การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของปลาตะกรับจากจังหวัดชุมพรและกระบี่

Chemical Composition of Spotted Scat (*Scatophagus argus*) from Chumphon and Krabi Provinces

นางสาวศิริพร อารักษ์

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับที่...../.....
งานทะเบียนประมวลผล

โครงงานพิเศษปีการศึกษา 2563

เรื่อง

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของปลาตะกรับจากจังหวัดชุมพรและกระบี่

Chemical Composition of Spotted Scat (*Scatophagus argus*) from Chumphon and Krabi Provinces

ผู้จัดทำ
นางสาวศิริพร อารักษ์

นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
หลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เห็นชอบ/รับรอง

.....
(รศ.ดร.มนต์สรวง ยางทอง)
อาจารย์ที่ปรึกษา

โครงงานพิเศษนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษปีการศึกษา 2563

เรื่อง

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของปลาตะกรับจากจังหวัดชุมพรและกระบี่

Chemical Composition of Spotted Scat (*Scatophagus argus*) from Chumphon and Krabi Provinces

โดย

นางสาวศิริพร อารักษ์

เสนอ

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร (สาขาวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ)
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
(สาขาวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ)
ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของปลาตะกรับจากจังหวัดชุมพรและกระบี่
โดย นางสาวศิริพร อารักษ์
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ
คณะ วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.มนต์สรวง ยางทอง

บทคัดย่อ

การทดลองนี้ต้องการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและแร่ธาตุของปลาตะกรับเพศผู้กับเพศเมีย จากชายฝั่งจังหวัดชุมพรฝั่งอ่าวไทย และจังหวัดกระบี่ฝั่งอันดามัน โดยเก็บตัวอย่างในเดือนสิงหาคม และกันยายน จำนวนปลาตะกรับทั้งหมด 24 ตัว ตรวจสอบความยาวและน้ำหนัก แยกเพศปลา และแบ่งปลาแต่ละเพศออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ปลาตะกรับทั้งตัว ชุดที่ 2 แล่เนื้อ แยกระหว่าง กระดูก เนื้อปลา และอวัยวะภายในปลาตะกรับ เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและปริมาณแร่ธาตุ ผลการศึกษาพบว่า ปลาตะกรับมีความยาว อยู่ในช่วง 10.87±0.53-13.73±0.70 เซนติเมตร และมีน้ำหนักอยู่ในช่วง 38.30±5.67-95.70±16.00 กรัม ความยาวและน้ำหนักของปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามัน มีขนาดเล็กที่สุด และปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทย มีขนาดใหญ่ที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) คุณค่าทางโภชนาการ พบว่า ปริมาณความชื้น มีค่าอยู่ในช่วง 18.38±0.29-38.04±1.08 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้า มีค่าอยู่ในช่วง 5.61±0.05-33.65±9.34 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโปรตีน มีค่าอยู่ในช่วง 34.83±0.02-86.26±0.02 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ปริมาณโปรตีนของปลาตะกรับฝั่งอันดามันมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าปลาตะกรับฝั่งอ่าวไทยอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ปริมาณแร่ธาตุโดยรวม ได้แก่ ฟอสฟอรัส, โพแทสเซียม, แคลเซียม, แมกนีเซียม, โซเดียม, เหล็ก, แมงกานีส, ทองแดง และสังกะสี พบว่า ปลาตะกรับฝั่งอันดามันมีปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม โซเดียม ปริมาณสูงที่สุด และปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณแมงกานีส ปริมาณสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

คำสำคัญ: ปลาตะกรับ, องค์ประกอบเคมี, แร่ธาตุ

ศิริพร
.....
ลายมือชื่อนักศึกษา

ส. ยางทอง
.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tittle Chemical Composition of Spotted Scat *(Scatophagus argus)* from Chumphon and Krabi Provinces
by Miss Siriphon Arrak
Major Fishery Science and Aquatic Resources
Faculty Prince of Chumphon campus
Advisor Associate Professor Dr. Monsuang Yangthong

Abstract

This experiment was carried out to study the chemical and mineral composition of male and female of spotted scat *(Scatophagus argus)* from the coast of Chumphon province on the Gulf of Thailand and Krabi provinces on the Andaman. A total of 24 specimens were collected in August and September. All fish were examined for length and weight, sexes were separated, and each sex fish was divided into two sets. Set 1 whole fish, set 2 fillet, separated between bone, fish meat and internal organs, to study the nutritional value and mineral content. The results showed that the fish had lengths in the range of 10.87±0.53-13.73±0.70 cm and their weights in the range of 38.30±5.67-95.70±16.00 g. Andaman male fish has the lowest length and weight, while the female fish in the Gulf of Thailand was significantly larger ($p<0.05$). Nutritional value of fish found that the moisture content have values in the range 18.38±0.29-38.04±1.08 %, ash content was in the range 5.61±0.05-33.65±9.34 % protein content was in the range 34.83±0.02-86.26±0.02 %. The protein content of the Andaman fish was significantly higher than that of the Gulf of Thailand fish ($p<0.05$). The total mineral content was phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sodium, iron, manganese, copper and zinc. It was found that the Andaman sea fish had the highest amount of phosphorus, potassium, calcium, and sodium. while female fish in the Gulf of Thailand had the highest manganese content ($p<0.05$).

Key words: Spotted scat, Chemical composition, Mineral

Siriphon
.....
Student's signature

M Yangthong
.....
Advisor's signature

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร. มนต์สรวง ยางทอง อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ผศ. ดร.ดวงใจ พิสุทธิ์ธาราชัย อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมที่กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษาและให้ความรู้เกี่ยวกับการทำโครงงานพิเศษ ตลอดจนชี้แนะข้อบกพร่องในการวิเคราะห์ข้อมูลในการเขียนรายงานทุกขั้นตอน ทำให้ปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาทุกท่าน ที่คอยอำนวยความสะดวกทั้งในเรื่องสถานที่ วัสดุอุปกรณ์ ให้คำปรึกษา แนะนำ และทุกอย่างที่เกี่ยวข้องในการทำการทดลองรวมไปถึงรายงานฉบับนี้เป็นอย่างดี

เหนือสิ่งอื่นใดข้าพเจ้ากราบขอบพระคุณครอบครัว ที่ให้การสนับสนุนทั้งกำลังกาย กำลังใจ กำลังทรัพย์ในการศึกษา และดูแลอบรมสั่งสอนให้เป็นคนที่อดทน ไม่ท้อต่ออุปสรรค ขอบคุณเพื่อนร่วมทำโครงงานพิเศษ พี่ๆและเพื่อนๆทุกคนที่เกี่ยวข้องตลอดระยะเวลาที่ข้าพเจ้าเริ่มการศึกษาจนสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้

ศิริพร อารักษ์

กรกฎาคม 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง-จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
สารบัญภาคผนวก	ซ
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
ตรวจเอกสาร	3
ปลาตะกรับ *(Scatophagus argus)*	3
ลักษณะทางอนุกรมวิธาน	3
รูปร่างลักษณะ	3-4
การแพร่กระจาย	4
แหล่งที่อยู่อาศัย	4
การกินอาหาร	4
การเพาะขยายพันธุ์	4-5
การอนุบาลลูกปลา	5
การศึกษาผลของความเค็มต่อลูกปลาตะกรับ	5
องค์ประกอบทางเคมี	5
น้ำ	5
สารอินทรีย์	5-9
แร่ธาตุ	9-15
พื้นที่จังหวัด	16
พื้นที่จังหวัดชุมพร	16-18
พื้นที่จังหวัดกระบี่	18-20
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20-22
อุปกรณ์และวิธีการ.	23
ตัวอย่างที่จะศึกษา	23
อุปกรณ์และเครื่องมือ	23
สารเคมี	24-25
วิธีการ	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
สถานที่เก็บตัวอย่าง	25-26
วิธีการเก็บตัวอย่าง	27
การวัดความยาวและน้ำหนักของปลาตะกรับ	27
การเตรียมปลาตะกรับ	27
การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของปลาตะกรับ	27
การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น	27-28
การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า	28
การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน	29-31
การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (ใช้เครื่อง Soxhlet)	31-32
การวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุของปลาตะกรับ	32-35
แผนการทดลอง และการเก็บรวบรวมข้อมูล	35-36
การวิเคราะห์ทางสถิติ	36
สถานที่ทำการทดลอง	36
ผลและวิจารณ์	37
ผลการทดลอง	37-60
วิจารณ์ผลการทดลอง	61-62
สรุปผลและข้อเสนอแนะ	63
สรุปผล	63
ข้อเสนอแนะ	63
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	64-67
ภาคผนวก	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การวิเคราะห์ความยาวและน้ำหนักของปลาตะกรับทั้งเพศผู้กับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน	49
2	องค์ประกอบทางเคมีและแร่ธาตุของปลาตะกรับทั้งตัวจากฝั่งอ่าวไทยกับอันดามัน	50
3	องค์ประกอบทางเคมีและแร่ธาตุของปลาตะกรับในส่วนของกระดูกจากฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน	51
4	องค์ประกอบทางเคมีและแร่ธาตุของปลาตะกรับในส่วนของเนื้อจากฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน	52
5	องค์ประกอบทางเคมีและแร่ธาตุของปลาตะกรับในส่วนของอวัยวะภายในจากฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ปลาตะกรับ	3
2	การเกิดลิพิดชนิดไตรกลีเซอไรด์	9
3	แผนที่แสดงที่ตั้ง ขอบเขตลุ่มน้ำหลักและลุ่มน้ำย่อย จังหวัดชุมพร	17
4	แสดงที่ตั้งของจังหวัดกระบี่ และแผนที่ท่องเที่ยวจังหวัดกระบี่	19
5	อ่าวบางสน ตำบลบางสน อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร	25
6	ปากน้ำชุมพร ตำบลปากน้ำ อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร	25
7	อุทยานท่าปอม ตำบลเขาคราม อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่	26
8	แพควนต่อ ตำบลคลองเขม้า อำเภอเหนือคลอง จังหวัดกระบี่	26
9	ความยาวเหยียดของปลาตะกรับ	54
10	น้ำหนักเฉลี่ยของปลาตะกรับ	54
11	องค์ประกอบทางเคมีของปลาตะกรับทั้งตัว	55
12	ปริมาณแร่ธาตุหลักของปลาตะกรับทั้งตัว	55
13	ปริมาณแร่ธาตุรองของปลาตะกรับทั้งตัว	56
14	องค์ประกอบทางเคมีของกระดูกปลาตะกรับ	56
15	ปริมาณแร่ธาตุหลักของกระดูกปลาตะกรับ	57
16	ปริมาณแร่ธาตุรองของกระดูกปลาตะกรับ	57
17	องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาตะกรับ	58
18	ปริมาณแร่ธาตุหลักของเนื้อปลาตะกรับ	58
19	ปริมาณแร่ธาตุรองของเนื้อปลาตะกรับ	59
20	องค์ประกอบทางเคมีของอวัยวะภายในปลาตะกรับ	59
21	ปริมาณแร่ธาตุหลักของอวัยวะภายในปลาตะกรับ	60
22	ปริมาณแร่ธาตุรองของอวัยวะภายในปลาตะกรับ	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพที่		หน้า
ภาพภาคผนวกที่ 1	การวัดความยาวปลาตะกรับ	69
ภาพภาคผนวกที่ 2	การชั่งน้ำหนักปลาตะกรับ	69
ภาพภาคผนวกที่ 3	การแบ่งอวัยวะของปลาตะกรับเพื่อนำไปอบ	69
ภาพภาคผนวกที่ 4	ชิ้นส่วนปลาตะกรับที่นำมาบดแล้ว	70
ภาพภาคผนวกที่ 5	นำตัวอย่างปลาตะกรับมาใส่ในโถดูดความชื้น	70
ภาพภาคผนวกที่ 6	นำตัวอย่างปลาตะกรับเข้าเตาเผา 500 องศาเซลเซียส	70
ภาพภาคผนวกที่ 7	ทำการไทเทรตตัวอย่างปลาตะกรับเพื่อวิเคราะห์โปรตีน	71
ภาพภาคผนวกที่ 8	ทำการกรองตัวอย่างปลาตะกรับเพื่อนำไปวิเคราะห์แร่ธาตุ	71
ภาพภาคผนวกที่ 9	นำตัวอย่างปลาตะกรับที่กรองได้บรรจุลงขวดเพื่อนำไปวิเคราะห์แร่ธาตุ	71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ปลาตะกรับ *Scotophagus argus* (Linnaeus, 1766) เป็นปลาที่บริโภคในหลายประเทศ เช่น ไทย จีน ไต้หวัน พิลิปปินส์ เป็นต้น สำหรับประเทศไทย นิยมบริโภคกันในภาคใต้ เนื่องจากมีรสชาติดี มีราคาสูง ทางภาคใต้เรียกปลาชนิดนี้ว่า “ปลาขี้ตัง” นอกจากประโยชน์จากการนำมาปรุงอาหารแล้วปลาชนิดนี้ยังมีลักษณะเด่นเฉพาะตัวและยังสามารถนำมาปรับเลี้ยงในน้ำจืดได้ (วลีรัตน์ และ กฤษณา, 2558) จึงนิยมนำมาเลี้ยงเป็นปลาสวยงามทั้งในประเทศและต่างประเทศ ในวงการปลาสวยงามเรียกปลาชนิดนี้ว่า “ปลาเสือดาว” ดังนั้นปลาชนิดนี้จึงมีศักยภาพที่จะนำมาศึกษาวิจัยการเพาะขยายพันธุ์เพื่อส่งเสริมให้มีการเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์ในอนาคต ซึ่งปัจจุบันสถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งประสบความสำเร็จในการเพาะขยายพันธุ์ปลาตะกรับโดยวิธีผสมเทียม (จิระยุทธ และคณะ, 2555) จนสามารถผลิตลูกปลาให้แก่เกษตรกรสามารถนำไปประกอบอาชีพได้

เนื่องจากในปัจจุบันประชากรให้ความสำคัญกับการบริโภคและคุณค่าทางโภชนาการมากขึ้น ซึ่งสัตว์น้ำก็เป็นแหล่งอาหารที่ได้รับความนิยมในการบริโภค ปลาเป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพสูง ย่อยง่าย เหมาะกับ ผู้บริโภคทุกเพศทุกวัย ปลามีประโยชน์มากมายและดีต่อสุขภาพร่างกาย เช่น ป้องกันโรคหัวใจ โรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ โรคภูมิแพ้หอบหืด อีกทั้งยังบำรุงสมองเส้นประสาทและสายตา รวมถึงการพัฒนาสมองของทารกให้สมบูรณ์ (ฉัตรชัย, 2563) ผลผลิตสัตว์น้ำจากการจับจากแหล่งธรรมชาติของประเทศไทย 2 แหล่ง คือทะเลอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2556) จากการที่สภาพแวดล้อมทางทะเลของทั้งสองฝั่งแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง คือ ฝั่งอ่าวไทย ชายฝั่งทะเลมีลักษณะเป็นชายฝั่งน้ำตื้น ความลึกสุดกลางอ่าวเพียง 85 เมตร มีแม่น้ำหลายสายไหลลงสู่อ่าว ก็พัดพาเอาตะกอนจากแผ่นดินไหลลงสู่ทะเล ทำให้น้ำทะเลริมฝั่งและบริเวณปากแม่น้ำมีความโปร่งใสน้อย แตกต่างกับทางฝั่งอันดามัน ซึ่งไม่มีแม่น้ำสายใหญ่ไหลลงสู่ทะเล จึงไม่ได้รับอิทธิพลจากน้ำจืด ไม่ค่อยได้รับตะกอนจากแผ่นดิน น้ำทะเลฝั่งอันดามัน จึงโปร่งใส จากเหตุผลข้างต้นทรัพยากรธรรมชาติ ในท้องทะเลทั้งสองฝั่ง คือ อ่าวไทยและอันดามัน จึงมีความแตกต่างกันตามภูมิประเทศ (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2538) ดังนั้น จึงมีความสนใจศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของปลาตะกรับฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีและแร่ธาตุของปลาตะกรับเพศผู้และเพศเมียฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อให้ทราบองค์ประกอบทางเคมีและแร่ธาตุของปลาตะกรับเพศผู้และเพศเมียฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

1. ปลาตะกรับ (*Scatophagus argus*)

1.1 ลักษณะทางอนุกรมวิธานของปลาตะกรับ

Kingdom: Animalia
Phylum: Chordata
Subphylum: Vertebrate
Class: Osteichtyes
Order: Peciformes
Family: Scatophagidae
Genera: *Scatophagus*
Species: *Scatophagus argus* (Linnaeus, 1766)

ปลาตะกรับ ขี้ตัง ขี้เก้ง หรือ ปลาเสือดาว มีชื่อสามัญว่า Spotted scat เป็นปลาน้ำกร่อยประเภทไข่ลอย มีพฤติกรรมอยู่รวมกันเป็นฝูง มีลักษณะลำตัวป้อมสั้น รูปร่างแบนข้าง รูปสี่เหลี่ยมคล้ายปลาผีเสื้อ มีจุดสีดำเทากลมกระจายอยู่ทั่วลำตัวคล้ายเสือดาว มีเกล็ดขนาดเล็กและครีบหลังยาว จัดเป็นพวก Omnivorous คือจะกินตัวอ่อนของแมลง, เศษซาก, สัตว์น้ำเปลือกแข็ง (Crustacean) และซากพืชที่อยู่ในดิน (Plant matter) เป็นต้น (มาวิทย์ และ เรณู, 2547)

ภาพที่ 1 ปลาตะกรับ
ที่มา: https://dict.drkrok.com/scat/.

1.2 รูปร่างลักษณะ

ปลาตะกรับมีรูปร่างลักษณะลำตัวป้อมกลม แบนข้างมาก คล้ายรูปสี่เหลี่ยม ส่วนหัวมีขนาดใหญ่ ปากเล็ก ครีบหลังมีก้านครีบแข็ง 11 อัน ก้านครีบอ่อน 14-18 อัน ครีบก้นมีก้านครีบแข็ง 4 อัน ก้านครีบอ่อน 14-15 อัน ครีบท้องมีก้านครีบแข็ง 1 อัน ก้านครีบอ่อน 5 อัน และครีบอกมีก้านครีบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ่อนอย่างเดียว 17 อัน (วิมล, 2518) การแยกเพศ ปลาเพศเมียมักมีลำตัวอ้วนป้อม และมีขนาดโตกว่าเพศผู้ ปลาเพศผู้และเพศเมียมีความ แตกต่างกันที่รูปร่างบริเวณส่วนหัว โดยเพศเมีย ส่วนหัวบริเวณ snout มีความลาดปกติจนถึง ขากรรไกรบน เพศผู้ส่วนหัวบริเวณ Snout โค้งงุ้มลงจนถึงขากรรไกรบน (Barry and Fast, 1992) เพศเมียเมื่อมีไข่แก่ ขนาดของรังไข่จะครอบคลุมตลอดช่องท้อง ส่วนเพศผู้ลักษณะของอัณฑะมีสีขาวขุ่น

1.3 การแพร่กระจาย

ปลาตะกรับชุกชุมบริเวณชายฝั่งในเขตร้อน ในน่านน้ำประเทศแถบ อินโดแปซิฟิก เขตเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในประเทศไทยพบแพร่กระจายทั้งในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (มาวิทย์ และคณะ, 2547) พบมากในทะเลสาบสงขลาทั้งทะเลสาบ ตอนบน ตอนกลางและตอนล่าง รวมทั้งปากทะเลสาบที่เชื่อมต่อกับทะเลอ่าวไทย (ปัทมาภรณ์ และ ศักดิ์อนันต์, 2552)

1.4 แหล่งที่อยู่อาศัย

ปลาตะกรับเป็นปลาที่มีพฤติกรรมรวมฝูง ชอบอยู่ในที่มีแสงสว่างน้อย สามารถอยู่ได้ทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม Rico (1965) รายงานว่าปลาตะกรับเป็นปลาที่มีการอพยพย้ายถิ่นโดยขณะเป็นตัวอ่อนนั้นอาศัยอยู่ในน้ำจืด เมื่อมีอายุมากขึ้นจะอพยพลงสู่ทะเลและอพยพมาวางไข่ในน้ำจืดอีกครั้ง ซึ่งตรงข้ามกับการศึกษาของ Rathert (1975) ปลาตะกรับอาศัยอยู่ในน้ำจืดและอพยพกลับไปวางไข่ในทะเล

1.5 การกินอาหาร

ปลาตะกรับเป็นปลาที่กินทั้งพืชและสัตว์ (Omnivorous fish) มีพฤติกรรมการกินอาหารแบบแทะเล็ม หากินบริเวณพื้นท้องน้ำ เช่น กุ้ง ลูกปลา สัตว์หน้าดิน แพลงก์ตอน ซากพืช และสาหร่าย พบว่าปลาตะกรับปรับตัวกินอาหารได้หลากหลายเลือกกินอาหารตามโอกาสที่พบ (Opportunistic feeder) และมีการปรับเปลี่ยนอาหารไปตามหลักช่วงอายุปลาตะกรับวัยอ่อนกินแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กบริเวณผิวน้ำและในมวลน้ำ ปลาตะกรับวัยรุ่นจะเปลี่ยนมาเป็นอาหารที่อาศัยอยู่ในมวลน้ำและพื้นท้องน้ำได้แก่ ไดอะตอม แพลงก์ตอนสัตว์ สัตว์หน้าดิน และซากพืช ส่วยปลาตะกรับเต็มวัยจะกินอาหารหลากหลายที่สุดทั้ง แพลงก์ตอนพืชขนาดเล็ก โปรโตซัว แพลงก์ตอนสัตว์ สัตว์หน้าดิน และซากพืชอาหารที่พบว่าปลาตะกรับเลือกกินมากที่สุดทุกช่วงอายุคือแพลงก์ตอนพืช (Wongchinawit and Paphawasit, 2009)

1.6 การเพาะขยายพันธุ์

การเพาะขยายพันธุ์ปลาตะกรับ ใช้วิธีการผสมเทียมโดยนำปลาตะกรับที่มีความสมบูรณ์เพศที่จับจากธรรมชาติ ใช้วิธีการฉีดฮอร์โมน LHRHa เข้มข้น 10-20 ไมโครกรัม/กิโลกรัม กระตุ้นให้แม่ปลาตกไข่โดยการฉีดเพียงเข็มเดียว นำพ่อแม่ปลามาผสมเทียมโดยรีดน้ำเชื้อจากปลาเพศผู้ที่คัดไว้ในหลอดทดลองขนาดจุ 15 มิลลิลิตร และรีดไข่ปลาเพศเมียที่คัดไว้ผสมกับน้ำเชื้อ ผสมไข่กับน้ำเชื้อให้ทั่วถึงกันนาน 3 นาที จากนั้นเติมน้ำทะเลความเค็ม 30 ส่วนในพันส่วน ลงให้ท่วมไข่ผสมต่ออีก 2 นาที นำไข่ที่ผสมแล้วล้างด้วยน้ำทะเลโดยเทไข่ใส่กระชอนผ้ากรองขนาดตา 300 ไมครอน ล้างในน้ำทะเลนาน 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วินาที เพื่อล้างสเปิร์มที่เหลือและคราบไขมันออกไป จากนั้นจึงย้ายไข่ที่ผสมแล้วไปใส่ในโหลแก้วขนาดจุ 5 ลิตร ที่มีน้ำทะเลระดับความเค็ม 32 ส่วนในพันส่วน และให้ฟองอากาศเบาๆ และอุณหภูมิประมาณ 26-29 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 18 ชั่วโมง ไข่ก็จะฟักออกเป็นตัว (จิระยุทธ และคณะ, 2551)

1.7 การอนุบาลลูกปลา

การอนุบาลลูกปลาตะกรับแรกฟักอายุ 1 วัน ลงถังอนุบาล ปล่อยลูกปลาหนาแน่น 20-25 ตัวต่อลิตร ให้ออกซิเจน ตลอดเวลา ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ อยู่ช่วง 6-8 มิลลิกรัมต่อลิตร อุณหภูมิน้ำอยู่ระหว่าง 29-31 องศาเซลเซียส น้ำทะเลที่ใช้ในการอนุบาลความเค็ม 30 ส่วนในพันส่วน หลังจากนั้นค่อยปรับความเค็มลงวันละ 1 ส่วนในพันส่วน เมื่อลูกปลาอายุ 15 วัน ความเค็มจะอยู่ที่ 15 ส่วนวนพันส่วน คงความเค็มไว้จนปลาอายุ 21 วัน เมื่อลูกปลาปากเริ่มเปิดให้โรติเฟอร์เป็นอาหารที่ความ หนาแน่น 10-20 ตัวต่อมิลลิลิตร การอนุบาลลูกปลาตะกรับตั้งแต่อายุ 21-45 วัน ให้อาร์ทีเมียแรกฟัก ที่ความหนาแน่น 7-10 ตัวต่อมิลลิลิตร เป็นอาหาร เมื่อปลาอายุ 35 วันฝึกให้อาหารสำเร็จรูปวันละ 2 ครั้ง โดยให้จนอิ่ม แต่ยังคงให้อาร์ทีเมียตัวโตต่อไป 3-5 วันๆละ 1 ครั้ง เมื่อปลาอายุ 40 วัน เสริมสาหร่ายไส้ไก่ *(Ulva* sp.) การอนุบาลลูกปลาในช่วงนี้ควบคุมความเค็มไว้ที่ 12-15 ส่วนในพันส่วน ส่วนอุณหภูมิของน้ำให้อยู่ในช่วง 29-30 องศาเซลเซียส (มนต์สรวง และคณะ, 2561)

1.8 การศึกษาผลของความเค็มต่อลูกปลาตะกรับ

จากรายงานผลการศึกษาของความเค็มต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของลูกปลาตะกรับ (*S. argus*) ของมาวิทย์ และ เรณู (2547) ศึกษาปลาตะกรับขนาด 5.8 กรัม ที่ความเค็ม 4 ระดับคือ 0 ,5,15 และ 30 ส่วนในพันส่วน โดยใช้ความหนาแน่นของลูกปลา 1 ตัวต่อน้ำ 70 ลิตร ระยะเวลา การทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่าที่ความเค็ม 5 ส่วนในพันส่วน มีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด

2. องค์ประกอบทางเคมี

ร่างกายสัตว์น้ำประกอบด้วยส่วนต่างๆ เช่น ส่วนหัว ส่วนอก ส่วนท้อง และส่วนหาง ซึ่งแต่ละส่วนเหล่านี้มีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน องค์ประกอบทางเคมีของร่างกายสัตว์น้ำแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ น้ำ สารอินทรีย์และเกลือแร่

2.1 น้ำ (Water)

เนื่องจากสัตว์น้ำอาศัยอยู่ในน้ำ ดังนั้นองค์ประกอบทางเคมีของร่างกายสัตว์น้ำจึงประกอบไปด้วยน้ำเป็นส่วนใหญ่ ร่างกายปลาหลายชนิดมีน้ำเป็นองค์ประกอบมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ (Jobling, 1994) น้ำพบทุกส่วนของร่างกาย โดยปริมาณน้ำในร่างกายของสัตว์น้ำจะลดลงเมื่อสัตว์น้ำมีอายุมากขึ้น สัตว์น้ำที่มีอายุใกล้เคียงกันมีปริมาณน้ำในร่างกายใกล้เคียงกัน แต่ปริมาณน้ำในร่างกายของสัตว์น้ำที่มีอายุใกล้เคียงกันอาจแตกต่างกันได้ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณภาพของอาหารที่สัตว์น้ำได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 สารอินทรีย์

สารอินทรีย์ในร่างกายสัตว์น้ำประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า โดยสารอินทรีย์ส่วนใหญ่ในร่างกายสัตว์น้ำประกอบด้วยโปรตีนและไขมัน สำหรับองค์ประกอบทางเคมีในร่างกายสัตว์น้ำ สัตว์น้ำที่มีโปรตีนในร่างกายสูงได้แก่ ปลา กุ้ง หมึก ปู และหอยตามลำดับ สัตว์น้ำที่มีไขมันสูงในร่างกายได้แก่ ปลา ปู กุ้ง หอยและหมึกตามลำดับ สัตว์น้ำที่มีคาร์โบไฮเดรตสูงในร่างกายได้แก่ หอย ปลา กุ้งและปูตามลำดับ สัตว์น้ำที่มีเถ้าในร่างกายสูงได้แก่ กุ้ง หอย ปลา ปู และหมึกตามลำดับ ความแตกต่างของปริมาณสารอินทรีย์ในร่างกายสัตว์น้ำ นอกจากแตกต่างตามชนิดของสัตว์น้ำแล้ว สัตว์น้ำชนิดเดียวกัน อายุใกล้เคียงกันอาจมีความแตกต่างของปริมาณสารอินทรีย์ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณภาพของอาหารที่สัตว์น้ำได้รับ ตัวอย่างเช่น ในสัตว์น้ำที่รับอาหารให้พลังงานสูงมีการสะสมไขมันในร่างกายมาก ทำให้มีปริมาณน้ำในร่างกายน้อยในช่วงการเจริญเติบโต หากสัตว์น้ำได้รับอาหารเพียงพอ เมื่อสัตว์น้ำมีอายุมากขึ้น ร่างกายของสัตว์น้ำจะมีโปรตีนและเถ้าสูง ซึ่งตรงกันข้ามหากสัตว์น้ำขาดแคลนอาหารทำให้เกิดชะงักการเจริญเติบโตต้องการสารอาหารที่มีโปรตีนและไขมันลดลง ส่วนน้ำและเถ้าพบปริมาณเท่าเดิมโปรตีนเป็นสารอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบหลักของร่างกาย สัตว์น้ำซึ่งพบในส่วนของกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อไขมันพบว่าบริเวณใต้ผิวหนังรอบลำไส้และไตส่วนคาร์โบไฮเดรตพบมากในส่วนของกล้ามเนื้อและตับซึ่งพบอยู่ในรูปของไกลโคเจนและจะสลายตัวหมดเมื่อสัตว์น้ำตาย (เวียง, 2542)

2.2.1 ความชื้น (Moisture content)

เป็นค่าที่บ่งชี้ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอาหาร เป็นสมบัติที่สำคัญมากที่สุดอย่างหนึ่งของอาหาร ปริมาณความชื้น นิยมบอกเป็นเปอร์เซ็นต์มี 2 รูปแบบคือ

1. ความชื้นฐานเปียก (Wet basis) เป็นค่าความชื้นที่มักใช้ในทางการค้า เป็นค่าที่ใช้บ่งชี้ความชื้นโดยทั่วไปในชีวิตประจำวัน มักบอกเป็นเปอร์เซ็นต์

2. ความชื้นฐานแห้ง (Dry basis) เป็นค่าที่นิยมใช้กันในการวิเคราะห์กระบวนการอบแห้ง (Dehydration) เพราะช่วยให้คำนวณได้สะดวก เนื่องจากน้ำหนักแห้งของอาหารจะคงที่ อาจบอกเป็นเปอร์เซ็นต์ หรือ จำนวนกรัมของน้ำต่อจำนวนกรัมของของแข็ง (g H2O/ g solid)
การวัดความชื้นของอาหาร (พิมพ์เพ็ญ , 2553)

2.2.2 เถ้า (Ash)

ส่วนที่เป็นสารอนินทรีย์ที่เหลือหลังจากสารอินทรีย์ถูกเผาไหม้หมด เถ้าที่เหลืออยู่นี้ไม่จำเป็นเสมอไปที่ต้องอยู่ในลักษณะเดิม หรือปริมาณเดิมที่พบในอาหาร เพราะบางส่วนอาจแปรสภาพ โดยทำปฏิกิริยากับส่วนประกอบอื่นขณะเผาด้วยความร้อนสูง โดยทั่วไปปริมาณเถ้าที่พบในอาหารหรือวัตถุดิบ จะค่อนข้างคงที่สำหรับอาหารหรือวัตถุดิบนั้นๆ หากปริมาณเถ้ามีสูงกว่าปกติจะแสดงว่ามีการปลอมแปลงหรือเจือปน (มนต์สรวง, 2560)

2.2.3 โปรตีน (Protein)

โปรตีนมาจากภาษากรีกว่า โปรตีโอส (Proteios) ซึ่งหมายถึงสำคัญอันดับหนึ่ง โปรตีนเป็นสารอินทรีย์ที่พบได้ในสิ่งมีชีวิตทุกชนิด เช่น พืช สัตว์และจุลินทรีย์ โปรตีนประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธาตุดังต่อไปนี้ คาร์บอน 50-55 เปอร์เซ็นต์ ออกซิเจน 21.5-23.5 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจน 15.5-18 เปอร์เซ็นต์ ไฮโดรเจน 6.5- 7.5 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0-1.5 เปอร์เซ็นต์ ซัลเฟต 0.5-20 เปอร์เซ็นต์ (วีรพงศ์, 2536)

โปรตีนมีหน้าที่ดังต่อไปนี้

1.สร้างและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ เนื่องจากโปรตีนเป็นองค์ประกอบของเซลล์ทุกชนิดในร่างกายสัตว์(เซลล์ กระดูก ฟัน เกร็ด ผิวหนัง เลือด)

2. โปรตีนในเลือดทำหน้าที่

2.1 รักษาความสมดุลของความดันออสโมติกทำให้ของเหลวภายในและภายนอกเซลล์อยู่ในสภาวะสมดุลซึ่งเป็นสภาวะปกติ เพราะเมื่อโปรตีนในเลือดต่ำเซลล์จะเกิดการบวมเนื่องจากความดันออสโมติกลดลง ทำให้ของเหลวจึงเข้าไปในเซลล์ว่าโปรตีนในเลือดเพิ่มสูงขึ้นทำให้ของเหลวที่คั่งค้างในเซลล์ถูกขับออกภายนอกอาการบวมตึงหายไป

2.2 ควบคุมความเป็นกรดเป็นด่างในเลือดและในเซลล์ให้ปกติทำให้การทำงานของเซลล์ต่างๆเป็นปกติ

2.3 ให้ภูมิคุ้มกันโรค เนื่องจากแอนติบอดี ซึ่งทำหน้าที่ในระบบภูมิคุ้มกันคือ โปรตีนที่สร้างอาหารโดยแอนติบอดีจะรวมตัวกับเชื้อโรคและถูกขับออกจากร่างกาย ดังนั้นสัตว์ที่ขาดโปรตีนหรือโปรตีนไม่พอจะส่งผลให้มีภูมิต้านทานโรคต่ำและเป็นโรคได้ง่าย

2.4 ขนส่งแก๊สและสารอาหาร เช่น ฮีโมโกลบินทำหน้าที่ในการส่งออกออกซิเจนจากปอดไปยังเซลล์ต่างๆทั่วร่างกายและรับคาร์บอนกับสู่ปอดเพื่อกำจัดออกจากร่างกาย ไลโพโปรตีนทำหน้าที่ขนส่งไขมันที่ถูกดูดซึมผ่านผนังลำไส้ไปสู่ตับ

3. เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์และฮอร์โมน มีบทบาทสำคัญในการทำงานของระบบต่างๆโดยเอนไซม์ทำหน้าที่เร่ง การย่อย การดูดซึม และการเมแทบอลิซึม ส่วนฮอร์โมนทำหน้าที่ในการควบคุมปฏิกิริยาต่างๆในร่างกาย

4. เป็นแหล่งพลังงานสำรอง โปรตีนให้ไนโตรเจนเพื่อสร้างการเจริญเติบโตและให้พลังงานสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานภายในร่างกายเช่น โปรตีนในน้ำนม ไข่ขาว เมล็ดพืชทำหน้าที่เป็นคลังอาหารที่สัตว์และพืชสำรองไว้เลี้ยงตัวอ่อน โดยโปรตีน 1 กรัมให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี (มนต์สรวง, 2561)

2.2.4 ไขมัน (Lipid)

ไขมันเป็นสารอินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำแต่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์เช่น แอลกอฮอล์ อีเทอร์ อะซิโตน โคโรฟอร์มและเบนซิน ไขมันประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจนไขมันเป็นองค์ประกอบสำคัญของเยื่อหุ้มเซลล์เป็นแหล่งสะสมพลังงานของร่างกายไขมันเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อการดำรงชีพการเจริญเติบโต ลอกคราบ และสืบพันธุ์ของสัตว์น้ำ

ไขมันมีหน้าที่ดังต่อไปนี้

1. เป็นแหล่งพลังงานให้พลังงานสูงถึง 8 ถึง 9 กิโลแคลอรีต่อวันต่อกรัม
2. เป็นตัวช่วยพาวิตามินที่ละลายในไขมันจากลำไส้เป็นที่ตับ และส่วนต่างๆของร่างกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กรดไขมันที่จำเป็นเป็นส่วนที่เป็นต้นกำเนิดของฮอร์โมนที่เกี่ยวกับการสืบพันธุ์ ความดันโลหิตและการหดตัวของกล้ามเนื้อ
4. เป็นตัวช่วยประหยัดโปรตีนในอาหารที่ถูกใช้เป็นพลังงาน
5. ปริมาณไขมันที่เหมาะสมในอาหารช่วยให้การอ่านไม่ดีขึ้นมีฝุ่นน้อยลงแต่หาปริมาณไขมันมากไปจะทำให้อัดเม็ดไม่แน่น

ไขมัน (Lipid) แบ่งได้ตามลักษณะโครงสร้างทางเคมีได้เป็น 3 ประเภท

1. ไขมันอย่างง่าย (Simple lipid) จัดเป็นเอสเทอร์ของกรดไขมันกับแอลกอฮอล์ชนิดต่างๆได้แก่

1.1 น้ำมันและไขมัน (Oils and fats) เป็นเอสเทอร์ของกรดไขมันกับกลีเซอรอล (Glycerol) เช่นไทรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) หรือฟอสโฟกลีเซอไรด์ (Phosphoglyceride) น้ำมันและไขมันมีโครงสร้างและคุณสมบัติทางเคมีเหมือนกันแต่คุณสมบัติทางกายภาพต่างกันโดยน้ำมันเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้องแต่ไขมันเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้องไขมันหรือน้ำมันจากพืชและสัตว์จะมีองค์ประกอบของกรดไขมันแตกต่างกันไป

1.2 ขี้ผึ้ง (Wax) เป็นเอสเทอร์ของกรดไขมันกับแอลกอฮอล์ชนิดอื่นๆที่ไม่ใช่กลีเซอรอล

2. ไขมันเชิงประกอบ (Compound lipid) จัดเป็นเอสเทอร์ของกรดไขมันกับแอลกอฮอล์และสารอื่นรวมอยู่ด้วยได้แก่

2.1 ฟอสโฟลิพิด (Phospholipid หรือ Phosphatides) เป็นไขมันที่มีกรดฟอสฟาทิดิก (Phosphatidic acid) และสารประกอบพวกไนโตรเจนรวมอยู่ เช่น เลซิธิน (Lecithin) เซฟาลิน (Cephalin) และสปินโกไมอีทิน (Sphinggomyelin)

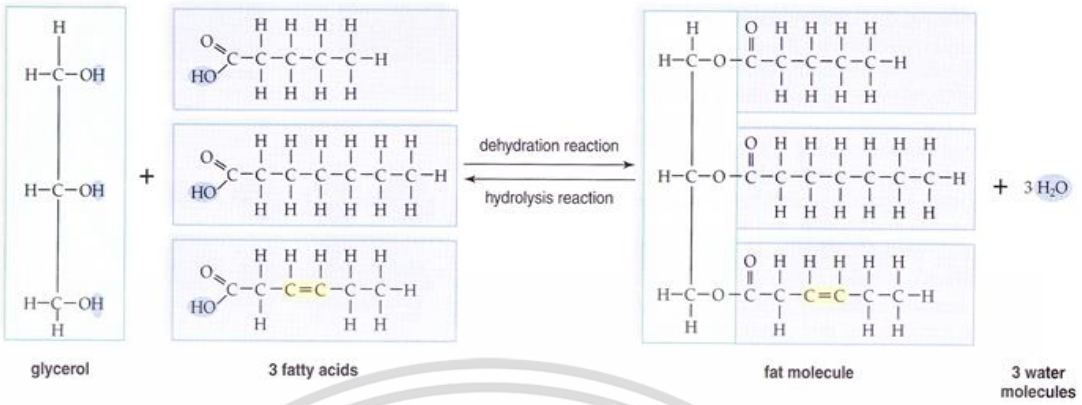
2.2 ไกลโคลิพิด (Glycolipid) เป็นไขมันที่มีคาร์โบไฮเดรตและสารพวกไนโตรเจนรวมกันในโมเลกุลเช่นซีรีโบไซด์ (Cerebroside) ที่พบในสมองจะมีคาร์โบไฮเดรตซึ่งประกอบด้วยกาแล็กโทสหรือกลูโคส

2.3 ไขมันที่มีสารอื่นปนอยู่เช่น อะมิโนลิพิด (Aminolipid) หรือซัลโฟลิพิด (Sulfolipid) ซึ่งเป็นลิพิดรวมกับอะมิโนและกำมะถันตามลำดับ

3. อนุพันธ์ไขมัน (Derived lipid) จัดเป็นสารที่ได้จากการไฮโดรไลซ์ (Hydrolysis) ไขมันอย่างง่ายและไขมันเชิงประกอบ เช่น กรดไขมัน กลีเซอรอล สเตอรอล (Sterol) และแอลกอฮอล์โมเลกุลใหญ่ชนิดอื่นๆ (วีรพงศ์, 2536)

โดยทั่วไปโครงสร้างโมเลกุลของไขมันประกอบด้วย 2 ส่วน คือส่วนที่เรียกว่า กลีเซอรอล (Glycerol) ซึ่งเป็นโพลีแอลกอฮอล์ที่มีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) เป็นหมู่ฟังก์ชันนัล (Functional) 3 หมู่ กับส่วนที่เรียกว่า กรดไขมัน (Fatty acid) ซึ่งมีคาร์บอนต่อกันเป็นแถวตรงส่วนปลายมีหมู่คาร์บอกซิล (-COOH)ที่แสดงสมบัติของกรดอินทรีย์ กลีเซอรอลเป็นโครงสร้างที่คงที่ ส่วนกรดไขมันเป็นโครงสร้างที่เปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของกรดไขมันดังนั้นสมบัติไขมันจะขึ้นอยู่กับกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในไขมันนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 การเกิดลิพิดชนิดไตรกลีเซอไรด์
ที่มา: http://119.46.166.126/self_all/selfaccess10.

2.3 แร่ธาตุ (Mineral)

แร่ธาตุ (Mineral) คือ สารอนินทรีย์ที่ร่างกายต้องการ เพื่อนำมาใช้ในการเจริญเติบโต การดำรงชีวิตให้เป็นปกติ สัตว์น้ำไม่สามารถสร้างแร่ธาตุขึ้นเองได้ ต้องได้รับจากอาหารเท่านั้น สัตว์น้ำต้องการแร่ธาตุในปริมาณเล็กน้อย เช่นเดียวกับวิตามิน แร่ธาตุมักมีความคงตัว ไม่สูญเสียง่ายเหมือนวิตามิน เว้นแต่สูญเสียโดยกาละลายกับน้ำเท่านั้น แร่ธาตุในน้ำแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

1.กลุ่มที่มีอนุมูลบวก (Cation) เช่น โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม แมงกานีส เหล็ก สังกะสี ทองแดง โมลิบดีนัม ไอโอดีน และโคบอลต์ ซึ่งโดยทั่วไปในน้ำจืดกลุ่มนี้จะพบแคลเซียม รองลงมาเป็นโซเดียม แมกนีเซียมและโพแทสเซียม ส่วนน้ำทะเลพบโซเดียมในริมาณสูง รองลงมาคือ แมกนีเซียม แคลเซียมและโพแทสเซียม

2. กลุ่มอนุมูลลบ (Anion) เช่น ไบคาร์บอเนต ซัลเฟส ไนเตรต ซิลิเกต คลอไรด์ โบรไมด์ และฟลูออไรด์ ซึ่งในน้ำจืดกลุ่มนี้จะพบไบคาร์บอเนต รองลงมาคือ ซิลิเกต ซัลเฟตและคลอไรด์ ส่วนน้ำทะเลจะพบคลอไรด์ ในปริมาณสูงและตามด้วยซัลเฟต ไบคาร์บอเนตและโบรไมด์

ร่างกายของสัตว์น้ำได้รับแร่ธาตุจากน้ำ โดยในสัตว์น้ำจืด แร่ธาตุซึมผ่านเหงือกเข้าสู่กระแสเลือด นอกจากสัตว์น้ำจะได้แร่ธาตุจกน้ำโดยตรงแล้ว ยังได้รับจากพืชและสัตว์ที่สัตว์น้ำกินเป็นอาหารด้วย แร่ธาตุที่สัตว์น้ำได้รับจากน้ำและอาหารมีหลายชนิด แต่ละชนิดสัตว์น้ำต้องการในปริมาณแตกต่างกัน (มนต์สรวง, 2561)

แร่ธาตุตามความต้องการของสัตว์น้ำ แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ แร่ธาตุกลุ่มที่สัตว์น้ำต้องการในปริมาณมากและแร่ธาตุกลุ่มที่สัตว์น้ำต้องการในปริมาณน้อย

1.แร่ธาตุกลุ่มที่สัตว์น้ำต้องการในปริมาณมาก (Macro minerals) เพื่อให้ร่างกายเจริญเติบโตได้ตามปกติ ทำให้จำเป็นต้องใส่ลงในอาหารในปริมาณมาก มี 7 ชนิด คือ แคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม กำมะถัน โซเดียม คลอรีน และแมกนีเซียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 แคลเซียม (Calcium)

แคลเซียมพบมากในกระดูกและเกล็ดปลา ประมาณ 99 เปอร์เซ็นต์ ของแคลเซียมทั้งหมดในร่างกาย และแคลเซียมอีก 1 เปอร์เซ็นต์พบมากในเลือดและเนื้อเยื่อ ในร่างกายปลามีแคลเซียมเป็นส่วนประกอบประมาณ 0.5-1 เปอร์เซ็นต์ ปลาโดยส่วนใหญ่มีสัดส่วนของแคลเซียมต่อฟอสฟอรัสประมาณ 0.7-1.6 : 1

แคลเซียมส่วนใหญ่ จะถูกนำไปใช้เพื่อการสร้างกระดูก โดยนำไปเป็นส่วนประกอบของกระดูกและเกล็ด แต่แคลเซียมที่มีในเลือดและเนื้อเยื่อ จะถูกนำไปใช้เกี่ยวกับกระบวนการเมแทบอลิซึมของร่างกาย เช่น ช่วยในการหดรัดตัวของกล้ามเนื้อ ช่วยให้เลือดแข็งตัวตามปกติ ช่วยถ่ายทอดสัญญาณประสาท ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์หลายชนิด ช่วยควบคุมเยื่อเซลล์ให้คงตัว และช่วยควบคุมการผ่านเข้าออกของสารละลายบริเวณเยื่อเซลล์

ปลาสามารถดูดซึมแคลเซียมแคลเซียมจากน้ำได้ทางเหงือก โดยแคลเซียมที่ดูดซึมส่วนมากจะสะสมในกระดูกดังนั้นปลาต้องการแคลเซียมเพื่อใช้เป็นองค์ประกอบของร่างกายมากกว่านำไปใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึม

ปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซึมแคลเซียมจากน้ำของปลา

1.ระดับเทแทบอลิซึมของปลา พบว่าปลาที่มีระดับเมแทบอลิซึมสูง (ปลาที่ได้รับอาหารตามปกติ) จะสามารถดูดซึมแคลเซียมจากน้ำได้ในปริมาณมาก และปลาที่มีระดับเมแทบอลิซึมต่ำ (ปลาที่อดอาหาร) จะสามารถดูดซึมแคลเซียมจากน้ำได้ในปริมาณต่ำ

2. อุณหภูมิ ปลาที่อยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิสูง จะมีระดับเมแทบอลิซึมสูงขึ้น ทำให้ปลาดูดซึมแคลเซียมจากน้ำได้ในปริมาณมาก แต่ปลาที่อยู่ในน้ำ ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า จะมีระดับเมแทบอลิซึมต่ำ จึงดูดซึมแคลเซียมจากน้ำได้ในปริมาณน้อย

3. ปริมาณแคลเซียมในน้ำ ปลาที่อยู่ในน้ำที่มีปริมาณแคลเซียมต่ำ (น้อยกว่า 50 มิลลิกรัมต่อลิตร) จะมีการปรับตัวให้มีระดับเมแทบอลิซึมสูงขึ้นและจะดูดซึมแคลเซียมจากนั้นได้รวดเร็วหรือมากขึ้นเพื่อชดเชยกับปริมาณแคลเซียมในน้ำที่มีน้อย

4. ปริมาณฟอสฟอรัสในอาหารและน้ำ ปลาที่ได้รับฟอสฟอรัสจากน้ำหรืออาหารในปริมาณมากขึ้นจะมีผลทำให้ปลาดูดซึมแคลเซียมจากน้ำได้ดีขึ้น เนื่องจากกรณีที่มีในอาหารช่วยให้ปลาดูดซึมแคลเซียมจากน้ำได้ดีขึ้นโดยทำให้มีแคลเซียมมาสะสมในกระดูกและเนื้อเยื่อมากขึ้น ดังนั้นฟอสฟอรัสซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการดูดซึมแคลเซียมจากน้ำ

5. ปริมาณวิตามินดีในอาหารเนื่องจากวิตามินซีช่วยในการดูดซึมแคลเซียมที่ลำไส้ดังนั้นในอาหารจึงควรมีวิตามินดีในปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการของสัตว์น้ำ

การขาดแคลเซียม ปลาจะแสดงอาการเจริญเติบโตช้า ประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำ ปริมาณเถ้าใน ร่างกายลดลงมีความผิดปกติของกระดูกศีรษะและกระดูกทั่วไป (มนต์สรวง, 2561)

1.2 ฟอสฟอรัส (Phosphorus)

ส่วนมากพบในกระดูกและเกิดของปลารวมกันประมาณ 85-90 เปอร์เซ็นต์ ของฟอสฟอรัสทั้งหมดที่มีในร่างกายหรืออาจกล่าวได้ว่าปลาที่ฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.4-0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวปลา ฟอสฟอรัสบางส่วนที่มีในกระดูกของปลาจะรวมกับแคลเซียมได้เป็นสารประกอบที่เรียกว่า อะพาไทล์ (Apatite) หรือไตรแคลเซียมฟอสเฟต (Tricalcium phosphate)

ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่ถูกนำไปทำหน้าที่เป็นส่วนประกอบของกระดูกและเกล็ดปลาเช่นเดียวกับแคลเซียมดังนั้นแคลเซียมและฟอสฟอรัสซึ่งทำหน้าที่ร่วมกันในการสร้างกระดูกและเกล็ดของปลาสำหรับฟอสฟอรัสที่เหลือประมาณ 10-15 เปอร์เซ็นต์ที่พบในเลือดและเนื้อจะถูกนำไปใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึมที่สำคัญของร่างกายดังนี้คือเป็นองค์ประกอบของฟอสโฟลิพิด (Phospholipids) ทำให้เยื่อเซลล์ของตัวเป็นองค์ประกอบของเอนไซม์ที่จำเป็นในร่างกายเป็นสารอิเล็กโทรไลต์หรือสารบัฟเฟอร์ภายในเซลล์ทำหน้าที่ควบคุมสมดุลของกรดและด่างทำให้มีสภาพเป็นกลางเป็นองค์ประกอบ ATP ซึ่งหน้าที่ถ่ายทอดพลังงานที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีน ไขมันและคาร์โบไฮเดรตและเป็นองค์ประกอบของ DNA และ RNA ซึ่งมีหน้าที่ควบคุมการถ่ายทอดพันธุกรรมการสังเคราะห์โปรตีนและการสืบพันธุ์ให้เป็นปกติ

ปลาส่วนมากมีความ สามารถดูดซึมฟอสฟอรัสจากน้ำได้เช่นเดียวกับการดูดซึมแคลเซียมจากน้ำแต่ทว่าปลาดูดซึมฟอสฟอรัสจากน้ำได้ในอัตราที่ต่ำกว่าการดูดซึมแคลเซียมจากน้ำเนื่องจากฟอสฟอรัสในน้ำโดยทั่วไปมีค่าต่ำมาก (ประมาณ 0.005-0.050 ส่วนในล้าน) ทำให้ปลาดูดซึมเข้ามาได้ไม่เพียงพอแก่ความต้องการของร่างกายนอกจากนี้ไปยังมีความต้องการฟอสฟอรัสจากอาหารในปริมาณสูง ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใส่ฟอสฟอรัสสมทบเข้าไปในอาหารปลาเพื่อให้เพียงพอแก่ความต้องการเรื่องจากปลามีความต้องการแคลเซียมน้อยมากในขณะที่ปริมาณแคลเซียมในน้ำมีมาก (5-500 ส่วนในล้าน) ทำให้ปลาดูดซึมแคลเซียมจากน้ำได้มากเพียงพอตามความต้องการและปลามีความสามารถดูดซึมฟอสฟอรัสจากอาหารมาใช้ประโยชน์ได้ดีกว่าการดูดซึมฟอสฟอรัสจากน้ำถึง 200 เท่าแต่อย่างไรก็ตามความสามารถของปลาในการนำฟอสฟอรัสในอาหารมาใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกันไป (มนต์สรวง, 2561)

ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์จากฟอสฟอรัสของปลา

1. แหล่งของฟอสฟอรัสในอาหารปลาสามารถใช้ฟอสฟอรัสจากพืชได้น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ฟอสฟอรัสจากสัตว์เนื่องจาก 2 ใน 3 ของฟอสฟอรัสจากพืชมักอยู่ในรูปของไฟเตท ไฟตินและไฟติก (Pointillart *et al*., 1987) ซึ่งไม่สามารถดูดซึมมาใช้ประโยชน์ได้เนื่องจากปลาไม่มีเอนไซม์ไฟเตส (Vielma *et al*., 2000) อาหารสัตว์น้ำที่มีแหล่งวัตถุดิบส่วนใหญ่มาจากพืชจึงควรมีเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ส่วนลดจากพืช (มนต์สรวง, 2549) สำหรับแหล่งวัตถุดิบจากสัตว์เช่น ปลาป่นเกรดต่ำมักมีส่วนกระดูกปะปนมาก ซึ่งพบอยู่ในรูป ไตรแคลเซียมฟอสเฟตเป็นรูปที่ย่อยได้ยาก แหล่งของฟอสฟอรัสที่นิยมเสริมในอาหารเสริมน้ำได้แก่โมโนแคลเซียมฟอสเฟตและไดแคลเซียมฟอสเฟต (ซึ่งยังเป็นแหล่งแคลเซียมที่ดี) เนื่องจากอยู่ในรูปที่แตกตัวได้ง่ายและละลายน้ำได้ดีจึงถูกดูดซึมผ่านผนังกระเพาะอาหารหรือลำไส้ได้ง่ายทำให้ปลาหรือสัตว์น้ำนำฟอสฟอรัสและแคลเซียมไปใช้ประโยชน์ได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ชนิดของปลา ปลาในกลุ่มที่มีกระเพาะอาหารที่มีความสามารถในการย่อยและดูดซึมได้ดีกว่าปลาในกลุ่มที่ไม่มีกระเพาะอาหารเนื่องจากปลาที่มีกระเพาะในกระเพาะมีกรดเกลือช่วยในการย่อยฟอสฟอรัสให้แตกตัว

3. ปริมาณแคลเซียมในอาหาร ปลาที่ได้รับอาหารที่มีแคลเซียมมากเกินไปจะมีผลทำให้ย่อยและดูดซึมฟอสฟอรัสจากอาหารไปใช้ประโยชน์ได้น้อยลงเนื่องจากแคลเซียมจะไปรวมตัวกับฟอสฟอรัสในอาหารทำให้ฟอสฟอรัสอยู่ในรูปสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำ

สำหรับการขาดฟอสฟอรัสของปลาจะมีลักษณะคล้ายกับอาการขาดแคลเซียมโดยปลาจะมีการเจริญเติบโตช้า ประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำ ปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส และเถ้าของร่างกายลดลงปริมาณฮีมาโตคริทและฟอสเฟตในเลือดลดลง ไขมันสะสมในตับและกล้ามเนื้อมากขึ้น กระดูกพัฒนาผิดปกติโดยเฉพาะกระดูกบริเวณศีรษะและก้านครีบอ่อนบริเวณครีบอกและในปลาบางชนิดจะมีระดับเอนไซม์อัลคาไลน์ฟอสเฟตในซีรัมสูงขึ้นและไกลโคเจนสะสมในตับน้อยลง (มนต์สรวง, 2561)

1.3 แมกนีเซียม (Magnesium)

แมกนีเซียมพบมากในกระดูกและเกล็ดของปลารวมกันประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลืออีก 30 เปอร์เซ็นต์ พบอยู่ในเลือดและเนื้อเยื่อ ดังนั้นแมกนีเซียมจึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของกระดูกและเกล็ดปลาเช่นเดียวกับแคลเซียมและฟอสฟอรัสแมกนีเซียมมีหน้าที่ช่วยในการสร้างกระดูกและเกล็ดของปลาช่วยควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อเรียบช่วยในการสังเคราะห์โปรตีนและช่วยเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์หลายชนิดโดยเฉพาะเอนไซม์ที่ใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตและกรดไขมันรวมทั้งการเปลี่ยน ATP ให้เป็น ADP

ปลามีความสามารถในการดูดซึมแมกนีเซียมจากน้ำได้เช่นเดียวกับการดูดซึมแคลเซียมจากน้ำโดยปลาน้ำจืดจะดูดซึมแมกนีเซียมได้น้อยกว่าปลาทะเลเนื่องจากน้ำจืดมีแมกนีเซียมต่ำกว่า ดังนั้นการเลี้ยงปลาน้ำจืดจึงควรใส่แมกนีเซียมสมทบเข้าไปในอาหารเพราะอาจดูดซึมจากน้ำจืดไม่เพียงพอกับความต้องการ ในขณะที่การเลี้ยงปลาทะเลไม่จำเป็นต้องใส่แมกนีเซียมเข้าไปในอาหารสำหรับแมกนีเซียมที่นิยมใส่สมทบเป็นพรีเมียร์ลีกในอาหารปลาหรืออาหารสัตว์น้ำได้แก่ แมกนีเซียมซัลเฟต

โดยทั่วไปอาการขาดแมกนีเซียมมักจะเกิดกับปลาน้ำจืดโดยมีอาการทางประสาทตกใจง่ายและกล้ามเนื้ออ่อนแอ (Flaccid muscle) เบื่ออาหารประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำ เคลื่อนไหวช้า ระดับแมกนีเซียมในกระดูกและซีรัมลดลง ปริมาณเถ้าในร่างกายลดลงและอัตราการตายสูงขึ้น (มนต์สรวง, 2561)

1.4 โซเดียม โพแทสเซียม และคลอไรด์ (Sodium, Potassium and Chloride)

โซเดียม โพแทสเซียมและคลอไรด์ จัดเป็นสารอิเล็กโทรไลต์หรือสารบัฟเฟอร์ที่พบมากที่สุดในร่างกายสิ่งมีชีวิตโซเดียมและคลอไรด์เป็นสารอิเล็กโทรไลต์ที่มีประจุบวกและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลบตามลำดับและพบเฉพาะในพลาสมาหรือของเหลวภายนอกเซลล์ (Extracellukar fluid) โพแทสเซียมเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ที่มีประจุบวกและพบเฉพาะในของเหลวภายในเซลล์ (Intracellular fluid) เช่นเดียวกับแมกนีเซียม

โซเดียม โพแทสเซียม และคลอไรด์จะทำหน้าที่สัมพันธ์กันคือช่วยควบคุมระบบออสโมเรกูเลชันของร่างกายให้คงที่ โดยการควบคุมให้สารผ่านเข้าและออกจากเซลล์เป็นปกติ จึงทำให้แรงดันออสโมติกคงที่ และยังช่วยรักษาสมดุลของกรดและด่างของของเหลวภายในร่างกาย ช่วยในการถ่ายทอดสัญญาณประสาทหรือกระแสความรู้สึกและช่วยในการคลายตัวของกล้ามเนื้อ สำหรับคลอไรด์ยังช่วยในการสร้างกรดเกลือในกระเพาะอาหารโดยจะรวมกับไฮโดรเจนอิออน

ปลาสามารถดูดซึมโซเดียม โพแทสเซียม และคลอไรด์จากน้ำได้ดี โดยปลาน้ำจืดส่วนมากจะได้จากการดูดซึมทางเหงือกแต่ปลาทะเลจะกินน้ำทะเลเข้าไปจึงสามารถดูดซึมได้บริเวณลำไส้โดยทั่วไปน้ำจืดและน้ำทะเลจะมีโซเดียม โพแทสเซียม และคลอไรด์ในปริมาณที่มากกว่าแคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม ดังนั้นปลาน้ำจืดและปลาทะเลสามารถดูดซึมโซเดียม โพแทสเซียมและคลอไรด์ ได้มากกว่าแคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมจึงทำให้ปลาน้ำจืดและปลาทะเลดูดซึมโซเดียมโพแทสเซียม และคลอไรด์ ได้มากพอกับความต้องการจึงไม่จำเป็นต้องได้รับจากอาหาร (มนต์สรวง, 2561)

2. แร่ธาตุที่สัตว์น้ำต้องการในปริมาณที่น้อย (Micro minerals) แร่ธาตุเหล่านี้หรือแร่ธาตุรอง หมายถึงแร่ธาตุ ที่ร่างกายต้องการในปริมาณที่น้อยมากเพื่อให้ร่างกายเจริญเติบโตได้ตามปกติ แร่ธาตุรองมีทั้งหมดประมาณ 15 ชนิดแต่ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของปลาและสัตว์น้ำมี 7 ชนิดได้แก่เหล็ก ทองแดง แมงกานีส สังกะสี ซีลีเนียม ไอโอดีนและโคบอลต์ ส่วนอีก 8 ชนิดได้แก่ โมลิบดีนัมโครเมียม ฟลูออไรด์ อะลูมิเนียม นิกเกิล ซิลิคอนและ โบรอน ซึ่งมีการศึกษาค่อนข้างน้อยยังไม่ทราบหน้าที่หรือความต้องการที่แน่ชัด

2.1 เหล็ก (Iron)

เหล็กที่มีในตัวปลาประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ พบเป็นองค์ประกอบของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงส่วนที่เหลือ 30 เปอร์เซ็นต์ พบสะสมในตับ ม้าม และกล้ามเนื้อ ดังนั้นเหล็กจึงมีความสำคัญต่อการสร้างเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดแดงของปลาจะสร้างที่ม้ามและไต ซึ่งแตกต่างกับสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังทั่วไปที่ไขกระดูกเป็นผู้สร้างเม็ดเลือดแดง การสร้างเม็ดเลือดแดงจำเป็นต้องนำเหล็กมาเป็นองค์ประกอบของเม็ดเลือดแดงที่เสื่อมสลายตลอดเวลาจึงทำให้สัตว์น้ำที่ขาดแร่เหล็กเป็นโรคโลหิตจาง

เหล็กเป็นองค์ประกอบของฮีโมโกลบินในเลือดในเม็ดเลือดแดงที่ช่วยลำเลียงออกซิเจนไปยังเนื้อเยื่อเป็นองค์ประกอบของไมโอโกลบิน (Myoglobin) ในกล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบของเอนไซม์หลายชนิดที่เกี่ยวข้องกับการสลายพลังงานในไมโตคอนเดรียเป็นองค์ประกอบของทรานเฟอริน (Transferrin) ในเลือดและเป็นองค์ประกอบของเฟอร์ริทิน (Ferritin) ในตับและม้าม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลาสามารถดูดซึมเหล็กจากน้ำมาใช้ประโยชน์ได้แม้ว่าเหล็กที่มีในน้ำจะละลายน้ำได้น้อยมากเนื่องจากส่วนมากจะตกตะกอนเป็นเฟอริคไฮดรอกไซด์ (Ferric hydroxide) อย่างไรก็ตามความสามารถในการดูดซึมเหล็กจากน้ำต่ำกว่าการดูดซึมจากอาหารดังนั้นจึงควรใส่เหล็กสมทบเข้าไปในอาหารแม้ว่าปลามีความต้องการเหล็กต่ำมากก็ตาม ความต้องการเหล็กจากอาหารของปลาอยู่ในช่วงประมาณ 30-170 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร อาหารที่มีวัตถุดิบจากพืชมากควรผสมเหล็กในรูปพรีมิกซ์สบทบเข้าไป เนื่องจากเหล็กจะจับตัวกับกรดไฟติกในพืชทำให้ปลาดูดซึมเหล็กไปใช้ประโยชน์ได้น้อย สำหรับเหล็กที่ใส่สะสมในอาหารปลาหรืออาหารสัตว์น้ำควรใช้ในรูปของเฟอรัส (Ferrous หรือ Fe^{++}) เช่น เฟอรัสคลอไรด์เนื่องจากปลาใช้ประโยชน์ได้ดีกว่าในรูปของเฟอริค (Ferric หรือ Fe^{+++})

อาการขาดเหล็กของปลาในธรรมชาติเกิดได้ยากมากแต่จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการพบว่าปลาที่ไม่ได้รับเหล็กจากอาหารทดสอบบริสุทธิ์จะมีการเจริญเติบโตเป็นปกติแต่จะเป็นโรคโลหิตจางประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลงและระดับเหล็กในพลาสมาลดลงเท่านั้นสำหรับปลาที่ได้รับเหล็กมากเกินไปจะเกิดผลเสียแก่ร่างกายคือเจริญเติบโตช้าประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลงเซลล์ตับมีลักษณะผิดปกติท้องร่วงและอัตราการตายสูง (มนต์สรวง, 2561)

2.2 ทองแดง (Copper)

ทองแดงในร่างกายส่วนมากจะรวมตัวกับโปรตีน เป็นสารประกอบซีรู พลาสมิน (Ceruplasmin) ซึ่งจะพบทั่วไปในเนื้อเยื่อต่างๆ แต่จะพบปริมาณมากที่สมอง หัวใจ ตับ ไต ตา และเลือด ทองแดงที่มีในเลือดปลาจะช่วยสร้างเม็ดเลือดแดงเช่นเดียวกับเหล็ก แต่สำหรับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังจำพวกกุ้ง หอยและปู พบว่าทองแดงก็ช่วยสร้างเม็ดเลือดแดงให้สัตว์กลุ่มนี้เช่นกัน โดยการนำไปเป็นองค์ประกอบของฮีโมไซยานิน (Hemocyanin) ในเม็ดเลือดแดง

การศึกษาเมแทบอลิซึมและการดูดซึมทองแดงของปลาหรือสัตว์น้ำมีอยู่น้อยมาก โดยส่วนมากนิยมศึกษาถึงระดับความเป็นพิษของทองแดงในน้ำได้ทำให้ปลาตายหรือมีอาการผิดปกติของตับ ไตและเหงือกอย่างไรก็ตามเชื่อกันว่าทองแดงมีหน้าที่ต่อระบบเมแทบอลิซึมของปลาเช่นเดียวกับสัตว์มีกระดูกสันหลังทั่วไปโดยทองแดงช่วยในการสร้างเม็ดเลือดแดงและช่วยในการพัฒนาของกระดูกเนื่องจากการกระตุ้นการสังเคราะห์คอลลาเจนนอกจากนี้ทองแดงยังเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเอนไซม์หลายชนิดเช่นไซโทโครมออกซิเดส (Cytochrome oxidase) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการขนส่งอิเล็กตรอนไลซิลออกซิเดส (Lysyl oxidase) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการทำงานของคอลลาเจน โดปามิน-เบตา-ไฮดรอกซิเลส (Dopamine-β-hydroxylase) ซึ่งในการผลิตแคทิโคลามิน (Catecholamine)และไทโรซิเนส (Tyrosinase)ซึ่งใช้ในการผลิตเมลานิน (Melanin) เป็นต้น

ปลาสามารถดูดซึมทองแดงจากน้ำมาใช้ประโยชน์ได้น้อยมากเนื่องจากทองแดงละลายน้ำได้น้อยจึงควรเสริมทองแดงสมทบในอาหารให้พอดีกับความต้องการ โดยปลาส่วนมากมีความต้องการทองแดงจากอาหารประมาณ 3-5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหารเพื่อให้ปลาเจริญเติบโตและไม่แสดงอาการเป็นโรคโลหิตจางแต่ไม่ควรเสริมมากเกินไปเพราะจะทำให้เกิดผลข้างเคียงสำหรับการขาดทองแดงของปลายังไม่มีรายงานว่าชัดเจนเนื่องจากทองแดงในวัตถุดิบอาหารสัตว์มีปริมาณเพียงพอกับความต้องการ (มนต์สรวง, 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 แมงกานีส (Manganese)

แมงกานีสพบทั่วไปในปลาและเนื้อเยื่อทั่วไป แต่จะพบมากที่สุดบริเวณกระดูก รองลงมาเป็นตับ กล้ามเนื้อ ไต รังไข่ อัณฑะและผิวหนัง แมงกานีสมีผลต่อความสมบูรณ์หรืออัตราการฟักทองไข่ปลา

แมงกานีสมีความสำคัญต่อเมแทบอลิซึมของไขมันและคาร์โบไฮเดรตอย่างมาก เนื่องจะช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์จำนวนมาก และยังมีบทบาทต่อการสร้างกระดูกการเป็นหมัน และการทำงานของระบบประสาท

ปลาสามารถดูดซึมแมงกานีสจากอาหารได้มีประสิทธิภาพดีกว่าการดูดซึมจากน้ำ จึงจำเป็นต้องเสริมแมงกานีสในอาหารปลา

อาการขาดแมงกานีสของปลาจะแสดงอาการเบื่ออาหารเจริญเติบโตช้า หางและกระดูกสันหลังพัฒนาผิวปกติ สูญเสียการทรงตัวและตายในที่สุดนอกจากนี้ปลาแม่พันธุ์ที่ขาดแมงกานีสอาจมีผลทำให้อัตราการฟักไข่ลดลงและไข่มีแมงกานีสสะสมในปริมาณต่ำ (มนต์สรวง, 2561)

2.4 สังกะสี (Zinc)

สังกะสีเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเอนไซม์ (Metalloenzyme) หลายชนิดซึ่งทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาที่เกี่ยวกับเมแทบอลิซึมของโปรตีน ไขมันและคาร์โบไฮเดรต ดังเช่น ซูเปอร์ออกไซด์ไดมิวเตส อัลคาไลน์ฟอสเฟต คาร์บอกซิเปปซิเดส และคาร์บอนิคแอนไฮเดรส เป็นต้น นอกจากนี้สังกะสีช่วยป้องกันการแข็งตัว (Keratinization) ของเนื้อเยื่ออีพิทีเลียม (Epithelium) และเกี่ยวกับเมแทบอลิซึมของพรอสตาแกลนดิน

การศึกษาเมแทบอลิซึมและการดูดซึมสังกะสีของปลาหรือสัตว์น้ำมีน้อยมากเช่นเดียวกับทองแดงเพราะส่วนมากมุ่งเน้นศึกษาถึงปริมาณสังกะสีที่สะสมในสัตว์น้ำ แต่ก็เชื่อกันว่าปลาสามารถดูดซึมสังกะสีจากอาหารได้ดีกว่าการดูดซึมจากน้ำ ความต้องการสังกะสีจากอาหารของปลาอยู่ในช่วงประมาณ 15-30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร เนื่องจากสังกะสีกับกรดไฟติกมักอยู่รวมกัน ดังนั้นจึงอาจเสริมพรีมิกซ์ในรูปสังกะสีซัลเฟต (Zinc sulfate) ได้ถึง 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อปลา

อาการขาดสังกะสีของปลาคือ เจริญเติบโตช้า เบื่ออาหารและตาขาวขุ่นแต่อาจมีอาการบางอย่างแตกต่างกันเช่นอาจมีระดับอัลคาไลน์ฟอสเฟตและสังกะสีในซีรัมลดลง และระดับสังกะสีและแคลเซียมในกระดูกลดลง ปลาบางชนิดจะมีครีบและผิวหนังเปื่อยและมีการตายสูง (มนต์สรวง, 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. พื้นที่จังหวัด

3.1 พื้นที่จังหวัดชุมพร

3.1.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

จังหวัดชุมพร ตั้งอยู่ตอนบนสุดของภาคใต้ ระหว่างเส้นละติจูดที่ 10 องศา 29 ลิปดาเหนือ และเส้นลองติจูดที่ 99 องศา 11 ลิปดาตะวันออก ห่างจากกรุงเทพ มหานคร ตามเส้นทางรถยนต์ ประมาณ 498 กิโลเมตร และเส้นทางรถไฟสายใต้ ประมาณ 476 กิโลเมตร มีเนื้อที่ 3.75 ล้านไร่ หรือ 6,010.849 ตารางกิโลเมตร มีพื้นที่มากเป็นอันดับ 4 ของภาคใต้ ชุมพร เป็นจังหวัดแรกของภาคใต้ตอนบนฝั่งอ่าวไทย มีรูปพื้นที่เรียวยาวตามแนวเหนือ-ใต้ มีความยาวประมาณ 222 กิโลเมตร แบ่งเขตการปกครองออกเป็น 8 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองชุมพร อำเภอหลังสวน อำเภอสวี อำเภอท่าแซะ อำเภอปะทิว อำเภอพะโต๊ะ อำเภอทุ่งตะโก และอำเภอละแม มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียง ดังนี้ (กรมชลประทาน, 2561)

ทิศเหนือ ติดต่อกับจังหวัดประจวบคีรีขันธ์
ทิศใต้ ติดต่อกับจังหวัดสุราษฎร์ธานี
ทิศตะวันออก ติดต่อกับอ่าวไทย
ทิศตะวันตก ติดต่อกับจังหวัดระนอง และประเทศเมียนมาร์

3.1.2 ลักษณะภูมิประเทศ

สภาพพื้นที่ของจังหวัดชุมพร แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ พื้นที่ราบตอนกลาง พื้นที่ราบชายฝั่งทะเล และพื้นที่ทางทิศตะวันตก เป็นที่สูงและภูเขา ทิวเขาที่สำคัญ คือ ทิวเขาตะนาวศรี ซึ่งเป็นพรมแดนทางธรรมชาติระหว่างประเทศ ถัดจากแนวที่สูงมาทางด้านตะวันออกเป็นที่ราบตอนกลางซึ่งมีลักษณะเป็นที่ราบลูกคลื่นและที่ราบลุ่ม เป็นเขตเกษตรกรรมที่สำคัญของจังหวัด สำหรับพื้นทีทางตะวันออกเป็นที่ราบชายฝั่งทะเล ยาวประมาณ 222 กิโลเมตร ลักษณะชายหาดของจังหวัดชุมพรค่อนข้างเรียบมีความโค้งเว้าน้อย ความกว้างของจังหวัดโดยเฉลี่ย 36 กิโลเมตร (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, ม.ป.ป.)

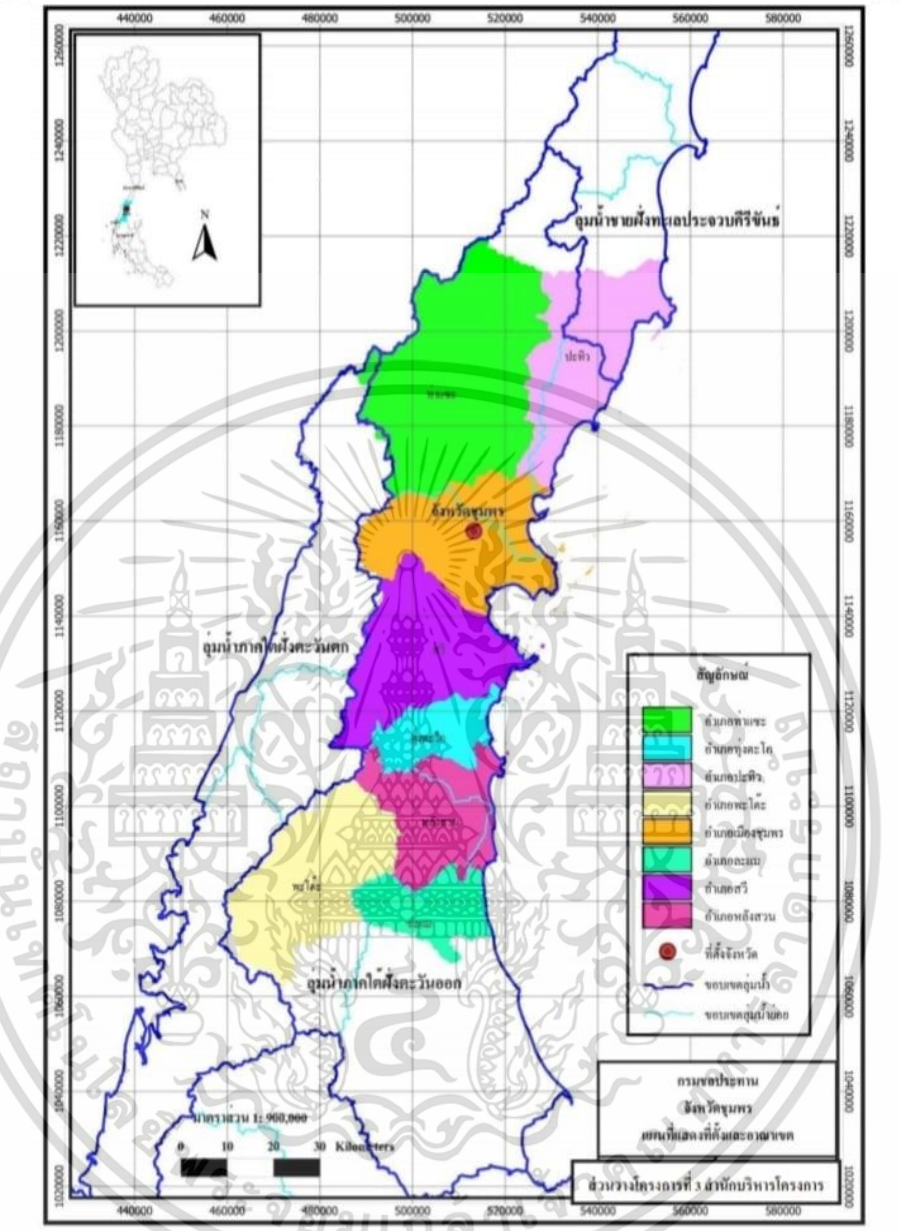
3.1.3 สภาพภูมิอากาศ

จังหวัดชุมพรเป็นเขตที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นเหตุให้มีฤดูกาลเพียง 2 ฤดู คือ

1) ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ - กลางเดือนพฤษภาคม เป็นช่วงเปลี่ยนมรสุมหลังมรสุมตะวันออกเฉียงเหนืออ่อนกำลังลงดังนี้

2) ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคม - กลางเดือนธันวาคมซึ่งเป็นช่วงที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จากทะเลอันดามัน เป็นมวลอากาศที่มีความชื้นสูง และเปลี่ยนเป็นลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจึงทำให้เกิดฝนตกชุกตลอดพื้นที่จังหวัด ดังนี้ (กรมชลประทาน, 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 แผนที่แสดงที่ตั้ง ขอบเขตลุ่มน้ำหลักและลุ่มน้ำย่อย จังหวัดชุมพร
ที่มา: กรมชลประทาน (2561)

3.1.3 ทรัพยากรธรรมชาติ

ลักษณะ ดินที่พบของจังหวัดชุมพร แบ่งออกเป็นหน่วยหรือกลุ่มใหญ่ๆได้ 29 หน่วยดิน หรือกลุ่มดิน โดยปะปนกันไปในแต่ละพื้นที่จากลักษณะของดินทั้งหมด สามารถแบ่งตามประเภทของดินได้ 6 กลุ่มดังนี้ คือ

1. กลุ่มพื้นที่ดินเค็มชายฝั่งทะเล ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 5 ของพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กลุ่มดินตื้น ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 30 ของพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัด
3. กลุ่มดินทราย ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 5 ของพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัด
4. กลุ่มดินภูเขา ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 15 ของพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัด
5. พื้นที่ภูเขา ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 35 ของพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัด
6. กลุ่มดินนา ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 10 ของพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัด

จังหวัดชุมพร มีพื้นที่ป่าครอบคลุมทุกอำเภอของจังหวัด แต่จะมีความหนาแน่นทางด้านทิศตะวันตกของพื้นที่จังหวัด โดยมีพื้นที่ทั้งหมดจำนวน 2,082,298 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 55.046 ของพื้นที่จังหวัด ในขณะที่พื้นที่ทางการเกษตรกลับเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 38.19 ในปี 2531 เป็นร้อยละ 54.04 ในปี 2544 สำหรับประเภทป่าในจังหวัดชุมพร จัดเป็นประเภทไม้ผลัดใบ ซึ่งจำแนกเป็น 3 ชนิด ตามลักษณะของสภาพป่าที่แตกต่างกัน ประกอบด้วย ป่าดิบชื้น ป่าชายเลน และป่าพรุ

สภาพทางอุทกวิทยาของจังหวัดชุมพร รวมเรียกว่าลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก ส่วนที่ 1 ซึ่งประกอบด้วย แม่น้ำลำคลองสายสั้นๆ ไหลจากเทือกเขาฝั่งตะวันตกของจังหวัด คือ เทือกเขาตะนาวศรี ซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำ ลงสู่อ่าวไทย ประกอบด้วยลุ่มน้ำสาขาและลุ่มน้ำย่อย (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, ม.ป.ป.)

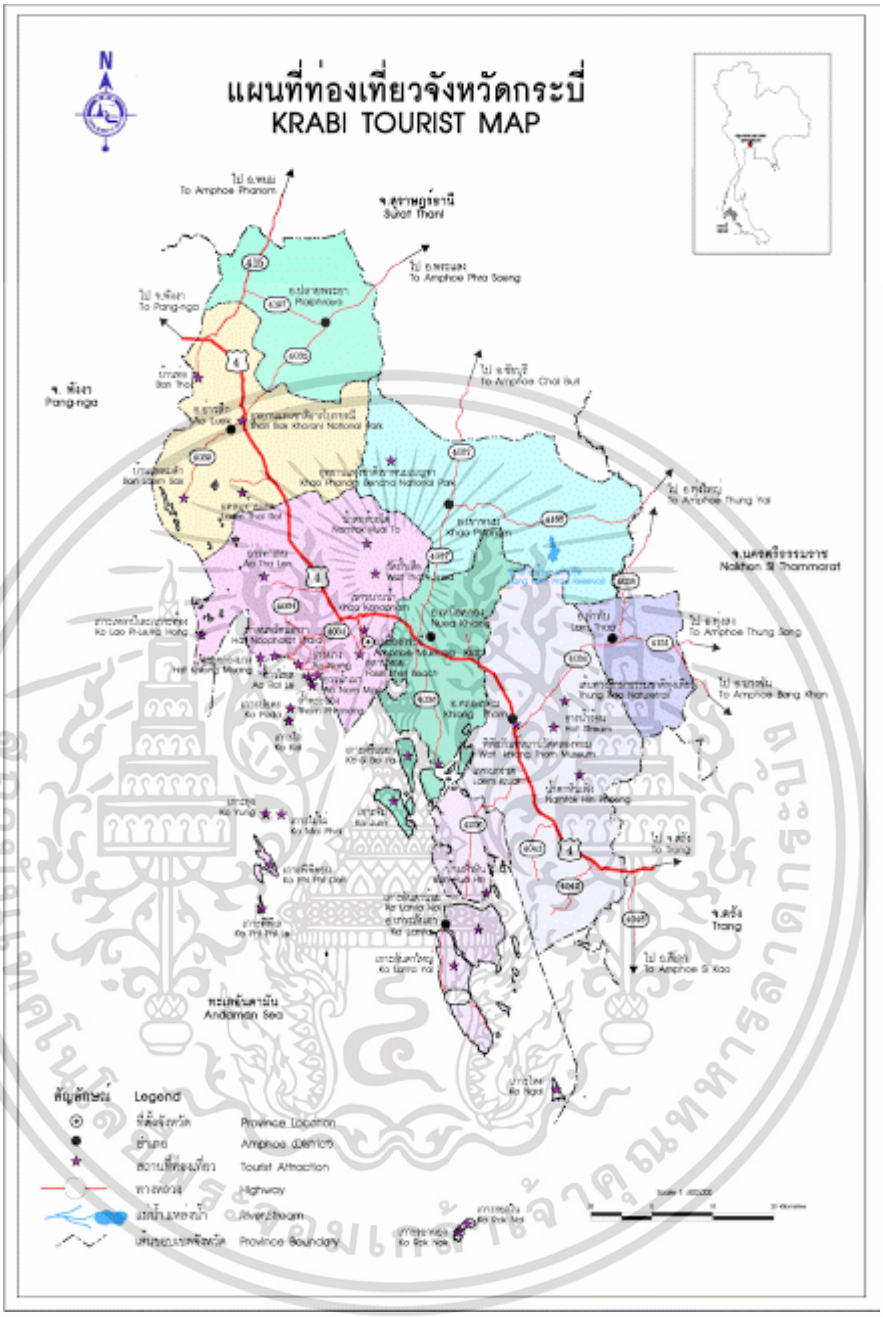
3.2 จังหวัดกระบี่

3.2.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

จังหวัดกระบี่ ตั้งอยู่ทางฝั่งทะเลตะวันตกติดกับทะเลอันดามัน อยู่ระหว่างละติจูดที่ 7 องศา 22 ลิปดา ถึง 8 องศา 41 ลิปดาเหนือ และลองติจูดที่ 98 องศา 21 ลิปดาตะวันออก ถึง 99 องศา 19 ลิปดาตะวันออก อยู่ห่างจากกรุงเทพฯ ตามทางหลวงแผ่นดินไปทางทิศใต้ ประมาณ 814 กิโลเมตร มีเนื้อที่ทั้งหมด 4,708.512 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 2,942,820 ไร่ แบ่งเขตการปกครองเป็น 8 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองกระบี่ อำเภอเขาพนม อำเภอเกาะลันตา อำเภอคลองท่อม อำเภออ่าวลึก อำเภอปลายพระยา อำเภอลำทับ และอำเภอเหนือคลอง มีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่อื่นๆ ดังนี้ (สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, ม.ป.ป.)

ทิศเหนือ จดจังหวัดพังพา และจังหวัดสุราษฎร์ธานี
ทิศใต้ จดจังหวัดตรังและทะเลอันดามัน
ทิศตะวันออก จดจังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดตรัง
ทิศตะวันตก จดจังหวัดพังพา และทะเลอันดามัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 แสดงที่ตั้งของจังหวัดกระบี่ และแผนที่ท่องเที่ยวจังหวัดกระบี่
ที่มา: กนกพร ดาวโคกสูง (ม.ป.ป.)

3.2.2 ลักษณะภูมิประเทศ

สภาพภูมิประเทศโดยทั่วไปของจังหวัดกระบี่ทางตอนเหนือประกอบด้วย เทือกเขายาวทอดตัวไปในแนวเหนือใต้สลับกับสภาพพื้นที่แบบลูกคลื่นลอนลาด และลอนชัน มีที่ราบชายฝั่งทะเลทางด้านตะวันตก บริเวณทางตอนใต้มีสภาพภูมิประเทศเป็นภูเขากระจัดกระจายสลับกับพื้นที่แบบลูกคลื่น ส่วนบริเวณทางตอนใต้สุด และตะวันตกเฉียงใต้ มีสภาพแบบลูกคลื่นลอนลาดจนถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่อนข้างเรียบ และมีภูเขาสูงๆ ต่ำๆ สลับกันไป บริเวณด้านตะวันตกมีลักษณะเป็นชายฝั่งติดกับทะเลอันดามัน ยาวประมาณ 160 กิโลเมตร ประกอบด้วยหมู่เกาะน้อยใหญ่ จำนวน 154 เกาะ แต่เป็นเกาะที่มีประชากรอาศัยอยู่เพียง 13 เกาะ เกาะที่สำคัญ ได้แก่ เกาะลันตา เป็นที่ตั้งของอำเภอเกาะลันตา และเกาะพีพี ซึ่งอยู่ในเขตอำเภอเมือง เป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่สวยงามติอันดับของโลก (องค์การบริหารส่วนจังหวัดกระบี่, 2556)

3.2.3 ลักษณะภูมิอากาศ

จังหวัดกระบี่มีภูมิอากาศแบบมรสุมในเขตร้อน และได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มีฝนตกชุกตลอดปีและมีเพียง 2 ฤดู

ฤดูร้อน เริ่มตั้งเดือนมกราคมจนถึงเดือนเมษายน

ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมไปจนถึงเดือนธันวาคม (องค์การบริหารส่วนจังหวัดกระบี่, 2556)

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เสาวลักษณ์ (2541) ได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดโปรตีนจากหัวและเครื่องในปลาทูน่า โดยใช้ 0.2 โมลาร์ ของโฟแตสเซียมที่อัตราส่วนวัตถุดิบต่อสารละลายสกัดเท่ากับ 1 ต่อ 10 พบว่าสภาวะสกัดที่เหมาะสมสำหรับหัวปลาทูน่า คือ พีเอช 13 อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลาสกัด 30 นาที และเครื่องในปลาทูน่าสกัด พีเอช 11 อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เวลาสกัด 120 นาที หลังจากนั้นตกตะกอนด้วยไอโซโพรพานอลอัตราส่วนโปรตีนสกัดต่อไอโซโพรพานอล เท่ากับ 1 ต่อ 3 โปรตีนสกัดที่ทำแห้งโดยระบบสุญญากาศ ของหัวปลาทูน่าและเครื่องใน มีปริมาณของโปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น เป็น 78.48 16.27 5.25 4.29 และ 87.10 4.75 8.14 5.01 ตามลำดับ ปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นของโปรตีนจากเครื่องใน มีปริมาณสูงกว่าจากหัวและมาตรฐาน FAO/WHO (1973) เล็กน้อย

Pravinkumar *et al.* (2012) ได้ทำการศึกษาระดับแคลเซียมและฟอสฟอรัสในกระดูกของปลามูลค่าต่ำ *Sardinella longiceps* (ปลาซาร์ดีนออยล์) และ *Trichurus savala* (ปลาริบบิ้น)โดยกระดูกและซากโครงกระดูกได้รับการบำบัดด้วยอัลคาไลน์-แอลกอฮอล์ตามระยะเวลาที่กำหนด จากนั้นจึงทำให้แห้งและบดให้เป็นผง ระดับแคลเซียมและฟอสฟอรัสถูกกำหนดโดยวิธีการทั้งเชิงปริมาตรและแบบเครื่องมือโดยใช้อะตอมมิกซ์การดูดซึมสเปกโทรสโกปี การวิเคราะห์ปริมาตรของแคลเซียมและฟอสฟอรัสเท่ากับ 28.98 เปอร์เซ็นต์ และ 14.2 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำมันซาร์ดีน 24.2 เปอร์เซ็นต์ และ 11.6 เปอร์เซ็นต์ ในปลาริบบิ้น ตามลำดับ การวิเคราะห์อะตอมมิกซ์ดูดกลืนสเปกโทรสโกปีของแคลเซียมและฟอสฟอรัสเท่ากับ 32.73 เปอร์เซ็นต์ และ 17.2 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปลาซาร์ดีนน้ำมันและ 27.17 เปอร์เซ็นต์ และ 10.83 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปลาริบบิ้นตามลำดับ ระดับโปรตีนอยู่ที่ 4.82 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำมันซาร์ดีน และ 3.97 เปอร์เซ็นต์ ในปลาริบบิ้นผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า กระดูกปลาซาร์ดีนอุดมไปด้วยแคลเซียม และจะนำไปใช้ในการผลิตผงแคลเซียมเพื่อรักษาโรคกระดูกพรุน

พรรณทิพย์ และ สิริรัตน์ (2555) ได้ทำการศึกษาผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าจากเศษเหลือจากการแปรรูปปลาโมง ประกอบด้วย หัว หนัง ไส้ เนื้อส่วนท้องกับไขมัน เศษเนื้อหลังตกแต่งและก้างกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยพบว่า ปลาขนาดน้ำหนักมากกว่า 1000 กรัม (L) มีองค์ประกอบของเศษเหลือเหล่านี้คิดเป็น ร้อยละ 19.3, 3.9, 5.5, 18.8, 10.0 และ 14.0 ตามลำดับ ในขณะที่ปลาขนาดน้ำหนักระหว่าง 600-1000 กรัม (S) มีองค์ประกอบเท่ากับ 24.2, 4.9, 5.4, 19.0, 5.7 และ 14.7 ตามลำดับ เมื่อนำเศษเหลือเหล่านี้ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า เศษเหลือของปลา L ประกอบด้วยความชื้นระหว่างร้อยละ 42.25-76.45 โปรตีนร้อยละ 12.40-31.51 ไขมันร้อยละ 9.28-41.99 และเถ้าร้อยละ 0.37-14.28 ส่วนเศษเหลือจากปลาขนาด S มีองค์ประกอบความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า เท่ากับร้อยละ 45.66-77.71, 12.63-27.2, 15.80-40.69, และ 0.42-13.72 ตามลำดับ

นำเศษเหลือจากการแปรรูปปลาโมง มาทดลองพัฒนาผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่ม ได้แก่ สารสกัดโปรตีนจากหัว และไส้ เจลาตินจากหนังปลา และแคลเซียมผงจากก้าง พบว่าสารสกัดโปรตีนหรือไฮโดรไลเสดจากการย่อยโปรตีนจากหัว และไส้ โดยใช้เอนไซม์ Protamex และ Flavourzyme ประกอบด้วยโปรตีนร้อยละ (โดยน้ำหนักแห้ง) 79.12 และ 75.88 ตามลำดับ และปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย เท่ากับ 399 และ 348.43 มิลลิกรัมต่อกรัมโปรตีน ตามลำดับ ซึ่งปริมาณและชนิดของกรดอะมิโนที่จำเป็นในไฮโดรไลเสดที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน (amino acid scoring pattern) ของ WHO (1973)

ส่วนการสกัดเจลาตินจากหนังปลาโมง ได้ผลผลิตแผ่นเจลาตินคิดเป็นร้อยละ 7.75 ของหนังปลาสดเจลาตินที่ได้มีความชื้นร้อยละ 9.48-9.72 ปริมาณเถ้าร้อยละ 0.22-0.38 ค่าความเป็นกรดด่างที่ 5.0-5.3 และมีความแข็งแรงของเจล เท่ากับ 485-550 กรัม และความหนืดระหว่าง 120-137 millipoise

การผลิตแคลเซียมผงจากก้าง โดยแปรวิธีทดลองผลิต 2 วิธี ได้แก่ การนำก้างที่กำจัดโปรตีนและไขมันแล้วไปอบแห้งและบดเป็นผงละเอียด (CA) ส่วนอีกวิธี นำก้างกระดูกไปผ่านความร้อนภายใต้ความดันที่ 121 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง แล้วจึงนำไปอบแห้งและบดเป็นผง (HCA) พบว่าผลผลิตแคลเซียมผง CA และ HCA เท่ากับร้อยละ 10.37 และ 9.0 ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมใน CA และ HCA เท่ากับร้อยละ (โดยน้ำหนักแห้ง) 26.67 และ 26.09 ตามลำดับ

Vijayan *et al*. (2016) การศึกษาเปรียบเทียบการสร้างสารอาหารของสองปลาทะเลน้ำลึก (*Neoepinnula orientalis* และ *Chlorophthalmus corniger)* และปลาน้ำกร่อย *(Scatophagus argus)* ปลาทะเลน้ำลึก (*N. orientalis* และ *C. corniger)* พบว่ามีปริมาณโปรตีนที่ใกล้เคียงกันคือ 18.6±0.9 และ 19.4±0.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เช่นเดียวกับของปลาน้ำกร่อย *(S. argus)* คือ 20.4±0.8 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไขมันของ *N. orientalis* เทียบเท่ากับ S. argus ในขณะที่ *C. corniger* พบว่ามีปริมาณไขมันสูงที่สุด 14.6±0.7 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าองค์ประกอบของกรดอะมิโนจะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยกับปลาน้ำกร่อย การวิเคราะห์ปลาทะเลน้ำลึกมีค่ากรดอะมิโนที่จำเป็น ได้แก่ ไลซีน ฟินิลอะลานีน ฮีสทิดีน รวมทั้งกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็น ได้แก่ กรดแอสพาร์ติก อาร์จินีน เซรีน กลูตาเมท โพรลีน ไกลซีน อะลานีน จากการศึกษายังยอมรับว่าปลาทะเลน้ำลึกเป็นแหล่งแร่ธาตุเทียบได้กับปลาน้ำกร่อย ปลาทะเลน้ำลึก *N. orientalis* เป็นแหล่งที่พบแร่ธาตุมากที่สุด คือ โซเดียม 5746±27 mg/kg^{-1} โพแทสเซียม 3438±19 mg/kg^{-1} แคลเซียม 4247±16 mg/kg^{-1} แมกนีเซียม 2253±21 mg/kg^{-1} ในขณะเดียวกัน *C. corniger* มีธาตุเหล็กสูงสุด คือ 120±1.5 mg/kg^{-1} และสังกะสี 135±2.8 mg/kg^{-1} ในขณะที่ *S. argus* มีแมงกานีสมากที่สุด คือ 358±2.8 mg/kg^{-1} และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิกเกิล 10.1±0.8 mg/kg^{-1} ระดับแคดเมียมใน *N. orientalis* 0.75±0.01 mg/kg^{-1} แสดงว่าสูงกว่าที่กำหนดเล็กน้อย จากการศึกษาปัจจุบัน พบว่า ปลาทะเลน้ำลึกทั้งสองชนิดมีสารอาหารที่คล้ายคลึงกัน มีค่าเท่ากับปลาน้ำกร่อย

Huang *et al.* (2019) การสำรวจจีโนมของปลาตะกรับเพศผู้และเพศเมีย ปลาตะกรับ เป็นปลาชนิดหนึ่งที่มีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวางภายในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของจีนจึงมีมูลค่าทางเศรษฐกิจที่สำคัญ อย่างไรก็ตามเรื่องนี้ ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการสำรวจจีโนมของปลาตะกรับ โดยใช้ (เทคนิค Next Generation Sequencing (NGS) รวม 55.699 GB (เพศเมีย) และ 51.047 GB (เพศผู้) ได้รับข้อมูลลำดับคุณภาพสูง ขนาดจีโนมอยู่ที่ประมาณ 598.73 (เพศเมีย) และ 597.60 (เพศผู้) Mbp. อัตราส่วนการทำซ้ำของลำดับถูกคำนวณเป็น 27.06 % (เพศเมีย) และ 26.99 % (เพศผู้). อัตราส่วนความแตกต่างกันคือ 0.37% สำหรับเพศเมีย และ 0.38% สำหรับเพศผู้ การอ่านถูกรวบรวมเป็น 444,961 (เพศเมีย) และ 453,459 (เพศผู้) ส่วนของกรด deoxyribonucleic (DNA) หรือผลิตภัณฑ์ของส่วนที่ทับซ้อนกันซึ่งประกอบกันเป็นลำดับ DNA ที่มีความยาว N50 5,747 และ 5,745 bp สำหรับเพศหญิงและเพศชายตามลำดับ ปริมาณ guanine-cytosine (GC) เฉลี่ยของจีโนมเพศหญิงเท่ากับ41.78% และ 41.82% สำหรับผู้ชาย มีการทำหมายเหตุประกอบรวม 42,869 (เพศเมีย) และ 43,283 (เพศผู้) ยีนไปยังฐานข้อมูลที่ไม่ซ้ำซ้อน (NR) และ ฐานข้อมูลของลำดับกรดอะมิโนจีโนมหญิงและชายมีอยู่ยีนหลักของ BUSCO 66.6% และ 67.8% ตามลำดับ การเกิดซ้ำของไดนิวคลีโอไทด์เป็นรูปแบบที่โดดเด่นของ Simple Sequence Repeat (SSR) ที่พบในเพศหญิง (68.69%) และเพศผู้ (68.56%) นอกจากนี้ชิ้นส่วนยีนของ Dmrt1 ถูกพบในจีโนมเพศชายเท่านั้น นี่เป็นรายงานฉบับแรกของ aการแสดงลักษณะเฉพาะทั้งจีโนมของปลาตะกรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างที่จะศึกษา

1.สัตว์ทดลอง

1.1 ปลาตะกรับจาก ตำบลบางสน อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร วันที่ 3 กันยายน พ.ศ. 2563 (เป็นตัวแทนจากปละตะกรับฝั่งอ่าวไทย)

1.2 ปลาตะกรับจาก ตำบลปากน้ำ อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร วันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ. 2563 (เป็นตัวแทนจากปละตะกรับฝั่งอ่าวไทย)

1.3 ปลาตะกรับจากอุทยานท่าปอม ตำบลเขาคราม อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่ วันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2563 (เป็นตัวแทนจากปละตะกรับฝั่งอันดามัน)

1.4 ปลาตะกรับจาก ตำบลคลองเขม้า อำเภอเหนือคลอง จังหวัดกระบี่ วันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2563 (เป็นตัวแทนจากปละตะกรับฝั่งอันดามัน)

อุปกรณ์/เครื่องมือ

2. สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลตัวอย่างและศึกษาตัวอย่าง

2.1 กล่องโฟม
2.2 อุปกรณ์ผ่าตัด ได้แก่ กรรไกร ใบมีดพร้อมด้ามมีด ปากคีบ เข็มเขี่ย เป็นต้น
2.3 เครื่องชั่งทศนิยม
2.4 ถาดใส่ปลา
2.5 ไม้บรรทัดวัดขนาดปลา
2.6 ถุงซิปล็อค

3. อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและแร่ธาตุของปลาตะกรับ

3.1 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ความชื้น

3.1.1 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
3.1.2 ถ้วยกระเบื้อง (Crucible)
3.1.3 โถดูดความชื้น (Desiccator)
3.1.4 เครื่องชั่งไฟฟ้าจุดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
3.1.5 คีมคีบ (Forcep)

3.2 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์เถ้า

3.2.1 เตาเผา (Muffle furanace)
3.2.2 ถ้วยกระเบื้อง (Crucible)
3.2.3 เครื่องชั่งไฟฟ้าจุดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 คีมคีบ (forcep)

3.3 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์โปรตีน

3.3.1 หลอดย่อยโปรตีน (Kjeldahl digestion tube)
3.3.2 ชุดสำหรับย่อย (Digestor และ Scrubber)
3.3.3 เครื่องสำหรับกลั่นอัตโนมัติ (Kjeltec 2200, Foss)
3.3.4 ปิเปตต์ (Pipette)
3.3.5 กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 25 ml
3.3.6 บิวเรตต์ (Buret)
3.3.7 เครื่องชั่งไฟฟ้าจุดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
3.3.8 ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 ml หรือ 500 ml
3.3.9 ขวดปรับปริมาตรสาร (Volumetric flask) ขนาด 1000 ml
3.3.10 แท่งแก้วคนสาร

3.4 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ไขมัน

3.4.1 เครื่องสกัดหาไขมันแบบอัตโนมัติ (Soxtee TM 2050, Foss)
3.4.2 บีกเกอร์สกัด (Aluminum extraction beaker)
3.4.3 ไส้กรองสาร (Extraction Thimble)
3.4.4 โถดูดความชื้น (Desiccator)
3.4.5 เครื่องชั่งไฟฟ้าจุดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
3.4.6 สำลี
3.4.7 กระดาษกรองเบอร์ 1

สารเคมี

1. สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและแร่ธาตุของปลาทู

1.1 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ไขมัน

1.1.1 ปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether)

1.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์โปรตีน

1.2.1 สารเร่งรวม (Catalyst mixture)
1.2.2 โซเดียมไฮดรอกไซด์ 45 % (NaOH)
1.2.3 กรดบอริค (H_3BO_3) 4 %
1.2.4 อินดิเคเตอร์รวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

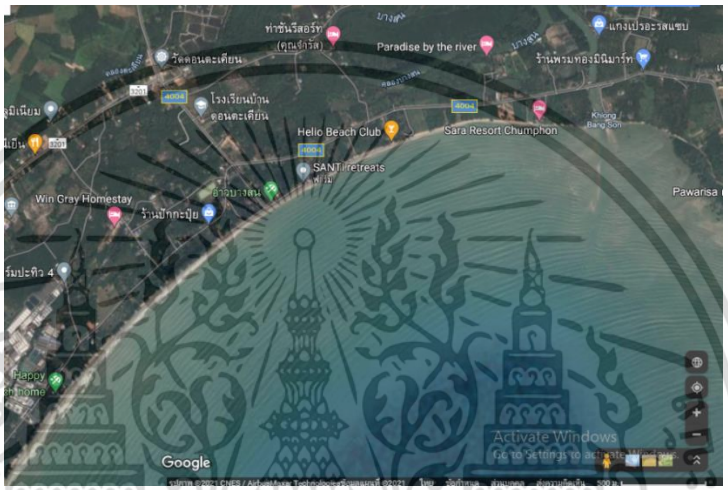
1.2.5 เมทิลออเรนจ์อินดิเคเตอร์

1.2.6 กรดซัลฟูริก (H_2SO_4)

วิธีการ

1. สถานที่เก็บตัวอย่าง

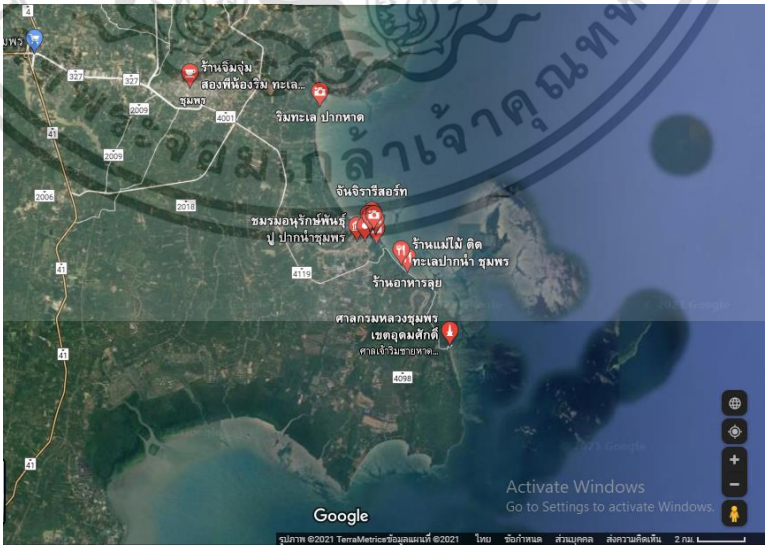
1.1 อ่าวบางสน ตำบลบางสน อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร วันที่ 3 กันยายน พ.ศ. 2563



ภาพที่ 5 อ่าวบางสน

ที่มา: https://www.google.com/maps/place/.

1.2 ปากน้ำชุมพร ตำบลปากน้ำ อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร วันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ. 2563

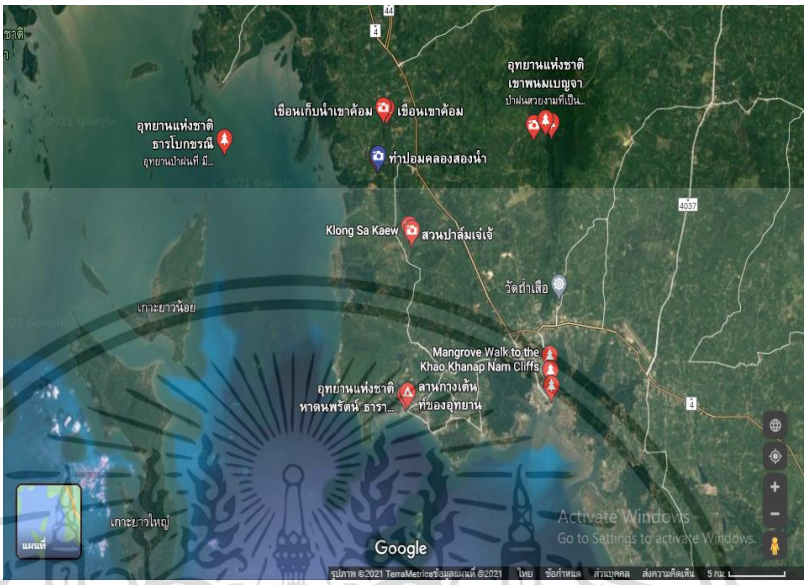


ภาพที่ 6 ปากน้ำชุมพร

ที่มา: https://www.google.com/maps/place/.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

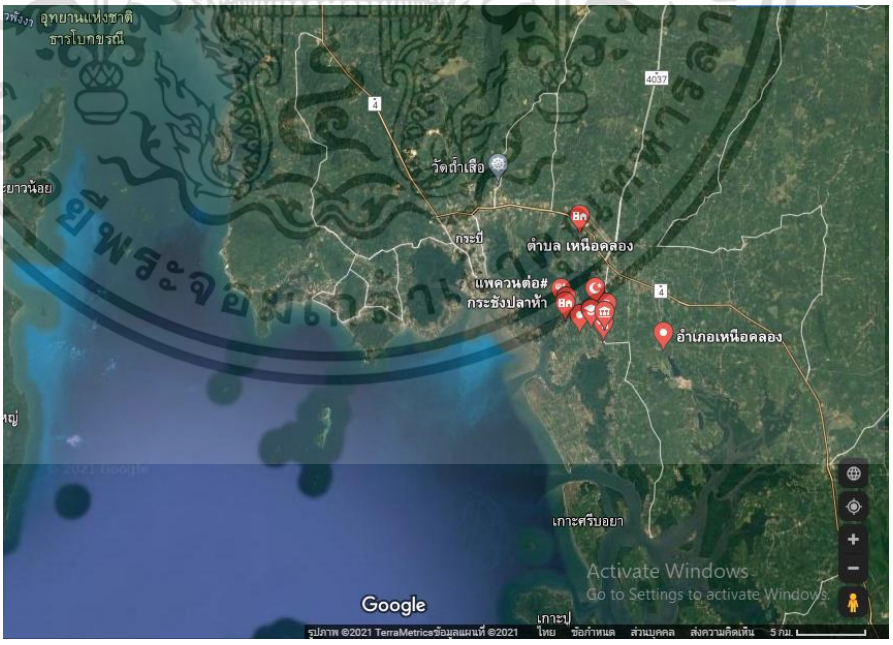
1.3 อุทยานท่าปอม ตำบลเขาคราม อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่ วันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2563



ภาพที่ 7 อุทยานท่าปอม

ที่มา: https://www.google.com/maps/place/.

1.4 แพควนต่อ ตำบลคลองเขม้า อำเภอเหนือคลอง จังหวัดกระบี่ วันที่ 31สิงหาคม พ.ศ. 2563



ภาพที่ 8 แพควนต่อ

ที่มา: https://www.google.com/maps/place/.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีการเก็บตัวอย่าง

นำตัวอย่างปลาตะกรับที่รวบรวมได้แต่ละสถานที่เก็บโดยถุงซิปล็อครักษาตัวอย่าง แล้วนำไปใส่ลังโฟมเพื่อนำไปทดลอง แล้วนำไปแช่ไว้ในตู้ที่อุณหภูมิ 4 องศา เพื่อคงความสดของปลาทูไว้ เพื่อจะนำไปใช้การทดลอง ให้ทำความสะอาดตัวอย่างและล้างด้วยน้ำจืดเพื่อขจัดเกลือออก

3. การวัดความยาวและน้ำหนักของปลาตะกรับ

3.1 ความยาวทั้งสิ้นหรือความยาวเหยียด (Total length, TL) หมายถึง การวัดความยาวเป็นเส้นตรงจากส่วนปลายสุดของจงอยปากจนถึงส่วนปลายสุดของครีบหาง

3.2 ความลึก (Body depth, BD) หมายถึง การวัดเป็นแนวดิ่งลงมาเป็นเส้นตรงจากส่วนบนสุดของตัวปลาเมื่อหุบครีบแล้ว จนถึงส่วนท้องของปลา

3.3 ความหนาของปลา วัดโดยการใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์ (Vernier caliper)

3.4 การชั่งน้ำหนัก นำปลาตะกรับทั้งตัวและส่วนต่างๆของปลาตะกรับที่แยกไว้มาตั้งบนฟอยล์ที่อยู่บนเครื่องชั่งทศนิยม แล้วทำการจดค่าน้ำหนัก

4. การเตรียมปลาตะกรับ

นำปลาตะกรับมาล้างด้วยน้ำจืดให้สะอาดหลังจากนั้นนำปลาตะกรับไปวัดขนาดแล้วนำไปผ่าเพื่อแยกส่วนในการทดลองจะแบ่งออกเป็น เนื้อ กระดูก อวัยวะภายในคือ ตับ กระเพาะลำไส้ หัวใจ และนำส่วนต่างๆไปชั่งด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง และนำเข้าไปเข้าตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนกว่าตัวอย่างในแต่ละส่วนจะแห้งสนิท แล้วนำตัวอย่างที่อบมาบดจนเป็นผง หลังจากนั้นบรรจุใส่ถุงพลาสติกให้มิดชิดแล้วนำไปเก็บไว้ที่ตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

5 .การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของปลาตะกรับ

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน และเยื่อใย ตามวิธีการของ AOAC (1999) ส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรตหาได้จากการคำนวณตามสูตร 100-(ความชื้น+โปรตีน+ไขมัน+เยื่อใย+เถ้า)

6. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

6.1 เตรียมถ้วยครูซิเบิล (Crucible) โดยการล้างทำความสะอาด เช็ดให้แห้ง ทำสัญลักษณ์โดยการบันทึกหมายเลขบริเวณก้นถ้วยครูซิเบิล (ใช้ดินสอ) นำถ้วยครูซิเบิลเข้าตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 40 นาที และทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

6.2 ชั่งและบันทึกน้ำหนักของถ้วยครูซิเบิลโดยละเอียด

6.3 ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ใส่ถ้วยครูซิเบิลและบันทึกน้ำหนักอย่างละเอียด (W_1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4 นำตัวอย่างเข้าตู้อบ โดยใช้อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง

6.5 นำตัวอย่างที่อบแล้วใส่โถดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็น บันทึกน้ำหนักของตัวอย่าง (W_3)

6.6 ทำซ้ำตามข้อ 1 ถึง 5 จนกระทั่งน้ำหนักที่ได้คงที่ โดยน้ำหนักหายไป คือ น้ำหนักของความชื้น

การคำนวณหาความชื้น

$$\text{ความชื้น (\%)} = \frac{(W_2-W_3)\times 100}{W_1}$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักของตัวอย่างก่อนอบแห้ง
W_2 = น้ำหนักของตัวอย่างและถ้วยครูซิเบิลก่อนอบแห้ง
W_3 = น้ำหนักของตัวอย่างและถ้วยครูซิเบิลหลังอบแห้ง

7.การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

7.1 เตรียมถ้วยครูซิเบิล (Crucible) โดยการล้างทำความสะอาด เช็ดให้แห้ง ทำสัญลักษณ์โดยการบันทึกหมายเลขบริเวณก้นถ้วยครูซิเบิล (ใช้ดินสอ) นำถ้วยครูซิเบิลเข้าตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 40 นาที และทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น และบันทึกน้ำหนักถ้วย (W_1)

7.2 ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ใส่ถ้วยครูซิเบิล (W_2)

7.3 นำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จนเถ้าเป็นสีขาว แสดงว่ายังมีคาร์บอนอยู่ให้หยดแอมโมเนียมไบคาร์บอเนต 2-3 หยด ทิ้งให้ระเหยจนแห้งแล้วนำไปเผาต่อจนได้เถ้าสีขาว

7.4 นำเข้าโถดูดความชื้นและเมื่อตัวอย่างเย็นดีแล้วนำออกชั่งทันที (W_3)

การคำนวณหาเถ้า

$$\text{เถ้า (\%)} = \frac{(W_3-W_1)\times 100}{W_2}$$

เมื่อ W_1 =น้ำหนักถ้วยครูซิเบิล
W_2 = น้ำหนักของตัวอย่างก่อนเผา
W_3 =น้ำหนักของตัวอย่างและถ้วยครูซิเบิลหลังเผา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

สารเคมี

8.1 กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) เข้มข้น 98 %

8.2 สารเร่งรวม (Catalyst mixture) เตรียมโดยผสม $K2SO_4$ 100 กรัม $CuSO_4$ 5H2O 10 กรัม และ Se power 1 กรัม บดให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน

8.3 โซเดียมไฮดรอกไซด์ 40 % (Sodium hydroxide, NaOH) เตรียมโดยละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 400 กรัม ในน้ำกลั่นประมาณ 600 มิลลิลิตร (ควรทำในตู้ดูดควัน) ทิ้งไว้ให้เย็น ปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร

8.4 กรดบอริค (Boric acid, H_3BO_3) 2 %

8.4.1 Mixed indication: ชั่งสาร Bromocresol green 0.132 กรัม และ methyl red 0.066 กรัม ใส่รวมกันใน Volumetric flask ขนาด 200 มิลลิลิตร ละลายด้วย ethanol แล้วปรับปริมาตรเป็น 200 มิลลิลิตร

8.4.2 Boric Acid : ละลายกรดบอริค (H_3BO_3) 20 กรัม ในน้ำร้อนที่ต้มจนเดือด 700 มิลลิลิตร วางทิ้งไว้ให้เย็น

8.4.3 เติม ethanol 200 มิลลิลิตร mixed indicator 20 มิลลิลิตร และกรดบอริค 700 มิลลิลิตร ลงใน Volumetric flask ขนาด 1000 มิลลิลิตร เขย่าของผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเติม NaOH ซึ่งมีความเข้มข้น 0.05 N ลงไปทีละ 2-3 หยด จนกระทั่งสารละลายมี pH ประมาณ 5 ซึ่งทดสอบได้โดยนำสารละลายที่ปรับ pH แล้วนำมา 1 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร (อาจต้องทดสอบหลายๆหลั่ง) จนสีของสารละลายที่ทดสอบเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อน (pale green) จึงปรับปริมาตรของสารละลายเป็น 1000 มิลลิลิตร

8.4.5 Standard sulfuric acid, 0.05 N (0.05 N H_2SO_4) : เตรียมโดยปิเปต กรด H_2SO_4 ความเข้มข้น 1N 50 มิลลิลิตร ลงใน Volumetric flask ขนาด 1000 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น เขย่าของผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันอีกครั้ง (เก็บในขวดที่มีฝาปิดและใส่ในตู้เย็น)

วิธีการ

ก. ขั้นตอนการย่อย (Digestion)

1. ชั่งตัวอย่างอาหารให้ได้น้ำหนักประมาณ 0.2 กรัม ใส่ในหลอดวิเคราะห์โปรตีน การเทตัวอย่างลงในหลอด ระวังอย่าให้ตัวอย่างหกหรือติดอยู่ตามผนังหลอด

2. เติมสารเร่งรวม 1 กรัม

3. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร ขณะที่เติมกรดหยดรอบๆผนังหลอดของ อย่างช้าๆ เพื่อชะเอาตัวอย่างที่อาจติดอยู่รอบๆผนังหลอดลงไปให้หมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. นำไปย่อยด้วยชุดเครื่องย่อยโปรตีน ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง แล้วเพิ่มอุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง และ 380 องศาเซลเซียส จนกระทั่งสารละลายใน flask มีสีเขียวใส ทิ้งไว้ให้เย็น

ข. ขั้นตอนการกลั่น (Distillation)

1 .รินน้ำกลั่นลงไปรอบๆหลอด เขย่าของผสมให้เข้ากันปล่อยไว้จนเย็นอีกครั้งหนึ่ง

2. นำขวดรูปชมพู่ขนาดประมาณ 125 มิลลิลิตร ใส่กรดบอริก 20 มิลลิลิตร

3. นำหลอดวิเคราะห์โปรตีนเข้ากับเครื่องกลั่น และต่อขวดรูปชมพู่เข้ากับเครื่องกลั่นโดยให้ปลายสาย ยางจากเครื่องจุ่มลงอยู่ในกรดบอริก เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในหลอดแก้วช้าๆจนกระทั่งสานละลายมีสีดำ

4. ทำการกลั่นจนกระทั่งไม่มีแก๊สแอมโมเนียมออกมาแล้วทำการกลั่นต่อไปอีก 10 นาที แล้วล้างสายยางของเครื่องกลั่นด้วยน้ำกลั่น นำขวดรูปชมพู่ออกจากเครื่องกลั่นเพื่อนำไปไตเตรท

ค. ขั้นตอนการไตเตรท (Titration)

1. นำไปไตเตรทด้วย Standard H_2SO_4 ที่ทราบความเข้มข้น (0.05 N) จนถึงจุดยุติ (End point) เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงแดง (สีของน้ำยา boric acid indicator ก่อนการกลั่นตัวอย่าง)

2. จดปริมาตรของ Standard H_2SO_4 ไว้เพื่อคำนวณต่อไป

การวิเคราะห์โปรตีน

$$\text{คำนวณ \% โปรตีน} = \frac{1.4\,(V_1-V_2)N \times 6.25}{W}$$

เมื่อ V_1 = ปริมาณของกรดมาตรฐานที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง

V_2 = ปริมาณของกรดมาตรฐานที่ใช้ไตเตรทตัวอย่างที่ใช้ตรวจสอบ

N = ความเข้มข้นของกรดเกลือเป็นนอร์มอล

W = น้ำหนักของตัวอย่างอาหาร

การตรวจหาความเข้มข้นของสารละลายเกลือมาตรฐาน

1. เตรียมสารละลายกรดเกลือ (hydrochloric acid, HCl) 0.1 N: เตรียมโดย ละลายกรดเกลือ 9 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เตรียมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate, Na_2CO_3) 0.1 N : เตรียมโดยอบโซเดียมคาร์บอเนตที่อุณหภูมิ 260-270 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งสาร 1.325 กรัม เติมน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 250 มิลลิลิตร และนำสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตมา 40 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 25 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร เติมเมทิลออเรนจ์ อินดิเคเตอร์ 2-3 หยด ทำการไตเตรทด้วยสารละลายกรดเกลือ 0.1 N คำนวณความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือโดยใช้สูตร

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

เมื่อ N_1 = ความเข้มข้นของสารละลายที่จะปรับค่า
N_2 = ความเข้มข้นของสารละลายที่ต้องการ
V_1 = ปริมาตรของสารละลายที่จะปรับค่า
V_2 = ปริมาตรของสารละลายที่ต้องการ

9. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (ใช้เครื่อง Soxhlet)

สารเคมี

1.ปิโตรเลียม อีเทอร์ (Petrolium ether)

วิธีการ

1.อบบีกเกอร์สกัดพร้อมลูกแก้ว ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมง วางไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น

2. ชั่งน้ำหนักบีกเกอร์สกัดพร้อมลูกแก้ว (W_1)

3 .ชั่งตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ใส่กระดาษกรองประมาณ 1-2 กรัม (W_2) ห่อให้มิดชิด ใส่ลงในหลอดสกัดตัวอย่างที่เตรียมไว้ นำไปใส่เข้ากับชุดวิเคราะห์ไขมัน

4. นำบีกเกอร์สกัดพร้อมลูกแก้วที่ชั่งน้ำหนักไว้แล้วเตรียมปิโตเลียม อีเทอร์ ประมาณ 80- 100 มิลลิลิตร

5. เปิดเครื่อง ปรับอุณหภูมิไปที่ 130 องศาเซลเซียส เปิดน้ำเข้าเครื่อง เปิดวาล์ว เลื่อนปุ่มไปที่ boiling ต้มให้เดือด 45 นาที

6. เลื่อนปุ่มไปที่ washing เพื่อล้างตัวอย่าง 10 นาที

7. ปิดวาล์ว เปิดสวิทซ์อากาศ เลื่อนปุ่มไปที่ recover เพื่อให้สารละเหยออกไป 5 นาที

8. ปิดเครื่อง อากาศและน้ำ แล้วเลื่อนปุ่ม recover กลับที่เดิม นำบีกเกอร์สกัดออกจากชุดวิเคราะห์ไขมัน แล้วนำไปอบที่ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 คืน หรือนำไปอบที่ 180 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. นำถ้วยออกมาใส่โถดูดความชื้น วางไว้ให้เย็น แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก (W_3)

การคำนวณหาไขมัน

$$\text{ไขมัน (\%)} = \frac{(W_3-W_1)\times 100}{W_2}$$

เมื่อ W1 = น้ำหนักบีกเกอร์สกัดพร้อมลูกแก้ว
W2 = น้ำหนักตัวอย่าง
W3 =น้ำหนักบีกเกอร์สกัดพร้อมลูกแก้วและไขมันหลังอบ

10.การวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุของปลาตะกรับ

10.1 วิธีการย่อยสลายโดยวิธี Dry ashing

10.1.1 ชั่งตัวอย่างจำนวน 200-400 มิลลิกรัม ใส่ในถ้วย crucible

10.1.2 เข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

10.1.3 หลังจากนั้นนำเถ้าที่ได้ไปละลายด้วย 1 N HCl 10 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง

10.1.4 กรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 93 แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร

10.2 การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในสารละลาย

สารเคมี

10.2.1 Molybdate-Vanate Solution ละลาย 25 กรัม Ammonium molybdate $(NH_4)Mo_7O_{24}.4H_2O$) ในน้ำอุ่น (อุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียส) และปรับปริมาตรเป็น 500 มล. ด้วยน้ำกลั่นใน volumetric flask ขนาด 500 มล. อีก 1 ใบ ละลาย ammoniumvanadate (NH_4VO_3) 1.25 กรัม ในกรด HNO_3 1 N จำนวน 500 มล. ก่อนใช้ผสมสารละลายทั้ง 2 ในอัตรา 1:1 สารละลายที่ได้สามารถเก็บไว้ได้ไม่เกิน 1 สัปดาห์ ดังนั้น จึงควรเตรียมเฉพาะในปริมาตรที่ต้องการใช้

10.2.2 Nitric acid 2 N

10.2.3 Standard Phosphorus 50 ppm: ละลาย monobasic potassium phosphate 0.220 กรัม ในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

ขั้นตอนการ develop สี

10.2.4 ปิเปต aliquot 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดที่มีขีดบอกปริมาตร 10 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.2.5 เติม HNO_3 2 N 2 มล. (20% ของ final volume)

10.2.6 เติม molybdate vanadate solution 1 มล. (10% ของ final volume) แล้วปรับปริมาตรเป็น 10 มล. ด้วยน้ำกลั่น

10.2.7 เขย่าและตั้งทิ้งไว้ให้เกิดสี 20 นาที วัดค่า % Transmittance ที่ wavelength 420 nm

การเตรียม Standard solution

10.2.8 เตรียม Standard solution ความเข้มข้นเท่ากับ 0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0, 12.5 และ 15.0 ppm. ใส่ในขวดปรับปริมาตร 25 มล. แล้วเติมกรด HNO_3 2N จำนวน 5 มล. และ molybdate vanadate solution จำนวน 2.5 มล. ปรับปริมาตรเป็น 25 มล. เขย่าให้เข้ากัน

การคำนวณ

$$\% P = \frac{Sx10x20x100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (g)} \times 10^6 \times \text{มล.ของ aliquot}}$$

เมื่อ S = ปริมาณฟอสฟอรัสที่อ่านได้จากตัวอย่าง เมื่อเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน

10.3 การวิเคราะห์ โพแทสเซียม โซเดียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง (K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu) ในสารละลาย

สารละลายที่ได้จากการเผาตัวอย่างสามารถนำไปวิเคราะห์ธาตุต่างๆ เช่น K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu เป็นต้น โดยใช้ atomic absorption spectrophotometer สำหรับ K และ Na อาจใช้ flame photometer ได้ในการวิเคราะห์ Ca ควรเติม strontium chloride 2.5 % ($SrCl_2$ 30.4 g ในน้ำกลั่น 1 ลิตร)ในอัตราส่วน 1 ส่วนต่อ aliquot 5 ส่วน (25% final volume ของตัวอย่าง

สารเคมี

10.3.1 Standard 1000 ppm. K: ละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) 1.9067 กรัม (ที่อบแห้ง) ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

10.3.2 Standard 1000 ppm. Ca: ละลายแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCo3, อบที่ 150 องศาเซลเซียส) 2.498 กรัม ด้วยกรดเกลือเล็กน้อยเพียงพอที่จะละลาย $CaCO_3$ หมด แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 1 ลิตร

10.3.3 Standard 1000 ppm. Mg: ละลายแมกนีเซียม 1.000 กรัม ด้วยกรดเกลือเพียงพอที่จะละลายหมด ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 1 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.3.4 Standard 1000 ppm. Na: ละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 2.541 กรัม (ที่อบแห้ง) ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

10.3.5Standard 100 ppm. Fe: ละลาย 0.7022 กรัม AR grade Fe wire หรือ $Fe(NH_4)2SO_4.6H_2O$ 0.1 g ใน 3 N H2SO4 จำนวน 100 ml. ตั้งไฟให้ร้อนจนเหล็กละลายหมด แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

10.3.6 Standard 1000 ppm. Mn: ละลาย 0.3076 กรัม manganous sulfate monohtdrate (MnSO4. H2O) ในน้ำกลั่น 200 ml. เติม HNO_3 เข้มข้น 1.5 ml. แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

10.3.7 Standard 1000 ppm. Zn: ละลาย Zn metal 0.100 กรัม ใน 1:1 HCl 50 ml. แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

10.3.8 Standard 1000 ppm. Cu: ละลาย Cu metal 0.100 กรัม ใน 1:1 HCl 50 ml. แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

10.3.9 Strontium chloride 2.5 % : ละลาย $SrCl_2.6H_2O$ 30.4 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร

10.4 วิธีการเตรียมสารมาตรฐาน

10.4.1 สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมเข้มข้น 0, 2, 4, 6 และ 8 ppm. ปิเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมเข้มข้น 1000 ppm 10 ml. ใส่ในขวดปรับปริมาตร และทำให้เป็น 100 มล.ด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมเข้มข้น 100 ppm. หลังจากนั้นปิเปตสารละลายนี้ 0, 2, 4, 6 และ 8 มล. ใส่ในขวดและปรับปริมาตรและทำให้เป็น 100 มล. ด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมเข้มข้น 0, 2,4,6 และ 8 ppm ตามลำดับ

10.4.2 สารละลายมาตรฐานแคลเซียมเข้มข้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 ppm. ปิเปตสารละลายมาตรฐานแคลเซียมเข้มข้น 1000 ppm 10 ml. ใส่ในขวดปรับปริมาตร และทำให้เป็น 100 มล.ด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายมาตรฐานแคลเซียมเข้มข้น 100 ppm. หลังจากนั้นปิเปตสารละลายนี้ 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 มล. ใส่ในขวดปรับปริมาตร แต่ละขวดเติมสารละลาย $SrCl_2$ 25 ml. ทำให้เป็น 100 มล. ด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมเข้มข้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 ppm ตามลำดับ

10.4.3 สารละลายมาตรฐานแมกนีเซียมเข้มข้น 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1 ppm. ปิเปตสารละลายมาตรฐานแมกนีเซียมเข้มข้น 1000 ppm 10 ml. ใส่ในขวดปรับปริมาตร และทำให้เป็น 100 มล.ด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายมาตรฐานแมกนีเซียมเข้มข้น 100 ppm. หลังจากนั้นปิเปตสารละลายนี้ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1 มล. ใส่ในขวดปรับปริมาตร แต่ละขวดเติมสารละลาย $SrCl_2$ 25 ml. ทำให้เป็น 100 มล. ด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายมาตรฐานแมกนีเซียมเข้มข้น 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1 ppm ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.4.4 สารละลายมาตรฐานโซเดียมเข้มข้น 0, 2, 4, 6 และ 8 ppm. ปิเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมเข้มข้น 1000 ppm 10 ml. ใส่ในขวดปรับปริมาตร และทำให้เป็น 100 มล.ด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายมาตรฐานโซเดียมเข้มข้น 100 ppm. หลังจากนั้นปิเปตสารละลายนี้ 0, 2, 4, 6 และ 8 มล. ใส่ในขวดและปรับปริมาตรและทำให้เป็น 100 มล. ด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายมาตรฐานโซเดียมเข้มข้น 0,2,4,6 และ 8 ppm ตามลำดับ

10.4.5 สารละลายมาตรฐานเหล็กเข้มข้น 0, 2 ,4, 6, 8 และ 10 ppm. ปิเปตสารละลายมาตรฐานเหล็กเข้มข้น 100 ppm จำนวน 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 มล. ลงใน volumetric flask ขนาด 50 มล. แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายมาตรฐานเหล็กเข้มข้น 0,2,4,6,8 และ 10 ppm ตามลำดับ

10.4.6 สารละลายมาตรฐานแมกกานีสเข้มข้น 0, 1, 2, 3 และ 4 ppm. ปิเปตสารละลายมาตรฐานแมงกานีสเข้มข้น 100 ppm จำนวน 0, 0.5, 1, 1.5 และ 2 มล. ลงใน volumetric flask ขนาด 50 มล. แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายมาตรฐานแมงกานีสเข้มข้น 0, 1, 2, 3 และ 4 ppm ตามลำดับ

10.4.7 สารละลายมาตรฐานทองแดงเข้มข้น 0, 0.5, 1.0 และ 2.0 ppm. ปิเปตสารละลายมาตรฐานทองแดงเข้มข้น 100 ppm จำนวน 0, 0.25, 0.5 และ 1.0 มล. ลงใน volumetric flask ขนาด 50 มล. แล้วปรับปริมาตรด้วย DTPA จะได้สารละลายมาตรฐานทองแดงเข้มข้น 0, 0.5 ,1 และ 2 ppm ตามลำดับ

10.4.8 สารละลายมาตรฐานสังกะสีเข้มข้น 0, 0.5, 1.0 และ 2.0 ppm. ปิเปตสารละลายมาตรฐานสังกะสีเข้มข้น 100 ppm จำนวน 0, 0.25, 0.5 และ 1.0 มล. ลงใน volumetric flask ขนาด 50 มล. แล้วปรับปริมาตรด้วย DTPA จะได้สารละลายมาตรฐานสังกะสีเข้มข้น 0, 0.5, 1.0 และ 2.0 ppm ตามลำดับ

การคำนวณ

$$\% \text{ ธาตุนั้นๆ} = \frac{s \times 10 \times 20 \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (g)} \times 10^6 \times \text{มล.ของ aliquot}}$$

เมื่อ S = ปริมาณฟอสฟอรัสที่อ่านได้จากตัวอย่าง เมื่อเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน

11. แผนการทดลอง และการเก็บรวบรวมข้อมูล

11.1 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD- complete randomizes design) โดยการนำปลาตะกรับ เพศผู้และเพศเมียจากฝั่งอันดามันและอ่าวไทย จำนวน 24 ตัว แบ่งชุดการทดลองเป็น 4 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดการทดลองที่ 1 ปลาตะกรับตัวผู้ฝั่งอ่าวไทย นำมาจาก ตำบลบางสน อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร วันที่ 3 กันยายน พ.ศ. 2563

ชุดการทดลองที่ 2 ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทย นำมาจาก ตำบลปากน้ำ อำเภอเมือง จังหวัดชุมพรวันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ. 2563

ชุดการทดลองที่ 3 ปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามัน นำมาจาก ตำบลคลองเขม้า อำเภอเหนือคลอง จังหวัดกระบี่ วันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2563

ชุดการทดลองที่ 4 ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามัน นำมาจากอุทยานท่าปอม ตำบลเขาคราม อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่ วันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2563

11.2 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD- complete randomizes design) โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 การทดลอง (Teatments) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีและปริมาณแร่ธาตุของปลาตะกรับทั้งเพศผู้และเพศเมียของฝั่งอันดามันและอ่าวไทย

12. การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's New Multiple Range Test (Duncan, 1955)

13. สถานที่ทำการทดลอง

อาคารปฏิบัติการสาขาวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ ห้องปฏิบัติการโภชนศาสตร์ 222 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

อาคารเรียนรวม ห้อง 208 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลและวิจารณ์

1. การวิเคราะห์ความยาวและน้ำหนักของปลาตะกรับ

ผลของการวิเคราะห์ความยาวและน้ำหนักปลาตะกรับเพศผู้กับเพศเมียจากฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย มีลักษณะ ความยาว (Total length) ความลึก (Body depth) ความหนา (Thickness) น้ำหนักทั้งตัวของปลาตะกรับ

1.1 ความยาวทั้งหมด (Total length)

ผลของการวิเคราะห์ความยาวทั้งหมดปลาตะกรับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยปละตะรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยมีความยาวมากที่สุด คือ 13.73±0.70 เซนติเมตร รองลงมา คือปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทย ปลาตะกรับเพศเมียกับเพศผู้ฝั่งอันดามัน คือ 12.21±1.79, 11.40±0.97และ 10.89±0.53 เซนติเมตร ตามลำดับ

1.2 ความลึก (Body depth)

ผลของการวิเคราะห์ความลึกของปลาตะกรับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยปลาตะรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยมีความลึกมากที่สุด คือ 7.77±0.35 เซนติเมตร รองลงมา คือปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทย ปลาตะกรับเพศเมียกับเพศผู้ฝั่งอันดามัน คือ 12.21±1.79, 11.40±0.97 และ 10.89±0.53 เซนติเมตร ตามลำดับ

1.3 ความหนา (Thickness)

ผลของการวิเคราะห์ความลึกของปลาตะกรับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยปลา ตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยมีความหนามากที่สุด คือ 2.22±0.12 เซนติเมตร รองลงมา คือ ปลาตะกรับ เพศผู้ฝั่งอ่าวไทย 1.66±0.34 เซนติเมตร ปลาตะกรับเพศเมียกับเพศผู้ฝั่งอันดามัน คือ 1.38±0.13 และ 1.28±0.12 เซนติเมตร ตามลำดับ

1.4 น้ำหนักปลาตะกรับ (Weight)

ผลของการวิเคราะห์น้ำหนักทั้งหมดของปลาตะกรับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยมีน้ำหนักทั้งหมดมากที่สุด คือ 95.70±16.00 เซนติเมตร รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทย 62.61±27.40 เซนติเมตร รองลงมา คือปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามัน 47.04±12.50 เซนติเมตร และ ปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีน้ำหนักทั้งหมดน้อยที่สุด คือ 38.30±5.67 เซนติเมตร

2. องค์ประกอบทางเคมีของปลาตะกรับทั้งตัว

ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปลาตะกรับทั้งตัวเพศผู้กับเพศเมียจากฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย มีปริมาณความชื้นฐานเปียก ความชื้นฐานแห้ง เถ้า โปรตีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ความชื้นฐานเปียก

ปริมาณความชื้นฐานเปียกของปลาตะกรับทั้งตัว ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 25.56±0.93 - 30.76±2.77 เปอร์เซ็นต์

2.2 ความชื้นฐานแห้ง

ปริมาณความชื้นฐานแห้งของปลาตะกรับทั้งตัว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณความชื้นมากที่สุด คือ 4.55±1.07 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามัน คือ 3.13±0.41 เปอร์เซ็นต์ ปลาตะกรับเพศเมียของฝั่งอันดามันและอ่าวไทยมีปริมาณความชื้นน้อยที่สุด คือ 2.84±0.51 และ 2.37±0.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2.3 เถ้า

ปริมาณเถ้าของปลาตะกรับทั้งตัว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศเมียและเพศผู้ฝั่งอันดามัน ปลาตะกรับเพศผู้ของฝั่งอ่าวไทย มีปริมาณเถ้ามากที่สุดคือ 25.69±0.70 , 25.24±0.88 และ 21.27±3.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณเถ้าน้อยที่สุด คือ 14.73±2.70 เปอร์เซ็นต์

2.4 โปรตีน

ปริมาณโปรตีนของปลาตะกรับทั้งตัว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณโปรตีนมากที่สุด 64.79±1.26 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามัน คือ 61.91±0.78 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศผู้ของฝั่งอ่าวไทย คือ 56.94±1.27 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณโปรตีนน้อยที่สุด คือ 52.82±1.32 เปอร์เซ็นต์

3. ปริมาณแร่ธาตุของปลาตะกรับทั้งตัว

ผลของการวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุของปลาตะกรับทั้งตัวเพศผู้กับเพศเมียจากฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย มีปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี

3.1 ฟอสฟอรัส (Phosphorus: P)

ปริมาณฟอสฟอรัสของปลาตะกรับทั้งตัว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามันมีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุด คือ 5.58±0.09 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามัน คือ 4.43±0.06 เปอร์เซ็นต์ ปลาตะกรับเพศเมียและเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยที่สุดคือ 2.62±0.04 และ 2.61±0.02เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 โพแทสเซียม (Potassium: K)

ปริมาณโพแทสเซียมของปลาตะกรับทั้งตัว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศเมียและเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณโพแทสเซียมมากที่สุด คือ 0.68±0.01 และ 0.66 ±0.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยคือ0.52±0.01เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณโพแทสเซียมน้อยที่สุด คือ 0.43 ±0.01 เปอร์เซ็นต์

3.3 แคลเซียม (Calcium: Ca)

ปริมาณแคลเซียมของปลาตะกรับทั้งตัว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณแคลเซียมมากที่สุด คือ 5.80 ±0.04 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามัน คือ 5.55 ±0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทย 3.50 ±1.27 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณแคลเซียมน้อยที่สุด คือ 3.23 ±0.06 เปอร์เซ็นต์

3.4 แมกนีเซียม (Magnesium: Mg)

ปริมาณแมกนีเซียมของปลาตะกรับทั้งตัว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศผู้และเพศเมียฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณแมกนีเซียมมากที่สุด คือ 0.17±0.01 และ 0.16±0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปลาตะกรับเพศผู้และเพศเมียฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณแมกนีเซียมน้อยที่สุด คือ 0.08±0.00 และ 0.07±0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

3.5 โซเดียม (Sodium: Na)

ปริมาณโซเดียมของปลาตะกรับทั้งตัว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณโซเดียมมากที่สุด คือ 0.86±0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามัน คือ 0.57±0.01 เปอร์เซ็นต์ ปลาตะกรับเพศผู้และเพศเมียฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณโซเดียมน้อยที่สุดคือ 0.07±0.00 และ 0.06±0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

3.6 เหล็ก (Iron: Fe)

ปริมาณเหล็กของปลาตะกรับทั้งตัว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณเหล็กมากที่สุด คือ 546.55±1.08 ppm รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามัน คือ 532.70±0.47 ppm รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทย 477.60±1.11 ppm และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณเหล็กน้อยที่สุดคือ 404.97±1.76 ppm

3.7 แมงกานีส (Manganese: Mn)

ปริมาณแมงกานีสของปลาตะกรับทั้งตัว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณแมงกานีสมากที่สุด คือ 67.54±0.68 ppm รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทย คือ 62.54±0.76 ppm รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามัน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

39.22±0.64 ppm และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณแมงกานีสน้อยที่สุด คือ 33.42±0.94 ppm

3.8 ทองแดง (Copper: Cu)

ปริมาณทองแดงของปลาตะกรับทั้งตัว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณทองแดงมากที่สุด คือ 3.79±0.08 ppm รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามัน 3.61±0.04 ppm ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามันและปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณทองแดงน้อยที่สุดคือ 2.82±0.11 และ 2.81±0.67 ppm ตามลำดับ

3.9 สังกะสี (Zinc: Zn)

ปริมาณสังกะสีของปลาตะกรับทั้งตัว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามันมีปริมาณสังกะสีมากที่สุด คือ 85.93±1.40 ppm รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันและปลาตะกรับเพศเมียของฝั่งอ่าวไทย 78.82±1.02 และ 76.77±0.50 ppm ตามลำดับ และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณสังกะสีน้อยที่สุด คือ 69.10±0.43 ppm

4. องค์ประกอบทางเคมีของกระดูกปลาตะกรับ

ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกระดูกจากปลาตะกรับของ ฝั่งอันดามันและอ่าวไทย ทั้งเพศผู้กับเพศเมีย มีปริมาณความชื้นฐานเปียก ความชื้นฐานแห้ง เถ้า โปรตีน

4.1 ความชื้นฐานเปียก

ปริมาณความชื้นฐานเปียกของกระดูกปลาตะกรับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณความชื้นฐานเปียกมากที่สุด 38.04± 1.08 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทย 34.07±1.79 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามัน 32.22±0.72 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณความชื้นฐานเปียกน้อยที่สุด คือ 29.77±0.19 เปอร์เซ็นต์

4.2 ความชื้นฐานแห้ง

ปริมาณความชื้นฐานแห้งของกระดูกปลาตะกรับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 2.45±0.36 - 3.00±0.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4.3 เถ้า

ปริมาณเถ้าของกระดูกปลาตะกรับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งและเพศเมียฝั่งอันดามัน มีปริมาณเถ้ามากที่สุด คือ 31.76±1.73 และ 29.86±1.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียของฝั่งอ่าวไทย 26.24±1.69 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณเถ้าน้อยที่สุด คือ 21.86±0.82 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 โปรตีน

ปริมาณโปรตีนของกระดูกปลาตะกรับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณโปรตีนมากที่สุด คือ 55.52±0.80 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามันและปลาตะกรับเพศเมียของฝั่งอ่าวไทย 49.55±0.66 และ 47.96±1.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณโปรตีนน้อยที่สุด คือ 44.02±0.56 เปอร์เซ็นต์

5.ปริมาณแร่ธาตุของกระดูกปลาตะกรับ

ผลของการวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุของกระดูกปลาตะกรับเพศผู้กับเพศเมียจากฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย มีปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี

5.1 ฟอสฟอรัส (Phosphorus: P)

ปริมาณฟอสฟอรัสของกระดูกปลาตะกรับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุด คือ 7.47±0.05 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียอันดามัน 5.42±0.04 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทย คือ 4.56±0.03 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยที่สุด คือ 3.44±0.04 เปอร์เซ็นต์

5.2 โพแทสเซียม (Potassium: K)

ปริมาณโพแทสเซียมของกระดูกปลาตะกรับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามันมีปริมาณโพแทสเซียมมากที่สุด คือ 0.54±0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามัน 0.52±0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทย คือ 0.37±0.01 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณโพแทสเซียมน้อยที่สุดคือ 0.34 ±0.01 เปอร์เซ็นต์

5.3 แคลเซียม (Calcium: Ca)

ปริมาณแคลเซียมของกระดูกปลาตะกรับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามันมีปริมาณแคลเซียมมากที่สุด 9.11±0.02 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทย คือ 8.23±0.10 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ ปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามัน คือ 6.85±0.08 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณแคลเซียมน้อยที่สุดคือ 4.85±0.07 เปอร์เซ็นต์

5.4 แมกนีเซียม (Magnesium: Mg)

ปริมาณแมกนีเซียมของกระดูกปลาตะกรับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันและปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามันมีปริมาณแมกนีเซียมมากที่สุด คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.16±0.01 และ 0.15±0.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทย 0.13±0.01 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณแมกนีเซียมน้อยที่สุด คือ 0.09±0.00 เปอร์เซ็นต์

5.5 โซเดียม (Sodium: Na)

ปริมาณโซเดียมของกระดูกปลาตะกรับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณโซเดียมมากที่สุด คือ 0.83±0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทย 0.77±0.01เปอร์เซ็นต์ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามัน คือ 0.69 ±0.01 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณโซเดียมน้อยที่สุด คือ 0.06±0.00 เปอร์เซ็นต์

5.6 เหล็ก (Iron: Fe)

ปริมาณเหล็กของกระดูกปลาตะกรับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณเหล็กมากที่สุด คือ 82.47±0.64 ppm รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียและเพศผู้ฝั่งอันดามัน 73.56±0.54 และ73.32±0.89 ppm ตามลำดับ และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณเหล็กน้อยที่สุด คือ 47.71±1.49 ppm

5.7 แมงกานีส (Manganese: Mn)

ปริมาณแมงกานีสของกระดูกปลาตะกรับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณแมงกานีสมากที่สุด 67.73±0.84 ppm รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามัน คือ 55.47 ±0.73 ppm รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามัน 53.62±0.96 ppm และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณแมงกานีสน้อยที่สุด คือ 41.83±0.35 ppm

5.8 ทองแดง (Copper: Cu)

ปริมาณทองแดงของกระดูกปลาตะกรับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามันมีปริมาณทองแดงมากที่สุด คือ 2.70±0.01 ppm รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามัน ปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทย และปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณทองแดงน้อยที่สุด คือ 2.36±0.4 , 2.32±0.01 และ 2.31±0.02 ppm ตามลำดับ

5.9 สังกะสี (Zinc: Zn)

ปริมาณสังกะสีของกระดูกปลาตะกรับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณสังกะสีมากที่สุด คือ 89.32±0.85 ppm รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทย 87.68±0.32 ppm รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทย 78.32±0.86 ppm และปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามันมีปริมาณสังกะสีน้อยที่สุด คือ 60.49±0.47 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาตะกรับ

ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาตะกรับเพศผู้และเพศเมียจากฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย มีปริมาณความชื้นฐานเปียก ความชื้นฐานแห้ง เถ้า โปรตีน

6.1 ความชื้นฐานเปียก

ปริมาณความชื้นฐานเปียกของเนื้อปลาตะกรับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณความชื้นฐานเปียกมากที่สุด คือ 30.73± 0.18 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทย ปลาตะกรับเพศเมียและเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณความชื้นฐานเปียกน้อยที่สุด คือ 23.98±1.53, 23.40±0.35 และ22.97 ±0.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

6.2 ความชื้น

ปริมาณความชื้นของเนื้อปลาตะกรับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยปลาตะกรับเพศผู้และเพศเมียฝั่งอันดามันมีปริมาณความชื้นมากที่สุด คือ 5.46±0.33 และ 4.96±1.80 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียและเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณความชื้นน้อยที่สุด คือ 2.75±0.55 และ 2.10±0.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

6.3 เถ้า

ปริมาณเถ้าของเนื้อปลาตะกรับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามัน ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยและปลาตะกรับเพศผู้ของฝั่งอันดามัน มีปริมาณเถ้ามากที่สุด คือ 8.76±0.58 ,8.47±0.84 และ 8.32±0.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณเถ้าน้อยที่สุด คือ 6.44±0.41 เปอร์เซ็นต์

6.4 โปรตีน

ปริมาณโปรตีนของเนื้อปลาตะกรับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณโปรตีนมากที่สุด คือ 86.26±0.02 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามัน 83.69±1.12เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทย 76.61±0.62 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณโปรตีนน้อยที่สุด คือ 73.24±0.30 เปอร์เซ็นต์

7.ปริมาณแร่ธาตุของเนื้อปลาตะกรับ

ผลของการวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุของกระดูกปลาตะกรับของ ฝั่งอันดามัน เพศผู้กับเพศเมีย และฝั่งอ่าวไทย เพศผู้กับเพศเมีย มีปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.1 ฟอสฟอรัส (Phosphorus: P)

ปริมาณฟอสฟอรัสของเนื้อปลาตะกรับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุด 1.90±0.02 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามัน คือ 1.79±0.03 เปอร์เซ็นต์ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทย คือ 1.57±0.01 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยที่สุดคือ 1.34±0.01 เปอร์เซ็นต์

7.2 โพแทสเซียม (Potassium: K)

ปริมาณโพแทสเซียมของเนื้อปลาตะกรับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามันมีปริมาณโพแทสเซียมมากที่สุด คือ 0.99±0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามัน 0.83±0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทย 0.63±0.00 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณโพแทสเซียมน้อยที่สุดคือ 0.56±0.01 เปอร์เซ็นต์

7.3 แคลเซียม (Calcium: Ca)

ปริมาณแคลเซียมของเนื้อปลาตะกรับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณแคลเซียมมากที่สุด คือ 1.67±0.06 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามัน 1.54±0.02 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศผู้และเพศเมียฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณแคลเซียมน้อยที่สุด คือ 1.25±0.06 และ 1.23±0.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

7.4 แมกนีเซียม (Magnesium: Mg)

ปริมาณแมกนีเซียมของเนื้อปลาตะกรับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณแมกนีเซียมมากที่สุด คือ 0.13±0.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามัน คือ 0.09±0.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทย 0.07±0.00 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณแมกนีเซียมน้อยที่สุดคือ 0.06±0.00 เปอร์เซ็นต์

7.5 โซเดียม (Sodium: Na)

ปริมาณโซเดียมของเนื้อปลาตะกรับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณโซเดียมมากที่สุด คือ 0.72±0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามันและปลาตะกรับเพศเมียของฝั่งอ่าวไทย คือ 0.54±0.01 และ 0.53±0.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณโซเดียมน้อยที่สุด คือ 0.05±0.00 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.6 เหล็ก (Iron: Fe)

ปริมาณเหล็กของเนื้อปลาตะกรับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณเหล็กมากที่สุด คือ 47.80±0.67 ppm รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยและปลาตะกรับเพศเมียของฝั่งอันดามัน คือ 38.64±0.77 และ 37.30±0.60 ppm ตามลำดับ และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณเหล็กน้อยที่สุด คือ 27.62±1.08 ppm

7.7 แมงกานีส (Manganese: Mn)

ปริมาณแมงกานีสของเนื้อปลาตะกรับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณแมงกานีสมากที่สุด คือ 18.70±0.70 ppm รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียและเพศผู้ของฝั่งอันดามัน คือ 13.42±0.75 และ 11.98±0.80 ppm ตามลำดับ และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณเหล็กน้อยที่สุด คือ 7.84±0.12 ppm

7.8 ทองแดง (Copper: Cu)

ปริมาณทองแดงของเนื้อปลาตะกรับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณทองแดงมากที่สุด คือ 4.37±0.06 ppm รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทย 4.13±0.06 ppm รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามัน 3.55±0.03 ppm และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณทองแดงน้อยที่สุด คือ 2.75±0.07 ppm

7.9 สังกะสี (Zinc: Zn)

ปริมาณสังกะสีของเนื้อปลาตะกรับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณสังกะสีมากที่สุด คือ 87.73±0.39 ppm รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามัน 55.05±0.85 ppm รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามัน 48.02±0.55 ppm และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณสังกะสีน้อยที่สุด คือ 42.91 ±0.55 ppm

8. องค์ประกอบทางเคมีของอวัยวะภายในปลาตะกรับ

ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอวัยวะภายในปลาตะกรับเพศผู้กับเพศเมียจากฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย มีปริมาณความชื้นฐานเปียก ความชื้นฐานเปียก เถ้า โปรตีน

8.1 ความชื้นฐานเปียก

ปริมาณความชื้นฐานเปียกของอวัยวะภายในปลาตะกรับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณความชื้นฐานเปียกมากที่สุด คือ 27.63± 1.47 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทย ปลาตะกรับเพศเมียและเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณความชื้นฐานเปียกน้อยที่สุด คือ 20.88±1.50 ,20.03±4.11 และ 18.38±0.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.2 ความชื้น

ปริมาณความชื้นของอวัยวะภายในปลาตะกรับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) โดยอยู่ในช่วง 5.42±0.39 - 7.70±1.43 เปอร์เซ็นต์

8.3 เถ้า

ปริมาณเถ้าของอวัยวะภายในปลาตะกรับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทย ปลาตะกรับเพศเมียและเพศผู้ของฝั่งอันดามัน มีปริมาณเถ้ามากที่สุด คือ 33.65±9.34 ,25.73±6.51 และ 21.40±1.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณเถ้าน้อยที่สุด คือ 5.61±0.05 เปอร์เซ็นต์

8.4 โปรตีน

ปริมาณโปรตีนของอวัยวะภายในปลาตะกรับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามันมีปริมาณโปรตีนมากที่สุด คือ 43.22±1.12 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทย 36.58±0.62 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศผู้ของฝั่งอ่าวไทย 36.21±0.30 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณโปรตีนน้อยที่สุด คือ 34.83±0.02 เปอร์เซ็นต์

9. ปริมาณแร่ธาตุของอวัยวะภายในปลาตะกรับ

ผลของการวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุของอวัยวะภายในปลาตะกรับเพศผู้และเพศเมียจากฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย มีปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี

9.1 ฟอสฟอรัส (Phosphorus: P)

ปริมาณฟอสฟอรัสของอวัยวะภายในปลาตะกรับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุด คือ 1.20±0.02 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามัน 0.91±0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทย 0.79±0.00 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยที่สุดคือ 0.57±0.00 เปอร์เซ็นต์

9.2 โพแทสเซียม (Potassium: K)

ปริมาณความโพแทสเซียมของอวัยวะภายในปลาตะกรับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามันมีปริมาณโพแทสเซียมมากที่สุด คือ 1.52±0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศผู้และเพศเมียของฝั่งอ่าวไทย 0.88 ±0.01 และ 0.87±0.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณโพแทสเซียมน้อยที่สุด คือ 0.84±0.01 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.3 แคลเซียม (Calcium: Ca)

ปริมาณแคลเซียมของอวัยวะภายในปลาตะกรับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณแคลเซียมมากที่สุด คือ 0.48±0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทย 0.22±0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามัน 0.19±0.01 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณแคลเซียมน้อยที่สุดคือ 0.14±0.01 เปอร์เซ็นต์

9.4 แมกนีเซียม (Magnesium: Mg)

ปริมาณแมกนีเซียมของอวัยวะภายในปลาตะกรับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณแมกนีเซียมมากที่สุด คือ 0.22±0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามัน คือ 0.18±0.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามัน 0.12±0.00 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณแมกนีเซียมน้อยที่สุด คือ 0.06±0.00 เปอร์เซ็นต์

9.5 โซเดียม (Sodium: Na)

ปริมาณโซเดียมของอวัยวะภายในปลาตะกรับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณโซเดียมมากที่สุด คือ 1.10±0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามัน คือ 0.87±0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทย คือ 0.72 ±0.01 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณโซเดียมน้อยที่สุด คือ 0.49±0.00 เปอร์เซ็นต์

9.6 เหล็ก (Iron: Fe)

ปริมาณเหล็กของอวัยวะภายในปลาตะกรับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยมี ปริมาณเหล็กมากที่สุด คือ 1692.95±3.71 ppm รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามัน 1324.68±0.94 ppm รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทย 1156.24±1.46 ppm และปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามันมีปริมาณเหล็กน้อยที่สุด คือ 1031.76±1.09 ppm

9.7 แมงกานีส (Manganese: Mn)

ปริมาณแมงกานีสของอวัยวะภายในปลาตะกรับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณแมงกานีสมากที่สุด คือ 226.69±1.57 ppm รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามัน 82.65±1.38 ppm รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามัน 56.52±0.42 ppm และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณแมงกานีสน้อยที่สุด คือ 17.60±0.53 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.8 ทองแดง (Copper: Cu)

ปริมาณทองแดงของอวัยวะภายในปลาตะกรับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยและปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามัน มีปริมาณทองแดงมากที่สุด คือ 5.73±0.14 และ 5.59±0.02 ppm รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทย 3.86±0.10 ppm และปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามันมีปริมาณทองแดงน้อยที่สุด คือ 2.83±0.10 ppm

9.9 สังกะสี (Zinc: Zn)

ปริมาณสังกะสีของอวัยวะภายในปลาตะกรับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณสังกะสีมากที่สุด คือ 84.61±1.20 ppm รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทย 70.27±0.74 ppm รองลงมา คือ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทย 61.90±1.21 ppm และปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามันมีปริมาณสังกะสีน้อยที่สุด คือ 48.27±1.00 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ความยาวและน้ำหนักของปลาตะกรับทั้งเพศผู้กับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน จากการวิเคราะห์

ความยาวและน้ำหนัก	ฝั่งอ่าวไทย (จังหวัดชุมพร)		ฝั่งอันดามัน (จังหวัดกระบี่)		P -value		
	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย	ANOVA	Linear	Quadratic
ความยาวเหยียด (cm)	12.21±1.79^{b}	13.73±0.70^{a}	10.87±0.53^{b}	11.40±0.97^{b}	0.002	0.019	0.294
ความกว้าง (cm)	6.50±0.76^{b}	7.77±0.35^{a}	5.88±0.32^{b}	6.35±0.60^{b}	0.000	0.029	0.092
ความหนา (cm)	1.66±0.34^{b}	2.22±0.12^{a}	1.28±0.12^{c}	1.38±0.13^{c}	0.000	0.000	0.013
น้ำหนัก (g)	62.61±27.40^{b}	95.70±16.00^{a}	38.30±5.67^{c}	47.04±12.50^{bc}	0.000	0.004	0.108

[1]ตัวเลขที่นำมาเสนอเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ตัวอย่าง 6 ซ้ำ)

ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีอักษรเหมือนกันกับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P> 0.05)

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีและแร่ธาตุของปลาตะกรับทั้งตัวจากฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน จากการวิเคราะห์ (บนฐานของวัตถุแห้ง)

องค์ประกอบทางเคมี	ฝั่งอ่าวไทย (จังหวัดชุมพร)		ฝั่งอันดามัน (จังหวัดกระบี่)		P -value		
	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย	ANOVA	Linear	Quadratic
ความชื้น (ฐานเปียก (%)	27.44±3.49[a]	30.76±2.77[a]	25.55±0.60[a]	25.56±0.93[a]	0.077	0.109	0.255
ความชื้นฐานแห้ง (%)	4.55±1.07[a]	2.37±0.36[b]	3.13±0.41[ab]	2.84±0.51[b]	0.049	0.068	0.075
เถ้า (%)	21.27±3.12[a]	14.73±2.70[b]	25.24±0.88[a]	25.69±0.70[a]	0.003	0.008	0.049
โปรตีน (%)	56.94±1.27[c]	52.82±1.32[d]	64.79±1.26[a]	61.91±0.78[b]	0.000	0.000	0.480
ฟอสฟอรัส (%)	2.61±0.02[c]	2.62±0.04[c]	4.43±0.06[b]	5.58±0.09[a]	0.000	0.000	0.000
โพแทสเซียม (%)	0.52±0.01[b]	0.43±0.01[c]	0.66±0.01[a]	0.68±0.01[a]	0.000	0.000	0.000
แคลเซียม (%)	3.23±0.06[d]	3.50±1.27[c]	5.80±0.04[a]	5.55±0.01[b]	0.000	0.000	0.000
แมกนีเซียม (%)	0.08±0.00[b]	0.07±0.00[b]	0.17±0.01[a]	0.16±0.01[a]	0.000	0.000	0.458
โซเดียม (%)	0.07±0.00[c]	0.06±0.00[c]	0.86±0.01[a]	0.57±0.01[b]	0.000	0.000	0.000
เหล็ก (ppm)	404.97±1.76[d]	477.60±1.11[c]	546.55±1.08[a]	532.70±0.47[b]	0.000	0.000	0.000
แมงกานีส (ppm)	62.54±0.76[b]	67.54±0.68[a]	33.42±0.94[d]	39.22±0.64[c]	0.000	0.000	0.571
ทองแดง (ppm)	2.81±0.67[c]	3.79±0.08[a]	3.61±0.04[b]	2.82±0.11[c]	0.000	0.529	0.000
สังกะสี (ppm)	69.10±0.43[c]	76.77±0.50[b]	78.82±1.02[b]	85.93±1.40[a]	0.000	0.000	0.678

[1]ตัวเลขที่นำมาเสนอเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ)

ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีอักษรเหมือนกันกับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P> 0.05)

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีและแร่ธาตุของปลาตะกรับในส่วนของกระดูกจากฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน จากการวิเคราะห์ (บนฐานของวัตถุแห้ง)

องค์ประกอบทางเคมี	ฝั่งอ่าวไทย (จังหวัดชุมพร)		ฝั่งอันดามัน (จังหวัดกระบี่)		P - value		
	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย	ANOVA	Linear	Quadratic
ความชื้น (ฐานเปียก) (%)	38.04±1.08^{a}	34.07±1.79^{b}	29.77±0.19^{c}	32.22±0.72^{bc}	0.000	0.000	0.004
ความชื้นฐานแห้ง (%)	2.67±0.16^{a}	2.45±0.36^{a}	3.00±0.36^{a}	2.63±1.11^{a}	0.831	0.818	0.864
เถ้า (%)	21.86±0.82^{c}	26.24±1.69^{b}	31.76±1.73^{a}	29.86±1.55^{a}	0.001	0.000	0.018
โปรตีน (%)	44.02±0.56^{c}	47.96±1.29^{b}	55.52±0.80^{a}	49.55±0.66^{b}	0.000	0.000	0.000
ฟอสฟอรัส (%)	4.56±0.03^{c}	3.44±0.04^{d}	7.47±0.05^{a}	5.42±0.04^{b}	0.000	0.000	0.000
โพแทสเซียม (%)	0.34±0.01^{d}	0.37±0.01^{c}	0.52±0.01^{b}	0.54±0.01^{a}	0.000	0.000	0.176
แคลเซียม (%)	4.85±0.07^{d}	8.23±0.10^{b}	6.85±0.08^{c}	9.11±0.02^{a}	0.000	0.000	0.000
แมกนีเซียม (%)	0.09±0.00^{c}	0.13±0.01^{b}	0.16±0.01^{a}	0.15±0.01^{a}	0.000	0.000	0.001
โซเดียม (%)	0.06±0.00^{d}	0.77±0.01^{b}	0.83±0.01^{a}	0.69±0.01^{c}	0.000	0.000	0.000
เหล็ก (ppm)	47.71±1.49^{c}	82.47±0.64^{a}	73.32±0.89^{b}	73.56±0.54^{b}	0.000	0.000	0.000
แมงกานีส (ppm)	41.83±0.35^{d}	67.73±0.84^{a}	53.62±0.96^{c}	55.47±0.73^{b}	0.000	0.000	0.000
ทองแดง (ppm)	2.32±0.01^{b}	2.31±0.02^{b}	2.36±0.4^{b}	2.70±0.01^{a}	0.000	0.000	0.000
สังกะสี (ppm)	87.68±0.32^{b}	89.32±0.85^{a}	78.32±0.86^{c}	60.49±0.47^{d}	0.000	0.000	0.000

[1]ตัวเลขที่นำมาเสนอเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ)

ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีอักษรเหมือนกันกับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P> 0.05)

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีและแร่ธาตุของปลาตะกรับในส่วนของเนื้อจากฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน จากการวิเคราะห์ (บนฐานของวัตถุแห้ง)

องค์ประกอบทางเคมี	ฝั่งอ่าวไทย (จังหวัดชุมพร)		ฝั่งอันดามัน (จังหวัดกระบี่)		P -value		
	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย	ANOVA	Linear	Quadratic
ความชื้น (ฐานเปียก) (%)	30.73±0.18[a]	23.98±1.53[b]	22.97±0.22[b]	23.40±0.35[b]	0.000	0.000	0.000
ความชื้นฐานแห้ง (%)	2.10±0.06[b]	2.75±0.55[b]	5.46±0.33[a]	4.96±1.80[a]	0.020	0.006	0.415
เถ้า (%)	6.44±0.41[b]	8.47±0.84[a]	8.32±0.12[a]	8.76±0.58[a]	0.011	0.005	0.076
โปรตีน (%)	73.24±0.30[d]	76.61±0.62[c]	86.26±0.02[a]	83.69±1.12[b]	0.000	0.000	0.001
ฟอสฟอรัส (%)	1.34±0.01[d]	1.57±0.01[c]	1.90±0.02[a]	1.79±0.03[b]	0.000	0.000	0.000
โพแทสเซียม (%)	0.63±0.00[c]	0.56±0.01[d]	0.83±0.01[b]	0.99±0.01[a]	0.000	0.000	0.000
แคลเซียม (%)	1.25±0.06[c]	1.23±0.04[c]	1.67±0.06[a]	1.54±0.02[b]	0.000	0.000	0.176
แมกนีเซียม (%)	0.06±0.00[d]	0.07±0.00[c]	0.13±0.00[a]	0.09±0.00[b]	0.000	0.000	0.000
โซเดียม (%)	0.05±0.00[c]	0.53±0.01[b]	0.72±0.01[a]	0.54±0.01[b]	0.000	0.000	0.000
เหล็ก (ppm)	27.62±1.08[c]	38.64±0.77[b]	47.80±0.67[a]	37.30±0.60[b]	0.000	0.000	0.000
แมงกานีส (ppm)	7.84±0.12[c]	18.70±0.70[a]	11.98±0.80[b]	13.42±0.75[b]	0.000	0.001	0.000
ทองแดง (ppm)	2.75±0.07[d]	4.13±0.06[b]	4.37±0.06[a]	3.55±0.03[c]	0.000	0.000	0.000
สังกะสี (ppm)	42.91±0.55[d]	87.73±0.39[a]	55.05±0.85[b]	48.02±0.55[c]	0.000	0.000	0.000

[1]ตัวเลขที่นำมาเสนอเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ)

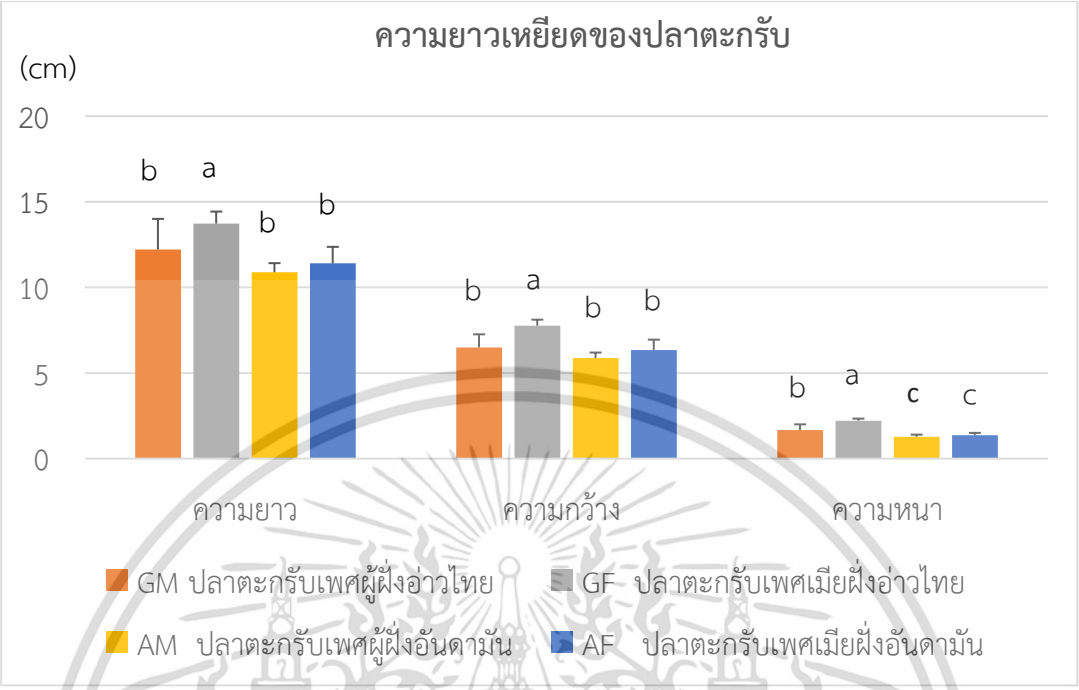
ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีอักษรเหมือนกันกับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P> 0.05)

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีและแร่ธาตุของปลาตะกรับในส่วนของอวัยวะภายในจากฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน จากการวิเคราะห์ (บนฐานของวัตถุแห้ง)

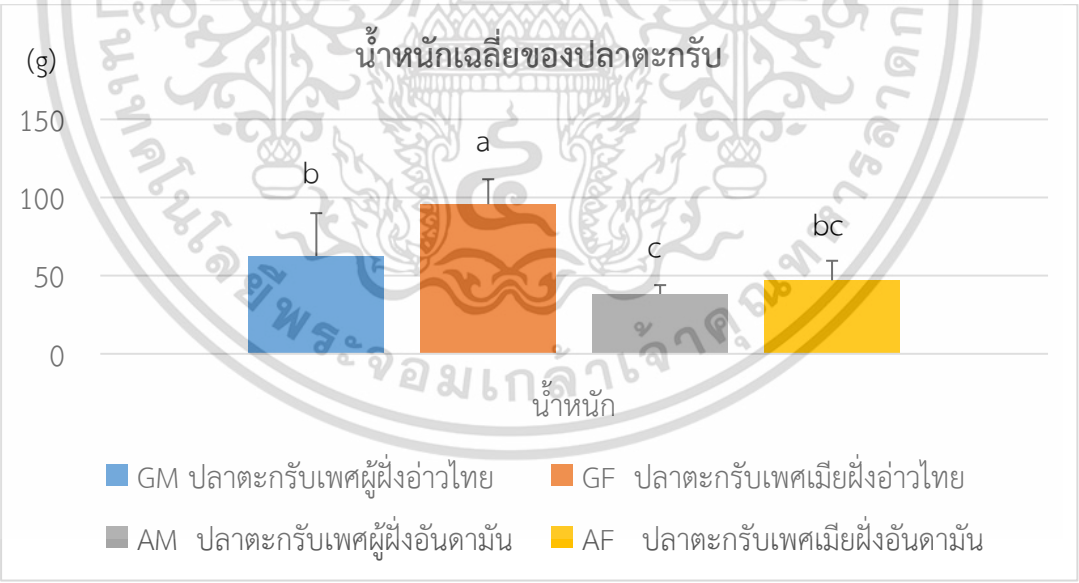
องค์ประกอบทางเคมี	ฝั่งอ่าวไทย (จังหวัดชุมพร)		ฝั่งอันดามัน (จังหวัดกระบี่)		P -value		
	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย	ANOVA	Linear	Quadratic
ความชื้น (ฐานเปียก) (%)	27.63±1.47^{a}	20.88±1.50^{b}	18.38±0.29^{b}	20.03±4.11^{b}	0.018	0.008	0.033
ความชื้นฐานแห้ง (%)	5.42±0.39^{a}	6.12±0.87^{a}	5.79±0.62^{a}	7.70±1.43^{a}	0.143	0.055	0.376
เถ้า (%)	5.61±0.05^{b}	33.65±9.34^{a}	21.40±1.40^{a}	25.73±6.51^{a}	0.007	0.029	0.019
โปรตีน (%)	36.21±0.30^{bc}	36.58±0.62^{b}	34.83±0.02^{c}	43.22±1.12^{a}	0.000	0.000	0.000
ฟอสฟอรัส (%)	0.57±0.00^{d}	0.79±0.00^{c}	1.20±0.02^{a}	0.91±0.01^{b}	0.000	0.000	0.000
โพแทสเซียม (%)	0.88 ±0.01^{b}	0.87±0.01^{b}	0.84±0.01^{c}	1.52±0.01^{a}	0.000	0.000	0.000
แคลเซียม (%)	0.14±0.01^{d}	0.22±0.01^{b}	0.48±0.01^{a}	0.19±0.01^{c}	0.000	0.000	0.000
แมกนีเซียม (%)	0.06±0.00^{d}	0.22±0.01^{a}	0.18±0.00^{b}	0.12±0.00^{c}	0.000	0.000	0.000
โซเดียม (%)	0.49±0.00^{d}	0.72 ±0.01^{c}	1.10±0.01^{a}	0.87±0.01^{b}	0.000	0.000	0.000
เหล็ก (ppm)	1156.24±1.46^{c}	1692.95±3.71^{a}	1324.68±0.94^{b}	1031.76±1.09^{d}	0.000	0.000	0.000
แมงกานีส (ppm)	17.60±0.53^{d}	226.69±1.57^{a}	56.52±0.42^{c}	82.65±1.38^{b}	0.000	0.000	0.000
ทองแดง (ppm)	3.86±0.10^{b}	5.73±0.14^{a}	5.59±0.02^{a}	2.83±0.10^{c}	0.000	0.000	0.000
สังกะสี (ppm)	70.27±0.74^{b}	61.90±1.21^{c}	84.61±1.20^{a}	48.27±1.00^{d}	0.000	0.000	0.000

[1]ตัวเลขที่นำมาเสนอเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ)

ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีอักษรเหมือนกันกับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P> 0.05)

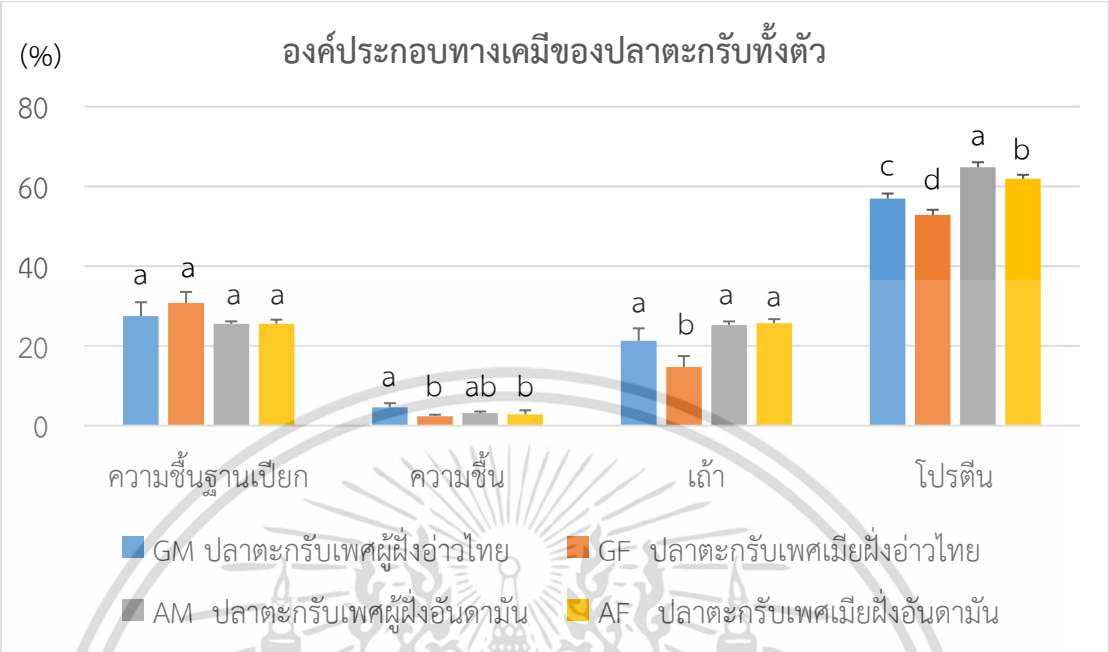


ภาพที่ 9 ความยาวเหยียดของปลาตะกรับ

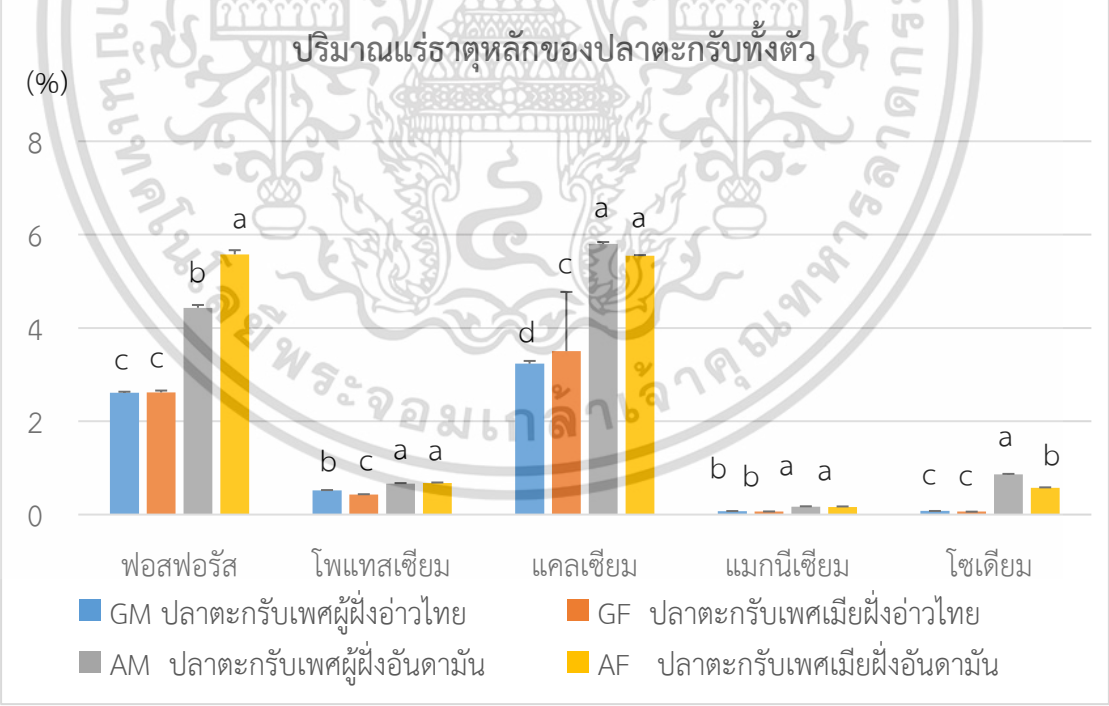


ภาพที่ 10 น้ำหนักเฉลี่ยของปลาตะกรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

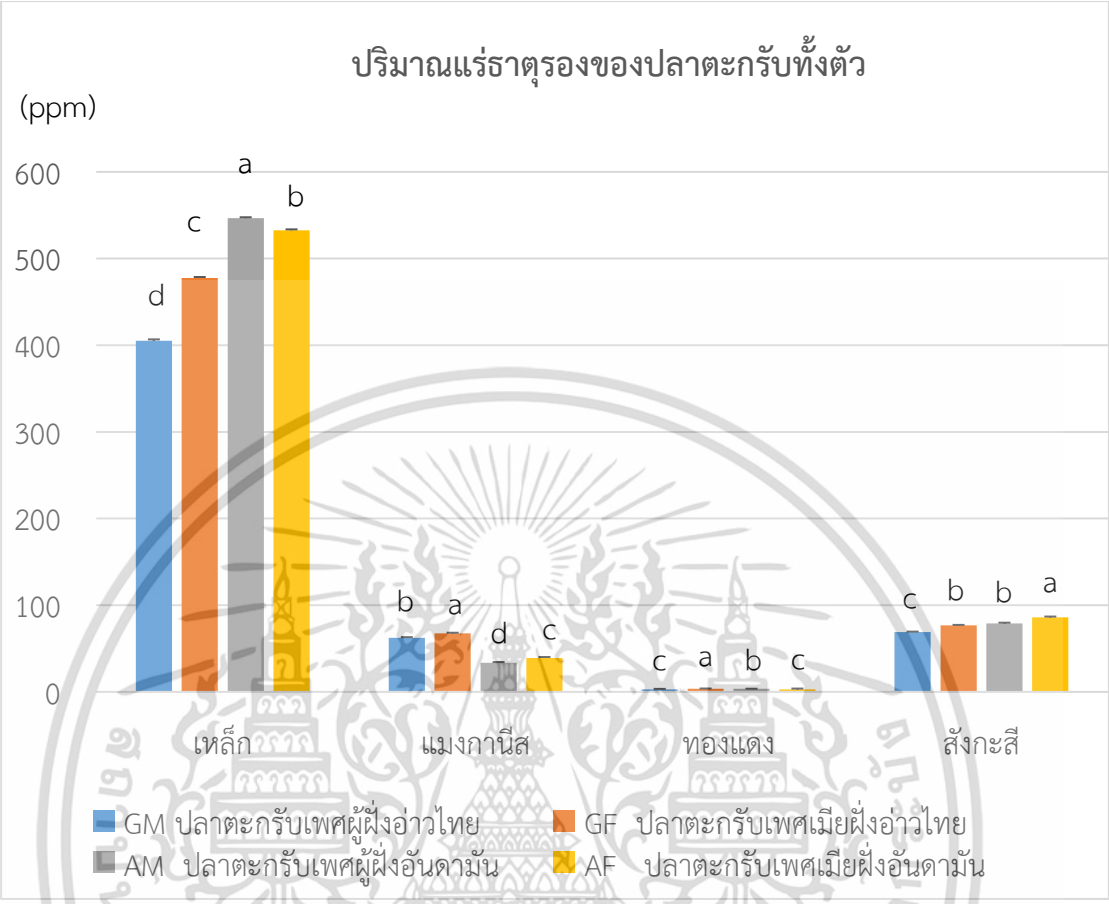


ภาพที่ 11 องค์ประกอบทางเคมีของปลาตะกรับทั้งตัว

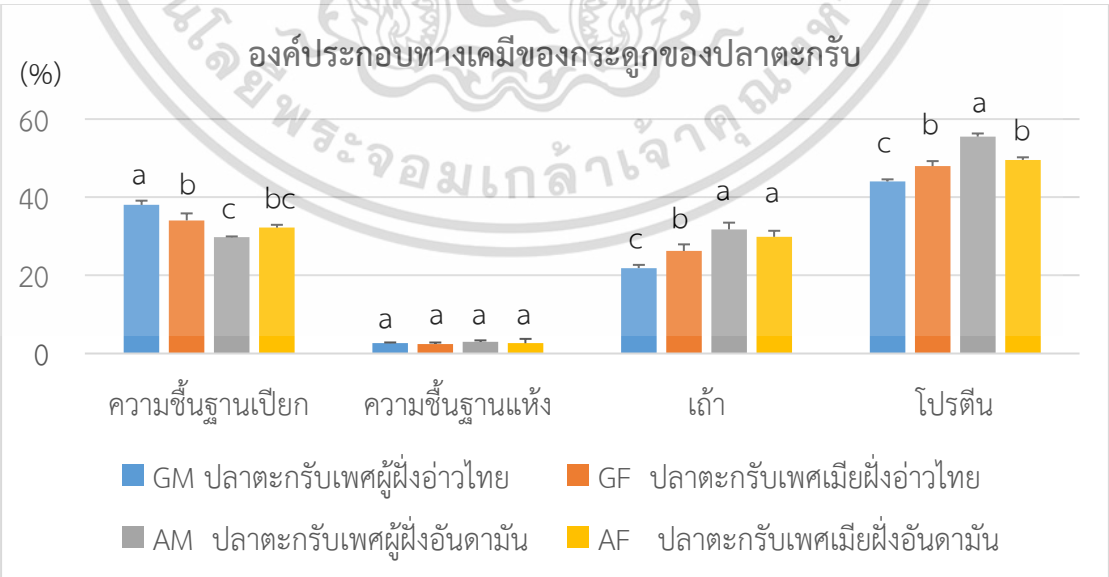


ภาพที่ 12 ปริมาณแร่ธาตุหลักของปลาตะกรับทั้งตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

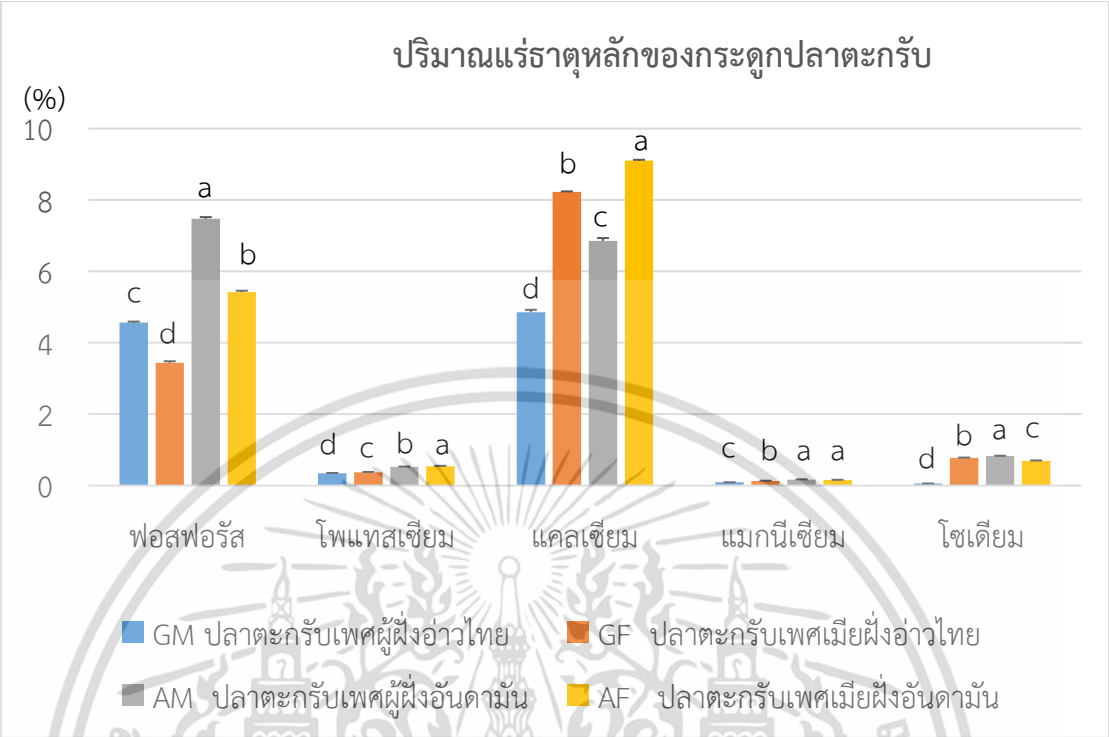


ภาพที่ 13 ปริมาณแร่ธาตุรองของปลาตะกรับทั้งตัว

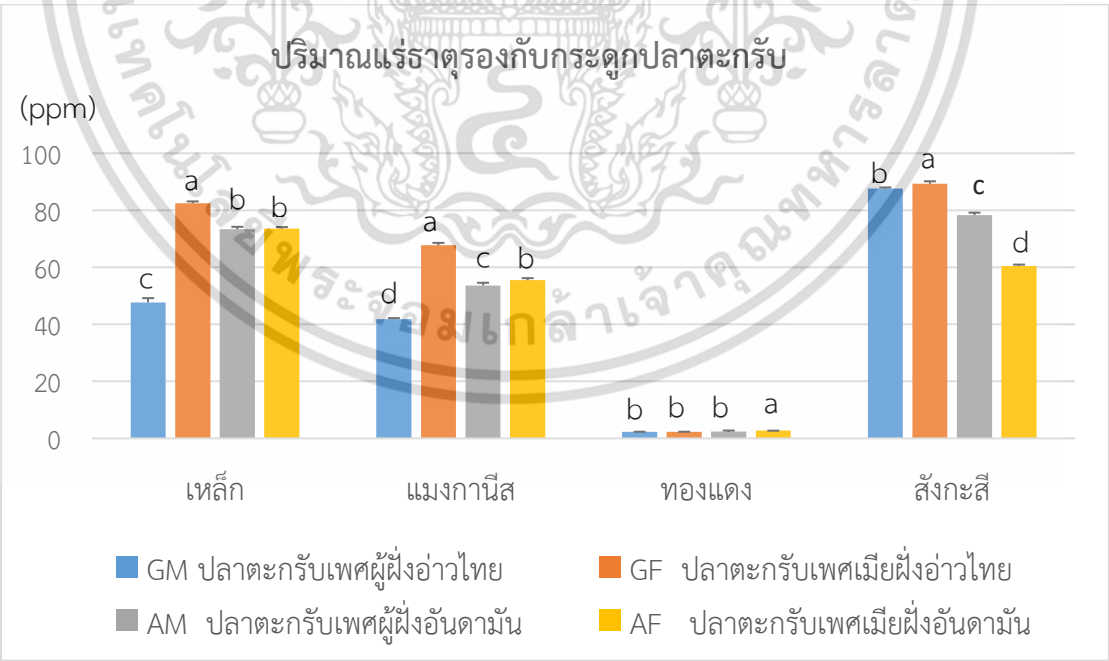


ภาพที่ 14 องค์ประกอบทางเคมีของกระดูกปลาตะกรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

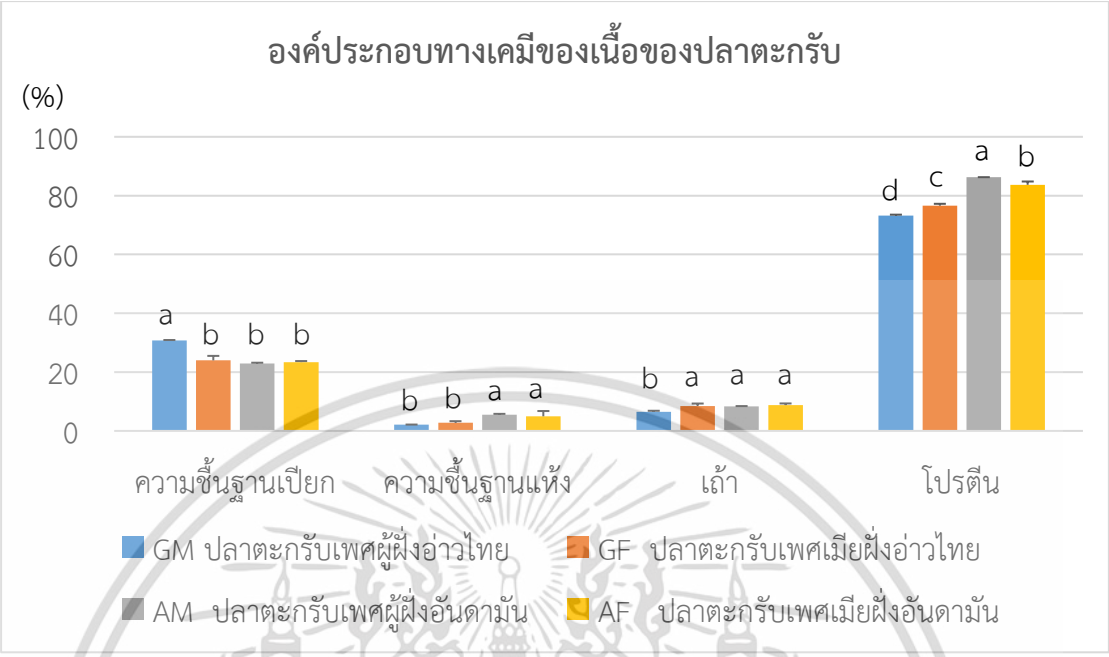


ภาพที่ 15 ปริมาณแร่ธาตุหลักของกระดูกปลาตะกรับ

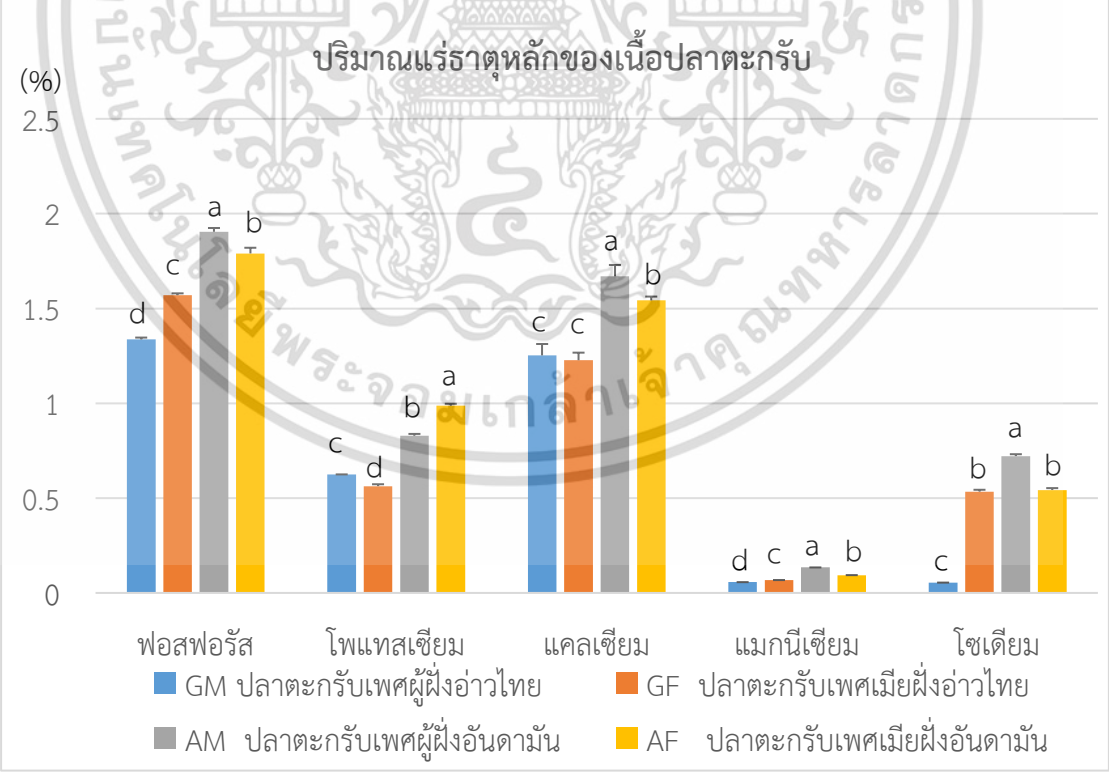


ภาพที่ 16 ปริมาณแร่ธาตุรองของกระดูกปลาตะกรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

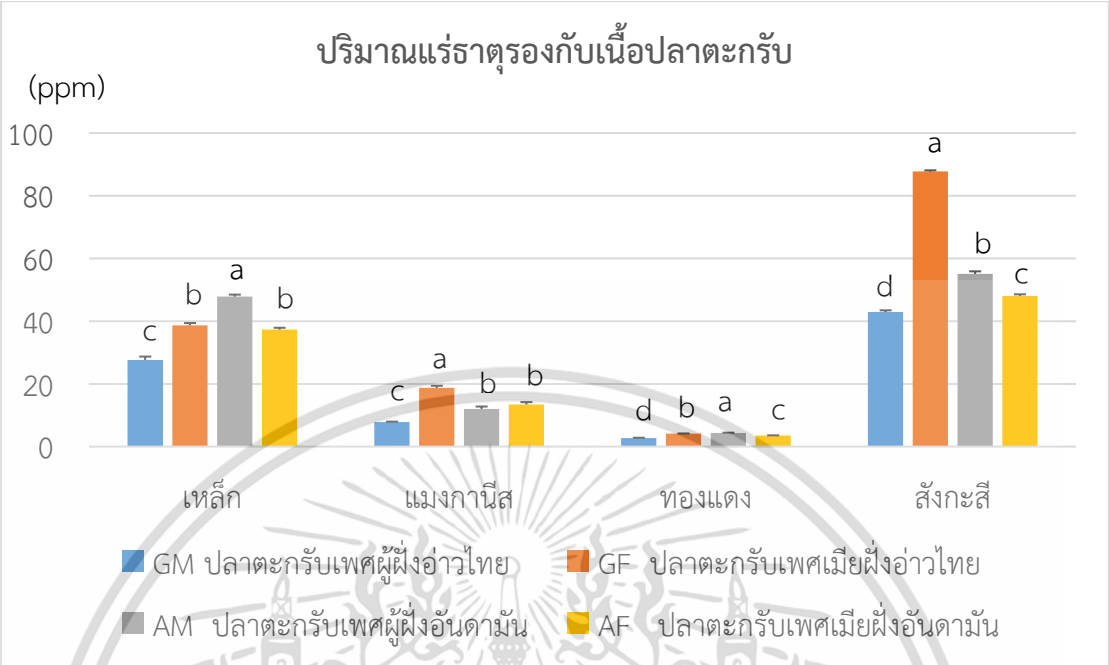


ภาพที่ 17 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาตะกรับ

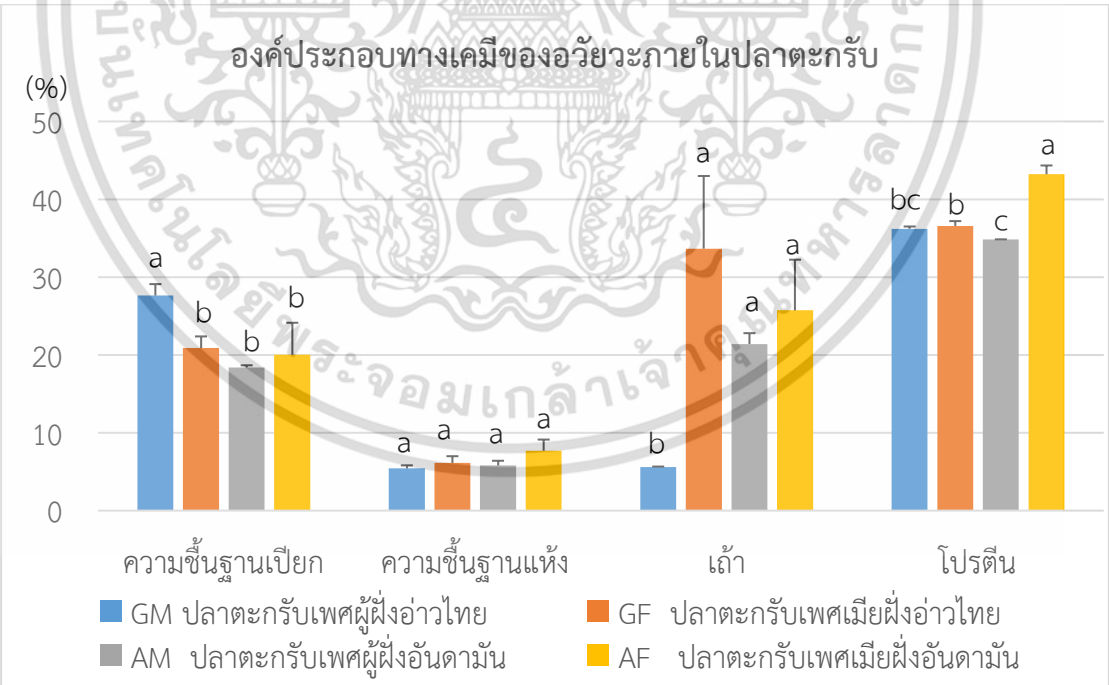


ภาพที่ 18 ปริมาณแร่ธาตุหลักของเนื้อปลาตะกรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

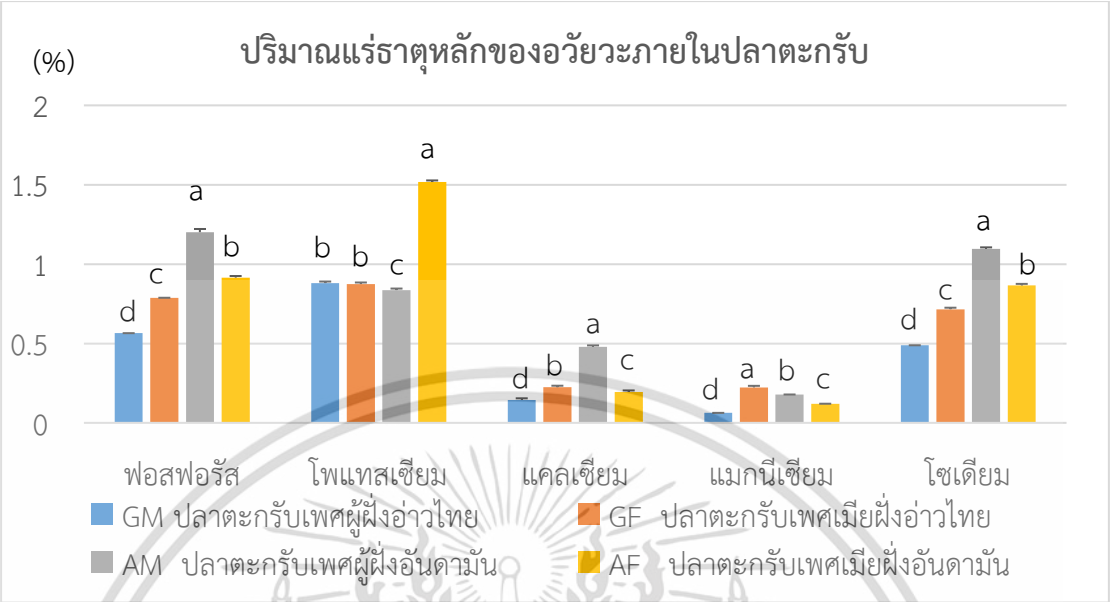


ภาพที่ 19 ปริมาณแร่ธาตุรองของเนื้อปลาตะกรับ

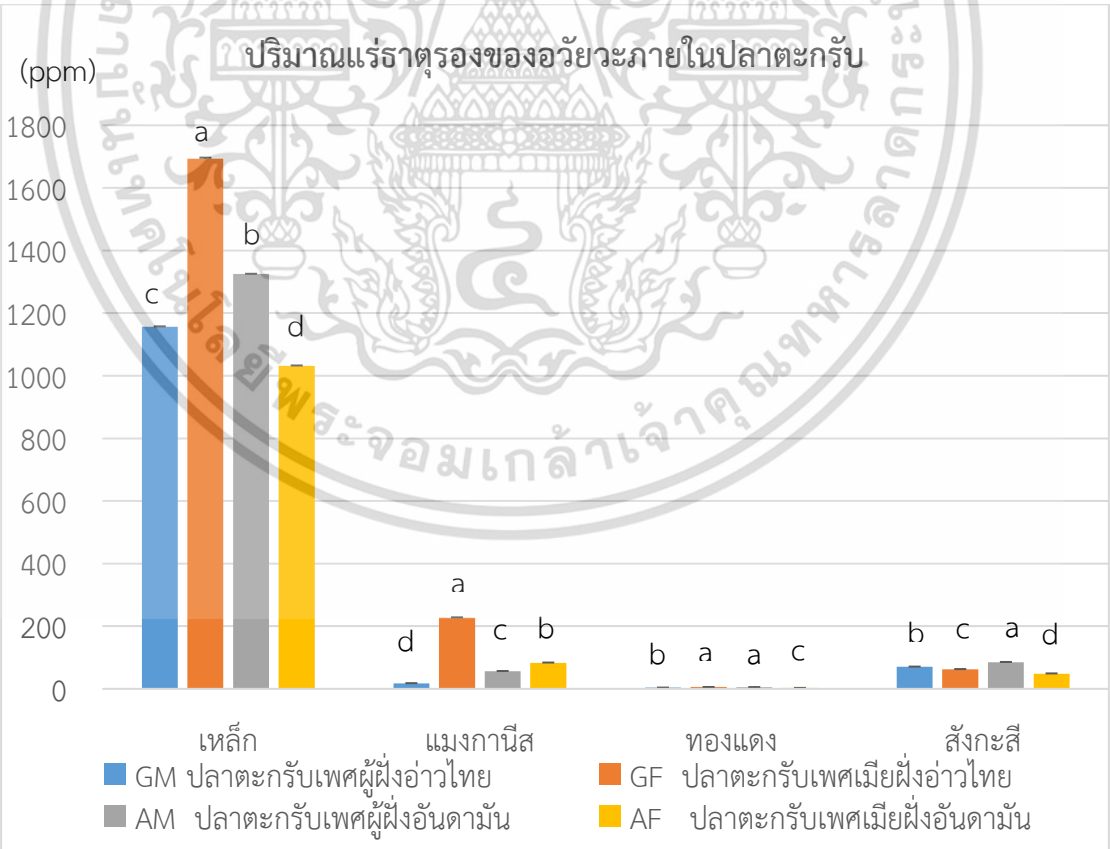


ภาพที่ 20 องค์ประกอบทางเคมีของอวัยวะภายในปลาตะกรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 21 ปริมาณแร่ธาตุหลักของอวัยวะภายในปลาตะกรับ



ภาพที่ 22 ปริมาณแร่ธาตุรองของอวัยวะภายในปลาตะกรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลการวิเคราะห์ ความยาวเฉลี่ยของปลาตะกรับทั้งเพศผู้และเพศเมียฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน พบว่า ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยมีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 13.73±0.70 เซนติเมตร ปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอ่าวไทยมีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 12.21±1.79 เซนติเมตร ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามัน มีความยาวเฉลี่ย 11.40±0.97 เซนติเมตร และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 10.87±0.53 เซนติเมตร ขณะที่การศึกษา Vijayan *et al.* (2016) พบว่าความยาวของปลาตะกรับที่พบในทะเลมะละบาร์ของประเทศอินเดีย มีความยาว 25 ±1.8 เซนติเมตร น้ำหนัก 330 ± 25 กรัม จากการศึกษาครั้งนี้น้ำหนักปลาตะกรับเพศผู้กับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน มีน้ำหนักเท่ากับ 62.61±27.40 และ 95.70±16.00 กรัม ตามลำดับ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามันมีน้ำหนักเท่ากับ 47.04±12.50 กรัม และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีน้ำหนักเท่า กับ 38.30±5.67 กรัม พบว่ามีขนาดเล็กกว่ารายงานการศึกษาของ Vijayan *et al*. (2016) จากประเทศอินเดีย ปลาตะกรับที่นำมาศึกษาจึงน่าจะมีอายุต่างกัน ขณะที่ วลีรัตน์ และคณะ (2557) รายงานความยาวและน้ำหนักของปลาตะกรับ จากทะเลสาบสงขลา 3 บริเวณ ได้แก่ สิงหนคร เกาะยอ และ ควนเนียง พบว่ามีความยาวเฉลี่ย 12.78±0.57, 11.55±0.31 และ10.72±1.35 เซนติเมตร ตามลำดับ และน้ำหนักเฉลี่ย 64.65±15.24, 53.02±7.61 และ 45.62±19.25 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาครั้งนี้

การศึกษาองค์ประกอบเคมีของปลาตะกรับ จากรายงานของ Vijayan *et al*. (2016) พบว่าปลาตะกรับจากทะเลมะละบาร์ของประเทศอินเดียโดยใช้ตัวอย่างปลาที่ผ่านการนำเกล็ดและอวัยวะภายในออก จากนั้นได้นำตัวอย่างทั้งหัวและส่วนอื่นๆ ทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน พบว่า มีปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน และไขมัน ดังต่อไปนี้ คือ 76.9±1.8, 1.37±0.08, 20.4±0.8 และ 1.49±0.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ปริมาณความชื้นของปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณความชื้นมากที่สุด คือ 30.76±2.77 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้าของปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามันมีปริมาณเถ้ามากที่สุด คือ 25.69±0.70 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโปรตีนของปลาตะกรับเพศผู้มีปริมาณโปรตีนมากที่สุด คือ 64.79±1.26 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าแตกต่างกับการศึกษาครั้งนี้

สำหรับปริมาณแร่ธาตุ จากรายงานของ Vijayan *et al*. (2016) พบว่า ปลาตะกรับมีแร่ธาตุโซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม เหล็ก สังกะสี แมงกานีส นิกเกิล แมกนีเซียม ซึ่งมีค่า ดังต่อไปนี้ คือ 3000±18, 1700±8.5, 185±5.2, 108±3.3, 39.1±2.5, 35.8±2.8, 10.1±0.8 และ1415±25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม เหล็ก มากที่สุด คือ 5.80±0.04, 0.17±0.01, 0.86±0.01 เปอร์เซ็นต์ และ 546.55±1.08 ppm ตามลำดับ ปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามันมีปริมาณโพแทสเซียมและสังกะสีมากที่สุด คือ 0.68±0.01 เปอร์เซ็นต์ และ 85.93±1.40 ppm ตามลำดับ และปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณแมงกานีสมากที่สุด คือ 67.54±0.68 ppm ซึ่งมีค่าแตกต่างกับการศึกษาครั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณค่าทางโภชนาการของปลาขึ้นอยู่สภาพแวดล้อมที่ปลาอาศัย (กนกรัตน์, 2563) หากอยู่ในแหล่งที่มีธาตุอาหารสมบูรณ์ จะส่งให้คุณค่าทางโภชนาการปลาบริเวณดังกล่าวมีคุณภาพดี ขนาดของปลาน่าจะมีผลต่อคุณค่าทางโภชนาการ ปลาตะกรับขนาดเล็ก จากรายงานของ มนต์สรวง (2561) พบว่า ปลาตะกรับขนาดเล็กมีความต้องการโปรตีน 35-45 เปอร์เซ็นต์ และจากรายงานของ ธนาภรณ์ (2557) พบว่า ขนาดของสัตว์น้ำ ปลาขนาดเล็กต้องการพลังงานเพื่อการเจริญเติบโต มากกว่าปลาโตเต็มวัย ได้แก่ โปรตีน ไขมัน และแร่ธาตุ มีองค์ประกอบทางโภชนาการที่ใกล้เคียงกับการศึกษาครั้งนี้ คือ ปลาตะกรับเพศผู้จากฝั่งอันดามันมีขนาดเล็กที่สุด มีปริมาณโปรตีน ฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

1. ความยาว ความลึก ความหนา น้ำหนักของปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามัน มีขนาดเล็กที่สุด และปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอ่าวไทย มีขนาดใหญ่ที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

2. องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณแร่ธาตุของปลาตะกรับทั้งตัวพบว่า ปริมาณโปรตีนของปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณสูงกว่าปลาตะกรับเพศผู้และเพศเมียฝั่งอ่าวไทย และปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ปริมาณแร่ธาตุโดยรวมพบว่า ปลาตะกรับฝั่งอันดามันมี ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม เหล็ก สังกะสี ของปลาตะกรับทั้งตัวมีปริมาณสูงที่สุด

3. องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณแร่ธาตุของกระดูกปลาตะกรับ พบว่า ปริมาณเถ้าและโปรตีนของปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณสูงกว่าปลาตะกรับเพศผู้และเพศเมียฝั่งอ่าวไทย และปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ปริมาณแร่ธาตุโดยรวมพบว่า ปลาตะกรับฝั่งอันดามันมี ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม ของกระดูกปลาตะกรับมีปริมาณสูงที่สุด

4. องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณแร่ธาตุของเนื้อปลาตะกรับ พบว่า ปริมาณความชื้นฐานแห้งและโปรตีนของปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมีปริมาณสูงกว่าปลาตะกรับเพศผู้และเพศเมียฝั่งอ่าวไทย และปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ปริมาณแร่ธาตุในเนื้อปลาตะกรับโดยรวมพบว่า ปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมี ฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม เหล็ก ทองแดง มีปริมาณสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

5. องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณแร่ธาตุของอวัยวะภายในปลาตะกรับ พบว่า ปริมาณโปรตีนของปลาตะกรับเพศเมียฝั่งอันดามันมีปริมาณสูงกว่าปลาตะกรับเพศผู้และเพศเมียฝั่งอ่าวไทย และปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ปริมาณแร่ธาตุในเนื้อปลาตะกรับโดยรวมพบว่า ปลาตะกรับเพศผู้ฝั่งอันดามันมี ฟอสฟอรัส แคลเซียม โซเดียม สังกะสี มีปริมาณสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ข้อเสนอแนะ

ควรจะมีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี เช่น ไขมันและมีการวิเคราะห์ปลาชนิดอื่นที่อยู่ในสกุลเดียวกัน เช่น ปลาตะกรับหน้าแดง ตรวจสอบว่าปลาตะกรับหน้าแดงระหว่างฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน ฝั่งไหนมีคุณค่าทางโภชนาการมากกว่ากัน และควรมีการวิเคราะห์คุณค่าโภชนาการให้มากกว่านี้เพื่อให้เหมาะสมต่อการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กนกพร ดาวโคกสูง. ม.ป.ป. **จังหวัดกระบี่.** แหล่งที่มา: https://sites.google.com/site, 2 มิถุนายน 2564.

กนกรัตน์ ลิมปิโสภณ. 2563. **ประโยชน์จากปลา อุดมคุณค่าทางอาหาร.** แหล่งที่มา: https://www.prachachat.net/hilight-prachachat/news-571419, 5 มิถุนายน 2564.

กรมชลประทาน. 2561. **รายงานแผนหลักพัฒนาลุ่มน้ำ จังหวัดชุมพร.** สำนักบริหารโครงการกรมชลประทาน, ชุมพร. 30 หน้า.

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2556. **สัณฐานชายฝั่งทะเล.** แหล่งที่มา: https://km.dmcr.go.th/th, 2 มิถุนายน 2564.

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธ์พืช. 2538. **การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติทางทะเล.** แหล่งที่มา: http://www.rspg.or.th/articles/anurak/anurak2.htm, 2 มิถุนายน 2564.

จิระยุทธ รื่นศิริกุล, มาวินย์ อัศวอารีย์ และ ลออ ชูศรีรัตน์. 2555. การพัฒนาการของอวัยวะสืบพันธุ์ปลาตะกรับ *Scatophagus argus* Linnaeus, 1766 จากการเพาะเลี้ยง. **เอกสารวิชาการฉบับที่ 34/2555.** สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. กรมประมง. 29 หน้า.

จิระยุทธ รื่นศิริกุล, มาวิทย์ อัศวอารีย์, เยาวนิตย์ ดนยดล และ ลออ ชูศรีรัตน์. 2551. ความสำเร็จในการผสมเทียมปลาตะกรับ *Scatophagus argus* Linnaeus, 1766. โดยการใช้ฮอร์โมน LHRHa. **เอกสารวิชาการฉบับที่ 32/2551**. สถาบันวิจัยและเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. กรมประมง, กรุงเทพฯ. 20 หน้า.

ฉัตรชัย นกดี. 2563. **ประโยชน์จากปลาดีต่อสุขภาพ.** แหล่งที่มา: https://www.thaihealth.or.th, 2 มิถุนายน 2564.

ธนาภรณ์ จิตตปาลพงศ์. 2557. **การสร้างสูตรอาหารสัตว์น้ำและสูตรอาหารสัตว์น้ำเศรษฐกิจ**. ราชการบริหารส่วนกลาง กรมประมง, กรุงเทพฯ. 62 หน้า.

นิรนาม. ม.ป.ป. **Scat.** แหล่งที่มา: https://dict.drkrok.com/scat/, 18 กุมภาพันธุ์ 2563.

นิรนาม. ม.ป.ป. **ปากน้ำเมืองชุมพร.** แหล่งที่มา: https://www.google.com/maps/place/, 10 มิถุนายน 2564.

นิรนาม. ม.ป.ป. **แพควนต่อ.** แหล่งที่มา: https://www.google.com/maps/place/, 10 มิถุนายน 2564.

นิรนาม. ม.ป.ป. **อ่าวบางสน.** แหล่งที่มา: https://www.google.com/maps/place/, 10 มิถุนายน 2564.

นิรนาม. ม.ป.ป. **อุทยานท่าปอม.** แหล่งที่มา: https://www.google.com/maps/place/, 10 มิถุนายน 2564.

นิรนาม. ม.ป.ป. **เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต.** แหล่งที่มา: http://119.46.166.126/self_all/, 2 มิถุนายน 2564.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัทมาภรณ์ หมาดนุ้ย และ ศักดิ์อนันต์ ปลาทอง. 2552. **ปลาในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา.** ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, สงขลา. 279 หน้า.

พรรณทิพย์ สุวรรณสาครกุล และสิริรัตน์ จงฤทธิพร. 2555. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าจากเศษเหลือการแปรรูปปลาโมง. **เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2555**. กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. กรมประมง. 33 หน้า

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2553. **Moisture content / ความชื้น.** แหล่งที่มา: http://www.food networksolution.com/, 2 มิถุนายน 2564.

มนต์สรวง ยางทอง, อติชาต หนูพันธ์ขาว และ จิระยุทธ รื่นศิริกุล. 2561. ผลของน้ำเชื้อของปลาตะกรับหน้าเขียว *Scatophagus argus* และปลาตะกรับหน้าแดง (*S. argus* var. *rubifions*) ต่อการผสมเทียม การอนุบาลและความทนทานต่อความเค็มของลูกปลา. **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า** 61: 32-41.

มนต์สรวง ยางทอง. 2549. ผลของไซโตซานที่ใช้เคลือบเม็ดอาหารที่เสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสต่อการเจริญเติบโตของปลานิลแปลงเพศ. **วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง** 14 (1): 34-43.

มนต์สรวง ยางทอง. 2560. **เอกสารประกอบการสอน (คู่มือปฏิบัติการ) อาหารสัตว์น้ำ Aquatic Animal Feed.** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์, ชุมพร.

มนต์สรวง ยางทอง. 2561**. เอกสารประกอบการสอน (ทฤษฎี) อาหารสัตว์น้ำ Aquatic Animal Feed.** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์, ชุมพร.

มาวิทย์ อัศวอารีย์ และ เรณู ยาชิโร. 2547. การศึกษาผลของความเค็มและสาหร่ายสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโตและอัตรารอดของลูกปลาตะกรับ *(Scatophagus argus),* น. 764-770. *ใน* **รายงานการสัมมนาวิชาการประมงประจำปี 2547**. วันที่ 7-9 กรกฎาคม 2547. ณ ห้องประชุมกรมประมง บางเขน กรุงเทพฯ.

มาวิทย์ อัศวอารีย์, ธเนศ ศรีถกล, ละออ ชูศรีรัตน์ และ ทรงฤทธิ์ โชติธรรมโน. 2547. ฤดูกาลวางไข่ ขนาดความสมบูรณ์เพศ อัตราส่วนเพศ และความดกไข่ปลาตะกรับ (*Scatophagus argus*, Linnaeus) ทะเลสาบสงขลาตอนนอก. **เอกสารวิชาการฉบับที่ 58/2547.** สถาบันการวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง, กรุงเทพฯ. 19 หน้า.

วลีรัตน์ มูสิกะสังข์ และ กฤษณา องอาจ. 2558. ผลของความหนาแน่นของการเลี้ยงปลาตะกรับ (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1776) ในกระชังที่แขวนในบ่อดิน. **เอกสารวิขาการฉบับที่ 1/2558.** สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง. 16 หน้า.

วลีรัตน์ มูสิกะสังข์, อรัญญา อัศวอารีย์, วิระวิทย์ ทองรักษ์ และโสมลดา ประเสริฐสม. 2557. การกินอาหารของปลาตะกรับในทะเลสาบสงขลาตอนนอก, น. 106-113. *ใน* **รายงานการ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52: สาขาประมง, สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิมล อรัญญาเกษมสุข. 2518. **การศึกษาชีววิทยาบางประการของปลาตะกรับ.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. 2536. **อาหารปลา.** ภาควิชาวาริชศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา. 253 หน้า.

เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2542. **โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์น้ำ.** ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 255 หน้า.

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. ม.ป.ป. **ข้อมูลภูมิศาสตร์.** แหล่งที่มา: http:// traffregion.otp.go.th/, 2 มิถุนายน 2564.

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. ม.ป.ป. **ข้อมูลทั่วไปของกระบี่.** แหล่งที่มา: http:// osl101.ldd.go.th/soilgrman/south/m_kbi.htm, 2 มิถุนายน 2564.

เสาวลักษณ์ จิตรบรรเจิดกุล. 2541. **การใช้วัสดุเศษเหลือปลาจากโรงงานแปรรูปสัตว์น้ำเพื่อผลิตโปรตีน.** ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. สงขลา. 44 หน้า.

องค์การบริหารส่วนจังหวัดกระบี่. 2563. **ข้อมูลทั่วไป.** แหล่งที่มา: https://www.krabipao.go.th /content, 2 มิถุนายน 2564.

AOAC. 1999. **Association of Official Analytical Chemists.** Official Methods of Analysis Washington, D.C. 1263 p.

Barry, T.P. and A.W. Fast. 1992. Biology of the spotted scat *(Scatophagus argus)* in the Philippines. **Asian Fisheries** 5: 163-179.

Huang, Y., D. Jiang, M. Li, U. F. Mustapha, C. Tian, H. Chen, Y. Huang, S. Deng, T. Wu, C. Zhu and G. Li. 2019. Genome Survey of Male and Female Spotted Scat *(Scatophagus argus).* **Animals** :1-11.

Jobling, M. 1994. **Fish Bioenergetics.** Chapman and Hall, London. 309 p.

Pointillart, A., A. Fourdin and N. Fontaine. 1987. Importance of cereal phytase activity for phytate phosphorus utilization by growing pigs fed diets containing triticale or corn. **Journal of Nutrition** 117: 907-913.

Pravinkumar, M., S.M. Raffi and M. Kalaiselvam. 2012. Calcium and phosphorus determination in bones of low value fishes, *Sardinella longiceps* (Valenciennes) and *Trichiurus savala* (Cuvier), from Parangipettai, Southeast Coast of India. **Asian pacific Journal of Tropical Disease** 2 (1): 254-256.

Rathert, T. 1975. *Scatophagus argus*. **Tropical Fish Hobbyist** 23: 72-80.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rico, S.S. 1965. *Scatophagus argus.* **Aquarium Journal** 36: 282-284.

Vielma, J., T. Mäkinen, P. Ekholm, and J. Koskela. 2000. Influence of dietary soy and phytase levels on performance and body compositition of large rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and algal availability of phosphorus load. **Aquaculture** 183: 349-362.

Vijayan, D.K., R. Jayarani, D. K. Singh, N.S. Chatterjee, S. Mathew, B.P. Mohanty, T.V. Sankar and R. Anandan. 2016. Comparative studies on nutrient profiling of two deep sea fish (*Neoepinnula orientalis* and *Chlorophthalmus corniger*) and brackish water fish (*Scatophagus argus*). **The Journal of Basic & Applied Zoology** 77: 41–48

Wongchinawit, S., and N. Paphawasti. 2009. Ontogenetic niche shift in the spotted scat, *Scatophagus argus,* in Pak Phanang estuary, Nakhon Si Thammarat province, Thailand. **The National History Journal of Chulalongkorn** 9 (2): 143-169.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

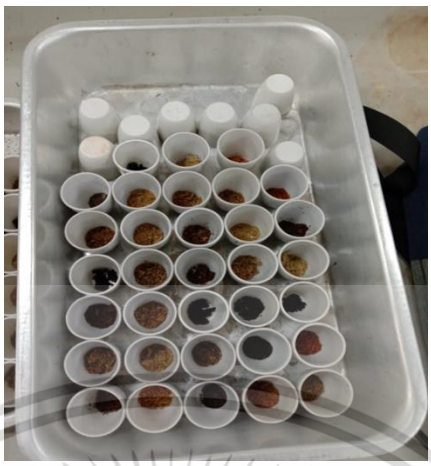
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 1 การวัดความยาวปลาตะกรับ

ภาพที่ 2 การชั่งน้ำหนักปลาตะกรับ

ภาพที่ 3 การแบ่งอวัยวะของปลาตะกรับเพื่อนำไปอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

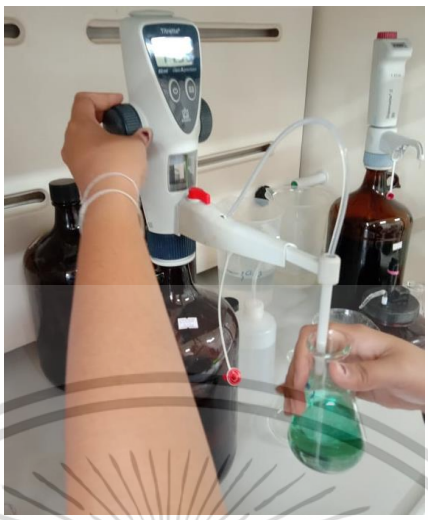


ภาพที่ 4 ชิ้นส่วนปลาตะกรับที่นำมาบดแล้ว

ภาพที่ 5 นำตัวอย่างปลาตะกรับมาใส่ในโถดูดความชื้น

ภาพที่ 6 นำเข้าเตาเผา 500 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 ทำการไทเทรตตัวอย่างปลาตะกรับเพื่อวิเคราะห์โปรตีน

ภาพที่ 8 ทำการกรองสารเพื่อนำไปวิเคราะห์แร่ธาตุ

ภาพที่ 9 นำตัวอย่างปลาตะกรับที่กรองได้บรรจุลงขวดเพื่อนำไปวิเคราะห์แร่ธาตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติการศึกษา

ชื่อ นางสาวศิริพร อารักษ์

วัน/เดือน/ปี เกิด 2 กรกฎาคม 2541

สถานที่เกิด โรงพยาบาลบางสะพาน 94 ม.5 ต.กำเนิดนพคุณ อ.บางสะพาน จ.ประจวบคีรีขันธ์

ประวัติการศึกษา –ระดับชั้นอนุบาลถึงชั้นประถมศึกษา โรงเรียนบ้านห้วยแก้ว ต.พงศ์ประศาสน์ อ.บางสะพาน จ.ประจวบคีรีขันธ์

- ระดับชั้นมัธยมศึกษา โรงเรียนบางสะพานวิทยา ต.กำเนิดนพคุณ อ.บางสะพาน จ.ประจวบคีรีขันธ์
- ระดับบริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้