup>	D <sup>(783)</sup>	
1	6 <sup>2/</sup>	7	8	6	27
2	6	7	7	7	27
3	7	8	7	6	28
4	8	7	6	5	26
5	5	8	6	6	25
6	8	6	6	7	27
7	7	8	7	6	28
8	7	8	7	6	28
9	6	6	6	5	23
10	7	6	6	7	26
Total	67	71	66	61	265
Sample mean	67/10	71/10	66/10	61/10	
Score	6.7	7.1	6.6	6.1	

## 1/ Samples

- A = สูตรควบคุม ( ไม่ใส่ก้างปลา )  
 B = ใช้ก้างปลาตุก  
 C = ใช้ก้างปลานิล  
 D = ใช้ก้างปลาช่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2/ คะแนน

9	=	ชอบมากที่สุด	4	=	ไม่ชอบเล็กน้อย
8	=	ชอบมาก	3	=	ไม่ชอบปานกลาง
7	=	ชอบปานกลาง	2	=	ไม่ชอบมาก
6	=	ชอบเล็กน้อย	1	=	ไม่ชอบมากที่สุด
5	=	เฉยๆ			

## ตารางภาคผนวกที่ ข การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance)

Source of Variation	Sum of Square	Degree of Freedom	Mean Square	
			F (cal)	F (0.05)
Samples	$\frac{T_1^2 + \dots + T_5^2}{r} - CF$	$t^1 - 1$		
Judges	$\frac{R_1^2 + \dots + R_{10}^2}{t} - CF$	$r^2 - 1$		
Error	SS, Total - SS, Judges - SS, Samples	$(r-1)(t-1)$		
Total	$\sum x^2_{ij} - CF$	$tr-1$		

1/ = จำนวนตัวอย่าง

2/ = จำนวนผู้ทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1. การคำนวณหา CF (Correction factor)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(\text{Total})^2}{tr} \\
 &= \frac{(265)^2}{40} \\
 &= 1756
 \end{aligned}$$

### 2. การคำนวณหา SS (Sum of Square)

SS, Samples

$$\begin{aligned}
 &= \frac{T_1^2 + \dots + T_5^2 - CF}{r} \\
 &= \frac{67^2 + \dots + 61^2}{10} - 1756 \\
 &= \frac{(4489 + \dots + 3721)}{10} - 1756 \\
 &= 4.7
 \end{aligned}$$

SS, Judges

$$\begin{aligned}
 &= \frac{R_1^2 + \dots + R_{10}^2 - CF}{t} \\
 &= \frac{27^2 + \dots + 26^2}{4} - 1756 \\
 &= \frac{729 + \dots + 676}{4} - 1756 \\
 &= 5.25
 \end{aligned}$$

SS, Total

$$\begin{aligned}
 &= \sum x_{ij}^2 - CF \\
 &= (6^2 + 6^2 + \dots + 6^2 + 7^2) - 1756 \\
 &= 29
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 \text{SS, Error} & \\
 &= \text{SS, Total} - \text{SS, Judges} - \text{SS, Samples} \\
 &= 29 - 5.25 - 4.7 \\
 &= 19.05
 \end{aligned}$$

### 3. การคำนวณหา df (Degree of freedom)

$$\begin{aligned}
 \text{df, Samples} & \\
 &= t-1 \\
 &= 4 - 1 \\
 &= 3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{df, Judges} & \\
 &= r-1 \\
 &= 10 - 1 \\
 &= 9
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{df, Error} & \\
 &= (r-1)(t-1) \\
 &= (4 - 1)(10 - 1) \\
 &= 27
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{df, Total} & \\
 &= tr-1 \\
 &= 40-1 \\
 &= 39
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. การคำนวณหา ms (mean square)

##### 4.1 ms, Samples

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{SS, Samples}}{\text{df, Samples}} \\
 &= \frac{4.7}{3} \\
 &= 1.56
 \end{aligned}$$

##### 4.2 ms, Judges

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{SS, Judges}}{\text{df, Judges}} \\
 &= \frac{5.25}{9} \\
 &= 0.58
 \end{aligned}$$

##### 4.3 ms, Error

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{SS, Error}}{\text{df, Error}} \\
 &= \frac{19.05}{27} \\
 &= 0.70
 \end{aligned}$$

## 2. หาค่า F (variance ratio)

หาค่า F ของ Samples

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{ms, Samples}}{\text{ms, Error}} \\
 &= \frac{1.56}{0.70} \\
 &= 2.22
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาค่า F ของ Judges

$$= \frac{\text{ms, Judges}}{\text{ms. Error}}$$

$$= \frac{0.58}{0.70}$$

$$= 0.82$$

**ตารางภาคผนวกที่ ค** Analysis of Variance of Overall Acceptance of Corn Sauce

Source of Variation	SS	df	MS	F <sub>cal</sub>	F <sub>0.05</sub>
Samples	4.7	3	1.56	2.22 <sup>ns</sup>	2.96
Judges	5.25	9	0.58	0.82 <sup>ns</sup>	2.26
Error	19.05	27	0.70		
Total	29.0	39			

**1. นำค่า F ไปพิจารณาหาค่า P โดยเปิดตารางที่ 3 (Variance reition)**

พิจารณา % (Significance difference level of treatment)

$$F \text{ Samples} = 2.22$$

$$F \text{ Total, P} = 0.05 \text{ ที่ } df, \text{ Samples} = 3$$

$$df, \text{ Error} = 9$$

$$= 2.96$$

จากการคำนวณ F Samples ที่คำนวณได้ 2.22 มีค่าน้อยกว่าค่า F ในตารางที่ระดับ P = 0.05 แสดงว่าตัวอย่างทั้ง 5 ตัวอย่างนั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % , P ≤ 0.05)

พิจารณาความแตกต่างของ Judges

$$F \text{ Judges} = 0.82$$

$$F \text{ Total, P} = 0.05 \text{ ที่ } df, \text{ Judges} = 3$$

$$df, \text{ Error} = 27$$

$$= 0.82$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการคำนวณ F Judges ที่คำนวณได้ 0.82 มีค่าน้อยกว่าค่า F ในตารางที่ระดับ  $P = 0.05$  แสดงว่า Judges ทั้ง 10 คนนั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ,  $P \leq 0.05$ )

**ตารางภาคผนวกที่ ง** คะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุในด้านการยอมรับโดยรวมที่ได้วิเคราะห์ผลทางสถิติแล้ว

A	B	C	D	E
6.7 <sup>a</sup>	7.1 <sup>a</sup>	6.6 <sup>a</sup>	6.1 <sup>a</sup>	8.15 <sup>a</sup>

**ตารางภาคผนวกที่ จ** Analysis of Variance of Odor Acceptance of Fish paste supplemented with mineral

Source of Variation	SS	df	MS	F <sub>cal</sub>	F <sub>0.05</sub>
Samples	0.08	3	0.03	0.04 <sup>ns</sup>	2.96
Judges	7.23	9	0.80	1.83 <sup>ns</sup>	2.26
Error	15.68	27	0.58		
Total	22.98	39			

จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุในด้านกลิ่นพบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $p > 0.05$ )

**ตารางภาคผนวกที่ ๑ Analysis of Variance of Flavor Acceptance of Fish paste supplemented with mineral**

Source of Variation	SS	df	MS	F <sub>cal</sub>	F <sub>0.05</sub>
Samples	1.08	3	0.36	0.56 <sup>ns</sup>	2.96
Judges	10.73	9	1.19	1.86 <sup>ns</sup>	2.26
Error	17.25	27	0.64		
Total	37.5	39			

จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุในด้านรสชาติพบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $p \leq 0.05$ )

**ตารางภาคผนวกที่ ๒ Analysis of Variance of Texture Acceptance of Fish paste supplemented with mineral**

Source of Variation	SS	df	MS	F <sub>cal</sub>	F <sub>0.05</sub>
Samples	11.30	3	3.76	4.70 <sup>**</sup>	2.96
Judges	4.50	9	0.50	1.83 <sup>ns</sup>	2.26
Error	21.70	27	0.80		
Total	37.50	39			

จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุในด้านเนื้อสัมผัสพบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $p > 0.05$ )

**ตารางภาคผนวกที่ ๗ Analysis of Variance of Overall Acceptance of Fish paste supplemented with mineral**

Source of Variation	SS	Df	MS	F <sub>cal</sub>	F <sub>0.05</sub>
Samples	4.90	3	1.63	0.62 <sup>ns</sup>	2.96
Judges	6.90	9	0.76	0.85 <sup>ns</sup>	2.26
Error	24.10	27	0.89		
Total	35.90	39			

จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุในด้านความชอบรวมพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $p \leq 0.05$ )



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ง.



ภาพที่ 3 ผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นสูตรควบคุม (ไม่เสริมก้างปลา)

ภาพที่ 4 ผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นเสริมแร่ธาตุ (เสริมก้างปลาตุก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 ผลิตภัณฑ์ปลาทบคแผ่นเสริมแร่ธาตุ (เสริมก้างปลาน้ำจืด)

ภาพที่ 6 ผลิตภัณฑ์ปลาทบคแผ่นเสริมแร่ธาตุ (เสริมก้างปลาช่อน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้