



องค์ประกอบทางเคมีของปลาตะกรับหน้าเขียว (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766) และปลาตะกรับหน้าแดง (*Scatophagus argus* var. *rubrifons*)

จากการเลี้ยงในกระชัง

Chemical Composition of Green Spotted Scat (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766) and Red Spotted Scat (*Scatophagus argus* var. *rubrifons*) in Net Cage Culture

นางสาวอริสราภรณ์ จันทรัตน์

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตรการประมงและทรัพยากรทางน้ำ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



องค์ประกอบทางเคมีของปลาตะกรับหน้าเขียว (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766) และปลาตะกรับหน้าแดง (*Scatophagus argus* var. *rubrifons*)

จากการเลี้ยงในกระชัง

Chemical Composition of Green Spotted Scat (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766) and Red Spotted Scat (*Scatophagus argus* var. *rubrifons*) in Net Cage Culture

นางสาวอริสราภรณ์ จันทรัตน์

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตรการประมงและทรัพยากรทางน้ำ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับที่...../.....
งานทะเบียนประมวลผล

โครงการพิเศษปีการศึกษา 2563

เรื่อง

องค์ประกอบทางเคมีของปลาตะกรับหน้าเขียว (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766) และปลาตะกรับหน้าแดง (*Scatophagus argus* var. *rubrifons*)

จากการเลี้ยงในกระชัง

Chemical Composition of Green Spotted Scat (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766) and Red Spotted Scat (*Scatophagus argus* var. *rubrifons*) in Net Cage Culture

ผู้จัดทำ

นางสาวอริสราภรณ์ จันทรัตน์

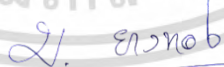
นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เห็นชอบ/รับรอง



(รองศาสตราจารย์ ดร.มนต์สรวง ยางทอง)

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

โครงการพิเศษนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

โครงการพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง

องค์ประกอบทางเคมีของปลาตะกรับหน้าเขียว (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766) และปลาตะกรับหน้าแดง (*Scatophagus argus* var. *rubrifons*)

จากการเลี้ยงในกระชัง

Chemical Composition of Green Spotted Scat (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766) and Red Spotted Scat (*Scatophagus argus* var. *rubrifons*) in Net Cage Culture

โดย

นางสาวอริสราภรณ์ จันทร์ตัน

เสนอ

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตรการประมงและทรัพยากรทางน้ำ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง	องค์ประกอบทางเคมีของปลาตะกรับหน้าเขียว (<i>Scatophagus argus</i> Linnaeus, 1766) และปลาตะกรับหน้าแดง (<i>Scatophagus argus</i> var. <i>rubrifons</i>) จากการเลี้ยงในกระชัง
โดย	นางสาวอริสราภรณ์ จันทร์ตัน
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ
คณะ	วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.มนต์สรวง ยางทอง

บทคัดย่อ

ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของปลาตะกรับหน้าเขียวและหน้าแดงทั้งเพศผู้และเพศเมียจากการเลี้ยงในกระชังในทะเลสาบสงขลา เป็นเวลา 13 เดือน น้ำหนักเฉลี่ยของปลาตะกรับหน้าเขียวและหน้าแดง เพศผู้ คือ 63.15 ± 8.11 และ 146.34 ± 7.51 กรัม ตามลำดับ เพศเมีย 127.20 ± 9.27 และ 171.12 ± 19.15 กรัม ตามลำดับ แบ่งปลาในแต่ละสายพันธุ์และแต่ละเพศ เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางโภชนาการและปริมาณแร่ธาตุของปลาทั้งตัว เนื้อ กระดูก และอวัยวะภายใน พบว่าปลาทั้งสองสายพันธุ์และทั้งสองเพศ มีปริมาณโปรตีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก และสังกะสี ปริมาณสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในส่วนปลาทั้งตัว กระดูก และเนื้อ ขณะที่อวัยวะภายในมีปริมาณโปรตีน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และเหล็กสูง และพบว่าปริมาณธาตุเหล็กของอวัยวะภายในของปลาเพศเมียทั้งสองสายพันธุ์สูงกว่าเพศผู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังนั้นปลาตะกรับเป็นแหล่งของโปรตีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก และสังกะสี

คำสำคัญ: ปลาตะกรับหน้าเขียว, ปลาตะกรับหน้าแดง, คุณค่าทางโภชนาการ, แร่ธาตุ

อริสราภรณ์ จันทร์ตัน

ลายมือชื่อนักศึกษา

ดร. ยางทอง

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

Title Chemical Composition of Green Spotted Scat (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766) and Red Spotted Scat (*Scatophagus argus* var. *rubrifons*) in Net Cage Culture.

by Miss Arisaraporn Janton

Major Fishery Science and Aquatic Resources

Faculty Prince of Chumphon campus

Advisor Associate Professor Dr. Monsuang Yangthong

Abstract

The Chemical Composition of Green Spotted Scat (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766) and Red Spotted Scat (*Scatophagus argus* var. *rubrifons*) both male and female, was studied in net cage culture in Songkhla lake. period 13 months. The mean body weights of male Green Spotted scat and Red Spotted scat were 63.15 ± 8.11 and 146.34 ± 7.51 g. respectively, female 127.20 ± 9.27 and 171.12 ± 19.15 g. respectively. Fish of each species and sex were divided to study the nutritional composition and mineral content of whole fish, meat, bones and internal organs. It was found that both species of fish and both sexes The protein, calcium, phosphorus, iron and zinc content were statistically high ($p < 0.05$). In the whole fish body, bones and all meat the internal organs are high in protein, phosphorus, potassium and iron. While the iron content in the female's organs is higher than that of the male. Spotted scat is therefore a good source of protein, calcium, phosphorus, iron and zinc.

Keywords: Green Spotted scat, Red Spotted scat, Chemical composition, Minerals

Arisaraporn Janton

Student's signature

M. Yangthong

Advisor's signature

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. มนต์สรวง ยางทอง อาจารย์ที่ปรึกษา ปัญหาพิเศษ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงใจ พิสุทธิธाराชัย อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้ คำแนะนำ คำปรึกษาและให้ความรู้เกี่ยวกับการทำโครงการพิเศษ ตลอดจนชี้แนะข้อบกพร่องในการ วิเคราะห์ข้อมูลในการเขียนรายงานทุกขั้นตอน ทำให้ปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี และ ขอขอบพระคุณอาจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำทุกๆ ท่านที่คอย อบรมสั่งสอนและให้ความรู้แก่ข้าพเจ้าตลอดเวลา และขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า คุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และมอบความรู้ให้กับผู้จัดทำ เป็นอย่างสูง

ขอบคุณเจ้าหน้าที่นักวิทยาศาสตร์ทุกท่าน ที่คอยอำนวยความสะดวกทั้งในเรื่องสถานที่ วัสดุ อุปกรณ์ ให้คำปรึกษา แนะนำ และทุกอย่างที่เกี่ยวข้องในการทำการทดลองรวมถึงรายงานฉบับนี้ เป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้ากราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัว ที่ให้การสนับสนุนทั้งกำลัง ภาย กำลังใจ สนับสนุนทุนทรัพย์ในการศึกษา และดูแลอบรมสั่งสอนให้เป็นคนที่ดีอดทน มุ่งมั่น ขยัน หมั่นเพียร ไม่ยอมแพ้ต่ออุปสรรค และขอขอบคุณเพื่อนที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ ตลอดจน ขอขอบคุณทุกคนที่เกี่ยวข้องตลอดระยะเวลาที่ข้าพเจ้าเริ่มการศึกษามาจนสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้

อริสราภรณ์ จันทร์ตัน

กรกฎาคม 2564

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
สารบัญภาพภาคผนวก	ซ
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
ตรวจเอกสาร	3
ปลาตะกรับ (<i>Scatophagus argus</i>)	3
การจำแนกทางอนุกรม	3
รูปร่างลักษณะ	4
การแพร่กระจาย	5
แหล่งที่อยู่อาศัย	5
การกินอาหาร	5
การเพาะขยายพันธุ์	5
การอนุบาลลูกปลา	6
องค์ประกอบทางเคมีของร่างกายสัตว์น้ำ	6
น้ำ	6
สารอินทรีย์	7
แร่ธาตุ	9
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
อุปกรณ์และวิธีการ	15
อุปกรณ์	15
วิธีการ	18
ผลและวิจารณ์	27
ผล	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
วิจารณ์ผลการทดลอง	47
สรุปผลการทดลอง	50
ข้อเสนอแนะ	51
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	52
ภาคผนวก	55



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	องค์ประกอบทางเคมีของส่วนประกอบทั้งตัวปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว	39
2	องค์ประกอบทางเคมีของกระดูกปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว	40
3	องค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว	41
4	องค์ประกอบทางเคมีของอวัยวะภายในปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว	42



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ปลาตะกรับหน้าเขียว (<i>Scatophagus argus</i>)	4
2	ปลาตะกรับหน้าแดง (<i>Scatophagus argus</i> var. <i>rubifrons</i>)	4
3	องค์ประกอบทางเคมีของปลาทั้งตัว	43
4	ปริมาณแร่ธาตุหลักของปลาทั้งตัว	43
5	ปริมาณแร่ธาตุรองของปลาทั้งตัว	43
6	องค์ประกอบทางเคมีของกระดูก	44
7	ปริมาณแร่ธาตุหลักของกระดูก	44
8	ปริมาณแร่ธาตุรองของกระดูก	44
9	องค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อ	45
10	ปริมาณแร่ธาตุหลักของกล้ามเนื้อ	45
11	ปริมาณแร่ธาตุรองของกล้ามเนื้อ	45
12	องค์ประกอบทางเคมีของอวัยวะภายใน	46
13	ปริมาณแร่ธาตุหลักของอวัยวะภายใน	46
14	ปริมาณแร่ธาตุรองของอวัยวะภายใน	46

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพที่		หน้า
1	การแยกส่วนอวัยวะของปลาตะกรับหน้าเขียว	56
2	การแยกส่วนอวัยวะปลาตะกรับหน้าแดง	56
3	การนำส่วนต่างๆเข้าตู้อบแห้ง	56
4	นำอวัยวะส่วนต่างๆ มาบดละเอียด	57
5	นำตัวอย่างที่บดละเอียดเข้าโถดูดความชื้น	57
6	ตัวอย่างที่เผาด้วยอุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส	57
7	กรองตัวอย่างเพื่อใช้ในการวิเคราะห์แร่ธาตุ	58
8	การวิเคราะห์โปรตีน	58
9	การวิเคราะห์แร่ธาตุต่างๆ	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ปลาตะกรับ *Scatophagus argus* (Linnaeus, 1766) เป็นปลาที่นิยมบริโภคในหลายประเทศ เช่น ไทย จีน ไต้หวัน ฟิลิปปินส์ เป็นต้น สำหรับประเทศไทย นิยมบริโภคกันในภาคใต้ โดยเฉพาะปลาตะกรับที่จับได้ในทะเลสาบสงขลา เนื่องจากมีรสชาติดี (มาวิทย์ และคณะ, 2547; เยาวินิตย์ และคณะ, 2547) ชุกชุมมากในทะเลสาบสงขลา ชาวสงขลานิยมบริโภคปลาชนิดนี้ นับเป็นปลาเศรษฐกิจที่มีราคาค่อนข้างสูง ทางภาคใต้เรียกปลาชนิดนี้ว่า “ปลาชืดัง” นอกจากประโยชน์ในด้านการนำมาปรุงเป็นอาหารแล้ว จากการที่ปลาชนิดนี้มีรูปร่างลักษณะที่โดดเด่นเฉพาะตัวและสามารถนำมาปรับเลี้ยงในน้ำจืดได้จึงเป็นที่นิยมนำมาเลี้ยงเป็นปลาสวยงามทั้งในและต่างประเทศ ซึ่งในวงการนี้เรียกว่า “ปลาเสือดาว” ปัจจุบันปริมาณปลาชนิดนี้ในธรรมชาติมีจำนวนลดน้อยลง จัดเป็นปลาที่เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ ดังนั้นปลาชนิดนี้จึงมีศักยภาพที่จะนำมาศึกษาวิจัยการเพาะขยายพันธุ์ เพื่อส่งเสริมให้มีการเพาะเลี้ยงในอนาคต (จิระยุทธ และคณะ, 2551)

ปลาตะกรับ *S. argus* เป็นปลาที่มีรูปร่างลักษณะลำตัวป้อมสั้น เก็ดเล็ก ครีบหลังยาว มีจุดสีดำเทากลม กระจายอยู่ทั่วลำตัวคล้ายเสือดาว รูปร่างแบนข้างรูปสี่เหลี่ยมคล้ายปลาผีเสื้อ มีพฤติกรรมกินแบบแทะเล็ม (Barry and Fast, 1988) ปลาตะกรับเป็นปลากินทั้งพืชและสัตว์ (Omnivorous) แต่จะกินพวกพืชเป็นหลัก (Wongchinawit and Paphawasit, 2009) ปลาชนิดนี้มีความหลากหลายทางสีมาก ซึ่งมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ เช่น ปลาบางกลุ่มจะมีลายพาดสีดำเห็นชัดตั้งแต่ส่วนหัว และลำตัวมีสีแดงเข้มจนเห็นได้ชัด ถูกจัดให้เป็นชนิดย่อยที่มีชื่อเรียกว่า ตะกรับหน้าแดง *Scatophagus argus* var. *rubifrons* นิยมเลี้ยงเป็นปลาสวยงาม (สถาบันการวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา, 2557) สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งประสบความสำเร็จในการเพาะขยายพันธุ์ปลาตะกรับโดยวิธีผสมเทียมได้เป็นครั้งแรกเมื่อปี 2550 (จิระยุทธ และคณะ, 2551) หลังจากนั้นได้มีการปรับปรุงและพัฒนาการผสมเทียมและการอนุบาล จนสามารถเพิ่มอัตราการรอดของลูกปลาจนถึงระยะวัยรุ่นสูงสุดถึง 30 เปอร์เซ็นต์ (จิระยุทธ และคณะ, 2552; จิระยุทธ และคณะ, 2555ก; จิระยุทธ และคณะ, 2555ข) ปัจจุบันมีเกษตรกรสนใจเลี้ยงปลาตะกรับเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะในจังหวัดสงขลาและพื้นที่ใกล้เคียง เนื่องจากเป็นปลาที่มีราคาค่อนข้างสูง อีกทั้งยังสามารถเลี้ยงร่วมกับปลาหรือสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ ได้ค่อนข้างดี นอกจากการนำมาบริโภคแล้ว เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งทะเลสนใจนำปลาชนิดนี้ไปเลี้ยงในนากุ้งเพื่อช่วยทำความสะอาดบ่อ กำจัดสาหร่ายหรือตะไคร่น้ำในบ่อเลี้ยงหรือบ่อพักน้ำ ทำให้ความต้องการลูกพันธุ์ปลาชนิดนี้เพิ่มขึ้นอีกด้วย (จิระยุทธ และคณะ, 2563) ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีความสนใจศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของปลาตะกรับหน้าเขียว (*S. argus*) และปลาตะกรับหน้าแดง (*S. argus* var. *rubifrons*) จากการเลี้ยงในกระชัง เพื่อวิเคราะห์และรวบรวมข้อมูลในด้านคุณค่าทางโภชนาการ ความปลอดภัย และยังสามารถสร้างความมั่นใจให้แก่เกษตรกร และผู้บริโภคทั่วไปได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการและแร่ธาตุของส่วนประกอบทั้งตัว กล้ามเนื้อ กระดูก และอวัยวะภายในของปลาตะกรับหน้าเขียวและปลาตะกรับหน้าแดง ได้แก่ ความชื้น เถ้า และโปรตีน และองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม โซเดียม แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง แมงกานีส และสังกะสี

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อให้ทราบความแตกต่างของคุณค่าทางโภชนาการและแร่ธาตุของส่วนประกอบทั้งตัว กล้ามเนื้อ กระดูก และอวัยวะภายในของปลาตะกรับหน้าเขียวและปลาตะกรับหน้าแดง ได้แก่ ความชื้น เถ้า และโปรตีน และองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม โซเดียม แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง แมงกานีส และสังกะสี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

1. ปลาตะกรับ (*Scatophagus argus*)

1.1 การจำแนกทางอนุกรมวิธาน

ปลาตะกรับจัดอยู่ในวงศ์ Scatophagidae ซึ่งจัดเป็นวงศ์เล็กที่มีปลาอยู่ 2 สกุล คือ *Scatophagus* และ *Selenotoca* สามารถจำแนกชนิดได้ตามหลักอนุกรมวิธาน (ดัดแปลงจาก Berg, 1940 อ้างตาม Barry and Fast, 1988) ดังนี้

Kingdom: Animalia

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Class: Osteichthyes

Order: Peciformes

Family: Scatophagidae

Genera: *Scatophagus*

Species: *Scatophagus argus* (Linnaeus, 1766)

นอกเหนือจากปลาตะกรับ *S. argus* หรือ Spotted scat แล้ว ปลาในสกุล *Scatophagus* ยังมีอีก 2 ชนิด ได้แก่ *S. tetraacanthus* หรือ Banded Scat และ *S. multifasciatus* หรือ Spot Banded Scat (ภาพที่ 1) ปลาตะกรับชนิด *S. argus* มีชื่อสามัญภาษาอังกฤษ คือ Spotted scat หรือ Green scat หรือที่เรียกกันในท้องถิ่นภาคใต้ว่า “ปลาขี้ตัง” ในบางพื้นที่มีความหลากหลายทางสีมาก เช่น ปลาบางกลุ่มที่มีลายพาดสีดำเห็นชัดเจนตั้งแต่ส่วนหัวและลำตัวมีสีแดงเข้มจนเห็นได้ชัดถูกจัดให้เป็นชนิดย่อยที่มีชื่อเรียกว่า “ตะกรับหน้าแดง” (*Scatophagus argus* var. *rubifrons*) (ภาพที่ 2) บางครั้งนิยมเลี้ยงเป็นปลาสวยงามและมักเรียกว่า “ปลาเสือดาว” ตามลักษณะลายจุดบริเวณลำตัวที่คล้ายกับเสือดาว (ปัทมาภรณ์ และศักดิ์อนันต์, 2552)



ภาพที่ 1 ปลาตะกรับหน้าเขียว (*Scatophagus argus*)



ภาพที่ 2 ปลาตะกรับหน้าแดง (*Scatophagus argus* var. *rubifrons*)

1.2 รูปร่างลักษณะ

ปลาตะกรับมีลำตัวป้อมสั้น รูปลีเหลี่ยมแบนข้างมาก ขนาดประมาณ 35 เซนติเมตร ส่วนหัวตั้งชันลาดโค้งลง จะงอยปากกลม ปลาเล็กข้างหน้ายึดติดไม่ได้ ฟันแบบ villiform หลายแถว จมูกอยู่หน้าตาที่ 9 นาฬิกาแล้วเฉียงขึ้น ตาค่อนข้างโตอยู่ด้านข้าง ช่องเปิดเหงือกแคบ เส้นข้างลำตัวสมบูรณ์เกล็ดแบบขอบเรียบละเอียดติดแน่นกับหนังปกคลุมทั่วลำตัว หัวและหาง ครีบอกเล็ก ครีบท้องมีเงี่ยง 1 อันและก้านครีบอ่อน 5 อัน ครีบหลังเว้า 2 ตอน มีเงี่ยง 11-12 อันและก้านครีบอ่อน 16-18 อัน ครีบกันมีเงี่ยง 4 อันและก้านครีบอ่อน 13-16 อัน ครีบหางจากรูปกลมในตัวเล็กจนถึงเว้าในตัวโตเต็มวัย (วิมล, 2556) บริเวณหลัง หัว และด้านข้างส่วนบนมีสีเขียวปนน้ำตาลอ่อน ด้านท้องสีขาวหรือครีม มีแต้มสีดำตามแนวยาวของส่วนก้านครีบอ่อนของครีบหลัง ครีบหลัง และครีบหาง เยื่อระหว่างก้านครีบของครีบหลัง มีสีดำ ส่วนบนของลำตัวมีแต้มสีดำกลมหรือรูปไข่ขนาดใหญ่ประอยู่ ปลาขนาดใหญ่แต้มเหล่านี้จะมีขนาดเล็ก ตัวเต็มวัยมีขนาดใหญ่ที่สุดประมาณ 38 เซนติเมตร (ปัทมาภรณ์ และ ศักดิ์อินันต์, 2552)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 การแพร่กระจาย

พบปลาตะกรับชุกชุมบริเวณชายฝั่งเขตร้อน ในน่านน้ำประเทศแถบอินโดนีเซีย เขตเอเชียใต้ และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในประเทศไทยพบมากในทะเลสาบสงขลาทั้งทะเลสาบตอนบน ทะเลสาบตอนกลาง และทะเลสาบตอนล่าง รวมทั้งปากทะเลสาบที่เชื่อมต่อกับทะเลอ่าวไทย (ปัทมาภรณ์ และศักดิ์อนันต์, 2552)

1.4 แหล่งที่อยู่อาศัย

ปลาตะกรับเป็นปลาที่สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มได้ในช่วงกว้างจึงสามารถอาศัยอยู่ได้ทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำทะเล บริเวณตอนล่างของแม่น้ำ ปากแม่น้ำ ป่าชายเลน และพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่มีกองหินใต้น้ำ มีการอพยพไปมาระหว่างแหล่งน้ำจืดกับทะเลตามช่วงชีวิต และอยู่รวมกันเป็นฝูง (ปัทมาภรณ์ และศักดิ์อนันต์, 2552)

1.5 การกินอาหาร

ปลาตะกรับเป็นปลาที่กินอาหารได้ทั้งพืชและสัตว์ (omnivorous fish) เช่น ลูกปลา ลูกกุ้ง สัตว์หน้าดิน แพลงก์ตอน ซากพืช และสาหร่าย ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่ลอยลอยอยู่ในน้ำและอาศัยอยู่ที่พื้นท้องน้ำ บ่งชี้ถึงพฤติกรรมการหาอาหารของปลาตะกรับว่ามีนิสัยการกินอาหารอยู่ทั่วไปทั้งผิวน้ำ ท้องน้ำ หรือหน้าดิน (วลีรัตน์ และคณะ, 2557) ปลาตะกรับสามารถปรับตัวกินอาหารได้หลากหลาย เลือกกินอาหารตามโอกาสที่พบ (opportunistic feeder) และมีการปรับเปลี่ยนอาหารไปตามช่วงอายุ ปลาตะกรับวัยอ่อนกินแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กบริเวณผิวน้ำและมวลน้ำ ปลาตะกรับวัยรุ่นจะเปลี่ยนมาเป็นอาหารที่อาศัยอยู่ตามมวลน้ำและพื้นท้องน้ำ ได้แก่ ไตอะตอม แพลงก์ตอนสัตว์ สัตว์หน้าดิน และซากพืช ส่วนปลาตะกรับเต็มวัยจะกินอาหารหลากหลายที่สุดทั้งแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็ก โปรโตซัว แพลงก์ตอนสัตว์ สัตว์หน้าดิน และซากพืช อาหารที่พบว่าปลาตะกรับเลือกกินมากที่สุดในทุกช่วงอายุ คือ แพลงก์ตอนพืช (Wongchinawit and Paphawasit, 2009)

1.6 การเพาะขยายพันธุ์

การเพาะขยายพันธุ์ปลาตะกรับใช้วิธีการผสมเทียมโดยนำปลาตะกรับที่มีความสมบูรณ์เพศที่จับจากธรรมชาติ ส่วนใหญ่จับจากเครื่องมือลอบบริเวณปากทะเลสาบสงขลา การใช้ฮอร์โมนกระตุ้นให้แม่ปลาตกไข่จะฉีดฮอร์โมน Suprefact ในระดับความเข้มข้น 10-20 ไมโครกรัม/กิโลกรัม โดยทำการรีดน้ำเชื้อตัวผู้ประมาณ 40 ไมโครลิตรใส่ในแก้ว เจือจางน้ำเชื้อด้วยน้ำทะเลความเค็ม 25 ส่วนในพันส่วน แล้วทำการรีดไข่ตัวเมียผสมกับน้ำเชื้อ ใช้แท่งแก้วคนเบาๆ ประมาณ 10 นาที จึงนำไข่เทลงถึงฟักที่มีความเค็ม 25-30 ส่วนในพันส่วน และอุณหภูมิของน้ำในถังประมาณ 27-29 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 17-18 ชั่วโมง ไข่ก็จะฟักออกเป็นตัว (จิระยุทธ และคณะ, 2551)

1.7 การอนุบาลลูกปลา

การอนุบาลปลาแรกฟักหรืออายุ 1-15 วัน ทำการย้ายลูกปลามาฟักในถังอนุบาลขนาด 3 ตัน ปริมาณน้ำ 2.5 ตัน ความหนาแน่นของลูกปลาแรกฟักประมาณ 20-25 ตัว/ลิตร ให้ฟองอากาศตลอดเวลา ปรับฟองอากาศให้มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำให้อยู่ในช่วง 6-8 มิลลิกรัม/ลิตร อุณหภูมิ น้ำอยู่ระหว่าง 29-31 องศาเซลเซียส ความเค็มของน้ำทะเลที่ใช้ในการอนุบาล 30 ส่วนในพันส่วน หลังจากนั้นค่อยปรับความเค็มลงวันละ 1 ส่วนในพันส่วน เมื่อลูกปลาอายุ 15 วัน ความเค็มจะอยู่ที่ 15 ส่วนในพันส่วน คงความเค็มไว้จนปลาอายุ 21 วัน เมื่อลูกปลาปากเริ่มเปิดให้อาหาร คือ โรติเฟอร์ ขนาดเล็ก โดยการกรองด้วยผ้าขนาดตา 100 ไมโครเมตร ให้กินในความหนาแน่น 10-20 ตัว/มิลลิลิตร เติมน้ำเขียว (Chlorella sp. 10 ล้านเซลล์/มิลลิลิตร) การอนุบาลลูกปลาในระหว่างอายุ 1-14 วัน จะไม่ดูตะกอน เริ่มมีการดูตะกอนในวันที่ 15 การอนุบาลลูกปลาที่อายุ 16-20 วัน ในระยะนี้เป็นช่วงที่ลูกปลาบางส่วนที่โตจะเริ่มกินอาร์ทีเมียได้ ในขณะที่ปลาบางส่วนปากเล็กกว่าไม่สามารถกินอาหารได้ ดังนั้นในช่วงอายุ 16-20 วัน ต้องใช้อาร์ทีเมียแรกฟักที่ความหนาแน่น 3-5 ตัว/มิลลิลิตร เติมน้ำเขียวในบ่ออนุบาล 1-3 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำในบ่อ เพื่อเป็นอาหารของโรติเฟอร์ ควบคุมความเค็มที่ 15 ส่วนในพันส่วน การทำความสะอาดพื้นบ่อโดยการดูตะกอน 3 วัน/ครั้ง เปลี่ยนถ่ายน้ำวันละ 10 เปอร์เซ็นต์การอนุบาลลูกปลาที่อายุ 20-45 วัน เป็นช่วงลูกปลากินอาที่เมียแรกฟักต้องเพิ่มจำนวนความหนาแน่น 7-10 ตัว/มิลลิลิตร และงดให้โรติเฟอร์ ความหนาแน่นของอาที่เมียให้ได้ตามกำหนดวันละ 3 ครั้งเช้าเที่ยงและเย็น เมื่อลูกปลามีอายุ 25 วัน มีขนาดโตและแข็งแรงขึ้น เมื่อปลาอายุ 30 วัน ทำการคัดแยกขนาดของปลา เมื่อปลาอายุ 35 วัน ให้ทำการฝึกให้อาหาร ชนิดผงสำเร็จรูป วันละ 2 ครั้ง แต่ยังคงให้อาที่เมียตัวโตต่อไป 3-5 วัน (จิระยุทธ และคณะ, 2552)

2. องค์ประกอบทางเคมีของร่างกายสัตว์น้ำ

ร่างกายของสัตว์น้ำประกอบด้วยส่วนต่างๆ เช่น ส่วนหัว ส่วนนอก ส่วนท้อง และส่วนหาง ซึ่งแต่ละส่วนเหล่านี้มีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน องค์ประกอบทางเคมีของร่างกายสัตว์น้ำแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ น้ำ สารอินทรีย์ และแร่ธาตุ

2.1 น้ำ

เนื่องจากสัตว์น้ำอาศัยอยู่ในน้ำ ดังนั้นองค์ประกอบทางเคมีของร่างกายสัตว์น้ำจึงประกอบไปด้วยน้ำเป็นส่วนใหญ่ ร่างกายปลาหลายชนิดมีน้ำเป็นองค์ประกอบมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ (Jobling, 1994) น้ำพบทุกส่วนของร่างกาย โดยปริมาณน้ำในร่างกายของสัตว์น้ำจะลดลงเมื่อสัตว์น้ำมีอายุมากขึ้น สัตว์น้ำที่มีอายุใกล้เคียงกัน มีปริมาณน้ำในร่างกายใกล้เคียงกัน แต่ปริมาณน้ำในร่างกายของสัตว์น้ำที่มีอายุใกล้เคียงกันอาจแตกต่างกันได้ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณภาพของอาหารที่สัตว์น้ำได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 สารอินทรีย์

สารอินทรีย์ในร่างกายสัตว์น้ำประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เกล็ด โดยสารอินทรีย์ส่วนใหญ่ในร่างกายสัตว์น้ำประกอบด้วยโปรตีนและไขมัน สำหรับองค์ประกอบทางเคมีในร่างกายสัตว์น้ำสัตว์น้ำ สัตว์น้ำที่มีโปรตีนในร่างกายสูง ได้แก่ ปลา กุ้ง หมึก ปู และหอย ตามลำดับ สัตว์น้ำที่มีไขมันสูงในร่างกาย ได้แก่ ปลา ปู กุ้ง หอย และหมึก ตามลำดับ สัตว์น้ำที่คาร์โบไฮเดรตสูงในร่างกาย ได้แก่ หอย ปลา กุ้ง และปู ตามลำดับ สัตว์น้ำที่มีเถ้าในร่างกายสูง ได้แก่ กุ้ง หอย ปลา ปู และหมึก ตามลำดับ ความแตกต่างของปริมาณสารอินทรีย์ในร่างกายสัตว์น้ำ นอกจากแตกต่างตามชนิดของสัตว์น้ำแล้ว สัตว์น้ำชนิดเดียวกัน อายุใกล้เคียงกัน อาจมีความแตกต่างของปริมาณสารอินทรีย์ ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณภาพของอาหารที่สัตว์น้ำได้รับ ตัวอย่าง เช่น ในสัตว์น้ำที่ได้รับอาหารให้พลังงานสูง มีการสะสมไขมันในร่างกายมาก ทำให้มีปริมาณน้ำในร่างกายน้อย ในช่วงการเจริญเติบโตหากสัตว์น้ำได้รับอาหารเพียงพอ เมื่อสัตว์น้ำมีอายุมากขึ้น ร่างกายของสัตว์น้ำจะมีโปรตีนและเถ้าสูงซึ่งตรงกันข้ามหากสัตว์น้ำขาดแคลนอาหาร ทำให้เกิดชะงักการเจริญเติบโต ร่างกายสัตว์น้ำจะมีโปรตีนและไขมันลดลง ส่วนน้ำและเถ้าพบปริมาณเท่าเดิม โปรตีนเป็นสารอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบหลักของร่างกายสัตว์น้ำ ซึ่งพบในส่วนของกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อ ไขมันพบมากบริเวณใต้ผิวหนัง รอบลำไส้และไต ส่วยคาร์โบไฮเดรตพบมากในส่วนของกล้ามเนื้อและตับ ซึ่งพบอยู่ในรูปของไกลโคเจนและจะสลายตัวหมดเมื่อสัตว์น้ำตาย (เวียง, 2542)

2.2.1 โปรตีน

โปรตีนมาจากภาษากรีกว่า โปรตีออส (proteios) ซึ่งหมายถึง สำคัญอันดับหนึ่ง โปรตีนเป็นสารอินทรีย์ที่พบได้ในสิ่งมีชีวิตทุกชนิด พืช สัตว์ และจุลินทรีย์ โปรตีนประกอบไปด้วยธาตุดังต่อไปนี้ 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 0.5-2 เปอร์เซ็นต์

โปรตีนมีหน้าที่ ดังต่อไปนี้

1. สร้างและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ เนื่องจากโปรตีนเป็นองค์ประกอบของเซลล์ทุกชนิดในร่างกายของสัตว์ (เซลล์ กระดูก ฟัน เกล็ด ผิวหนัง เลือด)
2. โปรตีนในเลือดทำหน้าที่ รักษาสมดุลของความดันออสโมติก ทำให้ของเหลวภายในและภายนอกเซลล์อยู่ในสภาวะสมดุล ซึ่งเป็นสภาวะปกติ ควบคุมความเป็นกรดต่างในเลือดและในเซลล์ให้ปกติ ให้ภูมิคุ้มกันต่อโรค และขนส่งแก๊สและสารอาหาร เช่น ฮีโมโกลบิน ทำหน้าที่ในการขนส่งออกซิเจนจากปอดไปยังเซลล์ต่างๆ ทั่วร่างกาย และรับคาร์บอนกลับสู่ปอด เพื่อกำจัดออกจากร่างกาย และไลโปโปรตีน ทำหน้าที่ขนส่งไขมัน ที่ดูดซึมผ่านผนังลำไส้ไปสู่ตับ

3. เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์และฮอร์โมน มีบทบาทสำคัญในการทำงานของระบบต่างๆ โดยเอนไซม์ทำหน้าที่เร่ง การย่อย การดูดซึม และการเมแทบอลิซึม ส่วนฮอร์โมน ทำหน้าที่ในการควบคุมปฏิกิริยาต่างๆ ในร่างกาย

4. เป็นแหล่งพลังงานสำรอง โดยโปรตีนให้ไนโตรเจนเพื่อสร้างการเจริญเติบโต และให้พลังงานสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานในร่างกาย เช่น โปรตีนในน้ำมัน ไข่ขาว เมล็ดพืช ทำหน้าที่เป็นคลังอาหารที่สัตว์และพืชสำรองไว้เลี้ยงตัวอ่อน โดยโปรตีน 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี (วีรพงศ์, 2536)

2.2.2 ไขมัน

ไขมัน (Lipid) เป็นสารอินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น แอลกอฮอล์ อีเทอร์ อะซิโตน โครโฟอร์ม และเบนซิน ไขมันเป็นสารอินทรีย์ที่ประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ไขมันเป็นองค์ประกอบสำคัญในเยื่อหุ้มเซลล์ เป็นแหล่งสะสมพลังงานในร่างกาย ไขมันเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อการดำรงชีพ การเจริญเติบโต ลอกคราบ และสืบพันธุ์ของสัตว์น้ำ

ไขมันมีหน้าที่ ดังต่อไปนี้

1. เป็นแหล่งพลังงาน ให้พลังงานสูงถึง 8-9 กิโลแคลอรีต่อกรัม
2. เป็นตัวช่วยพาวิตามินที่ละลายได้ในไขมันจากลำไส้ไปที่ตับ และส่วนต่างๆ ของร่างกาย
3. กรดไขมันที่จำเป็น เป็นต้นกำเนิดของฮอร์โมนที่เกี่ยวกับการสืบพันธุ์ ความดันโลหิต และการหดตัวของกล้ามเนื้อ
4. เป็นตัวช่วยประหยัดโปรตีนในอาหารที่ถูกใช้ไปเป็นพลังงาน
5. ปริมาณไขมันที่เหมาะสมในอาหาร ช่วยให้การอดเม็ตดีขึ้น มีฝุ่นน้อยลง แต่หากปริมาณไขมันมากเกินไป จะทำให้อัดเม็ตไม่แน่น (วีรพงศ์, 2536)

2.2.3 คาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรต ได้แก่ แป้ง น้ำตาล โยพืช เป็นแหล่งให้พลังงานแก่สิ่งมีชีวิต (แต่น้อยกว่าไขมัน) ที่มีราคาถูกที่สุดหาง่าย เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด พบมากในพืชเกิดขึ้นจากกระบวนการสังเคราะห์แสง พลังงานเหล่านี้ได้สะสมอยู่ในพืช เมื่อสัตว์น้ำกินเข้าไปก็ทำให้ได้พลังงานสำหรับใช้ในการดำรงชีวิตอยู่และสามารถแปรรูปไปเป็นไขมันเพื่อเก็บเป็นพลังงานสำรอง คาร์โบไฮเดรตให้ค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ย 2.5 กิโลแคลอรี/กรัม ปลาย่อยและดูดซึมน้ำตาลได้ดีกว่าแป้ง แต่ปลาใช้ประโยชน์จากแป้งได้ดีกว่าน้ำตาล ส่วนโยพืชหรือเซลลูโลสปลาย่อยได้น้อยมากหรือไม่ได้เลย ดังนั้นแป้งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีความสำคัญต่อการนำมาทำอาหารปลามากกว่าน้ำตาลและเซลลูโลส โดยทั่วไปปลาย่อยแป้งได้ 25-70% แต่ผันแปรไปตามชนิดสัตว์น้ำ ซึ่งสัตว์น้ำมีความสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการย่อยคาร์โบไฮเดรตได้แตกต่างกัน เช่น ปลาRainbow trout ย่อยกลูโคส ได้ร้อยละ 90 แต่ย่อยแป้งดิบได้แค่ร้อยละ 20 เมื่อทำแป้งให้สุกสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยได้สูงขึ้นประมาณ 25-30% ปลาทุกชนิดมีน้ำย่อยแป้งอยู่จำกัด สามารถย่อยแป้งได้แค่จำนวนหนึ่ง ดังนั้นถ้าเพิ่มปริมาณแป้งลงไปในการอาหารส่งผลให้ประสิทธิภาพในการย่อยแป้งลดลง เช่น ปลากินเนื้อย่อยแป้งในอาหารที่มีแป้ง 20% ได้ถึง 68% แต่ถ้าเพิ่มแป้งในอาหารเป็น 60% ปลากลับย่อยแป้งได้เพียง 26% (ลดลงจากเดิม 40%) ถึงแม้ปลาไม่สามารถย่อยเซลลูโลส แต่เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการขับถ่าย โดยใยพืชที่มีปริมาณไม่เกิน 8% ช่วยทำให้อาหารเคลื่อนที่ผ่านทางเดินอาหารช้าลงทำให้มีเวลาดูดซึมสารอาหารได้มากขึ้นปลาบางชนิดมีแบคทีเรียช่วยย่อยเซลลูโลส ในความต้องการคาร์โบไฮเดรตของสัตว์น้ำ เช่น ในปลา catfish ควรมีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ไม่เกิน ร้อยละ 20 ของอาหารทั้งหมด เพราะถ้ามากเกินไปทำให้เกิดการสะสมไกลโคเจนที่ตับ ทำให้ปลาเป็นโรคตับ เป็นโรคอ้วน ปลาที่กินทั้งพืชและสัตว์ หรือ omnivore เช่น ปลาสวาย สามารถผสมแป้งสุกได้ถึง ร้อยละ 60 ของอาหารทั้งหมด ปลาชนิดนี้ต้องการคาร์โบไฮเดรตถึงร้อยละ 40 ความจำเป็นต้องใส่คาร์โบไฮเดรต อีกประการ คือ เพื่อประสานยึดองค์ประกอบของอาหารหรือบายด์เดอร์เข้าด้วยกันในรูปเม็ด หรือก้อน ทำให้การละลายของอาหารในน้ำช้าลง ลดการสูญเสียคุณค่าทางอาหาร ได้แก่ แป้งเหนียว สารเหนียว และยังช่วยทำให้อาหารลอยน้ำ เช่น อาหารปลาตุ๊ก จำเป็นต้องมีแป้ง 40-50% แต่ถ้าใส่มากเกินไปทำให้คุณค่าของอาหารลดลง (ประเสริฐ และคณะ, 2525; กลุ่มวิจัยอาหารสัตว์น้ำ, 2534 และ นกมล, 2549)

2.3 แร่ธาตุ

ร่างกายของสัตว์น้ำประกอบด้วยแร่ธาตุหลายชนิดที่สำคัญ ได้แก่ โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส และคลอรีน โพแทสเซียมเป็นแร่ธาตุที่พบมากที่สุดในร่างกายสัตว์น้ำ รองลงมา ได้แก่ ฟอสฟอรัส โซเดียม และแมกนีเซียม ตามลำดับ โพแทสเซียม โซเดียม และคลอรีนพบมากในของเหลว ส่วนแคลเซียมและแมกนีเซียมพบในกระดูกและตับ โดยรวมตัวกับฟอสฟอรัสเป็นสารประกอบพวกแคลเซียมฟอสเฟตหรือแมกนีเซียมฟอสเฟต ปริมาณแร่ธาตุในร่างกายของสัตว์น้ำแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน สัตว์น้ำที่มีโซเดียมในร่างกายสูง ได้แก่ หมึก หอย กุ้ง และปลา ตามลำดับ สัตว์น้ำที่มีโพแทสเซียมในร่างกายสูง ได้แก่ ปลา กุ้ง หมึก และหอย ตามลำดับ สัตว์น้ำที่มีฟอสฟอรัสในร่างกายสูง ได้แก่ ปลา กุ้ง ปู หอย และหมึก ตามลำดับ โดยเฉลี่ยสัตว์น้ำมีโซเดียม 0.184 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 0.251 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 0.097 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียม 0.039 เปอร์เซ็นต์ และฟอสฟอรัส 0.024 เปอร์เซ็นต์ (เวียง, 2542) แร่ธาตุแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

2.3.1 แร่ธาตุหลัก (Macro mineral) เป็นแร่ธาตุที่สัตว์น้ำต้องการในปริมาณมาก เพื่อให้ร่างกายเจริญเติบโตได้ตามปกติ ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม กำมะถัน โซเดียม คลอรีน และแมกนีเซียม

2.3.1.1 แคลเซียม (Calcium) พบมากในกระดูกและเกล็ดของปลา ประมาณ 99 เปอร์เซ็นต์ของแคลเซียมทั้งหมดในร่างกายปลา และแคลเซียมอีก 1 เปอร์เซ็นต์พบมากในเลือดและเนื้อเยื่อ ในร่างกายปลามีแคลเซียมเป็นส่วนประกอบประมาณ 0.5-1 เปอร์เซ็นต์ ปลาโดยส่วนใหญ่มีสัดส่วนของแคลเซียมต่อฟอสฟอรัสประมาณ 0.7-1.6: 1 แคลเซียมส่วนใหญ่ จะถูกนำไปใช้เพื่อการสร้างกระดูก โดยนำไปเป็นส่วนประกอบของกระดูกและเกล็ด แต่แคลเซียมที่มีในเลือดและเนื้อเยื่อ จะถูกนำไปใช้เกี่ยวกับกระบวนการเมแทบอลิซึมของร่างกาย เช่น ช่วยในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ช่วยให้เลือดแข็งตัวตามปกติ ช่วยถ่ายทอดสัญญาณประสาท ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์หลายชนิด ช่วยควบคุมเยื่อเซลล์ให้คงตัว และช่วยควบคุมการผ่านเข้าออกของสารละลายบริเวณเยื่อเซลล์

2.3.1.2 ฟอสฟอรัส (Phosphorus) ส่วนมากพบในกระดูกและเกล็ดของปลารวมกันประมาณ 85-90 เปอร์เซ็นต์ ของฟอสฟอรัสทั้งหมดที่มีในร่างกาย หรืออาจกล่าวได้ว่าปลา มีฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบประมาณ 0.4-0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวปลา ฟอสฟอรัสบางส่วนที่มีในกระดูกของปลาจะรวมกับแคลเซียมได้เป็นสารประกอบที่เรียกว่า อะพาไทต์ (apatite) หรือไฮดรอกไซด์แคลเซียมฟอสเฟต (tricalcium phosphate)

2.3.1.3 โซเดียม โพแทสเซียม และคลอไรด์ (Sodium, Potassium and Chloride) โซเดียม โพแทสเซียม และคลอไรด์ จัดเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ หรือสารบัฟเฟอร์ที่พบมากที่สุดในร่างกายสิ่งมีชีวิต โซเดียม และคลอไรด์เป็นสารอิเล็กโทรไลต์ที่มีประจุบวกและลบตามลำดับ และพบเฉพาะในพลาสมาหรือของเหลวภายนอกเซลล์ (extracellular fluid) โพแทสเซียม เป็นสารอิเล็กโทรไลต์ที่มีประจุบวกและพบเฉพาะในของเหลวภายในเซลล์ (intracellular fluid) เช่นเดียวกับแมกนีเซียม

โซเดียม โพแทสเซียม และคลอไรด์ จะทำหน้าที่สัมพันธ์กัน คือ ช่วยควบคุมระบบออสโมเรกูเลชันของร่างกายให้คงที่ โดยการควบคุมให้สารผ่านเข้าและออกจากเซลล์เป็นปกติ จึงทำให้แรงดันออสโมติกคงที่ นอกจากนี้ยังช่วยรักษาสมดุลของกรดและด่างของของเหลวภายในร่างกาย ช่วยในการถ่ายทอดสัญญาณประสาทหรือกระแสความรู้สึก และช่วยในการคลายตัวของกล้ามเนื้อ สำหรับคลอไรด์ ยังช่วยในการสร้างกรดเกลือในกระเพาะอาหาร โดยคลอไรด์จะรวมกับไฮโดรเจนไอออน

2.3.1.4 แมกนีเซียม (Magnesium) แมกนีเซียมพบมากในกระดูกและเกล็ดของปลารวมกันประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลืออีก 30 เปอร์เซ็นต์ พบอยู่ในเลือดและเนื้อเยื่อ ดังนั้นแมกนีเซียมจึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของกระดูกและเกล็ดปลาเช่นเดียวกับแคลเซียมและฟอสฟอรัส แมกนีเซียมมีหน้าที่ช่วยในการสร้างกระดูกและเกล็ดของปลา ช่วยควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อเรียบ ช่วยในการสังเคราะห์โปรตีน และช่วยเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์หลายชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเฉพาะเอนไซม์ ที่ใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตและกรดไขมัน รวมทั้งการเปลี่ยนเอทีพี (ATP) ให้เป็นเอดีพี (ADP)

2.3.2 แร่ธาตุรอง (Micro minerals) เป็นแร่ธาตุที่ร่างกายของสัตว์น้ำต้องการในปริมาณน้อย เพื่อให้ร่างกายเจริญเติบโตได้ตามปกติ แร่ธาตุรองมีทั้งหมด 15 ชนิด แต่ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของปลาหรือสัตว์น้ำมี 7 ชนิด ได้แก่ เหล็ก ทองแดง แมงกานีส สังกะสี ซีลีเนียม ไอโอดีน และโคบอลต์

2.3.2.1 เหล็ก (Iron) เหล็กที่มีในตัวปลาประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ พบเป็นองค์ประกอบของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง ส่วนที่เหลือ 30 เปอร์เซ็นต์ พบสะสมในตับ ม้าม และกล้ามเนื้อ ดังนั้นเหล็กจึงมีความสำคัญต่อการสร้างเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดแดงของปลาจะสร้างที่ม้ามและไต ซึ่งแตกต่างกับสัตว์มีกระดูกสันหลังทั่วไปที่ไขกระดูกเป็นผู้สร้างเม็ดเลือดแดง การสร้างเม็ดเลือดแดงจำเป็นต้องนำเหล็กมาเป็นองค์ประกอบของเม็ดเลือดแดงที่เสื่อมสลายตลอดเวลา จึงทำให้สัตว์น้ำที่ขาดแร่เหล็ก เป็นโรคโลหิตจาง

เหล็กเป็นองค์ประกอบของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงที่ช่วยลำเลียงออกซิเจนไปยังเนื้อเยื่อ เป็นองค์ประกอบของไมโอโกลบิน (myoglobin) ในกล้ามเนื้อ เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์หลายชนิดที่เกี่ยวข้องกับการสลายพลังงานในไมโทคอนเดรีย เป็นองค์ประกอบของทรานเฟอร์ริน (transferrin) ในเลือด และเป็นองค์ประกอบของเฟอร์ริทิน (ferritin) ในตับและม้าม

2.3.2.2 ทองแดง (Copper) ทองแดงในร่างกายส่วนมากจะรวมตัวกับโปรตีน เป็นสารประกอบซีรูพลาสมีน (ceruplasmin) ซึ่งจะพบทั่วไปในเนื้อเยื่อต่างๆ แต่จะพบปริมาณมากที่สุดที่สมอง หัวใจ ตับ ไต ตา และเลือด ทองแดงที่มีในเลือดปลาจะช่วยสร้างเม็ดเลือดแดงเช่นเดียวกับเหล็ก แต่สำหรับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังจำพวกกุ้ง หอย และปู พบว่าทองแดงก็ช่วยสร้างเม็ดเลือดแดงให้สัตว์กลุ่มนี้เช่นกัน โดยการนำไปเป็นองค์ประกอบของฮีโมไซยานิน (hemocyanin) ในเม็ดเลือดแดง

2.3.2.3 แมงกานีส (Manganese) แมงกานีสพบในปลาและเนื้อเยื่อทั่วไป แต่จะพบมากที่สุดบริเวณกระดูก รองลงมาเป็นตัว กล้ามเนื้อ ไต ไข่ อัณฑะ และผิวหนัง แมงกานีสมีผลต่อความสมบูรณ์หรืออัตราการฟักของไข่ปลา แมงกานีสมีความสำคัญต่อเมแทบอลิซึมของไขมันและคาร์โบไฮเดรตอย่างมาก เนื่องจากช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์จำนวนมาก และยังมีบทบาทต่อการสร้างกระดูก การเป็นหมัน และการทำงานของระบบประสาท ปลาสามารถดูดซึมแมงกานีสจากอาหารได้มีประสิทธิภาพดีกว่าการดูดซึมจากน้ำ จึงจำเป็นต้องเสริมแมงกานีสในอาหารปลา อาการขาดแมงกานีสของปลา จะแสดงอาการ เบื่ออาหาร เจริญเติบโตช้า หาง และกระดูกสัน

หลังพัฒนาผลิตภัณฑ์ สูญเสียการทรงตัว และตายในที่สุด นอกจากนี้ปลาแม่พันธุ์ที่ขาดแมงกานีส อาจมีผล ทำให้อัตราการฟักของไข่ลดลงและไข่มีแมงกานีสสะสมในปริมาณต่ำ

2.3.2.4 สังกะสี (Zinc) สังกะสีเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเอนไซม์ (metalloenzyme) หลายชนิด ซึ่งทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับเมแทบอลิซึมของโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต ดังเช่น ซูเปอร์ออกไซด์ไดมิวเตส อัลคาไลน์ฟอสเฟต คาร์บอกซิเปปซิเดส และคาร์บอกซิแอนไฮเดรต เป็นต้น นอกจากนี้ สังกะสียังช่วยป้องกันการแข็งตัว (keratinization) ของเนื้อเยื่ออีพิทีเลียม (epithelium) และเกี่ยวกับเมแทบอลิซึมของพอสตาแกลนดิน (มนต์สรวง, 2561)

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประดิษฐ์ และ สัจญา (2539) ได้ศึกษาปริมาณสารหนูและโลหะหนักในผลิตภัณฑ์จากทะเลสาบสงขลา ได้แก่ ตะกั่ว พรอท สังกะสี และแคดเมียม ในผลิตภัณฑ์จากทะเลสาบสงขลา โดยเก็บตัวอย่าง ปลา กุ้ง หอย ปู และสาหร่าย จากทะเลสาบสงขลา ช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2538 จำนวน 24 ตัวอย่าง มาวิเคราะห์หาปริมาณสารหนูและโลหะหนัก ด้วยเทคนิควิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ โดยใช้แบบพ่นสารโดยตรง (direct aspiration) สำหรับการวิเคราะห์ธาตุ ตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม แบบไอเย็น (cold vapor) สำหรับการวิเคราะห์พรอท และแบบไฮไดรด์ เจเนอเรชัน (hydride generation) สำหรับการวิเคราะห์สารหนู ผลการวิเคราะห์พบว่า มีสารหนู ตะกั่ว พรอท สังกะสี และแคดเมียม ในปลากะพงขาว 0-0.250, 0.163-1.985, 0-0.107, 0.094-1.881 และ 0-0.010 ppm พบสารหนู ตะกั่ว พรอท สังกะสี และแคดเมียม ในกุ้งกุลาดำ 0-0.150, 0-2.625, 0-0.015, 0.129-4.819 และ 0-0.380 ppm ตามลำดับ พบสารหนู ตะกั่ว พรอท สังกะสี และแคดเมียม ในหอยแมลงภู่ 0-1.750, 1.548-1.985, 0-0.021, 2.634-4.573 และ 0.041-0.343 ppm ตามลำดับ พบสารหนู ตะกั่ว พรอท สังกะสี และแคดเมียม ในปูทะเล 0.150-2.265, 1.260-2.008, 0-0.038, 0.311-0.718 และ 0.018-0.348 ppm ตามลำดับ พบสารหนู ตะกั่ว พรอท สังกะสี และแคดเมียม ในสาหร่ายผมนาง 0-1.250, 1.260-3.313, 0-0.069, 0.072-6.807 และ 0-0.065 ppm ตามลำดับ

อรพินท์ (2549) ได้ศึกษาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในเนื้อปลาทูน่าจากมหาสมุทรอินเดีย จากการศึกษพบว่าปลาทูน่าท้องแถบมีปริมาณสะสมของโลหะทุกชนิดดังกล่าวข้างต้นสูงกว่าปลาทูน่าตาโตและปลาทูน่าครีบเหลือง โดยมีค่าเฉลี่ยของแคดเมียม ทองแดง และสังกะสี เท่ากับ 17.881 มก./กก. น้ำหนักเปียก 0.535 มก./กก. น้ำหนักเปียก และ 5.843 มก./กก. น้ำหนักเปียก ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ค่าที่พบก็ยังไม่สูงกว่าค่ามาตรฐานที่ถูกกำหนดขึ้นโดยประเทศต่างๆ และผลการศึกษามีความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะกับความยาวของปลาโดยใช้รีเกรสชันเส้นตรง (linear regression analysis) พบว่าปริมาณโลหะ แคดเมียมจะแสดงความสัมพันธ์เชิงบวกกับความยาวของปลาทูน่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาโตและปลาทุ่น่าท้องแถบที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในขณะที่ปริมาณของโลหะทองแดงจะแสดงความสัมพันธ์เชิงลบกับความยาวของปลาทุ่น่าครีบเหลือง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สำหรับโลหะสังกะสีไม่พบความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปริมาณสะสมกับความยาวในปลาทุ่น่าทั้ง 3 ชนิด

Monika *et al.* (2016) ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของพันธุ์ปลาเชิงพาณิชย์ ได้แก่ ปลาสาวย (*Pangasianodon hypophthalmus*) ปลาลิ้นหมา (*Scophthalmus maximus*) และปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดของกฎหมายและการติดฉลากที่ถูกต้อง ผู้ประกอบการธุรกิจและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องตรวจสอบลักษณะทางธรรมชาติของวัตถุดิบ การศึกษาในครั้งนี้ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาที่ได้จากการเลี้ยงในฟาร์มและตามธรรมชาติ ค่าความชื้นทั้งหมดอยู่ที่น้อยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ค่าโปรตีนในเนื้อมากกว่า 18 เปอร์เซ็นต์ตรวจพบปริมาณกรดซิทริกที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติเพียงเล็กน้อย (0.03 กรัม/กิโลกรัม) ปริมาณไขมันเป็นองค์ประกอบหลักที่มีความแตกต่างกันมากที่สุดในปลาแต่ละสายพันธุ์ ตั้งแต่ 1.2 ถึง 2.0 เปอร์เซ็นต์ และ 0.3 ถึง 3.0 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปลาลิ้นหมาและปลากระพงขาวที่เลี้ยงในฟาร์ม ตามลำดับ ส่วนเนื้อปลาสาวยมีปริมาณไขมันเฉลี่ย 7.8 เปอร์เซ็นต์ จากการตัดแต่งและการแยกชั้นของเนื้อแดง ทำให้ปริมาณไขมันของเนื้อขาวลดลง 2.7 ถึง 3.5 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของกรดไขมัน กรดอะมิโนอิสระ และแร่ธาตุ มีการวิเคราะห์เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของปลาสายพันธุ์ต่างๆ ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงและตามธรรมชาติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง แม้จะมีความแปรปรวนตามธรรมชาติอยู่บ้าง แต่ส่วนประกอบต่างๆ ก็ถือว่าสามารถเปรียบเทียบได้

Vijayan *et al.* (2016) ได้ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและปริมาณธาตุอาหารของปลาทะเลน้ำลึก 2 ชนิด (*Neopinnula orientalis* และ *Chlorophthalmus corniger*) และปลาน้ำกร่อย คือ ปลาตะกรับ (*Scatophagus argus*) เพื่อสำรวจทรัพยากรใต้ท้องทะเลลึก จากเมืองเกรละ ซึ่งอยู่ทางตะวันออกเฉียงใต้ของชายฝั่งมะละบาร์ ประเทศอินเดีย โดยใช้ตัวอย่างปลาที่ผ่านการนำเกล็ดและอวัยวะภายในออก จากนั้นได้นำตัวอย่างทั้งหัวและส่วนอื่นๆ ทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งปลาทะเลน้ำลึกที่น่าสนใจ คือ *N. orientalis* และ *C. corniger* พบว่ามีปริมาณโปรตีนที่ใกล้เคียงกัน (18.6 ± 0.9 และ 19.4 ± 0.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) เท่ากับปริมาณโปรตีนของ *S. argus* (20.4 ± 0.8 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณไขมันของ *N. orientalis* เทียบเท่ากับปลาตะกรับ ในขณะที่ *C. corniger* พบว่ามีปริมาณไขมันสูงมาก (14.6 ± 0.7 เปอร์เซ็นต์) แม้ว่าองค์ประกอบของกรดอะมิโนจะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับปลาน้ำกร่อย แต่ปลาทะเลน้ำลึกได้รับการวิเคราะห์ว่ามีกรดอะมิโนที่จำเป็นจำนวนมากกล่าวคือ ไลซีน, ฟีนิลอะลานีน, ฮิสทีดีน, เช่นเดียวกับแอสพาเทต กรดอะมิโนที่ไม่จำเป็น ได้แก่ อาร์จินีน, ซีรีน, กลูตาเมต, โพรลีน, โกลซีน, อะลานีน จากการศึกษายังยอมรับด้วยว่า ปลาจากทะเลน้ำลึกเป็นแหล่งแร่ธาตุที่ใกล้เคียงปลาน้ำกร่อย ในจำนวนปลาที่น่าสนใจทั้ง 3 ชนิด *N. orientalis* พบว่าเป็นแหล่งโซเดียมที่มากที่สุด (5746 ± 27 มก./กก.) โพแทสเซียม (3438 ± 19 มก./กก.) แคลเซียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4247 ± 16 มก./กก.) และแมกนีเซียม (2253 ± 21 มก./กก.) ในขณะเดียวกัน *C. corniger* มีธาตุเหล็กสูงสุด (120 ± 1.5 มก./กก.) และสังกะสี (135 ± 2.8 มก./กก.) ในขณะที่ *S. argus* พบว่าค่าที่สูงที่สุดคือ แมงกานีส (35.8 ± 2.8 มก./กก.) และนิกเกิล (10.1 ± 0.8 มก./กก.) ระดับแคดเมียมที่พบใน *N. orientalis* (0.75 ± 0.01 มก./กก.) ซึ่งมีค่าสูงกว่าปริมาณที่กำหนดเล็กน้อย จากการศึกษาในครั้งนี้สรุปได้ว่าปลาทะเลน้ำลึกทั้ง 2 ชนิด ที่น่าสนใจมีคุณค่าทางโภชนาการที่คล้ายคลึงกับปลาน้ำกร่อยที่กินได้ทั่วไป *S. argus*



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

วัสดุ

1. สัตว์ทดลอง ได้แก่ ปลาดะกักรับหน้าเขียว (*Scatophagas argus* Linnaeus, 1766) และ ปลาดะกักรับหน้าแดง (*Scatophagas argus* var. *rubrifons*)
2. ส่วนประกอบทั้งตัวของปลาดะกักรับหน้าเขียวและปลาดะกักรับหน้าแดง
3. กระดุกโครงร่างของปลาดะกักรับหน้าเขียวและปลาดะกักรับหน้าแดง
4. กล้ามเนื้อของปลาดะกักรับหน้าเขียวและปลาดะกักรับหน้าแดง
5. อวัยวะภายในของปลาดะกักรับหน้าเขียวและปลาดะกักรับหน้าแดง

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. อุปกรณ์เตรียมตัวอย่าง

- 1.1 เครื่องชั่ง (analytical balance)
- 1.2 ตู้อบแห้ง (hot air oven)
- 1.3 เครื่องบด
- 1.4 ถังซิบล้อค

2. อุปกรณ์วิเคราะห์ความชื้น

- 2.1 ตู้อบแห้ง (hot air oven)
- 2.2 ถ้วยครุชชีเบล (crucible)
- 2.3 โถดูดความชื้น (desiccator)
- 2.4 เครื่องชั่ง (analytical balance)
- 2.5 คีมคีบ (tong)

3. อุปกรณ์วิเคราะห์เถ้า

- 3.1 ตู้อบแห้ง (hot air oven)
- 3.2 เตาเผา (muffle furnace)
- 3.3 ถ้วยครุชชีเบล (crucible)
- 3.4 โถดูดความชื้น (desiccator)
- 3.5 เครื่องชั่ง (analytical balance)
- 3.6 คีมคีบ (tong)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อุปกรณ์วิเคราะห์โปรตีน

- 4.1 หลอดย่อยโปรตีน (kjeldahl digestion tube)
- 4.2 ชุดย่อยโปรตีน (digestion apparatus)
- 4.3 ชุดกลั่นโปรตีน (distillation apparatus)
- 4.4 ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250-500 มิลลิลิตร (erlenmeyer flask)
- 4.5 กระบอกตวง (cylinder)
- 4.6 ขาตั้ง (stand) และบิวเรท (burette) สำหรับไตเตรทสารละลาย
- 4.7 เครื่องชั่ง (analytical balance)
- 4.8 ปิเปตต์ (pipette)
- 4.9 แท่งแก้วคนสาร

5. อุปกรณ์วิเคราะห์ไขมัน

- 5.1 ชุดวิเคราะห์ไขมัน (soxtec system)
- 5.2 ปีกเกอร์สกัด (glass extraction beaker)
- 5.3 หลอดสกัดตัวอย่าง (extraction thimble)
- 5.4 ตู้อบแห้ง (hot air oven)
- 5.5 โถดูดความชื้น (desiccator)
- 5.6 สำลี
- 5.7 กระดาษกรองเบอร์ 1
- 5.8 เครื่องชั่ง (analytical balance)

6. อุปกรณ์วิเคราะห์แร่ธาตุ

- 6.1 เครื่องวิเคราะห์แร่ธาตุ (atomic absorption spectroscopy: AAS)
- 6.2 เครื่องวิเคราะห์ฟอสฟอรัส (thermo scientific)
- 6.3 ปิเปตต์ (pipette)
- 6.4 กระดาษกรองเบอร์ 1
- 6.5 กรวยกรอง
- 6.6 ขวดฝาเกลียว ขนาด 30 มิลลิลิตร
- 6.7 หลอดทดลอง
- 6.8 แท่งแก้วคนสาร
- 6.9 ปีกเกอร์

สารเคมี

1. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์โปรตีน

1.1 กรดซัลฟูริก (sulfuric acid: H_2SO_4) เข้มข้น 98%

1.2 สารเร่งรวม (salt mixture) เตรียมโดยผสม K_2SO_4 100 กรัม $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 10 กรัม และ Se power 1 กรัม บดให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน

1.3 โซเดียมไฮดรอกไซด์ 40% (sodium hydroxide: NaOH) เตรียมโดยละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 400 กรัม ในน้ำกลั่นประมาณ 600 มิลลิลิตร (ควรทำในตู้ดูดควัน) ทิ้งไว้ให้เย็น ปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร

1.4 กรดบอริก 2% (boric acid: H_3BO_3)

1.4.1 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

1.4.2 Boric Acid: ละลายกรดบอริก (H_3BO_3) 20 กรัม ในน้ำร้อนที่ต้มจนเดือด 700 มิลลิลิตร วางทิ้งไว้ให้เย็น

1.4.3 เติม ethanol 200 มล. mixed indicator 20 มล. และ กรดบอริก 700 มล. ลงใน Volumetric flask ขนาด 1000 มล. เขย่าของผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเติม NaOH ซึ่งมีความเข้มข้น 0.05 N ลงทีละ 2-3 หยด จนกระทั่งสารละลายมี pH ประมาณ 5 ซึ่งทดสอบได้โดยนำสารละลายที่ปรับ pH แล้วนำมา 1 มล. ผสมกับน้ำกลั่น 1 มล. (อาจต้องทดสอบหลายๆครั้ง) จนสีของสารละลายที่ทดสอบเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อน จึงปรับปริมาตรของสารละลายเป็น 1000 มล.

1.4.5 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)

1.6 เมทิลออเรนจ์ อินดิเคเตอร์ (methyl orange indicator)

2. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ไขมัน

2.1 ปีโตเลียม อีเทอร์ (petroleum ether)

3. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์แร่ธาตุ

3.1 Molybdate-Vanadate Solution

3.2 กรดไนตริก (nitric acid: HNO_3)

3.3 Standard Phosphorus 50 ppm

3.4 สตรอนเทียมคลอไรด์ (strontium chloride: $SrCl_2$)

3.5 สารละลายกรดเกลือ (HCl)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่าง

1.1 นำปลาตะกรับหน้าเขียวและปลาตะกรับหน้าแดงมาล้างด้วยน้ำจืดให้สะอาด จากนั้นนำไปผ่า เพื่อแยกชิ้นส่วนในการทดลอง จะแบ่งเป็นส่วนประกอบทั้งตัว กล้ามเนื้อ กระดูก และอวัยวะภายใน

1.2 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างส่วนต่างๆ และนำมาอบในตู้อบแห้ง (Hot air oven) ด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนกว่าตัวอย่างแต่ละส่วนจะแห้งสนิท

1.3 นำตัวอย่างที่อบแห้งแล้วมาบดจนเป็นผง และบรรจุในถุงพลาสติกให้มิดชิด เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

2. การวิเคราะห์ความชื้น

2.1 เตรียมถ้วยครุชเชิล โดยการล้างทำความสะอาด เช็ดให้แห้ง ทำสัญลักษณ์โดยการบันทึกหมายเลขบริเวณก้นถ้วยครุชเชิล (ใช้ดินสอ) นำถ้วยครุชเชิลเข้าตู้อบอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น

2.2 ชั่งและบันทึกน้ำหนักของถ้วยครุชเชิลโดยละเอียด

2.3 ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ใส่ถ้วยครุชเชิล และบันทึกน้ำหนักอย่างละเอียด (W_1)

2.4 นำตัวอย่างเข้าตู้อบ โดยใช้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง

2.5 นำตัวอย่างที่อบแล้วใส่โถดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็น บันทึกน้ำหนักของตัวอย่าง (W_3)

การคำนวณหาความชื้น

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

เมื่อ W_1 = น้ำหนักของตัวอย่างก่อนอบแห้ง

W_2 = น้ำหนักของตัวอย่างและถ้วยครุชเชิลก่อนอบแห้ง

W_3 = น้ำหนักของตัวอย่างและถ้วยครุชเชิลหลังอบแห้ง

3. การวิเคราะห์เถ้า

3.1 เตรียมถ้วยครุชเชิล โดยการล้างทำความสะอาด เช็ดให้แห้ง ทำสัญลักษณ์โดยการบันทึกหมายเลขบริเวณก้นถ้วยครุชเชิล (ใช้ดินสอ) นำถ้วยครุชเชิลเข้าตู้อบอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วบันทึกน้ำหนักถ้วย (W_1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.2 ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ใส่ถ้วยครุชชีเบล และบันทึกน้ำหนักอย่างละเอียด (W_2)
- 3.3 นำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จนถ้ำเป็นสีขาว
- 3.4 นำเข้าโถดูดความชื้น และเมื่อตัวอย่างเย็นดีแล้ว นำออกมาชั่งทันที (W_3)

การคำนวณหาถ้ำ

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

- เมื่อ W_1 = น้ำหนักถ้วยครุชชีเบล
 W_2 = น้ำหนักของตัวอย่างก่อนเผา
 W_3 = น้ำหนักตัวอย่างและถ้วยครุชชีเบลหลังเผา

4. การวิเคราะห์โปรตีน

4.1 การย่อยสลาย (Digestion)

- 4.1.1 ชั่งตัวอย่างจำนวน 0.2 กรัม ใส่ในหลอดย่อยโปรตีน
- 4.1.2 เติมสารเร่งรวม (salt mixture) (K_2SO_4 : $CuSO_4 \cdot 5H_2O$: Se powder = 100:10:1) ปริมาณ 1 กรัม
- 4.1.3 เติมกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) เข้มข้น 5 มิลลิลิตร
- 4.1.4 นำไปย่อยสลายบนเตาย่อยด้วยอุณหภูมิต่ำๆ หลังจากนั้นเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นอย่างช้าๆ จนกระทั่งถึง 380 องศาเซลเซียส
- 4.1.5 เมื่อได้สารละลายใส ย่อยต่อไปอีก 1 ชั่วโมง แล้วยกหลอดตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

4.2 การกลั่น (Distillation)

- 4.2.1 รินน้ำกลั่นลงไปรอบๆหลอด เขย่าของผสมให้เข้ากันปล่อยให้เย็นอีกครั้ง
- 4.2.2 นำขวดรูปชมพู่ขนาดประมาณ 125 มิลลิลิตร ใส่กรดบอริก 20 มิลลิลิตร
- 4.2.3 นำหลอดวิเคราะห์โปรตีนเข้ากับเครื่องกลั่น และต่อขวดรูปชมพู่เข้ากับเครื่องกลั่นโดยให้ปลายสายยางจากเครื่องจุ่มลงในกรดบอริก เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในหลอดแก้วช้าๆ จนกระทั่งสารละลายมีสีดำ
- 4.2.4 ทำการกลั่นจนกระทั่งไม่มีแก๊สแอมโมเนียออกมาแล้วทำการกลั่นต่อไปอีก 10 นาที แล้วล้างสายยางของเครื่องกลั่นด้วยน้ำกลั่น นำขวดรูปชมพู่ออกจากเครื่องกลั่นเพื่อนำไปไตเตรท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การไตเตรท (Titration)

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

4.3.2 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

4.4 การตรวจหาความเข้มข้นของสารละลายเกลือมาตรฐาน

4.4.1 เตรียมสารละลายกรดเกลือ (hydrochloric acid, HCl) 0.1 N: เตรียมโดยละลายกรดเกลือ 9 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร

4.4.2. เตรียมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate, Na_2CO_3) 0.1N 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (ใช้เครื่อง Soxhlet)

5.1 ออบปีกเกอร์สกัดพร้อมลูกแก้ว ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมง วางไว้ให้เย็นใน โถดูดความชื้น

5.2 ชั่งน้ำหนักปีกเกอร์สกัดพร้อมลูกแก้ว (W_1)

5.3 ชั่งตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ใส่กระดาษกรองประมาณ 1-2 กรัม (W_2) ท่อให้มัดชิด ใส่ลงในหลอดสกัดตัวอย่างที่เตรียมไว้ นำไปใส่เข้ากับชุดวิเคราะห์ไขมัน

5.4 นำปีกเกอร์สกัดพร้อมลูกแก้วที่ชั่งน้ำหนักไว้แล้วเตรียมปิโตเลียม อีเทอร์ ประมาณ 80-100 มิลลิลิตร

5.5 เปิดเครื่อง ปรับอุณหภูมิไปที่ 130 องศาเซลเซียส เปิดน้ำเข้าเครื่อง เปิดวาล์ว เลื่อนปุ่มไปที่ boiling ต้มให้เดือด 45 นาที

5.6 เลื่อนปุ่มไปที่ washing เพื่อล้างตัวอย่าง 10 นาที

5.7 ปิดวาล์ว เปิดสวิทซ์อากาศ เลื่อนปุ่มไปที่ recover เพื่อให้สารละลายออกไป 5 นาที

5.8 ปิดเครื่อง อากาศและน้ำ แล้วเลื่อนปุ่ม recover กลับที่เดิม นำปีกเกอร์สกัดออกจากชุดวิเคราะห์ไขมัน แล้วนำไปอบที่ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 คืน หรือนำไปอบที่ 180 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที

5.9 นำถ้วยออกมาใส่โถดูดความชื้น วางไว้ให้เย็น แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก (W_3) การคำนวณหาไขมัน

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

เมื่อ W_1 = น้ำหนักปีกเกอร์สกัดพร้อมลูกแก้ว

W_2 = น้ำหนักตัวอย่าง

W_3 = น้ำหนักปีกเกอร์สกัดพร้อมลูกแก้วและไขมันหลังอบ

6. การวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุของปลาตะกรับ

6.1 วิธีการย่อยสลายโดยวิธี Dry ashing

6.1.1 ชั่งตัวอย่างจำนวน 200-400 มิลลิกรัม ใส่ในถ้วย crucible

6.1.2 เข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

6.1.3 หลังจากนั้นนำแก้วที่ได้ไปละลายด้วย 1 N HCl 10 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง

6.1.4 กรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 93 แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร (Allan, 1971)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในสารละลาย

6.2.1 Molybdate-Vanate Solution ละลาย 25 กรัม Ammonium molybdate ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$) 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

6.2.2 Nitric acid 2 N

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

ขั้นตอนการ develop สี

6.2.4 ปิเปต aliquot 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดที่มีขีดบอกปริมาตร 10 มิลลิลิตร

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

6.2.6 เติม molybdate vanadate solution 1 มล. (10% ของ final volume)

แล้วปรับปริมาตรเป็น 10 มล. ด้วยน้ำกลั่น

6.2.7 เขย่าและตั้งทิ้งไว้ให้เกิดสี 20 นาที วัดค่า % Transmittance ที่ wavelength 420 nm.

การเตรียม Standard solution

6.2.8 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

$$\% P = S \times 10 \times 20 \times 100$$

น้ำหนักตัวอย่าง (g) $\times 10^6 \times$ มล.ของ aliquot

เมื่อ S = ปริมาณฟอสฟอรัสที่อ่านได้จากตัวอย่าง เมื่อเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน

6.3 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)

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

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

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

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

6.3.5 Standard 100 ppm. Fe: ละลาย 0.7022 กรัม $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ หรือ AR grade Fe wire 0.1 g ใน 3 N H_2SO_4 จำนวน 100 ml. ตั้งไฟให้ร้อนจนเหล็กละลายหมด แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

6.3.6 Standard 1000 ppm. Mn: ละลาย 0.3076 กรัม manganous sulfate monohydrate ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) ในน้ำกลั่น 200 ml. เติม HNO_3 เข้มข้น 1.5 ml. แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

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

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

6.3.9 Strontium chloride 2.5 %: ละลาย $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 30.4 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร

6.4 วิธีการเตรียมสารมาตรฐาน

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

6.4.2 สารละลายมาตรฐานแคลเซียมเข้มข้น 0, 2,4,6,8 และ 10 ppm. ปิเปตสารละลายมาตรฐานแคลเซียมเข้มข้น 1000 ppm 10 ml. ใส่ในขวดปรับปริมาตร และทำให้เป็น 100 ml. ด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายมาตรฐานแคลเซียมเข้มข้น 100 ppm. หลังจากนั้นปิเปตสารละลายนี้ 0,2,4,6,8 และ 10 ml. ใส่ในขวดปรับปริมาตร แต่ละขวดเติมสารละลาย SrCl₂ 25 ml. ทำให้เป็น 100 ml. ด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมเข้มข้น 0,2,4,6,8 และ 10 ppm ตามลำดับ

6.4.3 สารละลายมาตรฐานแมกนีเซียมเข้มข้น 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1 ppm. ปิเปตสารละลายมาตรฐานแมกนีเซียมเข้มข้น 1000 ppm 10 ml. ใส่ในขวดปรับปริมาตร และทำให้เป็น 100 ml. ด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายมาตรฐานแมกนีเซียมเข้มข้น 100 ppm. หลังจากนั้นปิเปตสารละลายนี้ 0,0.2,0.4,0.6,0.8 และ 1 ml. ใส่ในขวดปรับปริมาตร แต่ละขวดเติมสารละลาย SrCl₂ 25 ml. ทำให้เป็น 100 ml. ด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายมาตรฐานแมกนีเซียมเข้มข้น 0,0.2,0.4,0.6,0.8 และ 1 ppm ตามลำดับ

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

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

6.4.6 สารละลายมาตรฐานแมงกานีสเข้มข้น 0,1,2,3 และ 4 ppm. ปิเปตสารละลายมาตรฐานแมงกานีสเข้มข้น 100 ppm จำนวน 0,0.5,1,1.5 และ 2 ml. ลงใน volumetric flask ขนาด 50 ml. แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายมาตรฐานแมงกานีสเข้มข้น 0,1,2,3 และ 4 ppm ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4.7 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

6.4.8 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

$$\% \text{ ธาตุนี้ๆ} = \frac{sx}{10 \times 20} \times 100$$

$$\text{น้ำหนักตัวอย่าง (g)} \times 10^6 \times \text{มล. ของ aliquot}$$

เมื่อ S = ปริมาณฟอสฟอรัสที่อ่านได้จากตัวอย่าง เมื่อเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน

7. แผนการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

7.1 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD-complete randomizes design) โดยการนำปลาตะกรับหน้าแดงและปลาตะกรับหน้าเขียวจากการเลี้ยงในกระชังมา 24 ตัว แบ่งชุดการทดลองเป็น 4 ชุดการทดลอง (Treatments) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ

ชุดการทดลองที่ 1 ปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้ (*Scatophagus argus* var. *rubrifons*)

ชุดการทดลองที่ 2 ปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมีย (*Scatophagus argus* var. *rubrifons*)

ชุดการทดลองที่ 3 ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ (*Scatophagus argus*)

ชุดการทดลองที่ 4 ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมีย (*Scatophagus argus*)

7.2 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD-complete randomizes design) โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 การทดลอง (Treatments) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมี และปริมาณแร่ธาตุของปลาตะกรับหน้าแดงและปลาตะกรับหน้าเขียวทั้งเพศผู้และเมีย

8. การวิเคราะห์ทางสถิติ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. สถานที่ทำการทดลอง

9.1 อาคารปฏิบัติการสาขาวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ ห้องปฏิบัติการ
โภชนศาสตร์ 222 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดม
ศักดิ์ จังหวัดชุมพร

9.2 อาคารเรียนรวม ห้องปฏิบัติการ 208 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลและวิจารณ์

ผล

1. องค์ประกอบทางเคมีของส่วนประกอบทั้งตัวของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว

ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของส่วนประกอบทั้งตัวของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย ได้แก่ ปริมาณความชื้น ไขมัน และโปรตีน

1.1 ความชื้น

ปริมาณความชื้นของส่วนประกอบทั้งตัวของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณความชื้นของปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีมากที่สุด คือ 2.16 ± 0.21 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมีย และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ มีค่าดังนี้ 1.84 ± 0.21 , 1.73 ± 0.15 และ 1.72 ± 0.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

1.2 ไขมัน

ปริมาณไขมันของส่วนประกอบทั้งตัวของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณไขมันของปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณสูงที่สุด คือ 14.51 ± 0.40 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมีย คือ 13.72 ± 0.48 เปอร์เซ็นต์ และรองลงมา คือ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ 12.24 ± 0.52 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมีย มีปริมาณไขมันสะสมในตัวต่ำที่สุด คือ 9.67 ± 0.09 เปอร์เซ็นต์

1.3 โปรตีน

ปริมาณโปรตีนของส่วนประกอบทั้งตัวของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปลาตะกรับหน้าแดงทั้งเพศเมียและเพศผู้มีปริมาณโปรตีนทั้งตัวสูงที่สุด คือ 45.70 ± 0.26 และ 45.54 ± 0.41 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมีย 42.39 ± 0.44 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้มีปริมาณโปรตีนทั้งตัวต่ำที่สุด 41.06 ± 0.81 เปอร์เซ็นต์

2. ปริมาณแร่ธาตุของส่วนประกอบทั้งตัวของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว

ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุของส่วนประกอบทั้งตัวของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย ได้แก่ ปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม โซเดียม แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง แมงกานีส และสังกะสี

2.1 แคลเซียม (Calcium: Ca)

ปริมาณแคลเซียมที่พบในส่วนประกอบทั้งตัวของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณแคลเซียมในปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีปริมาณสูงที่สุด คือ 3.21 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ คือ 2.78 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ และรองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้ 2.47 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีปริมาณแคลเซียมสะสมในตัวต่ำที่สุด คือ 2.21 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์

2.2 ฟอสฟอรัส (Phosphorus: P)

ปริมาณฟอสฟอรัสที่พบในส่วนประกอบทั้งตัวของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณฟอสฟอรัสในปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีปริมาณสูงที่สุด คือ 2.59 ± 0.02 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้ คือ 2.40 ± 0.02 เปอร์เซ็นต์ และรองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ 2.29 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีปริมาณฟอสฟอรัสสะสมในตัวต่ำที่สุด คือ 1.94 ± 0.02 เปอร์เซ็นต์

2.3 โพแทสเซียม (Potassium: K)

ปริมาณโพแทสเซียมที่พบในส่วนประกอบทั้งตัวของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณโพแทสเซียมในปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีปริมาณสูงที่สุด คือ 0.56 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้มีปริมาณโพแทสเซียมเท่ากัน คือ 0.53 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีปริมาณโพแทสเซียมสะสมในตัวต่ำที่สุด คือ 0.49 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์

2.4 โซเดียม (Sodium: Na)

ปริมาณโซเดียมที่พบในส่วนประกอบทั้งตัวของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณโซเดียมในปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีปริมาณสูงที่สุด คือ 0.25 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้ และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมีย คือ 0.23 ± 0.01 0.22 ± 0.01 และ 0.22 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2.5 แมกนีเซียม (Magnesium: Mg)

ปริมาณแมกนีเซียมที่พบในส่วนประกอบทั้งตัวของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณแมกนีเซียมในปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณสูงที่สุด คือ 0.53 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้า

เขียวเพศผู้ คือ 0.44 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียและปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมีย มีปริมาณแมกนีเซียมสะสมในตัวต่ำที่สุด คือ 0.35 ± 0.01 และ 0.34 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2.6 เหล็ก (Iron: Fe)

ปริมาณเหล็กที่พบในส่วนประกอบทั้งตัวของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณเหล็กในปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณสูงที่สุด คือ 103.58 ± 0.04 ppm รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ คือ 103.30 ± 0.02 ppm และรองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมีย คือ 85.85 ± 0.02 ppm และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีปริมาณเหล็กสะสมในตัวต่ำที่สุด คือ 47.33 ± 0.01 ppm

2.7 ทองแดง (Copper: Cu)

ปริมาณทองแดงที่พบในส่วนประกอบทั้งตัวของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณทองแดงในปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีปริมาณสูงที่สุด คือ 4.12 ± 0.01 ppm รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ คือ 3.15 ± 0.02 ppm และรองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมีย คือ 2.51 ± 0.02 ppm และปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณทองแดงสะสมในตัวต่ำที่สุด คือ 2.47 ± 0.00 ppm

2.8 แมงกานีส (Manganese: Mn)

ปริมาณแมงกานีสที่พบในส่วนประกอบทั้งตัวของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณแมงกานีสในปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณสูงที่สุด คือ 16.35 ± 0.02 ppm รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมีย คือ 12.30 ± 0.02 ppm และรองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ คือ 7.89 ± 0.02 ppm และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีปริมาณแมงกานีสสะสมในตัวต่ำที่สุด คือ 5.66 ± 0.03 ppm

2.9 สังกะสี (Zinc: Zn)

ปริมาณสังกะสีที่พบในส่วนประกอบทั้งตัวของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณสังกะสีในปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีปริมาณสูงที่สุด คือ 88.33 ± 0.02 ppm รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ คือ 85.04 ± 0.04 ppm และรองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้ คือ 82.61 ± 0.01 ppm และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีปริมาณสังกะสีสะสมในตัวต่ำที่สุด 75.42 ± 0.02 ppm

3. องค์ประกอบทางเคมีของกระดูกปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว

ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกระดูกปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย ได้แก่ ปริมาณความชื้น เถ้า และโปรตีน

3.1 ความชื้น

ปริมาณความชื้นของกระดูกปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณความชื้นของกระดูกปลาตะกรับหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมียมีปริมาณสูงที่สุด คือ 2.46 ± 0.06 และ 2.25 ± 0.04 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมีย และปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้ มีค่าดังนี้ 1.63 ± 0.29 และ 1.58 ± 0.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

3.2 เถ้า

ปริมาณเถ้าของกระดูกปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณเถ้าที่สะสมในกระดูกของปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณสูงที่สุด คือ 23.29 ± 0.12 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมีย และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ คือ 21.60 ± 0.16 และ 21.18 ± 0.67 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีปริมาณเถ้าสะสมในกระดูกต่ำที่สุด คือ 18.85 ± 0.65 เปอร์เซ็นต์

3.3 โปรตีน

ปริมาณโปรตีนของกระดูกปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณโปรตีนของกระดูกปลาตะกรับหน้าแดงทั้งเพศผู้และเพศเมียมีปริมาณสูงที่สุด คือ 41.67 ± 0.21 และ 41.26 ± 0.89 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ คือ 39.15 ± 0.30 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีปริมาณโปรตีนในกระดูกต่ำที่สุด คือ 37.52 ± 0.58 เปอร์เซ็นต์

4. ปริมาณแร่ธาตุของกระดูกปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว

ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุของกระดูกปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย ได้แก่ ปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม โซเดียม แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง แมงกานีส และสังกะสี

4.1 แคลเซียม (Calcium: Ca)

ปริมาณแคลเซียมที่พบในกระดูกของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณแคลเซียมในกระดูกของปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณสูงที่สุด คือ 5.51 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้า

เขียวเพศผู้ และปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมีย คือ 5.30 ± 0.03 และ 5.29 ± 0.04 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีปริมาณแคลเซียมสะสมในกระดูกต่ำที่สุด 5.12 ± 0.03 เปอร์เซ็นต์

4.2 ฟอสฟอรัส (Phosphorus: P)

ปริมาณฟอสฟอรัสที่พบในกระดูกของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณฟอสฟอรัสในกระดูกของปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีปริมาณสูงที่สุด คือ 3.71 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ คือ 3.66 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ และรองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้ คือ 3.33 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีปริมาณฟอสฟอรัสสะสมในกระดูกต่ำที่สุด คือ 2.91 ± 0.02 เปอร์เซ็นต์

4.3 โพแทสเซียม (Potassium: K)

ปริมาณโพแทสเซียมที่พบในกระดูกของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณโพแทสเซียมในกระดูกของปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมีย และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ มีปริมาณสูงที่สุด คือ 0.41 ± 0.02 , 0.41 ± 0.00 และ 0.40 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีปริมาณโพแทสเซียมสะสมในกระดูกต่ำที่สุด คือ 0.38 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์

4.4 โซเดียม (Sodium: Na)

ปริมาณโซเดียมที่พบในกระดูกของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณโซเดียมในกระดูกของปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้มีปริมาณสูงที่สุด คือ 0.34 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงทั้งเพศผู้และเพศเมีย และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมีย คือ 0.31 ± 0.01 , 0.31 ± 0.01 และ 0.30 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4.5 แมกนีเซียม (Magnesium: Mg)

ปริมาณแมกนีเซียมที่พบในกระดูกของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณแมกนีเซียมในกระดูกของปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณสูงที่สุด คือ 0.70 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้และเพศเมีย คือ 0.65 ± 0.01 และ 0.65 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีปริมาณแมกนีเซียมสะสมในกระดูกต่ำที่สุด คือ 0.63 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์

4.6 เหล็ก (Iron: Fe)

ปริมาณเหล็กที่พบในกระดูกของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณเหล็กในกระดูกของปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีปริมาณสูงที่สุด คือ 84 ± 0.02 ppm รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมีย คือ

83.96±0.01 ppm และรองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้ คือ 63.43±0.02 ppm และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้มีปริมาณเหล็กสะสมในกระดูกต่ำที่สุด คือ 62.37±0.00 ppm

4.7 ทองแดง (Copper: Cu)

ปริมาณทองแดงที่พบในกระดูกของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณทองแดงในกระดูกของปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้มีปริมาณสูงที่สุด คือ 2.74±0.02 ppm รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้ คือ 2.17±0.01 ppm และรองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมีย คือ 1.96±0.02 ppm และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีปริมาณทองแดงสะสมในกระดูกต่ำที่สุด 1.87±0.00 ppm

4.8 แมงกานีส (Manganese: Mn)

ปริมาณแมงกานีสที่พบในกระดูกของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณแมงกานีสในกระดูกของปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณสูงที่สุด คือ 21.04±0.03 ppm รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมีย คือ 15.67±0.02 ppm และรองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมีย คือ 13.59±0.02 ppm และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้มีปริมาณแมงกานีสสะสมในกระดูกต่ำที่สุด คือ 10.77±0.01 ppm

4.9 สังกะสี (Zinc: Zn)

ปริมาณสังกะสีที่พบในกระดูกของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณสังกะสีในกระดูกของปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีปริมาณสูงที่สุด คือ 126.36±0.03 ppm รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้ คือ 116.52±0.00 ppm และรองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ คือ 105.26±0.01 ppm และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีปริมาณสังกะสีสะสมในกระดูกต่ำที่สุด คือ 88.54±0.02 ppm

5. องค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว

ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย ได้แก่ ปริมาณความชื้น เถ้า และโปรตีน

5.1 ความชื้น

ปริมาณความชื้นของกล้ามเนื้อปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณความชื้นของกล้ามเนื้อปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีปริมาณสูงที่สุด คือ 5.45±0.25 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมีย คือ 1.81±0.03 และ 1.63±0.20 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณความชื้นในกล้ามเนื้อต่ำที่สุด คือ 1.18±0.33 เปอร์เซ็นต์

5.2 เถ้า

ปริมาณเถ้าของกล้ามเนื้อปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณเถ้าของกล้ามเนื้อปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณสูงสุด คือ 8.94 ± 0.21 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมีย และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ คือ 8.45 ± 0.39 และ 8.18 ± 0.13 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีปริมาณเถ้าสะสมในกล้ามเนื้อต่ำที่สุด คือ 7.02 ± 0.19 เปอร์เซ็นต์

5.3 โปรตีน

ปริมาณโปรตีนของกล้ามเนื้อปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณโปรตีนของกล้ามเนื้อปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณสูงสุด คือ 65.92 ± 0.38 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมีย คือ 63.10 ± 0.79 เปอร์เซ็นต์ และรองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ คือ 49.53 ± 0.45 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีปริมาณโปรตีนในกล้ามเนื้อต่ำที่สุด คือ 47.65 ± 0.82 เปอร์เซ็นต์

6. ปริมาณแร่ธาตุของกล้ามเนื้อปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว

ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุของกล้ามเนื้อปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย ได้แก่ ปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม โซเดียม แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง แมงกานีส และสังกะสี

6.1 แคลเซียม (Calcium: Ca)

ปริมาณแคลเซียมที่พบในกล้ามเนื้อของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณแคลเซียมในกล้ามเนื้อของปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้มีปริมาณสูงสุด คือ 1.76 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้ คือ 1.57 ± 0.03 เปอร์เซ็นต์ และรองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมีย คือ 1.50 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีปริมาณแคลเซียมสะสมในกล้ามเนื้อต่ำที่สุด คือ 1.41 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์

6.2 ฟอสฟอรัส (Phosphorus: P)

ปริมาณฟอสฟอรัสที่พบในกล้ามเนื้อของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณฟอสฟอรัสในกล้ามเนื้อของปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณสูงสุด คือ 1.49 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมีย คือ 1.41 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ และรองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ คือ

1.39±0.01 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีปริมาณฟอสฟอรัสสะสมในกล้ามเนื้อต่ำที่สุด คือ 1.30±0.01 เปอร์เซ็นต์

6.3 โพแทสเซียม (Potassium: K)

ปริมาณโพแทสเซียมที่พบในกล้ามเนื้อของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณโพแทสเซียมในกล้ามเนื้อของปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณสูงที่สุด คือ 0.84±0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมีย คือ 0.82±0.01 เปอร์เซ็นต์ และรองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ คือ 0.65±0.00 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีปริมาณโพแทสเซียมสะสมในกล้ามเนื้อต่ำที่สุด คือ 0.60±0.01 เปอร์เซ็นต์

6.4 โซเดียม (Sodium: Na)

ปริมาณโซเดียมที่พบในกล้ามเนื้อของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณโซเดียมในกล้ามเนื้อของปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีปริมาณสูงที่สุด คือ 0.23±0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ คือ 0.20±0.00 เปอร์เซ็นต์ และรองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้ คือ 0.19±0.00 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีปริมาณโซเดียมสะสมในกล้ามเนื้อต่ำที่สุด คือ 0.17±0.01 เปอร์เซ็นต์

6.5 แมกนีเซียม (Magnesium: Mg)

ปริมาณแมกนีเซียมที่พบในกล้ามเนื้อของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณแมกนีเซียมในกล้ามเนื้อของปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีปริมาณสูงที่สุด คือ 0.42±0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ คือ 0.40±0.00 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับหน้าแดงทั้งเพศผู้และเพศเมียมีปริมาณแมกนีเซียมสะสมในกล้ามเนื้อต่ำที่สุด คือ 0.35±0.01 และ 0.34±0.01 เปอร์เซ็นต์

6.6 เหล็ก (Iron: Fe)

ปริมาณเหล็กที่พบในกล้ามเนื้อของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณเหล็กในกล้ามเนื้อของปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณเหล็กสูงที่สุด คือ 40.52±0.03 ppm รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ คือ 33.55±0.02 ppm และรองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมีย คือ 30.52±0.01 ppm และปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีปริมาณเหล็กสะสมในกล้ามเนื้อต่ำที่สุด คือ 25.53±0.02 ppm

6.7 ทองแดง (Copper: Cu)

ปริมาณทองแดงที่พบในกล้ามเนื้อของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณทองแดงในกล้ามเนื้อของปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้มีปริมาณสูงที่สุด คือ 3.82 ± 0.01 ppm รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมีย คือ 3.05 ± 0.01 ppm และรองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมีย คือ 2.67 ± 0.02 ppm และปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณทองแดงสะสมในกล้ามเนื้อต่ำที่สุด คือ 2.18 ± 0.01 ppm

6.8 แมงกานีส (Manganese: Mn)

ปริมาณแมงกานีสที่พบในกล้ามเนื้อของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณแมงกานีสในกล้ามเนื้อของปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณสูงที่สุด คือ 6.52 ± 0.01 ppm รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมีย คือ 4.45 ± 0.03 ppm และรองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมีย คือ 4.21 ± 0.01 ppm และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้มีปริมาณแมงกานีสสะสมในกล้ามเนื้อต่ำที่สุด คือ 3.57 ± 0.00 ppm

6.9 สังกะสี (Zinc: Zn)

ปริมาณสังกะสีที่พบในกล้ามเนื้อของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณสังกะสีในกล้ามเนื้อของปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้มีปริมาณสูงที่สุด คือ 70.31 ± 0.00 ppm รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมีย คือ 68.24 ± 0.02 ppm และรองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้ คือ 68.06 ± 0.02 ppm และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีปริมาณสังกะสีสะสมในกล้ามเนื้อต่ำที่สุด คือ 54.35 ± 0.02 ppm

7. องค์ประกอบทางเคมีของอวัยวะภายในปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว

ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอวัยวะภายในปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย ได้แก่ ปริมาณความชื้น ไขมัน และโปรตีน

7.1 ความชื้น

ปริมาณความชื้นของอวัยวะภายในปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณความชื้นของอวัยวะภายในปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีปริมาณสูงที่สุด คือ 9.15 ± 0.22 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ และปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้ คือ 4.73 ± 0.21 และ 4.68 ± 0.44 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีปริมาณความชื้นสะสมในอวัยวะภายในต่ำที่สุด คือ 4.00 ± 0.28 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2 เถ้า

ปริมาณเถ้าของอวัยวะภายในปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณเถ้าของอวัยวะภายในปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณสูงที่สุด คือ 6.38 ± 0.31 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมีย ปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมีย และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ มีค่าดังนี้ 4.75 ± 0.42 , 4.58 ± 0.42 และ 4.09 ± 0.59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

7.3 โปรตีน

ปริมาณโปรตีนของอวัยวะภายในปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณโปรตีนของอวัยวะภายในปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณสูงที่สุด คือ 35.36 ± 1.15 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมีย และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ คือ 32.89 ± 0.52 และ 32.47 ± 0.57 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีปริมาณโปรตีนในอวัยวะภายในต่ำที่สุด คือ 27.84 ± 1.30 เปอร์เซ็นต์

8. ปริมาณแร่ธาตุของอวัยวะภายในปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว

ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุของอวัยวะภายในของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย ได้แก่ ปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม โซเดียม แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง แมงกานีส และสังกะสี

8.1 แคลเซียม (Calcium: Ca)

ปริมาณแคลเซียมที่พบในอวัยวะภายในของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณแคลเซียมในอวัยวะภายในของปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ และปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณสูงที่สุด คือ 0.18 ± 0.01 และ 0.17 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมีย คือ 0.07 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีปริมาณแคลเซียมสะสมในอวัยวะภายในต่ำที่สุด คือ 0.06 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์

8.2 ฟอสฟอรัส (Phosphorus: P)

ปริมาณฟอสฟอรัสที่พบในอวัยวะภายในของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณฟอสฟอรัสในอวัยวะภายในของปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้มีปริมาณสูงที่สุด คือ 0.72 ± 0.02 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมีย คือ 0.68 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ และรองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้ คือ 0.62 ± 0.02 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีปริมาณฟอสฟอรัสสะสมในอวัยวะภายในต่ำที่สุด คือ 0.50 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.3 โพแทสเซียม (Potassium: K)

ปริมาณโพแทสเซียมที่พบในอวัยวะภายในของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณโพแทสเซียมในอวัยวะภายในของปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณสูงสุด คือ 0.53 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ คือ 0.51 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับเพศเมียทั้งหน้าแดงและหน้าเขียวมีปริมาณโพแทสเซียมสะสมในอวัยวะภายในต่ำที่สุด คือ 0.47 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์

8.4 โซเดียม (Sodium: Na)

ปริมาณโซเดียมที่พบในอวัยวะภายในของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณโซเดียมในอวัยวะภายในของปลาตะกรับหน้าเขียวทั้งเพศผู้และเพศเมีย และปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณสูงสุด คือ 0.31 ± 0.02 , 0.30 ± 0.01 และ 0.30 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีปริมาณโซเดียมสะสมในอวัยวะภายในต่ำที่สุด คือ 0.28 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์

8.5 แมกนีเซียม (Magnesium: Mg)

ปริมาณแมกนีเซียมที่พบในอวัยวะภายในของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณแมกนีเซียมในอวัยวะภายในของปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณสูงสุด คือ 0.25 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมีย คือ 0.21 ± 0.01 และ 0.19 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีปริมาณแมกนีเซียมสะสมในอวัยวะภายในต่ำที่สุด คือ 0.15 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์

8.6 เหล็ก (Iron: Fe)

ปริมาณเหล็กที่พบในอวัยวะภายในของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณเหล็กในอวัยวะภายในของปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีปริมาณสูงสุด คือ 738.86 ± 0.05 ppm รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมีย คือ 727.49 ± 0.03 ppm และรองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้ คือ 470.80 ± 0.04 ppm และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้มีปริมาณเหล็กสะสมในอวัยวะภายในต่ำที่สุด คือ 409.43 ± 0.03 ppm

8.7 ทองแดง (Copper: Cu)

ปริมาณทองแดงที่พบในอวัยวะภายในของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณทองแดงในอวัยวะภายในของปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณสูงสุด คือ 7.44 ± 0.02 ppm รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้ คือ 5.97 ± 0.01 ppm และรองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมีย คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.90±0.05 ppm และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีปริมาณทองแดงสะสมในอวัยวะภายในต่ำที่สุด คือ 5.59±0.02 ppm

8.8 แมงกานีส (Manganese: Mn)

ปริมาณแมงกานีสที่พบในอวัยวะภายในของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณแมงกานีสในอวัยวะภายในของปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีปริมาณสูงที่สุด คือ 27.23±0.01 ppm รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมีย คือ 24.92±0.01 ppm และรองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้ คือ 21.59±0.03 ppm และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้มีปริมาณแมงกานีสสะสมในอวัยวะภายในต่ำที่สุด คือ 15.28±0.02 ppm

8.9 สังกะสี (Zinc: Zn)

ปริมาณสังกะสีที่พบในอวัยวะภายในของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณสังกะสีในอวัยวะภายในของปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีปริมาณสูงที่สุด คือ 74.81±0.01 ppm รองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้ คือ 63.14±0.01 ppm และรองลงมา ได้แก่ ปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมีย คือ 57.56±0.01 ppm และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้มีปริมาณสังกะสีสะสมในอวัยวะภายในต่ำที่สุด คือ 48.42±0.02 ppm

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของส่วนประกอบทั้งตัวปลาตะกรับหน้าแดงและปลาตะกรับหน้าเขียว จากการวิเคราะห์ (บนฐานของวัตถุแห้ง)

องค์ประกอบทางเคมี	ปลาตะกรับหน้าแดง		ปลาตะกรับหน้าเขียว		P-value		
	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย	ANOVA	Linear	Quadratic
ความชื้น (%)	1.84±0.21 ^b	2.16±0.10 ^a	1.72±0.18 ^b	1.73±0.15 ^b	0.038	0.110	0.157
เถ้า (%)	14.51±0.40 ^a	13.72±0.48 ^b	12.24±0.52 ^c	9.67±0.09 ^d	0.000	0.000	0.006
โปรตีน (%)	45.54±0.41 ^a	45.70±0.26 ^a	41.06±0.81 ^c	42.39±0.44 ^b	0.000	0.000	0.087
แคลเซียม (%)	2.47±0.01 ^c	3.21±0.01 ^a	2.78±0.01 ^b	2.21±0.01 ^d	0.000	0.000	0.000
ฟอสฟอรัส (%)	2.40±0.02 ^b	2.59±0.02 ^a	2.29±0.01 ^c	1.94±0.02 ^d	0.000	0.000	0.000
โพแทสเซียม (%)	0.53±0.01 ^b	0.56±0.01 ^a	0.53±0.01 ^b	0.49±0.01 ^c	0.000	0.000	0.000
โซเดียม (%)	0.22±0.01 ^b	0.25±0.01 ^a	0.23±0.01 ^b	0.22±0.00 ^b	0.004	0.860	0.002
แมกนีเซียม (%)	0.53±0.01 ^a	0.35±0.01 ^c	0.44±0.01 ^b	0.34±0.00 ^c	0.000	0.000	0.000
เหล็ก (ppm)	103.58±0.04 ^a	85.85±0.02 ^c	103.30±0.02 ^b	47.33±0.01 ^d	0.000	0.000	0.000
ทองแดง (ppm)	2.47±0.00 ^d	4.12±0.01 ^a	3.15±0.02 ^b	2.51±0.02 ^c	0.000	0.000	0.000
แมงกานีส (ppm)	16.35±0.02 ^a	12.30±0.02 ^b	7.89±0.02 ^c	5.66±0.03 ^d	0.000	0.000	0.000
สังกะสี (ppm)	82.61±0.01 ^c	88.33±0.02 ^a	85.04±0.04 ^b	75.42±0.02 ^d	0.000	0.000	0.000

ตัวเลขที่นำมาเสนอเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ)

ค่าเฉลี่ยแวนอนที่มีอักษรเหมือนกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของกระดูกปลาตะกรับหน้าแดงและปลาตะกรับหน้าเขียว จากการวิเคราะห์ (บนฐานของวัตถุแห้ง)

องค์ประกอบทางเคมี	ปลาตะกรับหน้าแดง		ปลาตะกรับหน้าเขียว		P-value		
	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย	ANOVA	Linear	Quadratic
ความชื้น (%)	1.58±0.14 ^b	1.63±0.29 ^b	2.46±0.06 ^a	2.25±0.04 ^a	0.000	0.000	0.222
เถ้า (%)	23.29±0.12 ^a	21.60±0.16 ^b	21.18±0.67 ^b	18.85±0.65 ^c	0.000	0.000	0.280
โปรตีน (%)	41.67±0.21 ^a	41.26±0.89 ^a	39.15±0.30 ^b	37.52±0.58 ^c	0.000	0.000	0.098
แคลเซียม (%)	5.51±0.01 ^a	5.29±0.04 ^b	5.30±0.03 ^b	5.12±0.03 ^c	0.000	0.000	0.272
ฟอสฟอรัส (%)	3.33±0.01 ^c	2.91±0.02 ^d	3.66±0.01 ^b	3.71±0.00 ^a	0.000	0.000	0.000
โพแทสเซียม (%)	0.41±0.02 ^a	0.38±0.01 ^b	0.40±0.00 ^a	0.41±0.00 ^a	0.008	0.683	0.003
โซเดียม (%)	0.31±0.01 ^b	0.31±0.01 ^b	0.34±0.00 ^a	0.30±0.01 ^b	0.003	0.760	0.003
แมกนีเซียม (%)	0.70±0.01 ^a	0.63±0.01 ^c	0.65±0.01 ^b	0.65±0.00 ^b	0.000	0.000	0.000
เหล็ก (ppm)	63.43±0.02 ^c	84.76±0.02 ^a	62.37±0.00 ^d	83.96±0.01 ^b	0.000	0.000	0.000
ทองแดง (ppm)	2.17±0.01 ^b	1.96±0.02 ^c	2.74±0.02 ^a	1.87±0.00 ^d	0.000	0.013	0.000
แมงกานีส (ppm)	21.04±0.03 ^a	15.67±0.02 ^b	10.77±0.01 ^d	13.59±0.02 ^c	0.000	0.000	0.000
สังกะสี (ppm)	116.52±0.00 ^b	126.36±0.03 ^a	105.26±0.01 ^c	88.54±0.02 ^d	0.000	0.000	0.000

ตัวเลขที่นำมาเสนอเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ)

ค่าเฉลี่ยแวนอนที่มีอักษรเหมือนกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อปลาตะกรับหน้าแดงและปลาตะกรับหน้าเขียว จากการวิเคราะห์ (บนฐานของวัตถุแห้ง)

องค์ประกอบทางเคมี	ปลาตะกรับหน้าแดง		ปลาตะกรับหน้าเขียว		P-value		
	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย	ANOVA	Linear	Quadratic
ความชื้น (%)	1.18±0.33 ^c	5.45±0.25 ^a	1.81±0.03 ^b	1.63±0.20 ^b	0.000	0.005	0.000
เถ้า (%)	8.94±0.21 ^a	8.45±0.39 ^b	8.18±0.13 ^b	7.02±0.19 ^c	0.000	0.000	0.049
โปรตีน (%)	65.92±0.38 ^a	63.10±0.79 ^b	49.53±0.45 ^c	47.65±0.82 ^d	0.000	0.000	0.243
แคลเซียม (%)	1.57±0.03 ^b	1.41±0.02 ^d	1.76±0.01 ^a	1.50±0.01 ^c	0.000	0.018	0.001
ฟอสฟอรัส (%)	1.49±0.01 ^a	1.41±0.01 ^b	1.39±0.01 ^c	1.30±0.01 ^d	0.000	0.000	0.320
โพแทสเซียม (%)	0.84±0.01 ^a	0.82±0.01 ^b	0.65±0.00 ^c	0.60±0.01 ^d	0.000	0.000	0.004
โซเดียม (%)	0.19±0.00 ^c	0.17±0.01 ^d	0.20±0.00 ^b	0.23±0.01 ^a	0.000	0.000	0.001
แมกนีเซียม (%)	0.35±0.01 ^c	0.34±0.01 ^c	0.40±0.00 ^b	0.42±0.01 ^a	0.000	0.000	0.005
เหล็ก (ppm)	40.52±0.03 ^a	25.53±0.02 ^d	33.55±0.02 ^b	30.52±0.01 ^c	0.000	0.000	0.000
ทองแดง (ppm)	2.18±0.01 ^d	2.67±0.02 ^c	3.82±0.01 ^a	3.05±0.01 ^b	0.000	0.000	0.000
แมงกานีส (ppm)	6.52±0.01 ^a	4.45±0.03 ^b	3.57±0.00 ^d	4.21±0.01 ^c	0.000	0.000	0.000
สังกะสี (ppm)	68.06±0.02 ^c	68.24±0.02 ^b	70.31±0.00 ^a	54.35±0.02 ^d	0.000	0.000	0.000

ตัวเลขที่นำมาเสนอเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ)

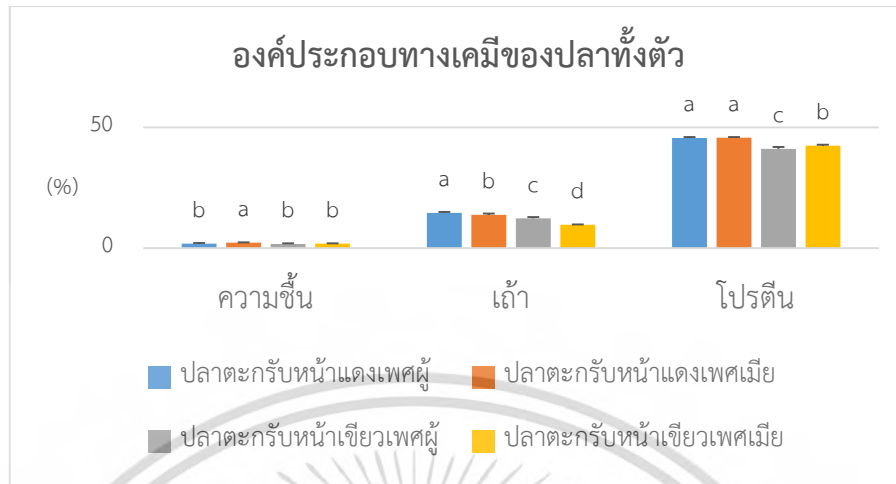
ค่าเฉลี่ยแวนอนที่มีอักษรเหมือนกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของอวัยวะภายในปลาตะกรับหน้าแดงและปลาตะกรับหน้าเขียว จากการวิเคราะห์ (บนฐานของวัตถุแห้ง)

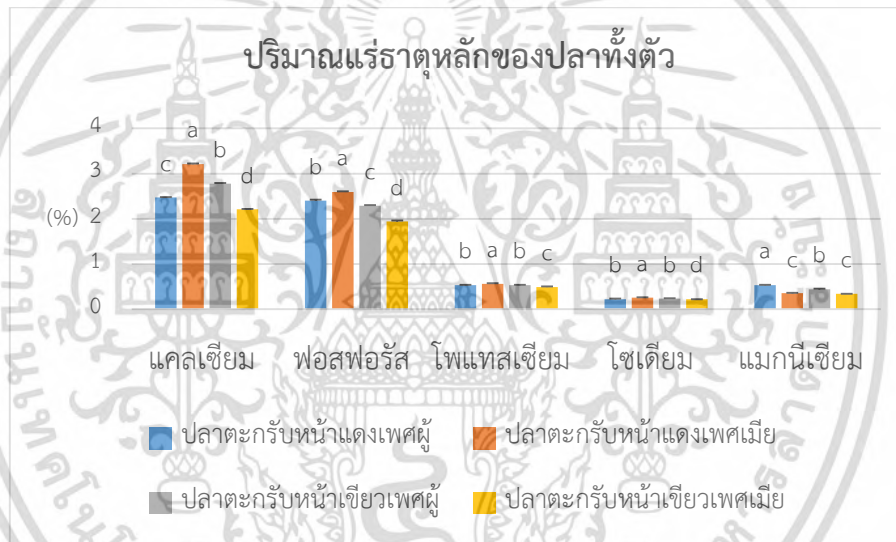
องค์ประกอบทางเคมี	ปลาตะกรับหน้าแดง		ปลาตะกรับหน้าเขียว		P-value		
	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย	ANOVA	Linear	Quadratic
ความชื้น (%)	4.68±0.44 ^b	4.00±0.28 ^c	4.73±0.21 ^b	9.15±0.22 ^a	0.000	0.000	0.000
เถ้า (%)	6.38±0.31 ^a	4.58±0.42 ^b	4.09±0.59 ^b	4.75±0.42 ^b	0.001	0.002	0.001
โปรตีน (%)	35.36±1.15 ^a	32.89±0.52 ^b	32.47±0.57 ^b	27.84±1.30 ^c	0.000	0.000	0.085
แคลเซียม (%)	0.17±0.01 ^a	0.07±0.01 ^b	0.18±0.01 ^a	0.06±0.01 ^c	0.000	0.000	0.048
ฟอสฟอรัส (%)	0.62±0.02 ^c	0.50±0.01 ^d	0.72±0.02 ^a	0.68±0.01 ^b	0.000	0.000	0.002
โพแทสเซียม (%)	0.53±0.01 ^a	0.47±0.00 ^c	0.51±0.00 ^b	0.47±0.00 ^c	0.000	0.000	0.006
โซเดียม (%)	0.30±0.01 ^a	0.28±0.01 ^b	0.31±0.02 ^a	0.30±0.01 ^a	0.006	0.158	0.153
แมกนีเซียม (%)	0.25±0.01 ^a	0.15±0.01 ^c	0.21±0.01 ^b	0.19±0.00 ^b	0.000	0.007	0.000
เหล็ก (ppm)	470.80±0.04 ^c	738.86±0.05 ^a	409.43±0.03 ^d	727.49±0.03 ^b	0.000	0.000	0.000
ทองแดง (ppm)	7.44±0.02 ^a	5.90±0.05 ^c	5.97±0.01 ^b	5.59±0.02 ^d	0.000	0.000	0.000
แมงกานีส (ppm)	21.59±0.03 ^c	27.23±0.01 ^a	15.28±0.02 ^d	24.92±0.01 ^b	0.000	0.000	0.000
สังกะสี (ppm)	63.14±0.01 ^b	74.81±0.01 ^a	48.42±0.02 ^d	57.56±0.01 ^c	0.000	0.000	0.000

ตัวเลขที่นำมาเสนอเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ)

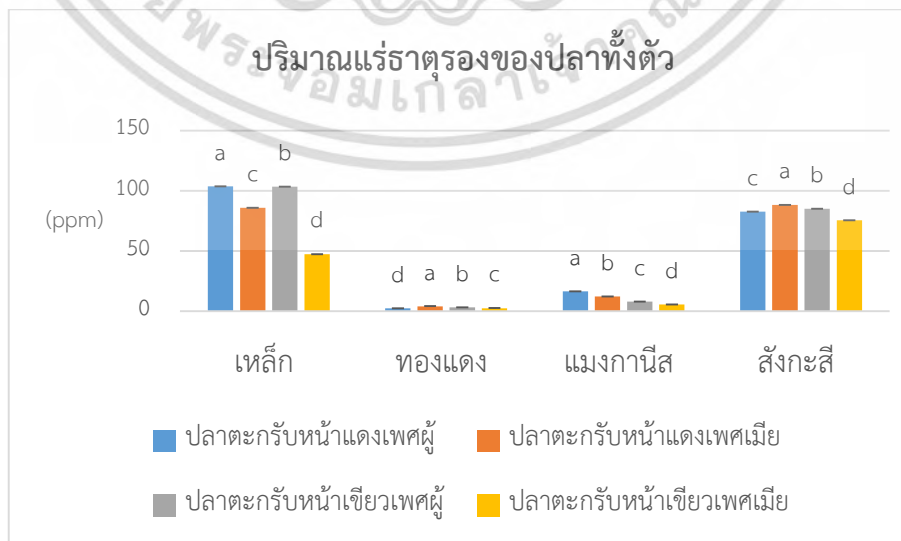
ค่าเฉลี่ยแวนอนที่มีอักษรเหมือนกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($p < 0.05$)



ภาพที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของปลาทั้งตัว

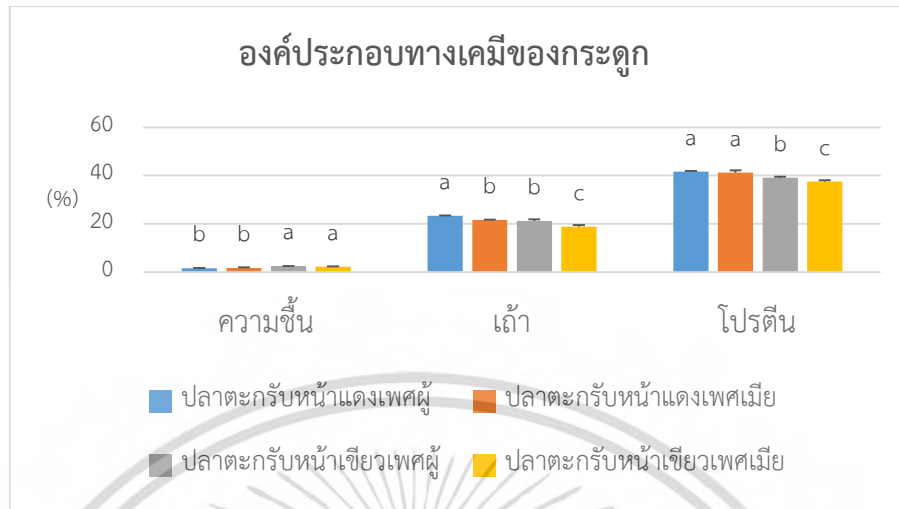


ภาพที่ 4 ปริมาณแร่ธาตุหลักของปลาทั้งตัว

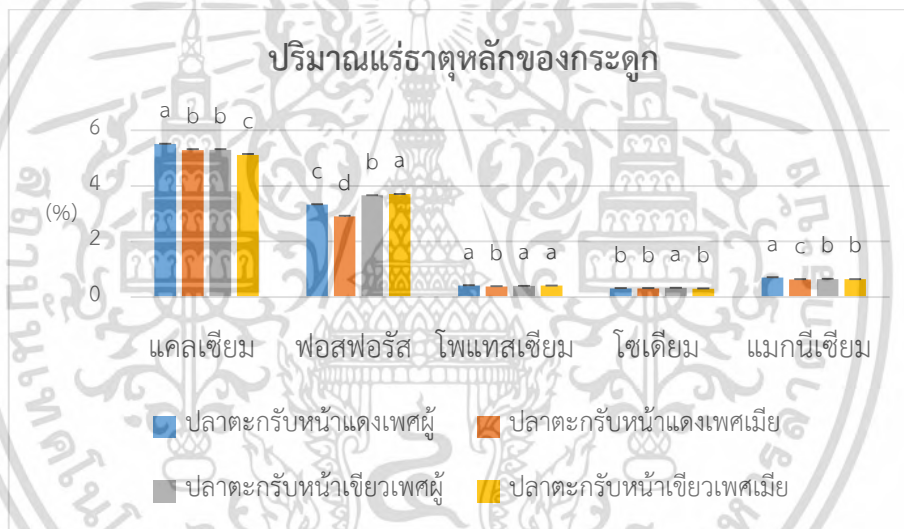


ภาพที่ 5 ปริมาณแร่ธาตุรองของปลาทั้งตัว

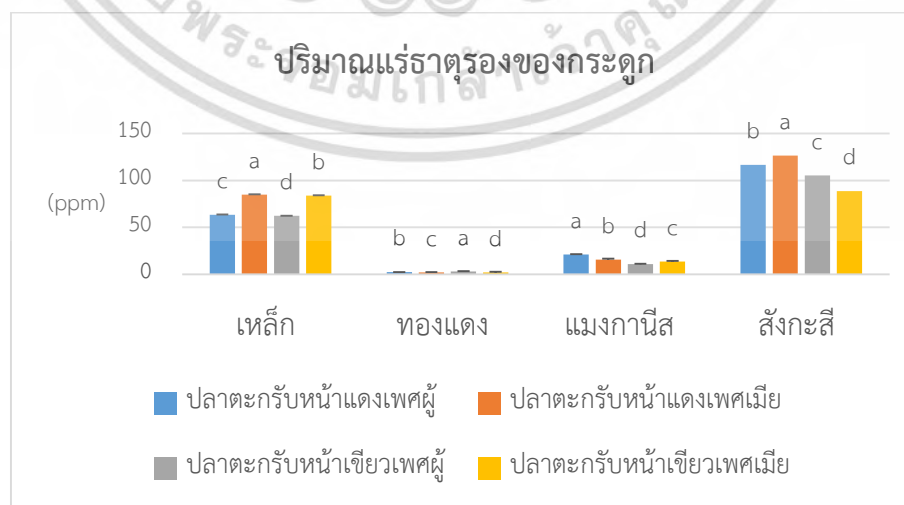
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีของกระดุก

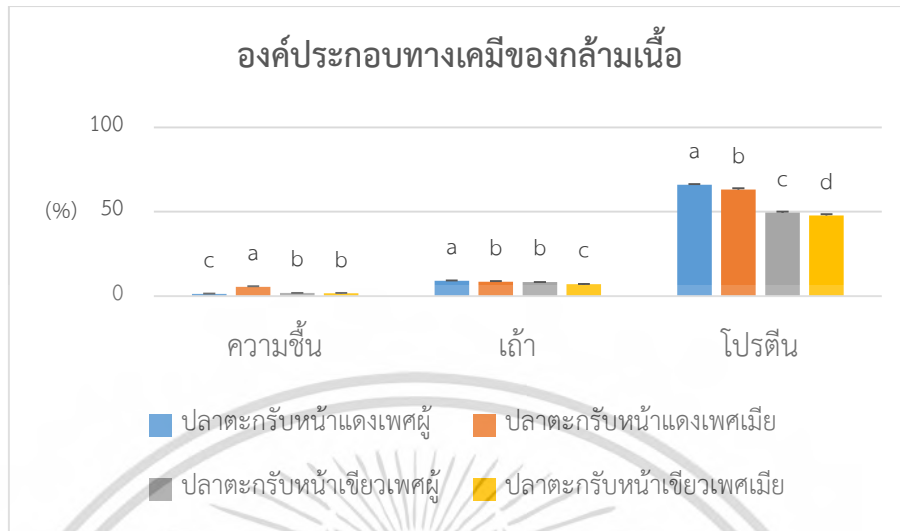


ภาพที่ 7 ปริมาณแร่ธาตุหลักของกระดุก

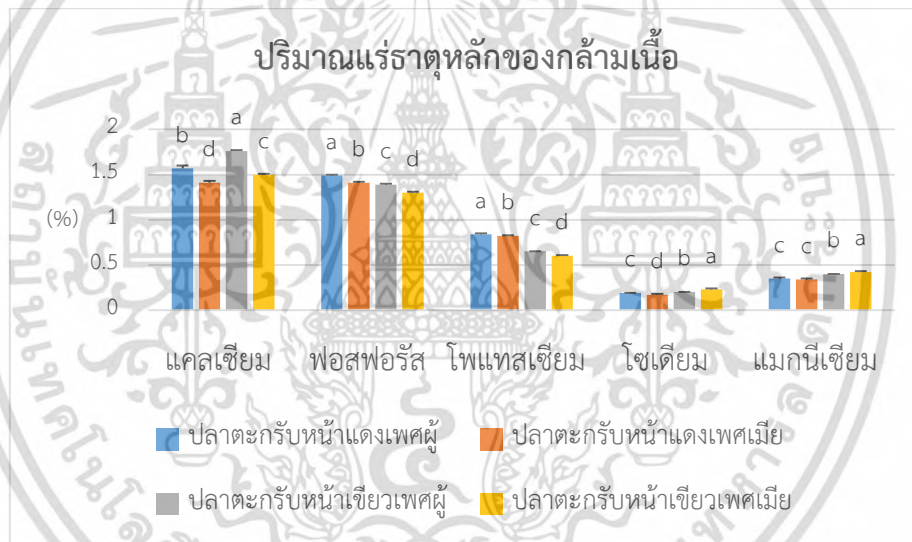


ภาพที่ 8 ปริมาณแร่ธาตุรองของกระดุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 องค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อ

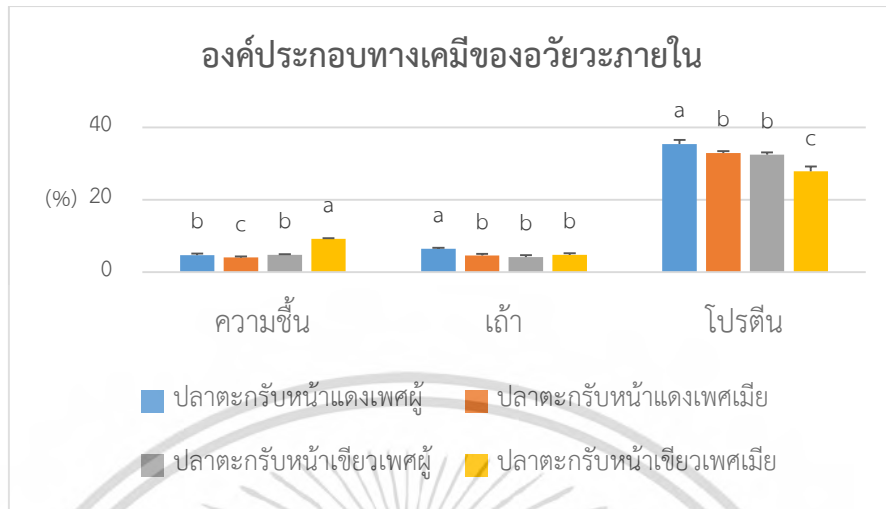


ภาพที่ 10 ปริมาณแร่ธาตุหลักของกล้ามเนื้อ

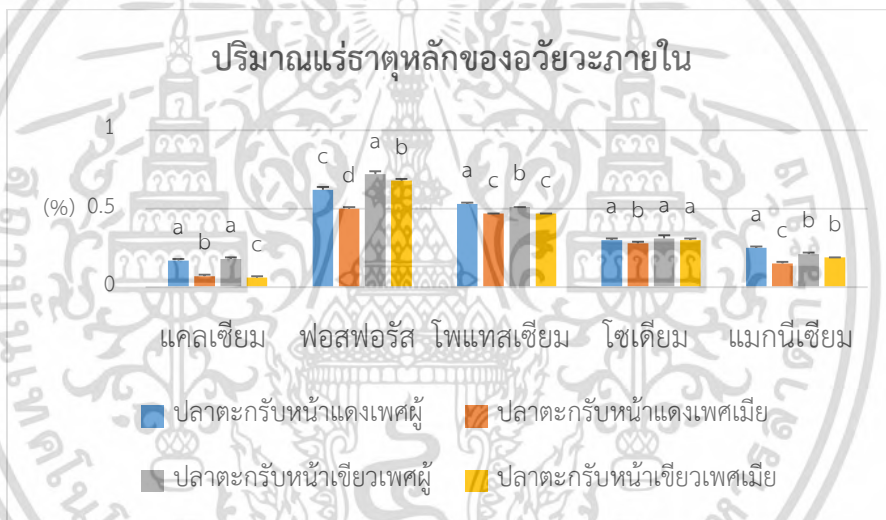


ภาพที่ 11 ปริมาณแร่ธาตุรองของกล้ามเนื้อ

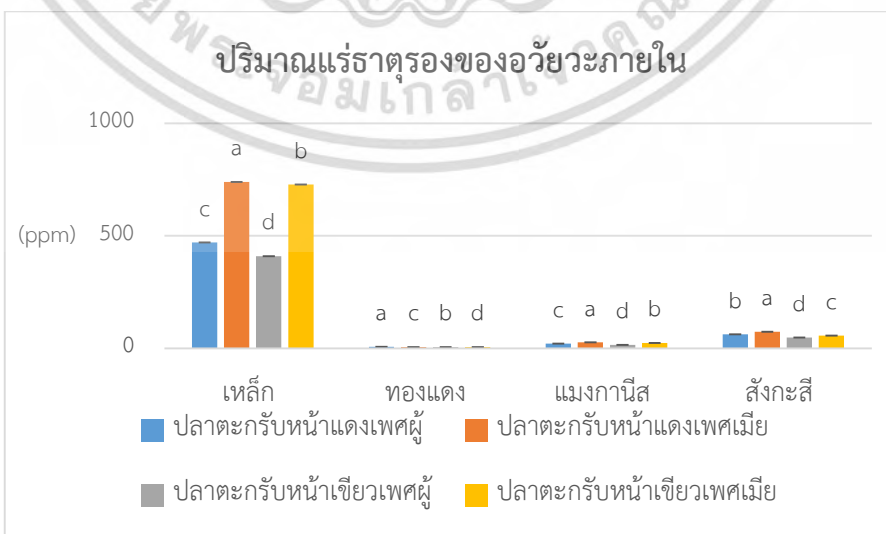
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 12 องค์ประกอบทางเคมีของอวัยวะภายใน



ภาพที่ 13 ปริมาณแร่ธาตุหลักของอวัยวะภายใน



ภาพที่ 14 ปริมาณแร่ธาตุรองของอวัยวะภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปลาตะกรับหน้าเขียว (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766) และปลาตะกรับหน้าแดง (*Scatophagus argus* variation *rubrifrons*) จากการเลี้ยงในกระชัง ตัวอย่างปลาตะกรับที่ใช้ประกอบด้วยปลาทั้งเพศผู้และเพศเมีย ปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีปริมาณความชื้นสูงกว่าเพศผู้ 2.16 ± 0.1 และ 1.84 ± 0.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีปริมาณความชื้นสูงกว่าเพศผู้ 1.73 ± 0.15 และ 1.72 ± 0.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ Vijayan *et al.* (2016) รายงานคุณค่าทางโภชนาการของปลาตะกรับ (*Scatophagus argus*) ขนาดความยาว 25 ± 1.8 เซนติเมตร และน้ำหนัก 330 ± 25 กรัม จากเมืองเกรละ ซึ่งอยู่ทางตะวันออกเฉียงใต้ของชายฝั่งมะละบาร์ ประเทศอินเดีย โดยใช้ตัวอย่างปลาที่ผ่านการนำเกลือและอวัยวะภายในออก จากนั้นได้นำตัวอย่างทั้งหัวและส่วนอื่นๆ ทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน พบว่ามีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า ดังนี้ 76.9 ± 1.8 , 20.4 ± 0.8 , 1.49 ± 0.1 และ 1.37 ± 0.08 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ผลการศึกษาปริมาณเถ้าของกระดูกปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียวทั้งเพศผู้และเพศเมีย พบว่าปริมาณเถ้าของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียวเพศผู้ มีปริมาณสูงกว่าเพศเมีย ซึ่งมีปริมาณเถ้าตั้งแต่ 18.85 ± 0.65 ถึง 23.29 ± 0.12 เปอร์เซ็นต์ โดยรวมแล้วคุณค่าทางโภชนาการของปลาจากการศึกษานี้กับปลาจากการรายงานของ Vijayan *et al.* (2016) จากการทดลองนี้ มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าปลาตะกรับจากการทดลองของ Vijayan *et al.* (2016) ซึ่งสาเหตุของความแตกต่างอาจเกิดจากสภาพแวดล้อมและแหล่งที่อยู่อาศัยที่ต่างกัน จึงส่งผลให้คุณค่าทางโภชนาการที่ปลาได้รับแตกต่างกันไปด้วย ผลการศึกษาปริมาณโปรตีนของกระดูกปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียวทั้งเพศผู้และเพศเมีย พบว่าปริมาณโปรตีนของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียวเพศผู้ มีปริมาณสูงกว่าเพศเมีย ปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีโปรตีน 41.67 ± 0.21 เปอร์เซ็นต์ เพศเมียมีโปรตีน 41.26 ± 0.16 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้มีโปรตีน 39.15 ± 0.30 เปอร์เซ็นต์ เพศเมียมีโปรตีน 37.52 ± 0.58 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่พรณทิพย์ และ สิริรัตน์ (2555) รายงานปริมาณความชื้นของก้างกลางปลาโมง (*Pangasius bocourti*) ขนาดใหญ่ (น้ำหนักมากกว่า 1000 กรัม) และปลาโมงขนาดเล็ก (น้ำหนัก 600-1000 กรัม) คือ 55.61 ± 0.26 และ 58.25 ± 0.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณเถ้าของก้างปลาโมง คือ 14.28 ± 0.04 และ 13.72 ± 0.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณโปรตีนของก้างปลาโมง คือ 12.52 ± 0.87 และ 13.45 ± 0.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปริมาณไขมันของก้างปลาโมง คือ 17.03 ± 0.25 และ 15.80 ± 0.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการศึกษาปริมาณความชื้นของเนื้อปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียวทั้งเพศผู้และเพศเมีย พบว่าปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีปริมาณความชื้นสูงกว่าเพศผู้ คือ 5.45 ± 0.25 และ 1.18 ± 0.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้มีปริมาณความชื้นสูงกว่าเพศเมีย คือ 1.81 ± 0.03 และ 1.63 ± 0.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการศึกษาปริมาณเถ้าของเนื้อปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียวทั้งเพศผู้และเพศเมีย พบว่าปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียวเพศผู้ มีปริมาณเถ้าสูงกว่าเพศเมีย ปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณเถ้า 8.94 ± 0.21 เปอร์เซ็นต์ เพศเมียมีปริมาณเถ้า 8.45 ± 0.39 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้มีปริมาณเถ้า 8.18 ± 0.03 เปอร์เซ็นต์ เพศเมียมีปริมาณเถ้า 7.02 ± 0.19 เปอร์เซ็นต์ ผลการศึกษาปริมาณโปรตีนของเนื้อปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียวทั้งเพศผู้และเพศเมีย พบว่าปริมาณโปรตีนของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียวเพศผู้ มีปริมาณสูงกว่าเพศเมีย ปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีโปรตีน 65.92 ± 0.38 เปอร์เซ็นต์ เพศเมียมีโปรตีน 63.10 ± 0.79 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้มีโปรตีน 49.53 ± 0.45 เปอร์เซ็นต์ เพศเมียมีโปรตีน 47.65 ± 0.82 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่กาญจนา (2544) ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาทวายแดง (*Nemipterus hexadon*) ขนาด 20 กรัม พบว่ามีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า ดังนี้ 79.44 ± 0.15 , 17.06 , 1.79 และ 1.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการศึกษาปริมาณความชื้นของอวัยวะภายในปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียวทั้งเพศผู้และเพศเมีย พบว่าปริมาณความชื้นของปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้สูงกว่าเพศเมีย คือ 4.68 ± 0.44 และ 4.00 ± 0.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีปริมาณความชื้นสูงกว่าเพศผู้ คือ 9.15 ± 0.22 และ 4.73 ± 0.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการศึกษาปริมาณเถ้าของอวัยวะภายในปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียวทั้งเพศผู้และเพศเมีย พบว่าปริมาณเถ้าของปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้สูงกว่าเพศเมีย คือ 6.38 ± 0.31 และ 4.58 ± 0.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีปริมาณเถ้าสูงกว่าเพศผู้ คือ 4.75 ± 0.42 และ 4.09 ± 0.59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการศึกษาปริมาณโปรตีนของอวัยวะภายในปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียวทั้งเพศผู้และเพศเมีย พบว่าปริมาณโปรตีนของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียวเพศผู้ มีปริมาณสูงกว่าเพศเมีย ปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีโปรตีน 35.36 ± 1.15 เปอร์เซ็นต์ เพศเมียมีโปรตีน 32.89 ± 0.52 เปอร์เซ็นต์ และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้มีโปรตีน 32.47 ± 0.57 เปอร์เซ็นต์ เพศเมียมีโปรตีน 27.84 ± 1.30 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่เสาวลักษณ์ (2541) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเครื่องในปลาโอแถบ (*Katsuwonus pleamis*) และปลาทูน่าครีบลีลอง (*Thunnus albacares*) มีปริมาณความชื้น 74.22 และ 74.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โปรตีน 77.46 และ 78.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไขมัน 7.67 และ 47.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเถ้า 8.06 และ 7.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการศึกษาปริมาณแร่ธาตุที่พบในปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียวทั้งเพศผู้และเพศเมีย พบว่าปริมาณแคลเซียมที่มีค่าสูงที่สุดพบในกระดูกของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ซึ่งปลาตะกรับเพศผู้มีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าเพศเมีย ปริมาณแคลเซียมที่พบในปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้และเพศเมีย 5.51 ± 0.01 และ 5.29 ± 0.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปริมาณแคลเซียมที่พบในปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้และเพศเมีย 5.30 ± 0.03 และ 5.12 ± 0.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การศึกษาของ Vijayan et al. (2016) ศึกษาปริมาณธาตุอาหารของปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตะกรับ (*Scatophagus argus*) พบว่ามีปริมาณแคลเซียม โปแทสเซียม โซเดียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส และสังกะสี ดังต่อไปนี้ 0.185, 1.7, 3.0 และ 1.415 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ 108 ± 3.3 , 35.8 ± 2.8 และ 39.1 ± 2.5 มก./กก. ตามลำดับ ซึ่งพบว่ามีค่าแตกต่างจากทดลองปลาตะกรับหน้าแดง และหน้าเขียว ปริมาณแร่ธาตุที่พบในปลาจากการศึกษานี้มีแนวโน้มสูงกว่าที่พบในปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว ซึ่งสาเหตุของความแตกต่างอาจเกิดจากสภาพแวดล้อมของแหล่งอาศัยของสัตว์น้ำที่ต่างกัน จึงส่งผลต่อคุณค่าทางโภชนาการและปริมาณแร่ธาตุที่พบจึงไม่ใกล้เคียงกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและปริมาณแร่ธาตุของส่วนประกอบทั้งตัว กระจก เนื้อปลา และอวัยวะภายในของปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียวทั้งเพศผู้และเพศเมีย สามารถสรุปได้ดังนี้

1. คุณค่าทางโภชนาการและปริมาณแร่ธาตุของส่วนประกอบทั้งตัวปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว พบว่าปริมาณความชื้นที่พบในปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีค่าสูงกว่าปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้ และปลาตะกรับหน้าเขียวทั้งเพศผู้และเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ขณะที่ปริมาณเถ้าและโปรตีนที่มีปริมาณสูงที่สุดพบในปลาตะกรับแดงเพศผู้ ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียและปลาตะกรับหน้าเขียวทั้งเพศผู้และเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ส่วนปริมาณแร่ธาตุพบว่า ปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณแมกนีเซียม เหล็ก และแมงกานีสสูงที่สุด และปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม โซเดียม ทองแดง และสังกะสีสูงที่สุด

2. คุณค่าทางโภชนาการและปริมาณแร่ธาตุของกระจกปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว พบว่าปริมาณความชื้นที่พบในปลาตะกรับหน้าเขียวทั้งเพศผู้และเพศเมียมีค่าสูงกว่าปลาตะกรับหน้าแดงทั้งเพศผู้และเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ขณะที่ปริมาณเถ้าและโปรตีนที่มีปริมาณสูงที่สุดพบในปลาตะกรับหน้าแดง ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าปลาตะกรับหน้าเขียวทั้งเพศผู้และเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ส่วนปริมาณแร่ธาตุพบว่าปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณแคลเซียม โพแทสเซียม แมกนีเซียม และแมงกานีสสูงที่สุด ปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีปริมาณเหล็ก และสังกะสีสูงที่สุด ส่วนปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้มีปริมาณโพแทสเซียม โซเดียม และทองแดงสูงที่สุด และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสูงที่สุด

3. คุณค่าทางโภชนาการและปริมาณแร่ธาตุของเนื้อปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว พบว่าปริมาณความชื้นที่พบในปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีค่าสูงกว่าปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้ และปลาตะกรับหน้าเขียวทั้งเพศผู้และเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ขณะที่ปริมาณเถ้าและโปรตีนที่มีปริมาณสูงที่สุดพบในปลาตะกรับแดงเพศผู้ ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียและปลาตะกรับหน้าเขียวทั้งเพศผู้และเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ส่วนปริมาณแร่ธาตุพบว่าปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เหล็ก และแมงกานีสสูงที่สุด ส่วนปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้มีปริมาณแคลเซียม ทองแดง และสังกะสีสูงที่สุด และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีปริมาณโซเดียมและแมกนีเซียมสูงที่สุด

4. คุณค่าทางโภชนาการและปริมาณแร่ธาตุของอวัยวะภายในปลาตะกรับหน้าแดงและหน้าเขียว พบว่าปริมาณความชื้นที่พบในปลาตะกรับหน้าเขียวเพศเมียมีค่าสูงกว่าปลาตะกรับหน้าแดงทั้งเพศผู้และเพศเมีย และปลาตะกรับหน้าเขียวเพศผู้อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ขณะที่ปริมาณเถ้าและ

โปรตีนที่มีปริมาณสูงที่สุดพบในปลาตะกรับแดงเพศผู้ ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมีย และปลาตะกรับหน้าเขียวทั้งเพศผู้และเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ส่วนปริมาณแร่ธาตุ พบว่า ปลาตะกรับหน้าแดงเพศผู้มีปริมาณแคลเซียม โปแทสเซียม โซเดียม แมกนีเซียม และทองแดงสูงที่สุด ปลาตะกรับหน้าแดงเพศเมียมีปริมาณเหล็ก แมงกานีส และสังกะสีสูงที่สุด ส่วนปลาตะกรับหน้าเขียว เพศผู้มีปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส และโปแทสเซียมสูงที่สุด

ข้อเสนอแนะ

ควรจะมีการวิเคราะห์ปริมาณไขมันเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนและสมบูรณ์มากขึ้น และควรจะมีการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและปริมาณแร่ธาตุอย่างละเอียดของปลาตะกรับหน้าแดงและปลาตะกรับหน้าเขียวในด้านฟังกะเลอันตามันด้วย เพื่อใช้ในการศึกษาความแตกต่างในด้านคุณค่าทางโภชนาการและปริมาณแร่ธาตุของปลาตะกรับหน้าแดงและปลาตะกรับหน้าเขียวต่อไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กลุ่มวิจัยอาหารสัตว์น้ำ. 2534. **อาหารสัตว์น้ำ**. สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด. กรมประมง.
- กาญจนา จันทะ. 2544. **ผลของไตรโทลฟอสเฟตต่อคุณสมบัติและการเกิดเจลของไมโอไฟบริล ลาร์โปรตีนจากปลาทรายแดงในระหว่างการแช่เยือกแข็ง-ทำละลาย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- จิระยุทธ รื่นศิริกุล, มาวิทย์ อัครวารี, เยาวนิตย์ ดนยดล และลออ ชูศรีรัตน์. 2551. ความสำเร็จในการผสมเทียมปลาตะกรับ (*Scatophagus argus*, Linnaeus, 1766) โดยใช้ฮอร์โมน LHRHa. **เอกสารประกอบวิชาการฉบับที่ 32/2551**. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง, กรุงเทพฯ. 20 หน้า.
- จิระยุทธ รื่นศิริกุล, มาวิทย์ อัครวารี, เยาวนิตย์ ดนยดล และลออ ชูศรีรัตน์. 2552. การอนุบาลลูกปลาและพัฒนาการของลูกปลาตะกรับ *Scatophagus argus*, Linnaeus, 1766. **วารสารการประมง**. 62: 13-22.
- จิระยุทธ รื่นศิริกุล, มาวิทย์ อัครวารี และลออ ชูศรีรัตน์. 2555ก. ผลของอุณหภูมิและความเข้มข้นต่ออัตราการรอดตายของลูกปลาตะกรับ *Scatophagus argus*, Linnaeus, 1766. **เอกสารประกอบวิชาการฉบับที่ 11/2555**. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง, กรุงเทพฯ. 20 หน้า.
- จิระยุทธ รื่นศิริกุล, มาวิทย์ อัครวารี และลออ ชูศรีรัตน์. 2555ข. การพัฒนาการของอวัยวะสืบพันธุ์ *Scatophagus argus*, Linnaeus, 1766 จากการเพาะพันธุ์. **เอกสารประกอบวิชาการฉบับที่ 34/2555**. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง, กรุงเทพฯ. 29 หน้า.
- จิระยุทธ รื่นศิริกุล, มาวิทย์ อัครวารี, อัครา ไชยมงคล และสิริววรรณ บุญชัย. 2563. การผลิตพ่อแม่พันธุ์ปลาตะกรับ (*Scatophagus argus*, Linnaeus, 1766) ในที่ล้อมขังในทะเลสาบสงขลา. **วารสารการประมงอิเล็กทรอนิกส์ 3(3)**: 30-44.
- นฤมล อัครเกษมณี. 2549. **อาหารและการให้อาหารปลา**. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา. 330 หน้า.
- ประดิษฐ์ มีสุข และสัชญา เบญจกุล. 2539. **การหาปริมาณสารหนูและโลหะหนักในผลิตภัณฑ์จากทะเลสาบสงขลาโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรสโคปี**. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ภาคใต้.
- ประเสริฐ สีตะสิทธิ์, มะลิ บุญรัตนผลิน และนันทิยา อุ่นประเสริฐ. 2525. **อาหารปลา**. **สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ**. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 88 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปัทมาภรณ์ หมาดน้อย และศักดิ์อนันต์ ปลาทอง. 2552. ปลาในทะเลสาบสงขลา. ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, สงขลา. 279 หน้า.
- พรหมทิพย์ สุวรรณสาครกุล และสิริรัตน์ จงฤทธิพร. 2555. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าจากเศษเหลือการแปรรูปปลาโอม. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2555. กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 33 หน้า.
- มนต์สรวง ยางทอง. 2561. เอกสารประกอบการสอนอาหารสัตว์น้ำ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์. 106 หน้า.
- มาวิทย์ อัครวารีย์, ธเนศ ศรีถกล, ลออ ชูศรีรัตน์ และทรงฤทธิ์ โชติธรรมโม. 2547. ถูควางไข่ขนาดความสมบูรณ์เพศ อัตราส่วนเพศ และความคึกเข้ของปลาตะกรับ (*Scatophagus argus*, Linnaeus, 1766) ทะเลสาบสงขลาตอนนอก. เอกสารวิชาการฉบับที่ 58/2547. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง, กรุงเทพฯ. 19 หน้า.
- เยาวนิตย์ ดนยดล, พุทธ ส่องแสงจินดา และชูศักดิ์ บริสุทธิ์. 2547. การเจริญเติบโตของปลาตะกรับที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปเปรียบเทียบกับที่เลี้ยงด้วยปลาเบ็ด, น. 747-752. ใน รายงานการสัมมนาวิชาการประมงประจำปี 2547. กรมประมง, กรุงเทพฯ.
- วลีรัตน์ มุสิกะสังข์, อรัญญา อัครวารีย์, วิระวิทย์ ทองรักษา และโสสมลดา ประเสริฐสม. 2557. การกินอาหารของปลาตะกรับในทะเลสาบสงขลาตอนนอก, น. 106-113. ใน รายงานการประชุมวิชาการประมง ครั้งที่ 52. กรมประมง กรุงเทพฯ.
- วิมล เหมะจันทร์. 2556. ปลา: ชีววิทยาและอนุกรมวิธาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. 2536. อาหารปลา. ภาควิชาวาริชศาสตร์. คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา. 253 หน้า.
- เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2542. โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์น้ำ. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 255 หน้า.
- สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง. 2557. การเพาะพันธุ์และอนุบาลปลาตะกรับ. เอกสารประกอบการฝึกอบรม. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง, กรุงเทพฯ. 51 หน้า.
- เสาวลักษณ์ จิตรบรรเจิดกุล. 2541. การใช้วัสดุเศษเหลือปลาจากโรงงานแปรรูปสัตว์น้ำเพื่อผลิตโปรตีน. ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. 49 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อรพินท์ จันทรส่องแสง. 2549. ปริมาณโลหะหนักบางชนิดในเนื้อปลาทูน่าจากมหาสมุทรอินเดีย. **เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 8/2549**. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล กรมประมง. กรุงเทพฯ. 36 หน้า.
- Barry, T.P. and A.W. Fast. 1988. Natural History of the Spotted scat (*Scatophagus argus*). pp. 4-32. *In Spawning Induction and Pond Culture of the Spotted scat (Scatophagus argus, Linnaeus)*. The Philippines. Mariculture Research and Training Center, Hawaii.
- Divya K. Vijayan, R. Jayarani, Dilip Kumar Singh, N.S. Chatterjee, Suseela Mathew, B.P. Mohanty, T.V. Sankar and R. Anandan. 2016. Comparative studies on nutrient profiling of two deep sea fish (*Neopinnula orientalis* and *Chlorophthalmus corniger*) and brackish water fish (*Scatophagus argus*). **The Journal of Basic & Applied Zoology** (77): 41-48.
- Jobling, M. 1994. **Fish Bioenergetics**. Chapman and Hall, London. 309 p.
- Monika Manthey-Karl, Ines Lehmann, Ute Ostermeyer and Ute Schroder. 2016. Natural Chemical Composition of Commercial Fish Species: Characterisation of Pangasius, Wild and Farmed Turbot and Barramundi. **Foods** 58 (5): 14.
- Wongchinawit, S. and Paphawasit, N. 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 University**. 9(2): 143-169.



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 การแยกส่วนอวัยวะของปลาตะกรับหน้าเขียว



ภาพที่ 2 การแยกส่วนอวัยวะปลาตะกรับหน้าแดง



ภาพที่ 3 การนำส่วนต่างๆเข้าตู้อบแห้ง

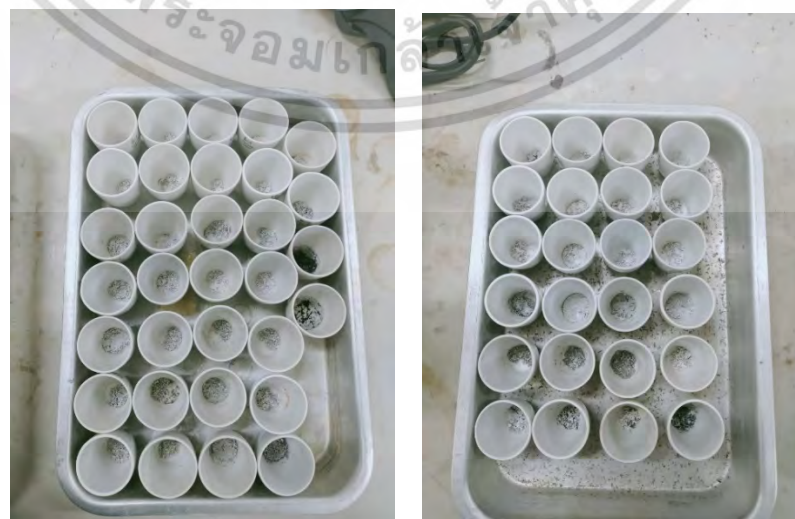
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 นำอวัยวะส่วนต่างๆ มาบดละเอียด



ภาพที่ 5 นำตัวอย่างที่บดละเอียดเข้าโถตุความชื้น

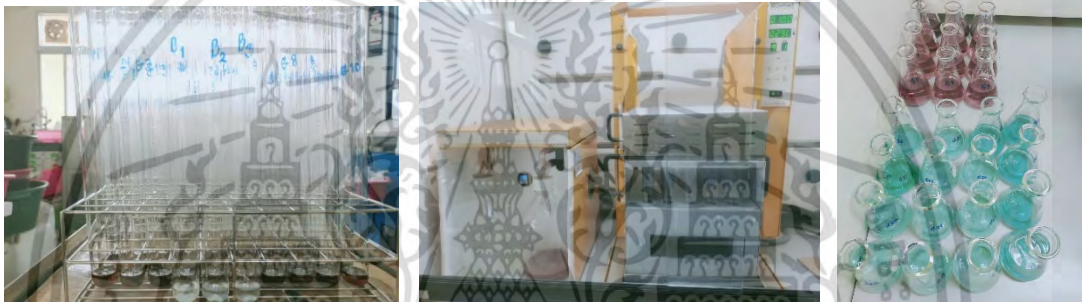


ภาพที่ 6 ตัวอย่างที่เผาด้วยอุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 กรองตัวอย่างเพื่อใช้ในการวิเคราะห์แร่ธาตุ



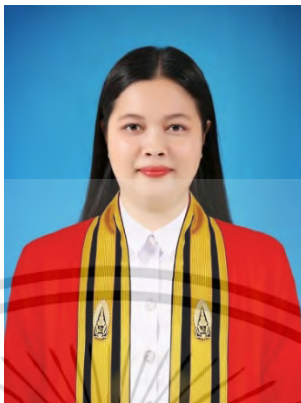
ภาพที่ 8 การวิเคราะห์โปรตีน



ภาพที่ 9 การวิเคราะห์แร่ธาตุต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติการศึกษา



ชื่อ	นางสาวอริสราภรณ์ จันทรัตน์
วัน/เดือน/ปี เกิด	12 มกราคม 2541
ที่อยู่	58 หมู่ที่ 2 ตำบลเขาพนม อำเภอเขาพนม จังหวัดกระบี่ 81140
ประวัติการศึกษา	ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนปลาย วิทย-คณิต โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย กระบี่ ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้