การปนเปื้อนของโลหะเหล็ก และ ตะกั่ว ในปลาทะเลเศรษฐกิจ จากตลาดสดหนองมน จังหวัดชลบุรี

Contamination of Fe and Pb in economic marine fish from Nongmon market, Chonburi Province.

นายคฑาวุธ สายสุวรรณ

Mr. Katawud Saisuwan

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

#10K00308446

0549

ปัญหาพิเศษฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ปีการศึกษา 2545

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การปนเปื้อนของโลหะเหล็ก และ ตะกั่ว ในปลาทะเลเศรษฐกิจ จากตลาดสดหนองมน จังหวัดชลบุรี Contamination of Fe and Pb in economic marine fish from Nongmon market, Chonburi provice.
โดย	นายคฑาวุธ สายสุวรรณ
สาขาวิชา	วาริชศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.สุวรรณา ภาณุตระกูล

ภาควิชาวาริชศาสตร์ได้พิจารณาปัญหาพิเศษฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

กรรมการตรวจสอบปัญหาพิเศษ

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภูษิต บัณฑะจิตร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร.สุวรรณา ภาณุตระกูล)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงนุช ตั้งเกริกโอฬาร)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิพันธ์ ศิริรัตนชัย)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การปนเปื้อนของโลหะเหล็ก และ ตะกั่วในปลาทะเลเศรษฐกิจ จากตลาดสดหนองมน จังหวัดชลบุรี Contamination of iron and lead in economic marine fish from Nongmon market, Chonburi Province
ชื่อผู้วิจัย	นายคฑาวุธ สายสุวรรณ
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขา	วาริชศาสตร์
ภาควิชา	วาริชศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. สุวรรณา ภาณุตระกูล
ปีการศึกษา	2545

บทคัดย่อ

ศึกษาการปนเปื้อนของโลหะเหล็ก และ ตะกั่วในกลุ่มปลาทะเลเศรษฐกิจผิวน้ำ และกลุ่มปลาทะเลเศรษฐกิจหน้าดิน โดยเก็บตัวอย่างจากตลาดสดหนองมน จังหวัดชลบุรี แยกอวัยวะออกเป็นสามส่วนคือ เนื้อเยื่อ เหงือก, อวัยวะภายใน ทำการย่อยตัวอย่างด้วยกรดไนตริกเข้มข้นด้วยเครื่องไมโครเวฟ วัดปริมาณโลหะเหล็ก และ ตะกั่วด้วยเครื่องอะตอมมิก แอบซอร์บชั่น สเปกโตรมิเตอร์ ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณการปนเปื้อนของโลหะเหล็กมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง ND-213.282 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก ส่วนการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง ND-2.218 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก โดยมีค่าการสะสมเฉลี่ยโลหะเหล็กของกลุ่มปลาผิวน้ำสูงกว่ากลุ่มปลาหน้าดิน ส่วนการปนเปื้อนของโลหะตะกั่ว โดยมีค่าการสะสมเฉลี่ยของกลุ่มปลาหน้าดินสูงกว่ากลุ่มปลาผิวน้ำ และพบว่าค่าการปนเปื้อนของโลหะเหล็กสูงสุดในอวัยวะภายใน เหงือก และเนื้อ ของกลุ่มปลาผิวน้ำ ตามลำดับ แต่ค่าการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วสูงสุดพบใน เหงือก อวัยวะภายใน และเนื้อ ของกลุ่มปลาหน้าดินตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามผลจากการศึกษาในปลาทะเลเศรษฐกิจ ทั้ง 2 กลุ่มยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ปลอดภัยในการบริโภค

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Title	Contamination of iron and lead in economic marine fishs from Nongmon market, Chonburi Province.
Name	Mr. Katawud Saisuwan
Name of Degree	Bachelor of Science (B.Sc.)
Department	Aquatic Science
Advisor	Dr. Suwanna Panutrakul
Academic Year	2002

ABSTRACT

Concentration of iron and lead in gill, intestine and tissue Pelagic and Demersal fishs collected from Nongmon market, Chonburi Provinces were studied. The samples were digested with concentrated nitric acid under pressure in a microwave digestor subsequently determined by Atomic Absorbtion Spectrophotometer. Concentration of iron was found in a range of ND-213.282 ug/g wet weight, while concentration of lead was found in a range of ND-2.218 ug/g wet weight. Concentration of iron in pelagic fish was highest than in demersal fish while lead concentration in pelagic fish was lower than in demersal fish. The intestine of pelagic fish contained a higher iron concentration than the gill and tissue sample. Lead concentration was found higher in gill than intestine and tissue of the demersal fish. However, the contamination levels of iron and lead in economic marine fish were still within the limit that safe for consumption.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สุวรรณา ภาณุตระกูล อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่ได้กรุณาให้ความรู้ ข้อคิดเห็น คำแนะนำ ประสบการณ์ และ คำชี้แนะแนวทางต่างๆ ในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ลงได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาวาริชศาสตร์ทุกท่านที่ได้ให้การอบรมสั่งสอนในคำแนะนำ ให้กำลังใจ และดูแลเอาใจใส่มาตลอดจนสำเร็จการศึกษาเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ภาควิชาวาริชศาสตร์ เจ้าหน้าที่บัณฑิตศึกษา ทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้ และขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือ และ ให้กำลังใจมาตลอด

และสุดท้ายนี้ขบกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่คอยให้ความช่วยเหลือในทุกๆด้าน และเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา จนทำให้การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นายคฑาวุธ สายสุวรรณ

24 กุมภาพันธ์ 2546

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ง

กิตติกรรมประกาศ.....จ

สารบัญ.....ฉ

สารบัญตาราง.....ช

สารบัญรูป.....ซ

บทที่

1 บทนำ.....1

วัตถุประสงค์ในการศึกษา

ขอบเขตของการศึกษา

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สมมติฐานในการศึกษา

2 การสำรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....4

3 อุปกรณและวิธีการดำเนินงาน.....12

อุปกรณ์ในการวิเคราะห์

สารเคมี

วิธีดำเนินการทดลอง

4 ผลการทดลอง.....15

5 อภิปรายผลการทดลอง.....32

สรุปผลการทดลอง

ข้อเสนอแนะ

เอกสารอ้างอิง.....38

ภาคผนวก.....40

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณการสะสมโลหะเหล็ก ในอวัยวะส่วนต่างๆของกลุ่มปลาทะเลเศรษฐกิจผิวน้ำ.....27
2. แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณการสะสมโลหะตะกั่ว ในอวัยวะส่วนต่างๆของกลุ่มปลาทะเลเศรษฐกิจผิวน้ำ.....27
3. แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานของปริมาณการสะสมโลหะเหล็ก ในอวัยวะส่วน ต่างๆ ของกลุ่มปลาทะเลเศรษฐกิจหน้าดิน.....28
4. แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานของปริมาณการสะสมโลหะตะกั่ว ในอวัยวะ ส่วนต่างๆ ของกลุ่มปลาทะเลเศรษฐกิจหน้าดิน.....28

5 แสดงค่าเฉลี่ยสูงสุด และ ต่ำสุด ของการปนเปื้อน โลหะเหล็ก และตะกั่ว ในปลาทะเลแต่ละชนิด.....30

6 แสดงค่าเฉลี่ยของการปนเปื้อนของโลหะเหล็ก และ ตะกั่วในปลาทะเลแต่ละชนิด.....31

7 แสดงอวัยวะ, ค่าเฉลี่ยสูงสุด ของการปนเปื้อน โลหะเหล็ก และ ตะกั่วของปลาทะเลทั้ง 2 กลุ่ม.....31

8 แสดงความเข้มข้นของปริมาณ โลหะหนักเหล็ก และ ตะกั่วที่ศึกษาจากบริเวณต่างๆ.....37

9 แสดงปริมาณการปนเปื้อน โลหะเหล็ก ในอวัยวะส่วนต่างๆของปลาทะเลผิวน้ำ.....42

10 แสดงปริมาณการปนเปื้อน โลหะตะกั่ว ในอวัยวะส่วนต่างๆของปลาทะเลผิวน้ำ.....42

11 แสดงปริมาณการปนเปื้อน โลหะเหล็ก ในอวัยวะส่วนต่างๆของปลาทะเลหน้าดิน.....43

12 แสดงปริมาณการปนเปื้อน โลหะตะกั่ว ในอวัยวะส่วนต่างๆของปลาทะเลหน้าดิน.....44

13 แสดงค่าเฉลี่ยของ % Water content ของอวัยวะส่วนต่างๆของกลุ่มปลาทั้ง 8 ชนิด.....45

14 แสดงขนาดของกลุ่มปลาผิวน้ำ.....46

15 แสดงขนาดของกลุ่มปลาหน้าดิน.....47

16 แสดงค่าที่วิเคราะห์ทางสถิติ (ANOVA) ของโลหะเหล็ก.....48

17 แสดงค่าที่วิเคราะห์ทางสถิติ (ANOVA) ของโลหะตะกั่ว.....49

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงกระบวนการได้รับสารพิษเข้าสู่ร่างกาย	10
2	แสดงค่าเฉลี่ยของการปนเปื้อนของโลหะเหล็กในปลาทะเลแต่ละชนิด	17
3	แสดงค่าเฉลี่ยของการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วในปลาทะเลแต่ละชนิด	17
4	แสดงค่าเฉลี่ยของการปนเปื้อนของโลหะเหล็กในอวัยวะส่วนต่างๆของปลาทะเลแต่ละชนิด	21
5	แสดงค่าเฉลี่ยของการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วในอวัยวะส่วนต่างๆของปลาทะเลแต่ละชนิด	21
6	แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของระดับการปนเปื้อนโลหะเหล็กในอวัยวะต่างๆของกลุ่มปลาทะเลผิวน้ำ และ กลุ่มปลาทะเลหน้าดิน	23
7	แสดงค่าการปนเปื้อนโลหะเหล็กในอวัยวะส่วนต่างๆของกลุ่มปลาผิวน้ำ	23
8	แสดงค่าการปนเปื้อนโลหะเหล็กในอวัยวะส่วนต่างๆของกลุ่มปลาหน้าดิน	24
9	แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของระดับการปนเปื้อนโลหะตะกั่วในอวัยวะต่างๆของกลุ่มปลาทะเลผิวน้ำ และ กลุ่มปลาทะเลหน้าดิน	24
10	แสดงค่าการปนเปื้อนโลหะตะกั่วในอวัยวะส่วนต่างๆของกลุ่มปลาผิวน้ำ	26
11	แสดงค่าการปนเปื้อนโลหะตะกั่วในอวัยวะส่วนต่างๆของกลุ่มปลาหน้าดิน	26

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 1
บทนำ

ปลาทะเลถือได้ว่าเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจประเภทหนึ่งที่มีผู้นิยมนำมาบริโภคเป็นจำนวนมาก รวมทั้งยังมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ ซึ่งสามารถทำรายได้ให้กับประเทศเป็นจำนวนมาก จากรายงาน สถิติประมงแห่งประเทศไทย ปี 2542 พบว่ามีผลผลิตรวมของปลาทะเลเศรษฐกิจทั้งหมด 2,250,000 ตัน ซึ่งคิดเป็นมูลค่ารวม 29,117.7 ล้านบาท ปลาทะเลเศรษฐกิจสามารถแยกออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1.กลุ่มปลาผิวน้ำประกอบไปด้วย ปลาทู มีปริมาณที่จับได้ 164,100 ตัน มีมูลค่า 4,333.1 ล้านบาท ปลากระบอก มีปริมาณที่จับได้ 5,500 ตัน มีมูลค่า265.6 ล้านบาท ปลาโอดำ มีปริมาณที่จับได้ 51,600 ตัน มีมูลค่า 1,318.2 ล้านบาท ปลาอินทรี มีปริมาณที่จับได้ 14,100 ตัน มีมูลค่า 999.7 ล้านบาท 2.กลุ่มปลาหน้าดินประกอบไปด้วย ปลาทรายแดง มีปริมาณที่จับได้รวม 93,000 ตัน มีมูลค่า 1,431.9 ล้านบาท ปลาสาก (ปลาน้ำดอกไม้) มีปริมาณที่จับได้ 16,900 ตัน มีมูลค่า 1,431.9 ล้านบาท ปลาเห็ดโคนมีปริมาณที่จับได้รวม 8,000 ตัน มีมูลค่า 517.8 ล้านบาท ปลากะรัง มีปริมาณที่จับได้ 9,200 ตัน มีมูลค่า 1,073.5 ล้านบาท (ฝ่ายสถิติและสารสนเทศการประมง, 2542) ซึ่งจากสถิติการประมงดังกล่าว พบว่าปลาทะเลมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ของประเทศเป็นอย่างยิ่ง นั้นก็พอแสดงให้เห็นถึงความ ต้องการของผู้บริโภค ทั้งใน และ ส่งออกนอกประเทศเป็นจำนวนมาก

ในบริเวณจังหวัดแถบชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนบน ได้ชื่อว่าเป็นจังหวัดที่มีการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมต่างๆเป็นจำนวนมาก ทำให้ทะเลบริเวณนี้น่าจะมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนสารมลภาวะต่างๆอันเกิดจากของเสีย

โดยโลหะหนักมีความสามารถที่จะสะสมในปลาแต่ละชนิดและในเนื้อเยื่อประเภทต่างๆได้ในปริมาณไม่เท่ากัน เนื่องจากการดำรงชีวิต อาหารและลักษณะการกินอาหาร การสะสมโลหะหนักในอวัยวะส่วนต่างๆเช่น เหงือก อวัยวะภายใน และเนื้อ จึงน่าที่จะมีปริมาณการสะสมโลหะหนักในระดับที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปการสะสมมักจะมีค่าสูงในอวัยวะภายใน และเหงือกมากกว่าในเนื้อเยื่อ (มนูวดี, 2532)

จากความสำคัญของปัญหาดังกล่าวข้างต้น จึงควรได้มีการทำการตรวจสอบปริมาณโลหะหนัก ในสัตว์น้ำเป็นระยะๆ เพื่อหาทาง ป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นต่อสัตว์น้ำซึ่งเป็นทรัพยากรประมง ที่มีความสำคัญต่อชีวิตความเป็นอยู่ของคนไทย โดยเฉพาะปลาทะเลนั้นนับว่าเป็นแหล่งอาหารโปรตีน ที่สำคัญสำหรับประชาชน ตลอดจนมีความสำคัญในทางเศรษฐกิจการค้า การส่งออก และการที่ ปลาทะเลเป็นที่นิยม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ในการนำมาบริโภค ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาหาปริมาณโลหะหนักใน ปลาทะเลเศรษฐกิจที่ได้จากตลาดสดหนองมน จังหวัดชลบุรี ซึ่งเป็นตลาดที่มีการนำปลาทะเลเศรษฐกิจ มาขายแก่นักท่องเที่ยว เป็นจำนวนมาก และเนื่องจากการบริโภคปลาทะเลเศรษฐกิจ ของประชาชน นั้นมิได้จำกัดอยู่แต่เฉพาะเนื้อปลาเท่านั้น อวัยวะภายใน บางส่วนของปลาทะเลเศรษฐกิจ ก็มีผู้นิยมบริโภคกันด้วย

วัตถุประสงค์ในการศึกษา

1. เพื่อศึกษาถึงระดับปริมาณการปนเปื้อนของโลหะเหล็ก และ ตะกั่ว ในปลาแต่ละชนิด ได้แก่ ปลาทู ปลากระบอก ปลาโอดำ ปลาอินทรี ปลาทรายแดง ปลาสาก (ปลาน้ำดอกไม้) ปลาเห็ดโคนจุด และ ปลากะรังจุดแดง จากตลาดสดหนองมน จังหวัดชลบุรี
2. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของระดับการปนเปื้อนของโลหะเหล็ก และ ตะกั่ว ในปลาทะเลแต่ละกลุ่ม กลุ่มปลาผิวน้ำ ปลาทู ปลากระบอก ปลาโอดำ ปลาอินทรี กับ กลุ่มปลาหน้าดิน ปลาทรายแดง ปลาสาก (ปลาน้ำดอกไม้) ปลาเห็ดโคนจุด และ ปลากะรังจุดแดง จากตลาดสดหนองมน จังหวัดชลบุรี
3. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของระดับการปนเปื้อนของโลหะเหล็ก และ ตะกั่ว ในอวัยวะแต่ละส่วน ได้แก่ เหงือก อวัยวะภายใน เนื้อ ของปลาแต่ละชนิด และ ของปลาแต่ละกลุ่ม (กลุ่มปลาผิวน้ำ กับ กลุ่มปลาหน้าดิน)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงระดับปริมาณการปนเปื้อนของโลหะเหล็ก และ ตะกั่ว ในปลาทะเลแต่ละชนิด และในปลาแต่ละกลุ่ม (กลุ่มปลาหน้าดิน และ ปลาผิวน้ำ) ในตัวอย่างปลาทะเลเศรษฐกิจ ที่เก็บจากตลาดสดหนองมน จังหวัดชลบุรี
2. ทำให้ทราบถึงระดับปริมาณการปนเปื้อนของโลหะเหล็ก และ ตะกั่ว ในอวัยวะต่างๆ (เหงือก อวัยวะภายใน เนื้อ) ของปลาแต่ละชนิด และ แต่ละกลุ่ม (กลุ่มปลาผิวน้ำ และ กลุ่มปลาหน้าดิน)

สมมติฐาน

1. ปลาทะเลเศรษฐกิจทั้ง 8 ชนิดมีการปนเปื้อนของโลหะเหล็ก และ ตะกั่ว ในระดับที่แตกต่างกัน
2. ปลาทะเลเศรษฐกิจกลุ่มปลาผิวน้ำ และ กลุ่มปลาหน้าดิน มีการปนเปื้อนของโลหะเหล็ก และ ตะกั่ว ในระดับที่แตกต่างกัน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3. อวัยวะส่วนต่างๆ (เหงือก อวัยวะภายใน และเนื้อ) ของปลาทะเลแต่ละ ชนิด มีการปนเปื้อนของโลหะ เหล็ก และ ตะกั่ว ในระดับที่แตกต่างกัน

ขอบเขตการศึกษาค้นคว้า

ทำการทดลองเพื่อวิเคราะห์หาค่าของระดับการปนเปื้อนของโลหะเหล็ก และ ตะกั่วใน ปลาทู ปลากระบอก ปลาโอดำ ปลาอินทรี ปลาทรายแดง ปลาสาก (ปลาน้ำดอกไม้) ปลาเห็ดโคนจุด ปลากะรังจุดแดง จากตลาดสดหนองมน จังหวัดชลบุรี โดยทำการเก็บ ปลาทู ปลากระบอก ปลาทรายแดง ปลาเห็ดโคนจุด ปลากะรังจุดแดง ชนิดละ 6 ตัว ส่วนปลาโอดำ ปลาอินทรี ปลาสาก (ปลาน้ำดอกไม้) ชนิดละ 1 ตัว โดยปลาทั้ง 8 ชนิดนี้จะถูกทำการแยกเอาเฉพาะส่วน เหงือก อวัยวะภายใน เนื้อ ของปลาแต่ละตัว ในการวิเคราะห์แล้วจึงทำการวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของโลหะเหล็ก และ ตะกั่ว ซึ่งเป็นโลหะที่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในห่วงโซ่อาหารในบริเวณดังกล่าว รวมถึงมนุษย์ด้วย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 2
สำรวจเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในบรรดาสารมลพิษต่างๆในสิ่งแวดล้อมโลหะหนักนับว่าเป็นสารมลพิษประเภทหนึ่งที่มีความเป็นพิษสูงต่อสิ่งมีชีวิต โดยโลหะหนักสามารถเข้าสู่สิ่งแวดล้อมได้ 2 ทาง คือ 1.เกิดขึ้นได้เองทั้งโดยธรรมชาติ และ 2.จากกิจกรรมของมนุษย์ โลหะหนักที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาตินั้นเป็นธาตุที่มีอยู่ตามธรรมชาติแต่มีในปริมาณน้อย ยกเว้น เหล็ก ส่วนใหญ่จะเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เนื่องจากมนุษย์ได้นำเอา โลหะหนักมาใช้ประโยชน์ในกิจกรรมของโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เพื่อผลิตสิ่งอำนวยประโยชน์ใน กิจกรรมของโรงงานอุตสาหกรรมเหล่านี้มีโลหะหนักเจือปนอยู่ และเมื่อถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ โลหะหนักเหล่านี้ก็สามารถเข้าไปสะสมอยู่ในสัตว์น้ำได้เนื่องจากการสะสมนี้มิได้จำกัดอยู่แต่เฉพาะสารที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ เช่น เหล็ก สังกะสี เท่านั้น หากแต่รวมไปถึงโลหะหนักหรือสารพิษชนิดอื่น ที่เจือปนอยู่ในน้ำ ซึ่งการสะสมดังกล่าวนี้จะเพิ่มปริมาณสูงขึ้นตามห่วงโซ่อาหาร และ ถ้ามีปริมาณความเข้มข้นสูงมาก ก็จะทำให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น ตลอดจนผู้นำสัตว์น้ำนั้นๆมาบริโภคด้วย จาก ปัญหา ดังกล่าวข้างต้น จึงได้มีการตรวจสอบถึงปริมาณของโลหะหนักที่สะสมอยู่ในสัตว์น้ำ เพื่อ ชี้ เป็นแนวทาง ในการแก้ไขปัญหาอันเกิดจากโลหะหนักต่อไป

โลหะหนัก (Heavy Metals) หมายถึงธาตุที่มีความถ่วงจำเพาะตั้งแต่ 5 ขึ้นไป ซึ่งเป็นธาตุในตารางธาตุที่มีเลขอะตอม ตั้งแต่ 23 –34 และ 40 – 52 รวมทั้งธาตุในอนุกรม แลนทาไนด์ และ แอกทิไนด์ มีสถานะเป็นของแข็ง (ยกเว้นปรอท) คุณสมบัติทางกายภาพของโลหะหนักคือ นำไฟฟ้า และ ความร้อนได้ดี มีความมันวาว เหนียว สามารถนำมาตีเป็นแผ่นบางๆได้ และสะท้อนแสงได้ดี ส่วนคุณสมบัติทางด้านเคมีที่สำคัญของโลหะหนักคือ มีค่าออกซิเดชันได้หลายค่า ดังนั้นโลหะหนักจึงสามารถที่จะรวมตัวกับสารอื่นๆ เป็นประกอบเชิงซ้อนได้หลายรูปที่เสถียรกว่าโลหะหนักอิสระโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อรวมตัวกับสารประกอบอินทรี (Hawley,1973)โลหะหนักยังสามารถที่จะถ่ายทอดสู่สิ่งมีชีวิตได้โดยผ่านไปตามห่วงโซ่อาหารสิ่งมีชีวิตจะตอบสนองต่อโลหะหนักแต่ละชนิดในลักษณะที่แตกต่างกัน โลหะหนักหลายชนิดมีคุณสมบัติเป็นอันตรายร้ายแรง เมื่อเข้าไปสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต ซึ่งอาจมีผลทำให้สิ่งมีชีวิตพิการหรือตายได้ ความเป็นพิษของโลหะหนักยังสามารถจะเพิ่มขึ้นตามลำดับของระบบห่วงโซ่อาหารได้ (ปิยนารถ,2539:Rupert และ Jones,1994)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

โลหะสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ (ชวลิต เชียงกูล, 2542)

1. โลหะจำพวกเหล็ก (ferrous metals) เช่น เหล็กกล้า (steel)
2. โลหะนอกจำพวกเหล็ก (non ferrous metals) ซึ่งสามารถจำแนกตามความหนาแน่นของโลหะได้ คือ
    1) โลหะหนัก (Heavy metal)
    2) โลหะเบา (Light metal)

โลหะหนัก (Heavy metal) หมายถึง โลหะที่มีความหนาแน่นสูงกว่า 4 kg/dm^3 มีน้ำหนักอะตอมค่อนข้างสูง ส่วนมากจะอยู่ในกลุ่มของ transition elements แต่ก็มีบางธาตุที่อยู่ในกลุ่มของ representative elements ที่มีคุณสมบัติค่อนไปทางอโลหะ เช่น ทองแดง สังกะสี แคดเมียม นิกเกิล เป็นต้น ซึ่งที่มาของโลหะหนักพวกนี้ส่วนใหญ่จะมาจากกิจกรรมในโรงงานอุตสาหกรรม ผ่านการชะล้าง จากน้ำฝนและไหลลงสู่แม่น้ำลำคลองและมารวมกันลงสู่ทะเล

มนูวดี หังสพฤกษ์ (2532) อ้างถึง Burton and Liss (1976) กล่าวว่าโลหะหนักที่ปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำไม่สามารถสลายตัวโดยขบวนการทางธรรมชาติได้ และบางส่วนจะตกตะกอนสะสมอยู่ในดินตะกอนซึ่งนอกจากจะมาจากกระบวนการการผุพังของหิน ดิน ตามธรรมชาติแล้วส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (anthropogenic discharge) ที่ปล่อยโลหะหนักเข้าสู่สิ่งแวดล้อม อันได้แก่

1. การรั่วของโลหะหนักออกมากับฝุ่นละอองจากระบบฟอกอากาศ รวมทั้งของเสียจากกระบวนการทางเคมีที่ปล่อยออกมาภายนอกจากอุตสาหกรรมเกี่ยวกับแร่ และ โลหะ
2. มีการนำโลหะ และ สารประกอบของโลหะมาใช้ประโยชน์ เช่น สารประกอบทองแดงที่ใช้ในการเคลือบผิวของโลหะ สังกะสีใช้ในการเคลือบผิวเหล็กกล้าเพื่อป้องกันการเกิดสนิม และ tetraethyl lead ที่ใช้เติมในแก๊สโซลีน กันการ knock ของเครื่องยนต์ เป็นต้น ของเสียที่ปล่อยออกมาสู่ สิ่งแวดล้อมจะมีโลหะนี้ปนเปื้อนด้วย (ซึ่งในปัจจุบันได้ห้ามใช้แล้ว)
3. จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากซากดึกดำบรรพ์ (fossil fuel) โดยในเชื้อเพลิงเหล่านี้มี arsenic, zinc, cadmium, copper (จากถ่านหิน) , nickle และ vanadium (ในน้ำมัน)
4. จากขยะและเหมืองแร่ ซึ่งนับว่าก่อให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนของโลหะอีกประการหนึ่ง บริเวณที่ มีการขุดแร่หรือเป็นแหล่งแร่จะมีโลหะหนักในตะกอนสูง

เหล็ก (Fe ; Iron)

เหล็ก เป็นธาตุ transition อยู่ในหมู่ที่ 8 คาบที่ 4 มีเลขอะตอมมิก เท่ากับ 26 มีความหนาแน่น เท่ากับ 7.86 g/cm^3 มีน้ำหนักอะตอม 55.847 จุดหลอมเหลว 1,535 $^{\circ}C$ จุดเดือดประมาณ 3,000 $^{\circ}C$ มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น $3d^6 4s^2$ มีเลขออกซิเดชัน เท่ากับ +3 เป็นธาตุโลหะถ้าบริสุทธิ์จะมีสีขาวคล้ายเงินและอ่อน เป็นสารแม่เหล็กรวมกับออกซิเจนและธาตุอื่น ๆ ได้ (กฤษณา ชุติมา, 2540)

เหล็กจะมีอยู่ในชั้นใต้ดินที่ลึก ๆ ลงไป ยิ่งตรงใจกลางโลกที่หนาห้าพันไมล์ด้วยแล้ว นักวิทยาศาสตร์ลงความเห็นว่าตรงส่วนนี้จะเป็นสารประกอบของเหล็กที่หลอมเป็นของเหลวอยู่มากมาย ถ้าเอาเฉพาะส่วนที่อยู่ใต้เปลือกโลกมาแบ่งออกเป็นส่วน ๆ แล้วจะมีเหล็กมากกว่าโลหะอื่นใดทั้งหมด จะมีอยู่ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักโลกทีเดียว

ในเนื้อเยื่อร่างกายของคน สัตว์ และพวกที่เลือดสีแดงทั้งหลาย เหล็กจะเป็นธาตุที่มีความจำเป็น ต่อเนื้อเยื่อนั้น ๆ อย่างยิ่ง โลหิตแดงซึ่งมีสาร Hemoglobin เป็นตัวนำออกซิเจนไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายนั้น ในฮีโมโกลบินแต่ละโมเลกุลจะมีเหล็กอยู่ 4 อะตอม รวมแล้วโดยประมาณร่างกายของมนุษย์คนหนึ่ง ๆ จะมีเหล็กอยู่ถึงหนึ่งในสิบของSUI (วิริยะ สิริสิงหและคณะ, 2541)

จากการศึกษาของ ศุภวัตร กาญจน์ดิเรกลาภและคณะ (2542) พบว่าหมึกมีการปนเปื้อน ของโลหะเหล็ก อยู่ในช่วง >0.01 – 86.48 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และปลามีการปนเปื้อนอยู่ในช่วง >0.04 – 240.99 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง

ตะกั่ว (Pb:Lead)

ตะกั่วเป็นธาตุในหมู่ 4A มีเลขอะตอม 82 เลขมวล 207.2 วาเลนซ์อิเล็กตรอน 2 และ 4 มีไอโซโทปที่เสถียร 4 ไอโซโทป เป็น end product ของ uranium (206) thorium (207) ซึ่งเป็นธาตุกัมมันตรังสีในธรรมชาติ ตะกั่วเป็นธาตุหนักสีเทาอ่อน ความถ่วงจำเพาะ 11.33 จุดหลอมเหลว 327.4 องศาเซลเซียส จุดเดือด 1,755 องศาเซลเซียส ละลายได้ในกรดไนตริกเจือจาง ไม่ละลายน้ำ แต่อย่างช้าๆ ในน้ำที่เป็น กรดอ่อนทำให้น้ำไม่ดี แต่ ดูดเสียงและคลื่นที่สั่นสะเทือนได้ดี (Hawley,1973)

สารประกอบของตะกั่วมี 2 ประเภท คือสารประกอบอนินทรีย์ ซึ่งตะกั่วอาจอยู่ในรูปสารประกอบที่เป็นเกลือหรือออกไซด์ อีกประเภทหนึ่งคือสารประกอบอินทรีย์ซึ่งจะมีความเป็นพิษมากกว่าตะกั่วอนินทรีย์ เนื่องจากสามารถละลายในไขมันได้ทำให้รวมตัวกับเนื้อเยื่อสิ่งมีชีวิตได้ดี ที่นำมาใช้มากคือ ตะกั่วอัลคิล (alkyl lead)ที่ใช้ผสมในน้ำมันแก๊สโซลีน นอกจากนั้นสารประกอบของตะกั่ว ยังมีปะปนใน สารอื่นๆ เช่นสีทาบ้าน จะมีส่วนผสมของตะกั่วประมาณร้อยละ 50 อยู่ในรูปของตะกั่วแดง (Pb_3O_4) ตะกั่วโครเมต ($PbCrO_4$) ตะกั่วขาว ($2PbCO_3.Pb(OH)_2$ (Moore และ คณะ,1977: Reilly,1980)

จากรายงานพบว่าตะกั่วเป็นพิษต่อสัตว์น้ำน้อยกว่าปรอทและแคดเมียม แต่ ตะกั่วจะเป็นพิษมากสำหรับ มนุษย์ โดยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างฮีม (heme) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของ ฮีโมโกลบินของเม็ดเลือดแดงทำให้เป็นโรคโลหิตจาง จากการศึกษาชนิดและปริมาณโลหะในน้ำทิ้งจาก โรงงานอุตสาหกรรมสองฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาในปี 1979 พบปริมาณตะกั่ว ตั้งแต่0.027-7.27 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากญี่ปุ่น และจีนยอมให้มีตะกั่วใน ปริมาณ 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับมาตรฐานน้ำทิ้งของไทยที่กำหนด โดยกองสิ่งแวดล้อมโรงงาน กระทรวงอุตสาหกรรม (2521) นั้น โลหะหนักแต่ละชนิดรวมกันต้องไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร ระดับ ตะกั่วที่ทำให้เกิดอาการในเลือดคือ 50 ไมโครกรัม/เดซิลิตร (µg/dl) ผู้ใหญ่ที่มีระดับสารตะกั่วมากกว่า 35 ไมโครกรัม/เดซิลิตร แม้จะไม่มีอาการ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

แสดงความเจ็บป่วย แต่ส่วนใหญ่จะเป็นโรคความดันโลหิตสูง เด็กที่มีสารตะกั่วในเลือด 25 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ติดต่อกัน 10 ปี จะมีอาการซีดเนื่องจากเม็ดเลือดแดง จะมีขนดเล็ก และมีจำนวนน้อย เซลล์สมองจะเสื่อมไม่เจริญสอดคล้องกับอายุ ความจำเสื่อม เด็กบางคน มีระดับปัญญาอ่อน บางคนมีปัญหาในการพูด เช่น พูดไม่ชัด บางคนมีพฤติกรรมที่ผิดจากปกติ เช่น เป็น คนขี้โมโห ก้าวร้าว ถ้าระดับสารตะกั่วในร่างกายมากกว่า 80 ไมโครกรัม/เดซิลิตร จะทำให้มีอาการทาง ประสาท และทางเดินอาหาร เกิดเป็นอัมพาต หรือลมบ้าหมู นอกจากนี้ สารตะกั่วที่สะสมในกระดูกจะ ขัดขวางการทำงานในกระดูกอ่อนโดยจะเข้าไปแทนที่แคลเซียมในกระดูก และเป็นตัวกำจัดไวตามินดีใน ร่างกาย ยังก่อให้เกิดเนื้องอกและมะเร็ง กรณีที่ได้รับพิษเฉียบพลันจะมีอาการปวดท้องอย่างรุนแรงจุกเสียด ท้องร่วง กล้ามเนื้อ กระดูก ตับ ไต หัวใจล้มเหลว มีอาการโคม่า และ ตายในที่สุด จากรายงาน FAO และUNEP 1982 (คณะกรรมธิการสิ่งแวดล้อมโลก) พบว่าสารตะกั่วที่อยู่ในอาหารเมื่อผ่านกระบวนการปรุง อาหารโดยใช้ความร้อน ปริมาณสารตะกั่วแทบไม่ลดลงเลย

ปริมาณตะกั่วที่ปล่อยลงสู่บรรยากาศโดยมนุษย์มีค่าประมาณ 480,000 ตัน/ปี ซึ่งมากกว่าปริมาณตะกั่วที่มาจากบรรยากาศ ซึ่งมีประมาณ 25,000 ตัน/ปี และปริมาณตะกั่วที่สะสมอยู่ในสัตว์น้ำชนิดต่างๆ พบว่าหอยแมลงภู่จะมีระบบทำลายพิษจากตะกั่ว และสามารถสะสมตะกั่วในต่อมย่อยอาหาร ดังนั้น ในประเทศอังกฤตจึงได้มีการตรวจสอบระดับตะกั่ว ในหอยแมลงภู่ที่นำไปจำหน่ายไม่ให้มีเกิน 10 ppm และในทางปฏิบัติพบว่ามีปริมาณต่ำกว่านี้ ส่วนในปลาทะเลมีการสะสมสารตะกั่วน้อยมาก มีค่าอยู่ระหว่าง 0.05 – 0.15 ppm ซึ่งไม่เป็นอันตรายมากนัก ปริมาณตะกั่วที่สะสมในตับปลากะพงบริเวณชายฝั่ง แคลิฟอร์เนียสูงถึง 22 ppm (น.น.เปียก) เพราะบริเวณดังกล่าวมีควันจากไอเสียรถยนต์มาก ตะกั่วจึงปนเปื้อน ลงสู่ทะเลปริมาณสูง

รูปแบบการเปลี่ยนแปลงของโลหะหนักเมื่อเข้าสู่สภาพแวดล้อม (กนกฝน ทศานนท์, 2536)

เมื่อโลหะหนักลงสู่แหล่งน้ำ จะทำให้เจือจางและกระจายตัวออกไปด้วยกระบวนการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.การตกตะกอน (Precipitation) ในแหล่งน้ำที่มีภาวะมลพิษเนื่องจากในน้ำมีสารอินทรีย์มาก ทำให้น้ำบริเวณนี้มีออกซิเจนละลายอยู่น้อย โลหะจำพวก Zn, Cu, Cd, Pb จะทำปฏิกิริยากับพวก H_2S ในน้ำเกิดเป็นโลหะซัลไฟด์ ซึ่งละลายน้ำได้น้อยมาก ทำให้มีการตกตะกอนมากขึ้น นอกจากนี้ในสภาพที่เป็นด่างจะทำให้มีการตกตะกอนของโลหะหนักมากขึ้น

2.การดูดซับ (Absorption) และการแพร่กระจายออกมาใหม่ (Redistribution) ด้วยสิ่งมีชีวิตในน้ำเป็นขบวนการทางชีววิทยาในการกำจัดโลหะหนัก เช่น พวกสัตว์หน้าดิน ซึ่งจะไปช่วยเร่ง ให้อนุภาคต่าง ๆ ของสาร รวมทั้งโลหะหนักทำให้เกิดการรวมตัวกัน โดยวิธีการกินเข้าไป แล้ว แพร่กระจายออกมาใหม่พร้อมกับการขับถ่ายอุจจาระหรือโดยการลอกคราบทิ้ง รวมทั้งพวกซากพืชซากสัตว์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การสะสมของโลหะหนักในสัตว์น้ำ (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต,2520)

โลหะหนักนอกจากจะมีการสะสมในน้ำทะเล และ ตะกอน แล้วยังพบว่าการสะสมในสิ่งมีชีวิตในทะเลอีกด้วย สัตว์น้ำส่วนใหญ่ได้รับสารพิษโลหะหนักเข้าไปโดยการกินอาหาร ในลักษณะต่างๆตามแต่ละชนิดของสัตว์น้ำ การสะสมของโลหะหนักโดยการดูดซึมจากน้ำโดยตรงนั้นเป็นไปได้น้อยมาก โดยมีพืชน้ำเป็นระดับอาหารชั้นต้นของสัตว์น้ำ และการสะสมของโลหะหนักในสัตว์น้ำจะเพิ่มขึ้นตามลำดับการบริโภคในห่วงโซ่อาหาร ตามลำดับ จนถึงระดับสูงสุดของห่วงโซ่อาหาร เช่นเดียวกับการถ่ายทอดพลังงาน ท้ายที่สุดก็จะถ่ายทอดมาสู่มนุษย์ซึ่งเป็นผู้บริโภคอันดับสุดท้าย (เปี่ยมศักดิ์, 2520; ณิฏฐารัตน์ และสมเกียรติ, 2526; ปิยนารถ, 2539; Hammond และ Belics, 1980; Rupert และ Jones, 1994)

การสะสมโลหะหนักในสิ่งมีชีวิตในทะเลนี้มักจะมีการสะสมบริเวณที่มีผิวเป็นเมือก เช่น อวัยวะที่ทำหน้าที่ย่อย หรือ เหงือก ซึ่งเข้าใจว่ามีโปรตีนโมเลกุลใหญ่จับกับโลหะหนักโดยเกิดพันธะเชิงซ้อนขึ้น สิ่งมีชีวิตในทะเลบางชนิดที่กินอาหารโดยการกรองก็อาจจะดึงเอาโลหะหนักจากสารแขวนลอยได้ด้วยซึ่งโดยทั่วไปค่าความเข้มข้นของโลหะหนักในสัตว์ทะเล จะขึ้นอยู่กับระดับมลภาวะของโลหะหนักในบริเวณนั้น (Hanson และ Hoss, 1986) และเมื่อสิ่งมีชีวิตในทะเลเหล่านั้นตายลงตามธรรมชาติ และเน่าเปื่อย โลหะหนักเหล่านี้ก็จะละลาย และกลับคืนสู่น้ำทะเลอีกครั้งหนึ่ง (มนูวดี, 2532)

ตามปกติแล้วร่างกายสิ่งมีชีวิตก็มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะขาดธาตุที่เป็นโลหะไม่ได้ เพราะร่าง กาย จะใช้ธาตุเหล่านี้ในกระบวนการ metabolism แต่ก็ต้องการเพียงจำนวนเล็กน้อยเท่านั้นดังนั้นโลหะ ที่เป็นธาตุเหล่านี้ จึงเรียกว่า Essential elements ของร่างกาย แต่ถ้าร่างกาย รับโลหะ พวกนี้มากเกิน กว่าความต้องการของร่างกายไม่ว่าจะเป็น ทางการกิน ดูดซึมเข้าทางผิวหนัง หรือทางระบบทางเดินหายใจ ก็จะเกิดการสะสมไว้ในร่างกาย เมื่อมีมากขึ้นก็จะแสดงความเป็นพิษต่อร่างกาย ถ้ามีปริมาณน้อยก็จะ เป็นพิษเรื้อรัง แต่ถ้าร่างกายรับไว้มากและต่อเนื่องก็จะแสดงอาการเป็นพิษเฉียบพลัน

จากการศึกษาพบว่าในปัจจุบัน สัตว์ทะเลจำพวกปลา หอย หมึก และ สัตว์น้ำบางชนิด ซึ่งจับได้บริเวณแหล่งน้ำต่างๆ ในอ่าวไทย มีปริมาณที่ค่อนข้างสูง ตามปริมาณโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมที่เพิ่มขึ้น ซึ่งนับว่าเป็นแนวโน้มที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำ และผู้บริโภคสัตว์น้ำนั้นได้ (อรพินท์, 2520; แววตา และคณะ, 2532; พัชรา, 2535)

พัชรา (2530) ทำการศึกษาปริมาณโลหะหนักที่แพร่กระจายอยู่ในน้ำ ตะกอนดิน และสัตว์ทะเลที่ตรวจพบในจังหวัดระยอง จันทบุรี และ ตราด พบว่ายังมีค่าอยู่ในระดับปกติ ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสภาวะแวดล้อมทางทะเล และ สุขภาพของผู้บริโภค และยังให้ข้อสังเกตอีกว่าตะกั่วเป็นโลหะหนักชนิดที่มีความสามารถที่จะถูกสะสมในตะกอนได้สูงกว่าโลหะชนิดอื่นๆ และยังสามารถถูกสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อปลาทะเล โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาปากคม

พัชรา (2531) ได้ทำการศึกษาการสะสมโลหะสังกะสี ทองแดง แคดเมียม และ ตะกั่ว ในสัตว์ทะเลที่จับได้บริเวณอ่าวระยอง พบว่าการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลจะไม่มีผลต่อปริมาณการสะสมของโลหะหนักทุกชนิดใน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

กล้ามเนื้อปลา และโลหะสังกะสีจะมีปริมาณการสะสมสูงสุด รองลงมาได้แก่ ทองแดง ตะกั่ว และ แคดเมียม ตามลำดับ

ณิฏฐารัตน์ และ สมเกียรติ (2526) ได้สรุปรายงานการวิจัย ปริมาณโลหะหนักในอาหารจำพวกสัตว์น้ำพื้นพบในประเทศไทย พบว่า ปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำจะแตกต่างกันไปตามชนิด และขนาดของสัตว์น้ำตลอดจนบริเวณที่ทำการศึกษา โดยทั่วไปพบว่าสัตว์น้ำขนาดใหญ่จะมีปริมาณการสะสมโลหะหนักมากกว่าสัตว์น้ำชนิดเดียวกันที่มีขนาดเล็ก ปริมาณโลหะหนักที่สะสมในสัตว์หน้าดิน มักจะสูงกว่าในสัตว์น้ำที่หากินบริเวณผิวน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนจะสูงกว่าในน้ำ นอกจากนั้น ปริมาณโลหะหนักที่สะสมตามอวัยวะต่างๆ ของสัตว์น้ำ พบว่าบริเวณตับจะมีปริมาณการสะสมของโลหะหนักสูงสุด และบริเวณกล้ามเนื้อมีโลหะหนักสะสมต่ำสุด

สุภาพ และ คณะ (2526) ได้ศึกษาปริมาณการสะสมของโลหะหนักในสัตว์น้ำ บริเวณคลองด่านจังหวัดสมุทรปราการ พบว่าปริมาณตะกั่วเฉลี่ยสูงสุดในปลากดทะเล 0.009 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ ไม่ปรากฏว่ามีปลาชนิดใดที่พบปริมาณโลหะหนักเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และปลาที่พบปริมาณโลหะหนักอยู่ในตัวสูงโดยมากจะเป็นปลาที่หากินตามหน้าดิน

จากการศึกษาการหาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในปลาทะเลที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจที่ได้ จากสะพานปลาบ้านเพ จังหวัดระยองของแววตา ทองระอา และคณะ (2530) พบว่าค่าการสะสมโลหะตะกั่ว โดยเฉลี่ยมีค่าเท่า กับ 0.036 ± 0.101 ไมโครกรัม/กรัม น.น.สด ความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุดพบในปลาช่อนทะเล Rachycentron canadus เท่ากับ 0.350 ไมโครกรัม/กรัม น.น.สด และความเข้มข้นเฉลี่ยต่ำสุด พบในปลา กดทะเล Tachysurus thalassinus เท่ากับ 0.003 ไมโครกรัม/กรัม น.น.สด

จากการศึกษาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในเนื้อเยื่อส่วนต่างๆของปลาทะเลเศรษฐกิจ จากสะพานปลาคลองสังเขป จังหวัดชลบุรี ของแววตา ทองระอา และคณะ(2535)พบว่าปริมาณสูงสุดของโลหะตะกั่วตรวจพบในตับปลาจวด *Otolithoides* sp. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.470 ไมโครกรัม/กรัม น.น.สด ส่วนปริมาณที่ต่ำที่สุดตรวจพบในกล้ามเนื้อปลาทรายขาว *Scolopsis* sp. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.050 ไมโครกรัม/กรัม น.น.สด

ความเป็นพิษของโลหะหนักในสิ่งมีชีวิต (สมชัย ภัทรธนานันท์, 2541)

ความเป็นพิษ หมายถึง อาการที่แสดงออก ในลักษณะที่ส่อให้เห็นถึงอันตราย ซึ่งเกิดขึ้นต่อมนุษย์หรือสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่ได้รับสารพิษเข้าไป จะโดยทางใดหรือวิธีใดก็ตาม ซึ่งอาจจะรุนแรงมากน้อยเพียง ใดย่อมขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง แต่ที่สำคัญที่สุดคงจะได้แก่ปริมาณของสารพิษที่ได้รับและระดับความเป็นพิษของสารพิษชนิดนั้น ซึ่งจะแสดงไว้เป็นจำนวนตัวเลข เรียกว่า LD_{50} (Median Lethal Dose)

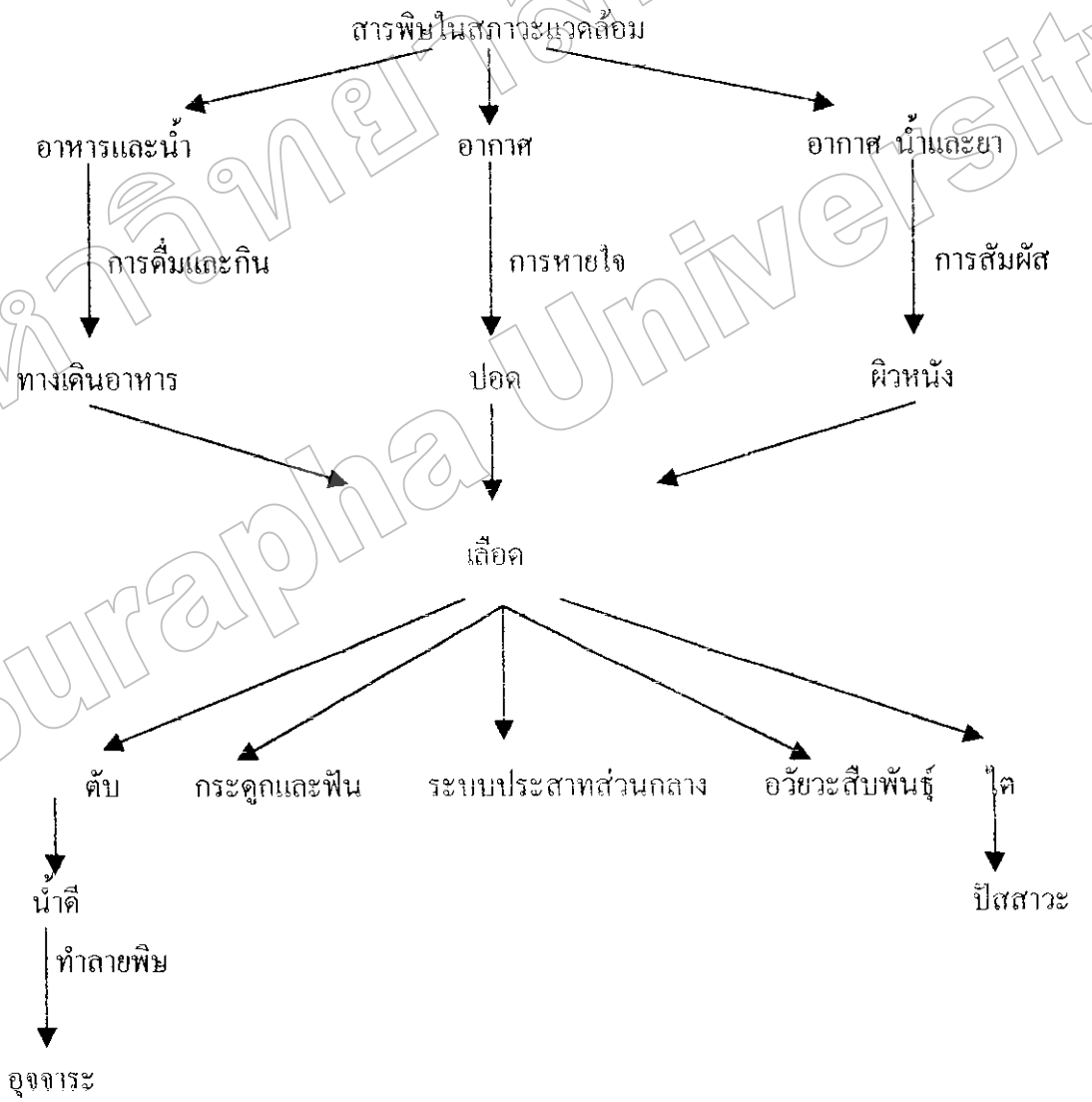
LD_{50} หมายถึง ปริมาณของสารพิษหรือวัตถุเคมีเป็นมิลลิกรัมเทียบกับน้ำหนักของสัตว์ทดลอง เป็นกิโลกรัม ที่สามารถทำให้สัตว์ทดลองตายลงร้อยละ 50 ของจำนวนสัตว์ทดลองทั้งหมด ที่ใช้ใน การทดลอง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ลักษณะของอาการพิษที่เกิดขึ้นกับมนุษย์หรือสัตว์ก็ตามสามารถที่จำแนก ได้ตามระยะเวลา หรือความรวดเร็วที่ปรากฏออกดังนี้

(ก) อาการเป็นพิษเฉียบพลัน (Acute Toxicity) หมายถึง กรณีที่มีอาการเป็นพิษแสดงออกมา ให้เห็นภายหลังจากที่ได้รับสารพิษอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงครั้งเดียวหรือหลายครั้งในระยะเวลาอันสั้นซึ่งอาการเกิดพิษนั้นจะรุนแรงเพียงใดก็แล้วแต่ชนิดและปริมาณสของสารพิษนั้น ๆ

(ข) อาการเป็นพิษเรื้อรัง (Chronic Toxicity) หมายถึง อาการเป็นพิษที่เกิดขึ้นอันเป็นผลภายหลังจากการที่ได้รับสารพิษซ้ำกันหลายครั้ง โดยอาจจะได้รับปริมาณน้อยต่อครั้ง แต่ได้รับติดต่อกันอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน หรือได้รับในปริมาณค่อนข้างสูงเพียงไม่กี่ครั้งก็ได้ แต่ทว่าแต่ละครั้ง ระดับปริมาณของ สารพิษในกระแสเลือดยังไม่สูงพอที่จะทำให้เกิดอาการในระดับแรกได้ หรือมีสาเหตุที่สารพิษนั้น มิได้ถูกแปรสภาพ หรือขจัดออกจากร่างกาย จึงไปสะสมอยู่จนสูงถึงระดับที่ทำให้เกิดอาการเป็นพิษขึ้น



ภาพที่ 1 แสดงกระบวนการได้รับสารพิษเข้าสู่ร่างกาย

ที่มา : สมชัย ภัทรธนานันท์, 2541

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ความเป็นพิษของสารโลหะหนัก (มาลินี, 2527)

1.มีผลต่อเอมไซม์ ทำให้การทำงานของเอนไซม์ผิดปกติ เนื่องจากสารโลหะหนักจะรวมตัวกับหมู่ -SH ของเอนไซม์หรือของโปรตีน ซึ่งเป็นกลไกของการเกิดพิษที่สำคัญที่มีต่อร่างกาย ทั้งนี้เป็นที่ทราบกันแล้วว่าเอนไซม์เป็นสารเร่งปฏิกิริยา เคมีให้มีการเกิด เมตาบอลิซึมในร่างกาย หากขาดเอนไซม์หรือการทำงานของเอ็นไซม์ถูกขัดขวางก็จะเกิดความผิดปกติขึ้น

2.มีผลต่อการขนส่งออกซิเจนระหว่างเซลล์ ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเซลล์ลดลงทำให้เกิดความเสียหายของระบบการขนส่งออกซิเจน เช่น สารตะกั่วรบกวนการทำงานของเอนไซม์ที่ช่วยสร้างฮีโมโกลบินในไขกระดูก ทำให้เกิดอาการเลือดจาง เป็นผลให้การขนส่งออกซิเจนลดลง

3.มีผลต่อกรดนิวคลีอิด เช่น มีผลต่อ ดีเอ็นเอ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมภายในเซลล์ หรือมีผลต่อ อาร์เอ็นเอ ทำให้การสังเคราะห์โปรตีนผิดปกติไป ปฏิกิริยาดังกล่าวนี้ใช้อธิบายการเกิดเซลล์มะเร็งหรือการเป็น เทอราโทเจนของสารโลหะหนัก หรือการเกิดการกลายพันธุ์ได้

ความเป็นพิษของเหล็ก (วิกานดา, 2541)

1. ถ้าได้รับในปริมาณที่สูงจะส่งผลต่อทางเดินอาหาร โดยทำให้เกิดการระคายเคือง ทำให้ธาตุเหล็กดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้มากขึ้น
2. ธาตุเหล็กจะ ไปทำอันตรายต่อตับโดยตรง โดยการไปขัดขวางการทำหน้าที่ของเอนไซม์ ทำให้เกิดเมตาบอลิคแอซิโดซีส
3. สารประกอบเฟอริตินที่สร้างขึ้นมีผลทำให้หลอดเลือดขยายตัวทำให้ความดันเลือดลดต่ำลง และเพิ่มเพอมิอาบิลิตี้ของหลอดเลือดฝอย หลอดเลือดจะแฟบ
4. มีผลไปรบกวนการแข็งตัวของเลือด

ความเป็นพิษของตะกั่ว (วิกานดา, 2541)

1. มีผลต่อระบบหมุนเวียนโลหิต ตะกั่วจะรวมตัวกับเม็ดเลือดแดง ทำให้เม็ดเลือดแดงแตกตัวได้ง่าย และในที่สุดจะถูกทำลาย ทำให้เกิดอาการโลหิตจาง นอกจากนี้อาการของโลหิตจางยังเกิดจากการที่ตะกั่วไปรบกวนการสร้างเม็ดเลือดแดงของไขกระดูก
2. มีผลต่อระบบประสาท ตะกั่วจะไปทำลายหลอดเลือดฝอยในสมอง ทำให้เกิดการแฟบของหลอดเลือดที่ไปเลี้ยงส่วนสมอง เนื่องจากเลือดไปเลี้ยงสมองไม่พอ
3. มีผลต่อไต ตะกั่วทำให้เซลล์ของไตเกิดการเปลี่ยนแปลง และเกิดเนื้อตาย
4. มีผลต่อการสร้างฮีม และ ฮีโมโปรตีน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 3

อุปกรณ์ และ วิธีการดำเนินการทดลอง

1. การเก็บตัวอย่าง และ สถานที่เก็บตัวอย่าง

ตัวอย่างปลาทะเลผิวน้ำที่ทำการเก็บตัวอย่างคือ ปลาทู (Rastrelliger brachysoma) ปลากระบอก (Valamugil seheli) ปลาโอดำ (Thunnus tonggol) ปลาอินทรี (Scomberomorus commerson) ส่วนปลาหน้าดิน ที่ทำการเก็บตัวอย่างคือ ปลาทรายแดง (Nemipterus hexobon) ปลาสาก (Sphuraena jello) ปลาเห็ดโคนจุด (Sillage maculate) ปลาเก๋าจุดแดง (Epinephelus areolatus) โดยทำการเก็บตัวอย่างจาก ตลาดสดหนองมน จังหวัดชลบุรี โดยทำการเก็บตัวอย่าง ปลาทู (Rastrelliger brachysoma) ปลากระบอก (Valamugil seheli) ปลาทรายแดง (Nemipterus hexobon) ปลาเห็ดโคนจุด (Sillage maculate) ปลาเก๋าจุดแดง (Epinephelus areolatus) ชนิดละ 6 ตัว ส่วนปลาโอดำ (Thunnus tonggol) ปลาอินทรี (Scomberomorus commerson) ปลาสาก (Sphuraena jello) ทำการเก็บตัวอย่างชนิดละ 1 ตัว ฉะนั้นจึงมีปลาตัวอย่างทั้ง 8 ชนิด ทั้งหมด 33 ตัว หลังจากนั้นทำการเก็บตัวอย่างโดยทำการบรรจุในถุงพลาสติก แล้วนำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ – 40 °C

2. สถานที่ทำการทดลอง

2.1 ขั้นตอนการ Digest ทำการทดลอง ที่ห้องทดลอง ชั้น 3 ภาควิชาวาริชศาสตร์ คึกวิทยาศาสตร์ชีวภาพ มหาวิทยาลัยบูรพา

2.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก ทำการทดลอง ที่ห้องทดลอง ชั้น 7 บัณฑิตวิทยาลัย คึกวิทยาศาสตร์ชีวภาพ มหาวิทยาลัยบูรพา

3. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์

3.1 เตาอบ (Oven)

3.2 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3.3 ครูซิเบิ้ล (Crusible)

3.4 เครื่อง Atomic Absorption spectroscopy ยี่ห้อ VARIAN รุ่น 55B

3.5 เครื่อง Atomic Absorption spectroscopy ยี่ห้อ UNICAM รุ่น 989QZ

3.6 เครื่อง Microwave Laboratory System (MLS-200) ยี่ห้อ MILESTON รุ่น mls 1200 mega

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4. การทำความสะอาดเครื่องมือ และ อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

เนื่องจากเมื่อวางอยู่ในบรรยากาศ อาจทำให้เกิดการดูดซับที่ผิวของภาชนะได้ จึงต้องทำความสะอาดเครื่องมือดังนี้

4.1 ล้างด้วยน้ำยา (Detergent) และ น้ำกลั่น (Distilled Water)

4.2 แช่ด้วยกรดไฮโดรคลอริก 10% (10% Hydrochloride Acid) เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

4.3 ล้างด้วยน้ำกลั่นดีไอออไนซ์ (De-ionized Water)

5.สารเคมี

5.1 น้ำกลั่นดีไอออไนซ์ (De-ionized Water)

5.2 กรดไนตริกเข้มข้น (Conc.HNO_3)

5.3 กรดไนตริกกลั่น (Distilled HNO_3)

5.4 กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น(Conc. Hydrochloride Acid)

6.วิธีการดำเนินการทดลอง

ทำการวัดขนาด และ ชั่งน้ำหนัก ปลาแต่ละตัว และทำการแบ่งปลาแต่ละตัวออกเป็น 3 ส่วน คือ เหงือก อวัยวะภายใน เนื้อ

6.1ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเปียก และ น้ำหนักแห้ง

6.1.1.1 นำครูซิเบิ้ลอบที่อุณหภูมิ 110°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำออกมาใส่ในโถดูดความชื้นรอจนเย็น นำมาชั่งน้ำหนัก จดบันทึก (A1)

6.1.1.2 นำตัวอย่างที่ได้ใส่ครูซิเบิ้ล นำไปชั่งน้ำหนัก จดบันทึก(A2) นำไปอบที่อุณหภูมิ 110°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำออกมาใส่ในโถดูดความชื้น รอจนเย็น นำไปชั่ง จดบันทึก (A3)

6.1.2 คำนวณจากสมการที่ 1

<u>สมการที่ 1</u> % Water content = [[(A2 – A1) – (A3 A1)] / (A2 – A1)] X 100

6.2 ทำการศึกษาถึงปริมาณของโลหะหนัก

6.2.1.1 นำอวัยวะปลาทั้ง 3 ส่วน คือ เหงือก อวัยวะภายใน เนื้อ ใส่ภาชนะที่ผ่านการแช่ด้วย 10% Hydrochloride Acid และทำการล้างให้สะอาดด้วย น้ำกลั่นดีไอออไนซ์ แล้ว

6.2.2 นำตัวอย่างที่ได้บดให้ละเอียด

6.2.3 ตักตัวอย่างที่ได้ใส่ใน Vessel ประมาณ 1-2 กรัม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

6.2.4 เติมกรดไนตริกที่ทำการกลั่นแล้ว (Distilled HNO_3) ลงไป 5 ml

6.2.5 ทำการ Digest ตัวอย่างด้วยเครื่อง microwave digester โดยใช้ระยะเวลาประมาณ 50 นาที

6.2.5.1 ทำการเจือจาง(dilute) ตัวอย่างด้วย น้ำกลั่นดีไอออไนซ์ (De – ionized Water) ให้เป็นปริมาตร 50 ml

6.2.5.2 นำสารละลายที่ได้ไปวัดหาปริมาณของโลหะหนักเหล็ก และ ตะกั่ว ด้วยเครื่อง AAS (Atomic Absorption Spectroscopy)

สูตรคำนวณหาปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนัก

Conc.(µg/g) = Absorbance X Slope ของสมการ Y

สมการ Y = สมการที่ได้จากกราฟ Standard

ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ใช้ปริมาตร 50 ml จะต้องหาปริมาณ โลหะหนักใน 50 ml

ปริมาณโลหะหนักใน 50 ml = Conc.(µg/g) X 50/1000

ดังนั้น น้ำหนักอวัยวะส่วนต่างๆของปลาหนัก 1 กรัม ควรมีปริมาณโลหะหนักปนเปื้อนอยู่

ปริมาณโลหะหนัก ใน 1 กรัม = ปริมาณโลหะหนักใน 50 ml (µg/g) / น้ำหนักที่ใช้ในการ Digest

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากการเก็บตัวอย่างปลาทะเลเศรษฐกิจทั้ง 8 ชนิด คือ ปลาทู ปลากระบอก ปลาโอดำ ปลาอินทรี ปลาทรายแดง ปลาสาก (ปลาน้ำดอกไม้) ปลาเห็ดโคนจุด ปลาเก๋าจุดแดง จากตลาดสดหนองมน จังหวัดชลบุรี โดยนำเอาปลาทะเลเศรษฐกิจทั้ง 8 ชนิด มาทำการแยกเอาเฉพาะส่วนอวัยวะที่สนใจ (เหงือก อวัยวะภายใน เนื้อ) เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณการสะสมโลหะเหล็ก และ ตะกั่ว ของปลาทะเล ทั้ง 8 ชนิดต่อไป โดยทำการวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Atomic Absorbtion Spectrophotometer (AAS) ผลจากการวิเคราะห์หาปริมาณการสะสมโลหะเหล็ก และ ตะกั่วในอวัยวะต่างๆทั้งสามส่วน พบว่ามีค่า Detectionlimit (N=19) ของโลหะเหล็กมีค่า เท่ากับ 2.63 ไมโครกรัม ต่อ กรัม ส่วนค่า Detectionlimit (N=19) ของโลหะตะกั่วมีค่าเท่ากับ 0.38 ไมโครกรัม ต่อ กรัม

1.ปริมาณการปนเปื้อนของโลหะเหล็ก และ ตะกั่วในปลาทะเลเศรษฐกิจแต่ละชนิด (รูปที่ 2, 3)

1.1.ปลาทู (Rastrelliger brachysoma)

เหล็ก พบว่ามีค่าการปนเปื้อนอยู่ในช่วงระหว่าง 11.17-213.28 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก โดยมีค่าเฉลี่ยของการปนเปื้อนโลหะเหล็ก เท่ากับ 80.93 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก

ตะกั่ว พบว่ามีค่าการปนเปื้อนอยู่ในช่วงระหว่าง ND-2.22 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก โดยมีค่าเฉลี่ยของการปนเปื้อนของโลหะตะกั่ว เท่ากับ 0.97 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก

1.2.ปลากระบอก (Valamugil seheli)

เหล็ก พบว่ามีค่าการปนเปื้อนอยู่ในช่วงระหว่าง 5.79-183.78 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก โดยมีค่าเฉลี่ยของการปนเปื้อนโลหะเหล็ก เท่ากับ 78.15 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก

ตะกั่ว พบว่ามีค่าการปนเปื้อนอยู่ในช่วงระหว่าง ND-1.09 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก โดยมีค่าเฉลี่ยของการปนเปื้อนของโลหะตะกั่ว เท่ากับ 0.63 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก

1.3.ปลาทรายแดง (Nemipterus hexodon)

เหล็ก พบว่ามีค่าการปนเปื้อนอยู่ในช่วงระหว่าง 4.23-193.02 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

โดยมีค่าเฉลี่ยของการปนเปื้อนโลหะเหล็ก เท่ากับ 65.33 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก

ตะกั่ว พบว่ามีค่าการปนเปื้อนอยู่ในช่วงระหว่าง 0.41-1.00 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก โดยมีค่าเฉลี่ยของการปนเปื้อนของโลหะตะกั่ว เท่ากับ 0.0.63 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก

1.4.ปลาเห็ดโคนจุด (Sillage maculate)

เหล็ก พบว่ามีค่าการปนเปื้อนอยู่ในช่วงระหว่าง 11.17-184.38 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก โดยมีค่าเฉลี่ยของการปนเปื้อนโลหะเหล็ก เท่ากับ 49.61 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก

ตะกั่ว พบว่ามีค่าการปนเปื้อนอยู่ในช่วงระหว่าง 0.39-2.06 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก โดยมีค่าเฉลี่ยของการปนเปื้อนของโลหะตะกั่ว เท่ากับ 0.93 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก

1.5.ปลาเก๋าจุดแดง (Epinephelus areolatus)

เหล็ก พบว่ามีค่าการปนเปื้อนอยู่ในช่วงระหว่าง ND-114.52 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก โดยมีค่าเฉลี่ยของการปนเปื้อนโลหะเหล็ก เท่ากับ 43.61 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก

ตะกั่ว พบว่าค่าการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วมีค่าเป็น Non Detectable

1.6.ปลาโอดำ (Thunnus tonggol)

เหล็ก พบว่ามีค่าการปนเปื้อนอยู่ในช่วงระหว่าง 24.71-94.12 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก โดยมีค่าเฉลี่ยของการปนเปื้อนโลหะเหล็ก เท่ากับ 68.86 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก

ตะกั่ว พบว่าค่าการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วมีค่าเป็น Non Detectable

1.7.ปลาอินทรี (Scomberomorus commerson)

เหล็ก พบว่ามีค่าการปนเปื้อนอยู่ในช่วงระหว่าง 4.40-120.68 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก โดยมีค่าเฉลี่ยของการปนเปื้อนโลหะเหล็ก เท่ากับ 60.44 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก

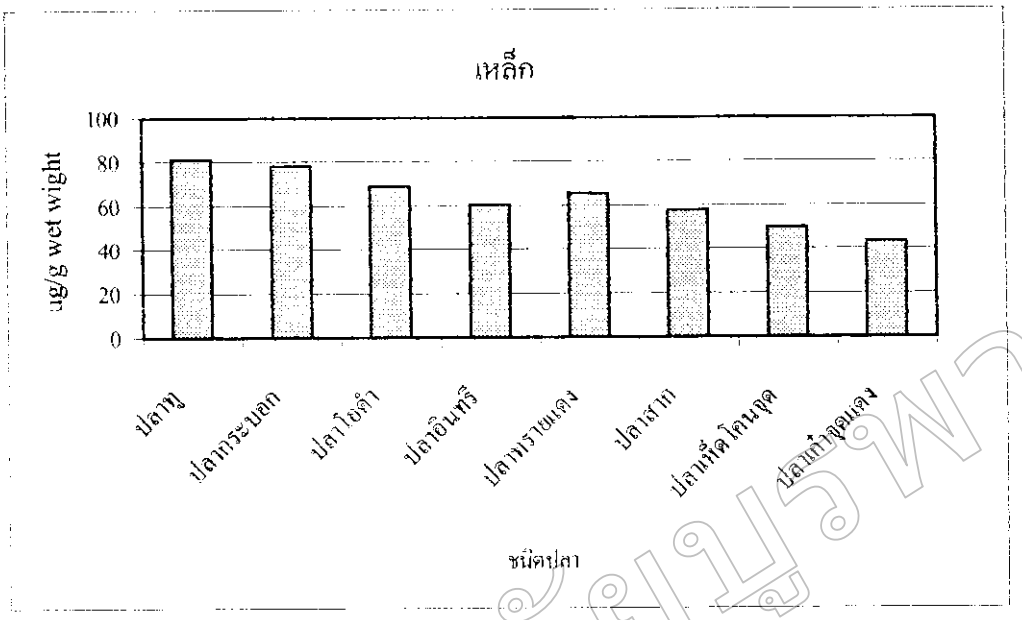
ตะกั่ว พบว่ามีค่าการปนเปื้อนอยู่ในช่วงระหว่าง 0.41-0.45 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก โดยมีค่าเฉลี่ยของการปนเปื้อนของโลหะตะกั่ว เท่ากับ 0.43 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก

1.8.ปลาสาก (ปลาน้ำดอกไม้) (Sphuraena jello)

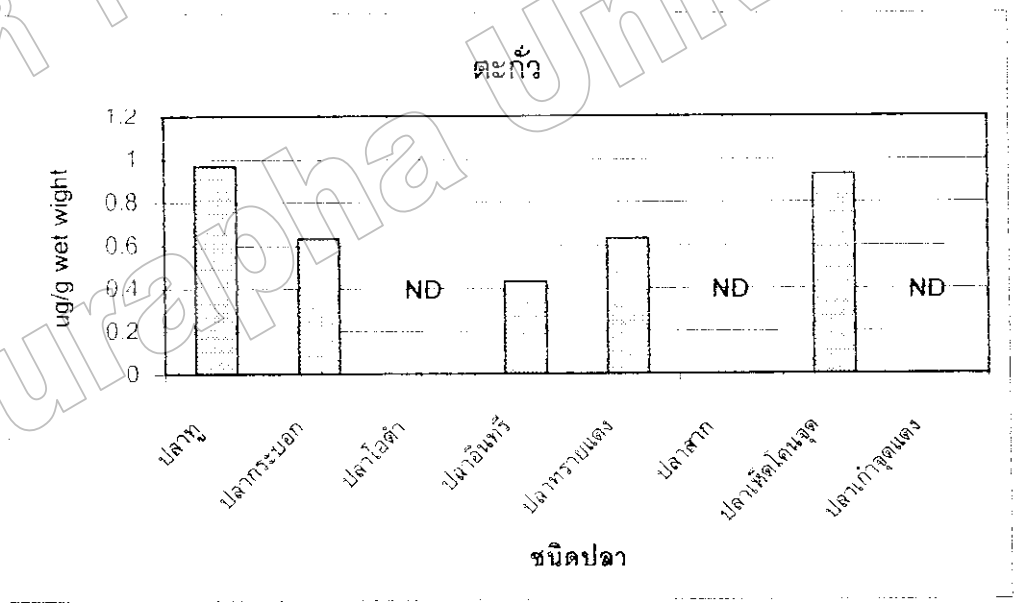
เหล็ก พบว่ามีค่าการปนเปื้อนอยู่ในช่วงระหว่าง 5.41-122.82 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก โดยมีค่าเฉลี่ยของการปนเปื้อนโลหะเหล็ก เท่ากับ 57.88 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก

ตะกั่ว พบว่าค่าการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วมีค่าเป็น Non Detectable

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยของการปนเปื้อนของโลหะเหล็กในปลาทะเลแต่ละชนิด



ภาพที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยของการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วในปลาทะเลแต่ละชนิด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.ปริมาณการปนเปื้อนของโลหะเหล็ก และ ตะกั่วในปลาทะเลเศรษฐกิจแต่ละชนิด เมื่อเปรียบเทียบในอวัยวะส่วนต่างๆ (ดังภาพที่ 4, 5)

2.1.ปลาทู (Rastrelliger brachysoma)

เหล็ก เมื่อนำการปนเปื้อนของโลหะเหล็กมาทำการเปรียบเทียบระหว่างอวัยวะส่วนต่างๆ พบว่ามีปริมาณการปนเปื้อนของโลหะเหล็กต่ำสุดใน ส่วนของเนื้อ 11.84 ± 1.25 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก และมีค่าการปนเปื้อนของโลหะเหล็กสูงสุดใน ส่วนของอวัยวะภายใน 116.84 ± 74.20 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก

ตะกั่ว เมื่อนำการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วมาทำการเปรียบเทียบระหว่างอวัยวะส่วนต่างๆ พบว่ามีปริมาณการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วต่ำสุดใน ส่วนของเนื้อ Non Detectable และมีค่าการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วสูงสุดใน ส่วนของเหงือก 1.34 ± 0.81 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก

2.2.ปลากระบอก (Valamugil seheli)

เหล็ก เมื่อนำการปนเปื้อนของโลหะเหล็กมาทำการเปรียบเทียบระหว่างอวัยวะส่วนต่างๆ พบว่ามีปริมาณการปนเปื้อนของโลหะเหล็กต่ำสุดใน ส่วนของเนื้อ 8.00 ± 1.72 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก และมีค่าการปนเปื้อนของโลหะเหล็กสูงสุดใน ส่วนของอวัยวะภายใน 160.45 ± 39.78 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก

ตะกั่ว เมื่อนำการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วมาทำการเปรียบเทียบระหว่างอวัยวะส่วนต่างๆ พบว่ามีปริมาณการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วต่ำสุดใน ส่วนของเนื้อ Non Detectable และมีค่าการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วสูงสุดใน ส่วนของเหงือก 0.76 ± 0.23 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก

2.3.ปลาโอดำ (Thunnus tonggol)

เหล็ก เมื่อนำการปนเปื้อนของโลหะเหล็กมาทำการเปรียบเทียบระหว่างอวัยวะส่วนต่างๆ พบว่ามีปริมาณการปนเปื้อนของโลหะเหล็กต่ำสุดใน ส่วนของเนื้อ 24.71 ± 0.08 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก และมีค่าการปนเปื้อนของโลหะเหล็กสูงสุดใน ส่วนของอวัยวะภายใน 94.12 ± 11.25 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก

ตะกั่ว เมื่อนำการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วมาทำการเปรียบเทียบระหว่างอวัยวะส่วนต่างๆ พบว่ามีปริมาณการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วมีค่าเป็น Non Detectable ในอวัยวะทั้ง 3 ส่วน

2.4.ปลาอินทรี (Scomberomorus commerson)

เหล็ก เมื่อนำการปนเปื้อนของโลหะเหล็กมาทำการเปรียบเทียบระหว่างอวัยวะส่วนต่างๆ พบว่ามีปริมาณการปนเปื้อนของโลหะเหล็กต่ำสุดใน ส่วนของเนื้อ 4.40 ± 0.19 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

และมีค่าการปนเปื้อนของโลหะเหล็กสูงสุดใน ส่วนของอวัยวะภายใน 120.68 ± 3.25 ไมโครกรัม ต่อ กรัม น้ำหนักเปียก

ตะกั่ว เมื่อนำการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วมาทำการเปรียบเทียบระหว่างอวัยวะส่วนต่างๆ พบว่ามีปริมาณการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วต่ำสุดใน ส่วนของเนื้อ 0.41 ± 0.02 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก และมีค่าการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วสูงสุดใน ส่วนของเหงือก 0.45 ± 0.01 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก

2.5.ปลาทรายแดง (Nemipterus hexobon)

เหล็ก เมื่อนำการปนเปื้อนของโลหะเหล็กมาทำการเปรียบเทียบระหว่างอวัยวะส่วนต่างๆ พบว่ามีปริมาณการปนเปื้อนของโลหะเหล็กต่ำสุดใน ส่วนของเนื้อ 6.98 ± 2.46 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก และมีค่าการปนเปื้อนของโลหะเหล็กสูงสุดใน ส่วนของอวัยวะภายใน 107.75 ± 39.60 ไมโครกรัม ต่อ กรัม น้ำหนักเปียก

ตะกั่ว เมื่อนำการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วมาทำการเปรียบเทียบระหว่างอวัยวะส่วนต่างๆ พบว่ามีปริมาณการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วต่ำสุดใน ส่วนของอวัยวะภายใน 0.56 ± 0.11 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก และมีค่าการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วสูงสุดใน ส่วนของเหงือก 0.73 ± 0.18 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก

2.6.ปลาสาก (ปลาน้ำดอกไม้) (Sphuraena jello)

เหล็ก เมื่อนำการปนเปื้อนของโลหะเหล็กมาทำการเปรียบเทียบระหว่างอวัยวะส่วนต่างๆ พบว่ามีปริมาณการปนเปื้อนของโลหะเหล็กต่ำสุดใน ส่วนของเนื้อ 5.41 ± 0.00 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก และมีค่าการปนเปื้อนของโลหะเหล็กสูงสุดใน ส่วนของอวัยวะภายใน 122.82 ± 0.04 ไมโครกรัม ต่อ กรัม น้ำหนักเปียก

ตะกั่ว เมื่อนำการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วมาทำการเปรียบเทียบระหว่างอวัยวะส่วนต่างๆ พบว่ามีปริมาณการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วมีค่าเป็น Non Detectable ในอวัยวะทั้ง 3 ส่วน

2.7.ปลาเห็ดโคนจุด (Sillagc maculate)

เหล็ก เมื่อนำการปนเปื้อนของโลหะเหล็กมาทำการเปรียบเทียบระหว่างอวัยวะส่วนต่างๆ พบว่ามีปริมาณการปนเปื้อนของโลหะเหล็กต่ำสุดใน ส่วนของเนื้อ 11.84 ± 1.25 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก และมีค่าการปนเปื้อนของโลหะเหล็กสูงสุดใน ส่วนของอวัยวะภายใน 97.76 ± 54.28 ไมโครกรัม ต่อ กรัม น้ำหนักเปียก

ตะกั่ว เมื่อนำการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วมาทำการเปรียบเทียบระหว่างอวัยวะส่วนต่างๆ พบว่ามีปริมาณการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วต่ำสุดใน ส่วนของเนื้อ 0.49 ± 0.08 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

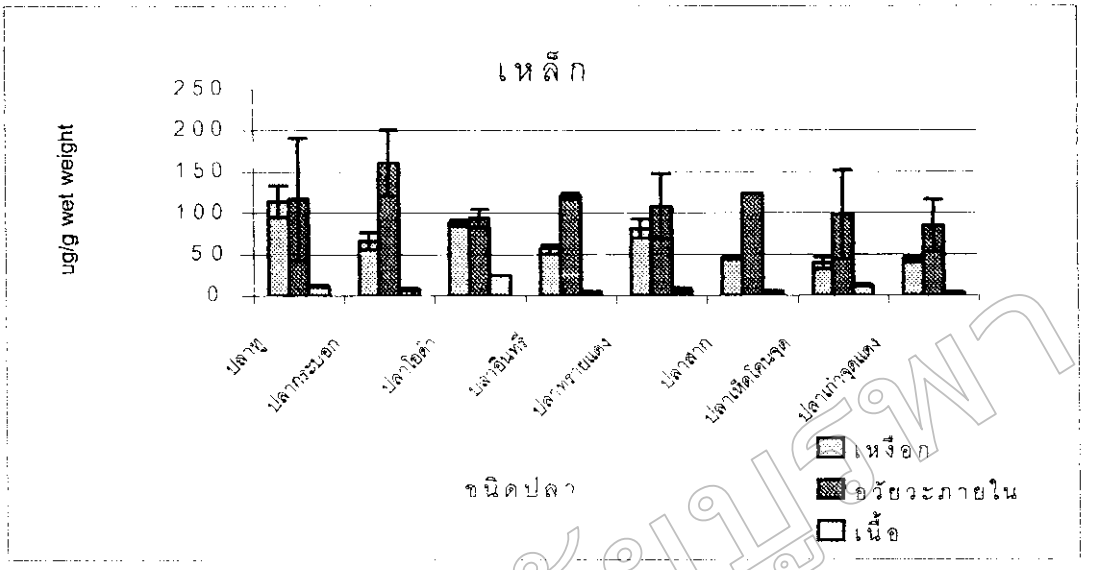
และมีค่าการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วสูงสุดใน ส่วนของเหงือก 1.29 ± 0.58 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก

2.8.ปลาเก๋าจุดแดง (Epinephelus areolatus)

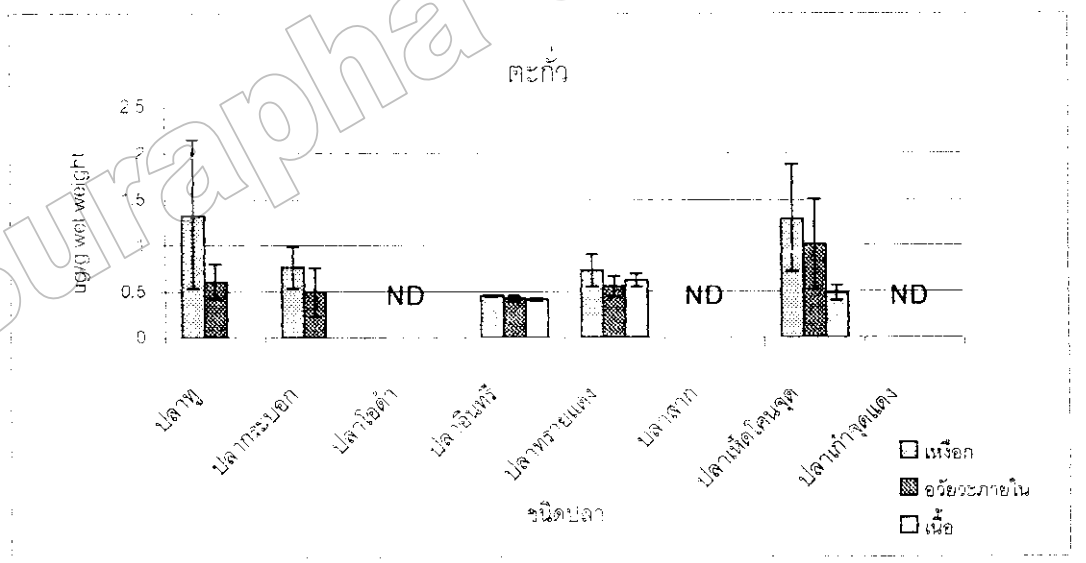
เหล็ก เมื่อนำการปนเปื้อนของโลหะเหล็กมาทำการเปรียบเทียบระหว่างอวัยวะส่วนต่างๆ พบว่ามีปริมาณการปนเปื้อนของโลหะเหล็กต่ำสุดใน ส่วนของเนื้อ 3.30 ± 0.57 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก และมีค่าการปนเปื้อนของโลหะเหล็กสูงสุดใน ส่วนของอวัยวะภายใน 84.18 ± 32.05 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก

ตะกั่ว เมื่อนำการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วมาทำการเปรียบเทียบระหว่างอวัยวะส่วนต่างๆ พบว่ามีปริมาณการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วมีค่าเป็น Non Detectable ในอวัยวะทั้ง 3 ส่วน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยการปนเปื้อนของโลหะเหล็กในอวัยวะส่วนต่างๆ ของปลาทะเลแต่ละชนิด



ภาพที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วในอวัยวะส่วนต่างๆ ของปลาทะเลแต่ละชนิด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.ปริมาณการการสะสมโลหะเหล็ก และ ตะกั่วเมื่อเปรียบเทียบระหว่างปลา 2 กลุ่ม (กลุ่มปลาผิวน้ำ กลุ่มปลาหน้าดิน)

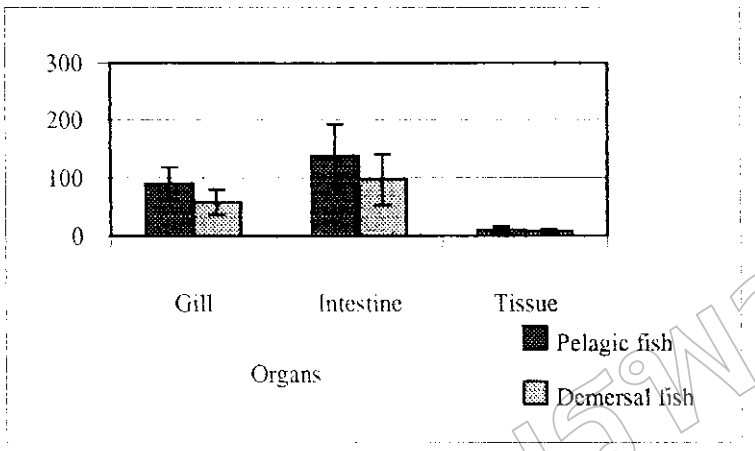
3.1.เหล็ก มีการสะสมของโลหะเหล็กในทั้ง 2 กลุ่ม เมื่อนำมาเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มปลาผิวน้ำ และ กลุ่มปลาหน้าดิน พบว่ากลุ่มปลาผิวน้ำ มีค่าการปนเปื้อนโลหะเหล็กมากกว่า กลุ่มปลาหน้าดิน (ภาพที่ 6)

ก) ในกลุ่มปลาทะเลเศรษฐกิจผิวน้ำมีค่าการสะสมโลหะเหล็ก ในเหงือกมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 56.25 – 114.09 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก โดยมีค่าเฉลี่ยการสะสมต่ำสุดในเหงือกปลาอินทรี โดยมีค่าการสะสม 56.25 ± 5.96 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก และ มีค่าการสะสมสูงสุดในเหงือกปลาทู โดยมีค่าการสะสม 114.09 ± 18.98 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก ส่วน ในกลุ่มปลาหน้าดินมีค่าเฉลี่ย การสะสมโลหะเหล็กในเหงือกมีค่าเฉลี่ยในช่วง 39.23 - 81.26 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก โดยมีค่าเฉลี่ยการสะสมต่ำสุดในเหงือกปลาเห็ดโคนโดยมีค่าการสะสม 39.23 ± 7.41 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก และ มีค่าการสะสมสูงสุดในเหงือกปลาทรายแดง โดยมีค่าการสะสม 81.26 ± 11.61 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก (ดังภาพที่ 7 , 8)

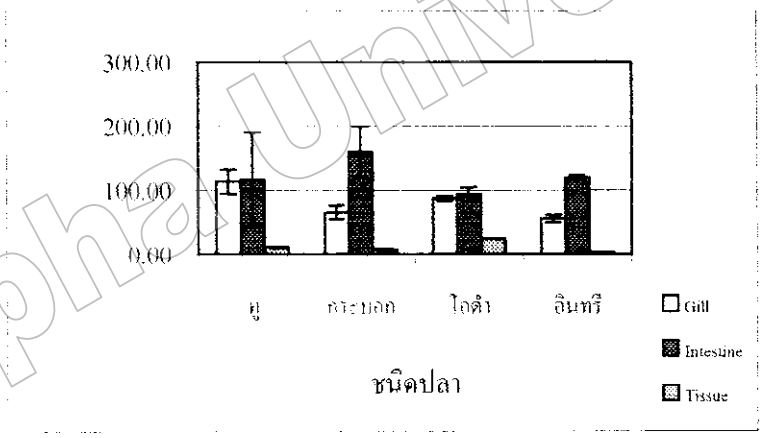
ข) ในกลุ่มปลาทะเลเศรษฐกิจผิวน้ำมีค่าการสะสมโลหะเหล็ก ในอวัยวะภายในมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 94.12 – 160.45 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก โดยมีค่าเฉลี่ยการสะสมต่ำสุดในอวัยวะภายในของปลาโอดำ โดยมี ค่าการสะสม 94.12 ± 11.25 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก และ มีค่าการสะสม สูงสุดในอวัยวะภายในของปลากระบอก โดยมีค่าการสะสม 160.45 ± 39.78 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนัก เปียก ส่วนในกลุ่มปลาหน้าดินมีค่าเฉลี่ย การสะสมโลหะเหล็กในอวัยวะภายในมีค่าเฉลี่ยในช่วง 84.18 – 122.82 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก โดยมีค่าเฉลี่ยการสะสมต่ำสุดในอวัยวะภายใน ของปลาเก๋าจุดแดงโดยมีค่าการสะสม 84.18 ± 32.05 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก และ มีค่าการสะสม สูงสุดในอวัยวะภายในปลาสาก โดยมีค่าการสะสม 122.82 ± 0.04 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก (ดังภาพที่ 7 , 8)

ค) ในกลุ่มปลาทะเลเศรษฐกิจผิวน้ำมีค่าการสะสมโลหะเหล็ก ในเนื้อมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.40 –24.71 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก โดยมีค่าเฉลี่ยการสะสมต่ำสุดในเนื้อของปลาอินทรีโดยมี ค่าการสะสม 4.40 ± 0.19 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก และ มีค่าการสะสมสูงสุดในเนื้อของปลาโอดำ โดยมีค่าการสะสม 24.71 ± 0.08 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนัก เปียก ส่วนในกลุ่มปลาหน้าดินมีค่าเฉลี่ย การสะสมโลหะเหล็กในเนื้อมีค่าเฉลี่ยในช่วง 3.30 – 11.84 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก โดยมีค่าเฉลี่ยการสะสมต่ำสุดในเนื้อเก๋าจุดแดง โดยมีค่าการสะสม 3.30 ± 0.57 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก และ มีค่าการสะสมสูงสุดในเนื้อปลาเห็ดโคนจุด โดยมีค่า การสะสม 11.84 ± 1.25 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก (ดังภาพที่ 7 , 8)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

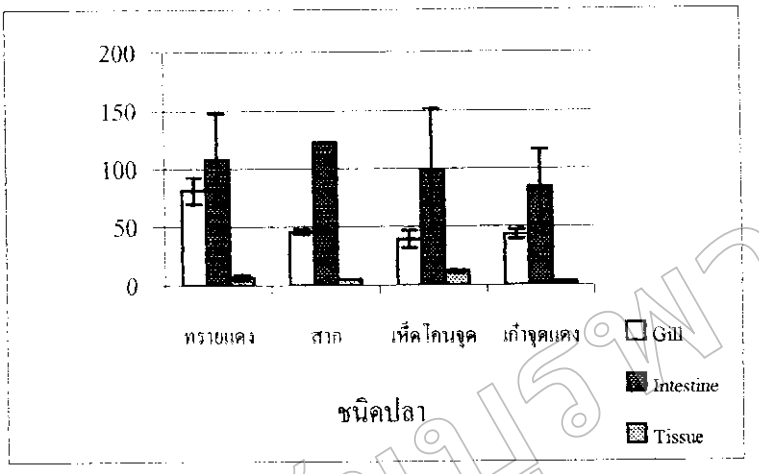


ภาพที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของระดับการปนเปื้อนโลหะเหล็กในอวัยวะต่างๆ ของ กลุ่มปลาทะเลผิวน้ำ และ กลุ่มปลาทะเลหน้าดิน (ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก)



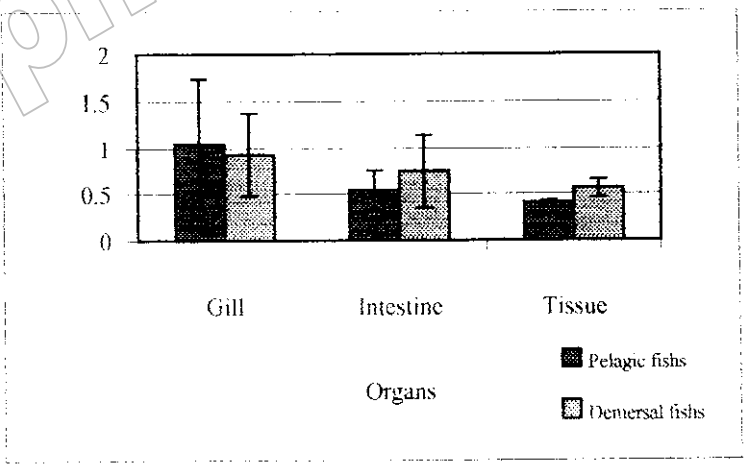
ภาพที่ 7 แสดงค่าการปนเปื้อนโลหะเหล็กในอวัยวะส่วนต่างๆของกลุ่มปลาผิวน้ำ (ไมโครกรัม ต่อ กรัม น้ำหนักเปียก)

0549



ภาพที่ 8 แสดงค่าการปนเปื้อนโลหะเหล็กในอวัยวะส่วนต่างๆของกลุ่มปลาหน้าดิน (ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก)

3.2 ตะกั่ว มีการสะสมของโลหะตะกั่วในทั้ง 2 กลุ่ม เมื่อนำมาเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มปลาผิวน้ำ และ กลุ่มปลาหน้าดิน พบว่ากลุ่มปลาผิวน้ำมีค่าการปนเปื้อนสูงกว่าในกลุ่มปลาหน้าดินในส่วนของเหงือก ส่วนการปนเปื้อนในอวัยวะภายใน และเนื้อ กลุ่มปลาหน้าดินมีค่าการปนเปื้อนสูงกว่า กลุ่มปลาผิวน้ำ (ดังภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของระดับการปนเปื้อนโลหะตะกั่วในอวัยวะต่างๆของกลุ่มปลาทะเลผิวน้ำ และ กลุ่มปลาทะเลหน้าดิน (ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก)

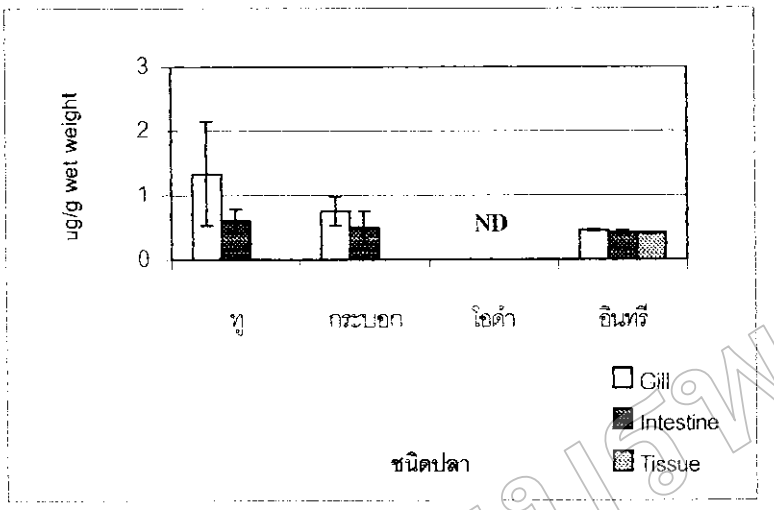
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ก) ในกลุ่มปลาทะเลเศรษฐกิจผิวน้ำมีค่าการสะสมโลหะตะกั่ว ในเหงือกมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง ND – 1.34 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก โดยมีค่าเฉลี่ยการสะสมต่ำสุดในเหงือกปลาโอดำ โดยมีค่าการสะสม Non Detectable และ มีค่าการสะสมมากสุดในเหงือกปลาทู โดยมีค่าการสะสม 1.34 ± 0.81 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก ส่วนในกลุ่มปลาหน้าดินมีค่าเฉลี่ย การสะสมโลหะตะกั่วในเหงือกมีค่าเฉลี่ยในช่วง ND – 1.29 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก โดยมีค่าเฉลี่ยการสะสมต่ำสุดในเหงือกปลาเก๋าจุดแดง และ ปลาสาก (ปลาน้ำดอกไม้) โดยมีค่าการสะสม Non Detectable และ มีค่าการสะสมสูงสุดในเหงือกปลาเห็ดโคนจุด โดยมีค่าการสะสม 1.29 ± 0.58 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก (ดังภาพที่ 10 , 11)

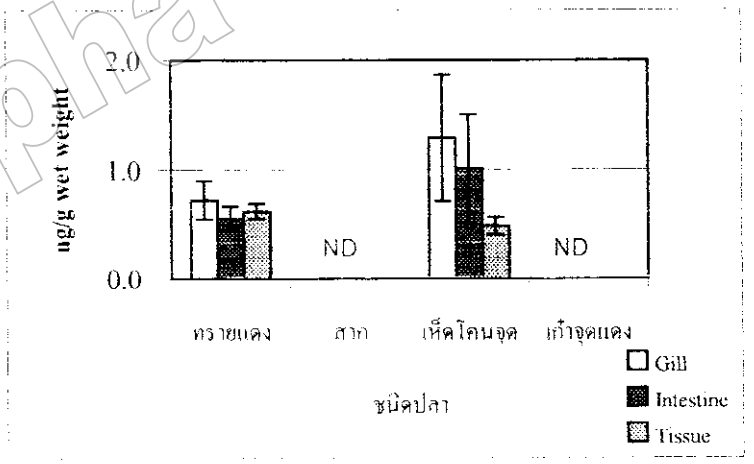
ข) ในกลุ่มปลาทะเลเศรษฐกิจผิวน้ำมีค่าการสะสมโลหะตะกั่ว ในอวัยวะภายในมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง ND – 0.61 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก โดยมีค่าเฉลี่ยการสะสมต่ำสุดในอวัยวะภายใน ของปลาโอดำ โดยมีค่าการสะสม Non Detectable และ มีค่าการสะสมสูงสุดในอวัยวะภายในของปลาทู โดยมีค่าการสะสม 0.61 ± 0.19 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก ส่วนในกลุ่มปลาหน้าดินมีค่าเฉลี่ย การสะสมโลหะตะกั่วในอวัยวะภายในมีค่าเฉลี่ยในช่วง ND – 1.01 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก โดยมีค่าเฉลี่ยการสะสมต่ำสุดในอวัยวะภายใน ของปลาเก๋าจุดแดง และปลาสากโดยมีค่าการสะสม Non Detectable และ มีค่าการสะสมสูงสุดในอวัยวะภายในปลาเห็ดโคนจุด โดยมีค่าการสะสม 1.01 ± 0.50 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก (ดังภาพที่ 10 , 11)

ค) ในกลุ่มปลาทะเลเศรษฐกิจผิวน้ำมีค่าการสะสมโลหะตะกั่ว ในเนื้อมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง ND – 0.41 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก โดยมีค่าเฉลี่ยการสะสมต่ำสุดในเนื้อของปลาทู ปลากระบอก ปลาโอดำ โดยมีค่าการสะสม Non Detectable และ มีค่าการสะสมสูงสุดในเนื้อของปลาอินทรี โดยมีค่าการสะสม 0.41 ± 0.02 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก ส่วนในกลุ่มปลา หน้าดินมีค่าเฉลี่ย การสะสมโลหะตะกั่วในเนื้อมีค่าเฉลี่ยในช่วง ND – 0.62 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก โดยมีค่าเฉลี่ยการสะสมต่ำสุดในเนื้อเก๋าจุดแดง และปลาสาก (ปลาน้ำดอกไม้) โดยมีค่าการสะสม Non Detectable และ มีค่าการสะสมสูงสุดในเนื้อปลาทรายแดง โดยมีค่า การสะสม 0.62 ± 0.07 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก (ดังภาพที่ 10 , 11)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 10 แสดงค่าการปนเปื้อนโลหะตะกั่วในอวัยวะส่วนต่างๆของกลุ่มปลาผิวน้ำ (ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก)



ภาพที่ 11 แสดงค่าการปนเปื้อนโลหะตะกั่วในอวัยวะส่วนต่างๆของกลุ่มปลาหน้าดิน (ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.การปนเปื้อนของโลหะเหล็ก และ ตะกั่ว

4.1 เหล็ก ที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้งหมดของกลุ่มปลาผิวน้ำมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 11.17-213.28 ไมโครกรัม ต่อ น้ำหนักเปียก โดยค่าเฉลี่ยของการสะสมเหล็กในอวัยวะส่วนต่างๆ ของตัวอย่างได้แสดงไว้ใน (ดังตารางที่ 1) โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 213.28 ± 76.24 ไมโครกรัม ต่อ น้ำหนักเปียก ในส่วนของ อวัยวะภายใน ของ ปลาทู ตัวที่ 3 และ มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ 11.17 ± 0.08 ไมโครกรัม ต่อ น้ำหนักเปียก ในส่วนของเนื้อปลาทูตัวที่ 4

4.2 ตะกั่ว ที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้งหมดของกลุ่มปลาผิวน้ำมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง ND-2.22 ไมโครกรัมต่อ น้ำหนักเปียก โดยค่าเฉลี่ยของการสะสมตะกั่วในอวัยวะส่วนต่างๆของตัวอย่างได้แสดงไว้ใน (ดังตารางที่ 2) โดยเมื่อนำค่าการปนเปื้อนในอวัยวะส่วนต่างๆ มาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 2.22 ± 0.35 ไมโครกรัม ต่อ น้ำหนักเปียก ในส่วนของ เหงือก ของ ปลาทู ตัวที่ 1 และ มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ Non Detectable ในส่วนของเนื้อปลาทูตัวที่ 1,4,5,6 และในส่วนของ เหงือก อวัยวะภายใน เนื้อ ของปลาโอดำ

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานของปริมาณการสะสมโลหะเหล็ก ในอวัยวะส่วนต่างๆ ของกลุ่มปลาทะเลเศรษฐกิจผิวน้ำ

อวัยวะส่วนต่างๆของ กลุ่มปลาผิวน้ำ	ค่าเฉลี่ยโลหะเหล็ก/กรัม ตัวอย่างเปียก ±SD
เหงือก	90.04 ± 28.40
อวัยวะภายใน	137.07 ± 55.22
เนื้อ	10.37 ± 5.15

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานของปริมาณการสะสมโลหะตะกั่ว ในอวัยวะส่วนต่างๆ ของกลุ่มปลาทะเลเศรษฐกิจผิวน้ำ

อวัยวะส่วนต่างๆ ของกลุ่มปลาผิวน้ำ	ค่าเฉลี่ยโลหะตะกั่ว/กรัม น้ำหนักเปียก±SD
เหงือก	1.05 ± 0.69
อวัยวะภายใน	0.54 ± 0.22
เนื้อ	0.41 ± 0.02

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.3 เหล็ก ที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้งหมดของกลุ่มปลาหน้าดินมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง ND–184.38 ไมโครกรัม ต่อ น้ำหนักเปียก โดยค่าเฉลี่ยของการสะสมเหล็กในอวัยวะส่วนต่างๆ ของตัวอย่างได้แสดงไว้ใน (ดังตารางที่ 3) โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 184.38 ไมโครกรัม ต่อ น้ำหนักเปียก ในส่วนของอวัยวะภายใน ของ ปลา เห็ดโคนจุด ตัวที่ 2 และ มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ Non Detectable ในส่วนของเนื้อปลาเก๋า จุดแดง ตัวที่ 1,2,3,6

4.4 ตะกั่ว ที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้งหมดของกลุ่มปลาหน้าดินค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง ND-2.09 ไมโครกรัม ต่อ น้ำหนักเปียก โดยค่าเฉลี่ยของการสะสมตะกั่วในอวัยวะส่วนต่างๆของตัวอย่างได้แสดงไว้ใน (ดังตารางที่ 4) โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 2.06ไมโครกรัม ต่อ น้ำหนักเปียก ในส่วนของ เหงือก ของปลาเห็ดโคนจุด ตัวที่ 2 และ มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ Non Detectable ในส่วนของเหงือก ปลาเห็ดโคนจุด ตัวที่ 6 และในส่วนของ เหงือก อวัยวะภายใน เนื้อของปลาสาก และในส่วนของเหงือก อวัยวะภายใน และ เนื้อปลาเก๋าจุดแดง ตัวที่ 1,2,3,4,5,6

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานของปริมาณการสะสมโลหะเหล็กในอวัยวะส่วนต่างๆ ของกลุ่มปลาทะเลเศรษฐกิจหน้าดิน

อวัยวะส่วนต่างๆของกลุ่มปลาหน้าดิน	ค่าเฉลี่ยโลหะเหล็ก/กรัม น้ำหนักเปียก±SD
เหงือก	58.11 ± 21.39
อวัยวะภายใน	96.78 ± 43.36
เนื้อ	7.58 ± 3.81

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานของปริมาณการสะสมโลหะตะกั่ว ในอวัยวะ ส่วนต่างๆ ของกลุ่มปลาทะเลเศรษฐกิจหน้าดิน

อวัยวะส่วนต่างๆของกลุ่มปลาหน้าดิน	ค่าเฉลี่ยโลหะตะกั่ว/กรัม น้ำหนักเปียก±SD
เหงือก	0.93 ± 0.45
อวัยวะภายใน	0.75 ± 0.40
เนื้อ	0.56 ± 0.10

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

5.การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

เหล็ก การวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าค่าการปนเปื้อนในอวัยวะแต่ละส่วน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าการปนเปื้อนในปลาทะเลเศรษฐกิจแต่ละชนิด พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 16)

ตะกั่ว การวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าค่าการปนเปื้อนในอวัยวะแต่ละส่วน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าการปนเปื้อนในปลาทะเลเศรษฐกิจแต่ละชนิด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 17)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยสูงสุด และ ต่ำสุด ของการปนเปื้อนโลหะเหล็ก และ ตะกั่ว ในปลาทะเลแต่ละชนิด

ชนิดปลา	อวัยวะ,ค่าเฉลี่ยสูงสุด และ ต่ำสุด ของการปนเปื้อนโลหะเหล็ก และ ตะกั่ว			
	เหล็ก		ตะกั่ว	
	สูงสุด ug/g wet weight	ต่ำสุด ug/g wet weight	สูงสุด ug/g wet weight	ต่ำสุด ug/g wet weight
ผิวน้ำ				
ทู	อวัยวะภายใน 116.84±74.20	เนื้อ 11.84±1.25	เหงือก 1.34±0.81	เนื้อ ND
กระบอก	อวัยวะภายใน 160.45 ±39.78	เนื้อ 8.00±1.72	เหงือก 0.76±0.23	เนื้อ ND
โอดำ	อวัยวะภายใน 94.12±11.25	เนื้อ 24.71±0.08	Non Detectable	
อินทรี	อวัยวะภายใน 120.68±3.25	เนื้อ 4.40±0.19	เหงือก 0.45±0.01	เนื้อ 0.41±0.02
หน้าดิน				
ทรายแดง	อวัยวะภายใน 107.75±39.60	เนื้อ 6.98±2.46	เหงือก 0.73±0.18	อวัยวะภายใน 0.62 ±0.07
สาก	อวัยวะภายใน 122.82±54.28	เนื้อ 5.41±0.01	Non Detectable	
เห็ดโคนจุด	อวัยวะภายใน 97.76±54.28	เนื้อ 11.84±1.25	เหงือก 1.29±0.58	อวัยวะภายใน 0.49±0.08
เก๋าจุดแดง	อวัยวะภายใน 84.18±32.05	เนื้อ 3.30±0.57	Non Detectable	

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยของการปนเปื้อนของโลหะเหล็ก และตะกั่วในปลาทะเลแต่ละชนิด

ชนิดปลา	ค่าเฉลี่ยของการปนเปื้อนโลหะหนัก (ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก)	
	เหล็ก	ตะกั่ว
ปลาทู	80.93	0.97
ปลากระบอก	78.15	0.63
ปลาโอดำ	68.86	ND
ปลาอินทรี	60.44	0.43
ปลาทรายแดง	65.33	0.63
ปลาสาก (ปลาน้ำดอกไม้)	57.88	ND
ปลาเห็ดโคนจุด	49.61	0.93
ปลาเก๋าจุดแดง	43.61	ND

ตารางที่ 7 แสดงอวัยวะ , ค่าเฉลี่ยสูงสุด และต่ำสุด ของการปนเปื้อนโลหะเหล็ก และตะกั่ว ของปลาทั้ง 2 กลุ่ม

กลุ่มปลา	อวัยวะ,ค่าเฉลี่ยสูงสุด และ ต่ำสุด ของการสะสมโลหะเหล็ก และ ตะกั่ว			
	เหล็ก		ตะกั่ว	
	สูงสุด ug/g wet weight	ต่ำสุด ug/g wet weight	สูงสุด ug/g wet weight	ต่ำสุด ug/g wet weight
ผิวน้ำ	อวัยวะภายใน (137.07±55.22)	เนื้อ (10.37±5.15)	เหงือก (1.05±0.70)	เนื้อ (0.41±0.02)
หน้าดิน	อวัยวะภายใน (96.78±43.36)	เนื้อ (7.58±3.81)	เหงือก (0.93±0.45)	เนื้อ (0.56±0.10)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 5

อภิปรายผลการทดลอง

จากการศึกษาการปนเปื้อนของโลหะเหล็ก และ ตะกั่วในปลาทะเลเศรษฐกิจทั้ง 8 ชนิด ได้แก่ ปลาทู ปลากระบอก ปลาโอดำ ปลาอินทรี ปลาทรายแดง ปลาสาก (ปลาน้ำดอกไม้) ปลาเห็ดโคนจุด ปลาเก๋าจุดแดง ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

1.การปนเปื้อนของโลหะเหล็ก และ ตะกั่วในอวัยวะแต่ละส่วนของปลาทะเลแต่ละชนิด

ผลการศึกษาพบว่า ปลาทู ปลากระบอก ปลาโอดำ ปลาอินทรี ปลาทรายแดง ปลาสาก (ปลาน้ำดอกไม้) ปลาเห็ดโคนจุด ปลาเก๋าจุดแดง มีค่าการปนเปื้อนโลหะเหล็กสูงสุดในอวัยวะภายใน โดยพบค่าการปนเปื้อนอยู่ในช่วง 84.18-160.45 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก และพบค่าการปนเปื้อนต่ำสุดในส่วนของเนื้อ โดยพบค่าการปนเปื้อนอยู่ในช่วง 3.30-24.71 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก (ดังตารางที่ 5)

ซึ่งค่าที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ สอดคล้องกับการศึกษาของ แววตา ทองระอา และคณะ (2535) ได้ศึกษาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในเนื้อเยื่อส่วนต่างๆ ของปลาทะเลเศรษฐกิจ พบว่าปริมาณโลหะหนักในส่วนของกล้ามเนื้อ มีค่าการปนเปื้อนน้อยที่สุด และปริมาณการปนเปื้อนโลหะหนักในระบบทางเดินอาหารมีค่าการปนเปื้อนสูงสุด และจากการศึกษาของ อรพินท์ จันทร์ผ่องแสง (2520) ซึ่งทำการศึกษาปริมาณโลหะหนักในปลาทะเลที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจจากอ่าวไทยตอนบนเมื่อปี พ.ศ.2519 พบว่าโลหะหนักเกือบทุกชนิดมีการปนเปื้อนสูงสุดใน ตับ และโลหะหนักทุกชนิดมีการปนเปื้อนน้อยที่สุด ในส่วนของกล้ามเนื้อ และนอกจากนี้ ยังมีรายงานของ Kureishy *et al.* (1981) ซึ่งศึกษาปริมาณของโลหะทองแดง แมงกานีส สังกะสี เหล็ก โคบอลท์ และนิเกิล ในกล้ามเนื้อ ตับ เหงือก และหัวใจ ของปลาทะเลหลายชนิด ที่จับได้จากทะเลอันดามัน แถบ ประเทศอินเดีย พบว่าโลหะหนักเกือบทุกชนิดมีการปนเปื้อนสูงสุดในส่วนของตับ ในขณะที่ส่วนของเนื้อมีค่าการปนเปื้อนอยู่ในปริมาณต่ำที่สุด

ส่วนการปนเปื้อนของโลหะตะกั่ว มีค่าการปนเปื้อนใน ปลาทู ปลากระบอก ปลาอินทรี ปลาทรายแดง ปลาเห็ดโคนจุด โดยพบค่าการปนเปื้อนสูงสุดใน ส่วนของเหงือก โดยพบค่าการปนเปื้อนอยู่ในช่วง 0.45-1.34 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก ส่วนปลาโอดำ ปลาสาก (ปลาน้ำดอกไม้) และปลาเก๋าจุดแดง มีค่าการปนเปื้อนเป็น Non Detectable ส่วนอวัยวะที่มีค่าการปนเปื้อนต่ำสุด ในส่วนของเนื้อของ ปลาทู และ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ปลากระบอก มีค่าการปนเปื้อนเป็น Non Detectable ส่วนในเนื้อของ ปลาอินทรี โดยมีค่าเฉลี่ยของการปนเปื้อน 4.1±0.02 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก และในปลาทรายแดง ปลาเห็ดโคนจุด มีค่าการปนเปื้อนต่ำสุดในส่วนของอวัยวะภายใน โดยมีค่าการปนเปื้อนอยู่ในช่วง 0.49-0.62 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก (ดังตารางที่ 5)

จากผลการศึกษาในครั้งนี้จะพบว่า มีปริมาณการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วสูงสุดในส่วน ของเหงือก และมีค่าการปนเปื้อนต่ำสุดในส่วนของเนื้อ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของแววตา ทองระอา และคณะ (2530) ที่ทำการหาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในปลาทะเลเศรษฐกิจที่ได้จากสะพานปลาบ้านเพ จังหวัดระยอง พบว่าค่าการปนเปื้อนโลหะตะกั่วในปลาทู ปลาโอดำ ปลาอินทรี ปลาสาก ปลาเห็ดโคน ปลาเก๋าจุดแดง มีค่าอยู่ในช่วง 0.01±0.01, 0.04, 0.03±0.03, 0.09±0.15, 0.03±0.02, 0.04±0.05 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก ตามลำดับ นอกจากนี้ ค่าการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Salanki *et al.* (1988) ซึ่งศึกษาปริมาณโลหะตะกั่วในกล้ามเนื้อ เหงือก ตับ และไต ของปลา 2 ชนิด คือ ปลา bream, *Abramis brama* และ pike-perch, *Stizostedion lucioperca* จากทะเลสาป Balaton พบว่ามีปริมาณการปนเปื้อนโลหะตะกั่วสูงสุดในส่วนของเหงือก ของปลา *Abramis brama* และในกล้ามเนื้อของปลาทั้ง 2 ชนิดมีปริมาณการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วที่สูงกว่าตับอีกด้วย

2.ปริมาณการปนเปื้อนของโลหะเหล็ก และ ตะกั่วในปลาทะเลเศรษฐกิจแต่ละชนิด

ผลจากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณการปนเปื้อนของโลหะเหล็กใน ปลาทู ปลากระบอก ปลาโอดำ ปลาอินทรี ปลาทรายแดง ปลาสาก (ปลาน้ำดอกไม้) ปลาเห็ดโคนจุด ปลาเก๋าจุดแดง มีค่าการปนเปื้อนเท่ากับ 80.93, 78.145, 68.86, 60.44, 65.33, 57.88, 49.61, 43.61 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก ตามลำดับ (ดังตารางที่ 6)

ส่วนค่าเฉลี่ยปริมาณการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วใน ปลาทู ปลากระบอก ปลาโอดำ ปลาอินทรี ปลาทรายแดง ปลาสาก (ปลาเห็ดโคนจุด) ปลาเห็ดโคนจุด ปลาเก๋าจุดแดง มีค่าการปนเปื้อนเท่ากับ 0.97, 0.63, ND, 0.43, 0.63, ND, 0.93,ND ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก ตามลำดับ (ดังตารางที่ 6)

3.ปริมาณการปนเปื้อนของโลหะเหล็ก และ ตะกั่ว ระหว่างปลาทะเลทั้ง 2 กลุ่ม (กลุ่มปลาผิวน้ำ และกลุ่มปลาหน้าดิน)

ผลการศึกษาพบว่าค่าการปนเปื้อนของโลหะเหล็ก มีค่าสูงสุดในอวัยวะภายใน โดยมีค่าการปนเปื้อนโลหะเหล็กในกลุ่มปลาผิวน้ำ มีค่าเท่ากับ 137.07±55.22 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก มากกว่ากลุ่มปลาหน้าดินที่มีค่าการปนเปื้อนโลหะเหล็กเท่ากับ 96.78±43.36 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียกและมีค่าการปนเปื้อนโลหะเหล็กต่ำสุดในเนื้อ โดยมีค่าการปนเปื้อนโลหะเหล็กใน กลุ่มปลาผิวน้ำ มีค่าเท่ากับ

10.37±5.15 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก มากกว่ากลุ่มปลาหน้าดินที่มีค่าการปนเปื้อนโลหะเหล็กเท่ากับ 7.58±3.81 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ปลาผิวน้ำที่นำมาศึกษาส่วนใหญ่เป็นปลาที่กินแพลงค์ตอนพืช และ แพลงค์ตอนสัตว์เป็นอาหาร ซึ่งโดยทั่วไปแพลงค์ตอนจะเป็นพวกที่มีความสามารถที่จะสะสมโลหะหนักไว้ในร่างกายในปริมาณสูงได้ (Morris, 1971; พัชรา เพ็ชพิรุณ, 2531) และการสะสมของโลหะในปลาทะเลส่วนใหญ่จะได้มาจากการกินอาหารมากกว่าการดูดซึมโลหะจากทะเล (Renfro, Fowler, Heyraud and La Rosa, 1975; Bryan, Potts and Forster, 1977)

ส่วนการปนเปื้อนโลหะตะกั่วพบว่าค่าการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วมีค่าการสะสมต่ำสุด ในส่วนของเนื้อ โดยค่าการสะสมในเนื้อของกลุ่มปลาผิวน้ำมีค่าเท่ากับ 0.41±0.02 ไมโครกรัม ต่อ น้ำหนักเปียกซึ่งน้อยกว่ากลุ่มปลาหน้าดิน ซึ่งมีค่าการสะสมเท่ากับ 0.56±0.10 ไมโครกรัม ต่อ น้ำหนักเปียก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ พัชรา เพ็ชพิรุณ (2531) ดังตารางที่ 8 และมีค่าการปนเปื้อนโลหะตะกั่วสูงสุดในเหงือกในกลุ่มปลาผิวน้ำ โดยมีค่าการสะสมเท่ากับ 1.05±0.69 ไมโครกรัม ต่อ น้ำหนักเปียก และ กลุ่มปลาหน้าดินมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าการสะสมเท่ากับ 0.93±0.45 ไมโครกรัม ต่อ น้ำหนักเปียก ซึ่งจากการที่มีการปนเปื้อนโลหะตะกั่วในเหงือกสูง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะโลหะหนักในสิ่งมีชีวิตในทะเลมักจะมีการสะสมโลหะในบริเวณที่เป็นเมือก เช่น เหงือก อวัยวะภายใน โดยสิ่งมีชีวิตในทะเลบางชนิด ที่กินอาหารโดยการกรองก็จะดึงเอาโลหะตะกั่ว จากสารแขวนลอยได้ด้วย ซึ่งผลที่ได้ก็สอดคล้องกับการศึกษาของ Salanki *et al.* (1988) ซึ่งศึกษาปริมาณโลหะตะกั่วในกล้ามเนื้อ เหงือก ตับ และไต ของปลา 2 ชนิด คือ ปลา bream, *Abramis brama* และ pike-perch, *Stizostedion lucioperca* จากทะเลสาบ Balaton พบว่ามีค่าสูงสุดในเหงือกของปลา *Abramis brama* เป็นต้น.

4.ปริมาณการปนเปื้อนของโลหะเหล็ก และ ตะกั่ว

4.1 เหล็ก ในการศึกษาครั้งนี้มีค่าการปนเปื้อน อยู่ในช่วง ND-213.28 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก โดยค่าการปนเปื้อนของโลหะเหล็กที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มีค่า สูง เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ สุภวัตร กาญจน์อดิเรกลาภ และ คณะ (2542) ดังตารางที่ 8 ที่ศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนักในสัตว์ทะเลบางชนิดบริเวณชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย โดยในปลา จะพบปริมาณการปนเปื้อนของโลหะเหล็ก อยู่ในช่วง <0.01-240.99 ไมโครกรัม ต่อกรัม น้ำหนักแห้ง ซึ่งจากปริมาณการปนเปื้อนดังกล่าวยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของ กระทรวงสาธารณสุขที่กำหนดไว้ ส่วนมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ จะเป็นมาตรฐานของคุณภาพ น้ำทะเลชายฝั่งฉบับที่ 7 พ.ศ.2537 จะให้มีค่าของเหล็กในน้ำทะเล ไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัม ต่อลิตร

4.2 ตะกั่วในการศึกษาครั้งนี้ มีค่าอยู่ในช่วง ND-2.22 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก ค่าตะกั่วที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มีค่า ต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของผู้ที่เคย ทำการศึกษาดังตารางที่ 8 เช่น ของ แววตา ทองระอา (2535) ที่ศึกษาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในเนื้อเยื่อส่วนต่างๆ ของปลาทะเลที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ จากสะพานปลาคลองสังเขป จังหวัดชลบุรี โดยพบค่าการปนเปื้อนของโลหะตะกั่วมีค่า

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

อยู่ในช่วง 0.00-4.25 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก แต่ก็ยังมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของปริมาณโลหะที่ยอมให้มีได้ในอาหาร ซึ่งกำหนดโดย The Canadian Food and Drug Directorate โดยกำหนดให้โลหะตะกั่วที่มีได้ไม่เกิน 10 ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาการปนเปื้อนของโลหะเหล็ก และ ตะกั่วในปลาทะเลเศรษฐกิจ สรุปผลได้ดังนี้

1.ปลาทะเลแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันของระดับการปนเปื้อนโลหะเหล็ก โดยปริมาณการปนเปื้อนของโลหะเหล็ก ในปลาทู > ปลากระบอก > ปลาโอดำ > ปลาทรายแดง > ปลาอินทรี > ปลาสาก (ปลาน้ำดอกไม้) > ปลาเห็ดโคนจุด > ปลาเก๋าจุดแดง ส่วนปริมาณการปนเปื้อนของโลหะตะกั่ว ในปลาทู > ปลาเห็ดโคนจุด > ปลาทรายแดง > ปลากระบอก > ปลาอินทรี > ปลาโอดำ, ปลาสาก (ปลาน้ำดอกไม้), ปลาเก๋าจุดแดง (มีค่าการปนเปื้อนเป็น Non Detectable)

2.กลุ่มปลาทะเลผิวน้ำมีค่าการปนเปื้อนโลหะเหล็กมากกว่ากลุ่มปลาทะเลหน้าดิน โดยมีค่าการปนเปื้อนสูงสุดใน อวัยวะภายใน และมีค่าการปนเปื้อนต่ำสุดใน เนื้อ ส่วนการปนเปื้อนโลหะตะกั่วพบว่ากลุ่มปลาทะเลหน้าดินมีค่าการสะสมมากกว่ากลุ่มปลาทะเลผิวน้ำโดยมีค่าการปนเปื้อนสูงสุดใน เหงือก และ ต่ำสุดในเนื้อ

3.ปริมาณการปนเปื้อนของโลหะเหล็ก และ ตะกั่วในปลาทะเลทั้ง 8 ชนิด ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ยังไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค

ข้อเสนอแนะ

1. ควรจะมีการศึกษาถึงระดับการปนเปื้อนของโลหะหนักในสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ ควบคู่กันไป เพื่อจะได้ทราบถึงระดับการถ่ายทอดในห่วงโซ่อาหาร
2. ควรจะทำการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนในปลาทะเลที่ได้จากแหล่งอื่นๆเพื่อจะได้เปรียบเทียบระดับการปนเปื้อนในบริเวณอื่นๆ ควบคู่กันไป
3. ควรจะทำการศึกษาถึงค่าการปนเปื้อนในดินตะกอน น้ำทะเล ในบริเวณนั้นๆเพื่อจะได้เปรียบเทียบค่าการปนเปื้อนของโลหะหนักในดินตะกอน และ ในน้ำทะเลด้วย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 8 แสดงความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนักเหล็ก และ ตะกั่วที่ศึกษาจากบริเวณต่างๆ จากการศึกษาของผู้อื่น

สถานที่	ชนิด	ปีที่ศึกษา	ปริมาณ Fe	ปริมาณ Pb	เอกสารอ้างอิง
ตลาดสดหนองมน จังหวัดชลบุรี	ปลา	2545	ND-213.28*	ND-2.22*	จากการศึกษาครั้งนี้
	หู		80.93*	0.97*	
	กระบอก		78.15*	0.63*	
	โอดำ		68.86*	ND	
	อินทรี		60.44*	0.43*	
	ทรายแดง		65.33*	0.63*	
	สาก		57.88*	ND	
	เห็ดโคน		49.61*	0.93	
	เก๋า		43.61*	ND	
ชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย	ปลา	2542	<0.01-240.99**	-	ศุภวัตร กาญจน์คิเรกลาภ
	หู		31.83**		
	ทรายแดง		40.56**		
	สาก		5.00**		
คลองสังเขป จังหวัดชลบุรี	ปลา	2535	-	0.00-4.25	แววตา ทองระอา
อ่าวระยอง	ปลาผิวน้ำ	2531	-	0.78*	พัชรา เพ็ชร์พิรุณ
	ปลาหน้าดิน		-	1.01*	

* ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักเปียก

** ไมโครกรัม ต่อ กรัมน้ำหนักแห้ง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2538. เกณฑ์ระดับน้ำและมาตรฐานคุณภาพน้ำประเทศไทย. กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. หน้า 151-152.

กนกฝน ทศานนท์. 2536. การหาปริมาณโลหะหนักในน้ำ Bottomwater และใน Porewater บริเวณแม่น้ำบางปะกง. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวาริชศาสตร์ ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

กฤษณา ชุติมา. 2540. หลังเคมีทั่วไป 1. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พิมพ์ครั้งที่ 14 , 424 หน้า.

จักรพันธุ์ ปัญจะสุวรรณ. 2542. พิษภัยในอาหาร. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์, หน้า 115-117.

จารุพงศ์ บุญหลงและคณะ. 2538. พิษวิทยาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและอาชีวอนามัย เล่ม 1. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 391 หน้า.

ชวลิต เชียงกูล. 2542. โลหะวิทยา. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). กรุงเทพฯ, หน้า 9-10.

ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์. 2536.หลักเคมี 2 (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์, 480 หน้า.

ชินชาต โปร่งสระ. 2543. ปริมาณโลหะหนักบางชนิด (แคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว และสังกะสี) ในสัตว์ทะเลที่เป็นอาหารบริเวณชายฝั่งโดยการบำบัดน้ำเสียแหลมผักเบี้ย จ.เพชรบุรี. วิทยานิพจน์ สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ผกามาศ ตันศรีสกุล. 2543. การปนเปื้อนของโลหะนิกเกิลและทองแดงในหอยแมลงภู่บริเวณพื้นที่ ต.อ่างศิลา จ.ชลบุรี. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวาริชศาสตร์ ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

พัชรา เพ็ชร์พิรุณ. 2531. การสะสมของโลหะปริมาณน้อยในสัตว์ทะเลบางชนิดที่จับได้บริเวณอ่าวระยอง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1 ศูนย์พัฒนาประมงทะเลฝั่งตะวันออก กองประมงทะเล กรมประมง.

มนุวดี หังสพฤกษ์ และ สิทธิพันธ์ ศิริรัตนชัย. 2524. ปริมาณการสะสมของโลหะแคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว แมงกานีส และสังกะสี ในหอยนางรม และหอยตะโกรมจากอ่าวไทย. รายงานการสัมมนา การวิจัยคุณภาพน้ำและทรัพยากรมีชีวิตในน่านน้ำไทย ครั้งที่ 2, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. หน้า 188-191.

มาลินี ลิ้มโภคา. 2527.พิษวิทยาและปัญหาที่พบในสัตว์. โรงพิมพ์จรัสสนิทวงศ์, กรุงเทพฯ. 364 หน้า.

วิกานดา ชัยบุตร. 2541. การศึกษาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในน้ำ ดินตะกอน และ เนื้อเยื่อส่วนต่างๆของปลาบางชนิดในแม่น้ำแม่กลอง. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิริยะ สิริสิงห. 2541. 110 ธาตุ คุณสมบัติและการค้นพบ. กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์อักษรวัฒนา. 140 หน้า.

แววตา ทองระอา, พรทิพย์ ตตัตะวะศาสตร์, รวิวรรณ สังขศิลา, และสุพจน์ ฐิตธรรมโม. 2530. การหาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในปลาทะเลที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจที่ได้จากสะพานปลาบ้านเพ จังหวัด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ระยอง. เอกสารงานวิจัย เล่มที่ 26/2530. สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน. 19 หน้า.

แววตา ทองระอา, พิรัญ สุภาผล และตติย สีหร่าย. 2535. ปริมาณโลหะหนักบางชนิดในเนื้อเยื่อส่วนต่างๆ ของปลาทะเลที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจจากสะพานปลาคลองสังเขป จังหวัดชลบุรี. เอกสารงานวิจัย เลขที่ 46/2535, สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล, มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี. 17 หน้า.

ศุภวัตร กาศญจน์อดิเรกลาภ. 2542. เอกสารวิชาการฉบับที่ 69/2542 การปนเปื้อนของโลหะหนักในสัตว์ทะเลบางชนิดบริเวณชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย. กองประมงทะเล, กรมประมง, กระทรวงกระเกษตรและสหกรณ์.

สมชัย ภัทรธนานันท์. 2541. 12 สารเคมี อันตรายต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ:พิมพ์ดี. หน้า 20-22.

อรพินธ์ จันทร์ผ่องแสง. 2520. ปริมาณการสะสมของโลหะหนักบางชนิดตามเนื้อเยื่อต่างๆ ของปลาทะเล และในเนื้อ สัตว์ทะเลบางชนิดในอ่าวไทยซึ่งมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ. วิทยานิพจน์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Bryan, G.W, G.W. Potts and G.R. Forster. 1977. Heavy metals in the gastropod mollusc Haliotis tuberculate (L.). J. Mar. Biol. Ass. UK. 57: 379-390.

Burton, J.D. 1976. Esturine Chemistry (Burton, J.D., and P.S. Liss, eds), Academis press. London. pp. 1-36.

Cross, F.A., L.H. Hardy, N.Y. Jones, and R.T. Barber. 1973. Relation between total body weight and concentations of manganese, iron, copper, zinc and mercury in muscle of bluefish (Pomatomus saltatrix) and a bathyl-demersal fish Antimora rostrata. J. Fish. Res. Bd. Can. 30: 1287-1297.

Hanson, P.J., and D.E. Hoss. 1986. Trace metal concentration in Menhaden larvae Brevoortia patronus from the northern Gulf of Maxico. Est. Coast. And Shelf sci. 23: 305-315.

Renfro, W.C., S.W. Fowler, M. Heyraud, and J. La Rosa. 1975. Relative importance of food and water in long zinc-65 accumulation by marine biota. J. Fish. Res. Bd. Can. 32: 1339-1345.

Salanki, J., K.V.-Balogh and L. Hernadi. 1988. Biomonitoring of the state of the environment with reference to heavy metal pollution of fish in Lake Balaton. In Proceedings of the fourth IUBS International Symposium on Biomonitoring of the State of the Environment (Bioindicators). Edited by Yasuno, M. and B.A. Whitton. Tokai University Press. Japan.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

Atomic Absorbtion Spectrophotometer (AAS)

หลักการทั่วไป

อะตอมมิก แอบซอบชั่น สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Atomic Absorbtion Spectrophotometer) เป็นวิธีการที่ใช้ในการตรวจวัดธาตุโลหะที่มีความเข้มข้นต่ำ ๆ ทั้งในตัวอย่างชีวภาพและตัวอย่างอื่น ๆ เช่น ตัวอย่างอากาศ อาหาร ของใช้ การหาปริมาณของธาตุที่มีความเข้มข้นต่ำ ๆ นี้ไม่สามารถทำได้ง่าย ๆ ด้วยวิธีทางเคมี แต่สามารถวิเคราะห์ได้โดยวิธีอะตอมมิค แอบซอบชั่น สเปกโตรโฟโตมิเตอร์

หลักการของเครื่อง อะตอมมิค แอบซอบชั่น สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ คือ จะต้องทำให้ธาตุอยู่ในสภาพ ที่เป็นอะตอมอิสระก่อน โดยการใช้ความร้อน จากนั้นให้ลำแสงที่มีความยาวคลื่นต่าง ๆ ผ่านอะตอมอิสระเหล่านั้น จะพบว่า อะตอมของธาตุเหล่านั้นสามารถดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นหนึ่งโดยเฉพาะเท่านั้น ความยาวคลื่นแสงดังกล่าวจะพอดีกับพลังงานที่ทำให้ธาตุนั้นเปลี่ยนจากระดับที่มีพลังงานปกติ (Ground state) ไปอยู่ในระดับที่มีพลังงานสูงกว่า (Excited state) และปริมาณของแสงที่ถูกดูดกลืนจะเป็นปฏิภาค โดยตรงกับความเข้มข้นของสารนั้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าธาตุที่จะหาปริมาณโดยวิธีอะตอมมิค แอบซอบชั่น สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ได้โดยตรงจะต้องเป็นธาตุที่สามารถเปลี่ยนให้เป็นอะตอมจาก สารประกอบได้ แต่ถ้าไม่สามารถทำให้สารนั้นอยู่ในสภาวะ ที่เป็นอะตอมได้ก็ไม่อาจใช้เทคนิคนี้ตรวจ วัดได้โดยตรง

ส่วนประกอบของเครื่อง Atomic Absorbtion Spectrophotometer

1. Hollow Cathode Lamp เป็นแหล่งให้ลำแสง เป็นหลอดทำด้วยแก้ว ภายในบรรจุด้วยก๊าซฮีเลียม นีออน หรืออาร์กอน แสงจาก Hollow Cathode Lamp จะส่องผ่านไปยังเปลวไฟ
2. Atomising furnance เนื่องจากสารจะดูดกลืนแสงได้จะต้องอยู่ในรูปของอะตอมอิสระ ถ้าเป็นโมเลกุลจะไม่ดูดกลืนแสง จึงจำเป็นต้องแยกโมเลกุลออกเป็นอะตอมโดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง ซึ่งมี 2 แบบ คือ แบบใช้เปลวไฟจากก๊าซ และแบบใช้เปลงไฟจากไฟฟ้า
3. MonoChromater เป็นตัวแยกความยาวคลื่นที่ต้องการออกจากลำแสงที่ส่องผ่านเข้ามาทั้งหมด เนื่องจากอะตอมที่ได้รับพลังงานแล้วไปอยู่ที่ระดับพลังงานสูงกว่า จะปล่อยแสงที่มีความยาวคลื่นประจำตัวออกมาจึงต้องใช้อุปกรณ์ที่แยกแสงที่ปล่อยออกมาจาก อะตอม ออกจากลำแสงทั้งหมด
4. Detector เป็นอุปกรณ์ที่จะตรวจวัดความเข้มข้นแสงที่แยกออกมาได้โดยเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้า
5. Signal processor จะเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าจากอุปกรณ์ตรวจวัด เป็นค่าที่เป็นสัดส่วนกับความเข้มข้นของธาตุนั้นเชิงกราฟ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 9 แสดงปริมาณการปนเปื้อนโลหะเหล็ก (Fe) ในอวัยวะส่วนต่างๆของปลาทะเลผิวน้ำ

ชนิดปลา	ค่าเฉลี่ยปริมาณการสะสมเหล็ก			ชนิดปลา	ค่าเฉลี่ยปริมาณการสะสมเหล็ก		
ผิวน้ำ	ug/g wet wt			ผิวน้ำ	ug/g wet wt		
ทู	เหงือก	อวัยวะภายใน	เนื้อ	กระบอก	เหงือก	อวัยวะภายใน	เนื้อ
ตัวที่1	111.55		11.61	ตัวที่1	80.26	169.89	5.79
ตัวที่2	153.00			ตัวที่2	56.28	149.87	7.21
ตัวที่3	93.54	213.28		ตัวที่3	68.48	164.68	7.78
ตัวที่4	113.55	117.98	11.17	ตัวที่4	57.05	155.07	8.05
ตัวที่5	115.06	92.10	11.29	ตัวที่5	74.55	139.44	8.23
ตัวที่6	107.04	44.00	13.31	ตัวที่6	62.62	183.78	10.96
โอดำ	87.74	94.12	24.71	อินทรี	56.25	120.68	4.40

ตารางที่ 10 แสดงปริมาณการปนเปื้อนโลหะตะกั่ว (Pb) ในอวัยวะส่วนต่างๆของปลาทะเลผิวน้ำ

ชนิดปลา	ค่าเฉลี่ยปริมาณการสะสมตะกั่ว			ชนิดปลา	ค่าเฉลี่ยปริมาณการสะสมตะกั่ว		
ผิวน้ำ	ug/g wet wt			ผิวน้ำ	ug/g wet wt		
ทู	เหงือก	อวัยวะภายใน	เนื้อ	กระบอก	เหงือก	อวัยวะภายใน	เนื้อ
ตัวที่1	2.22		ND	ตัวที่1	0.76	0.75	ND
ตัวที่2	1.84			ตัวที่2	1.09	ND	ND
ตัวที่3	1.29	0.74		ตัวที่3	0.67	0.67	ND
ตัวที่4	0.45	0.58	ND	ตัวที่4	0.59	0.45	ND
ตัวที่5	0.47	0.50	ND	ตัวที่5	0.97	0.45	ND
ตัวที่6	1.99	0.61	ND	ตัวที่6	0.49	0.57	ND
โอดำ	ND	ND	ND	อินทรี	0.45	0.42	0.41
ND = Non Detectable							

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 11 แสดงปริมาณการปนเปื้อนโลหะเหล็ก (Fe) ในอวัยวะส่วนต่างๆของปลาทะเลหน้าดิน

ชนิดปลาหน้าดิน	ค่าเฉลี่ยปริมาณการสะสมเหล็ก ug/g wet wt			ชนิดปลาหน้าดิน	ค่าเฉลี่ยปริมาณการสะสมเหล็ก ug/g wet wt		
ทรายแดง	เหงือก	อวัยวะภายใน	เนื้อ	เหีดโคนจุด	เหงือก	อวัยวะภายใน	เนื้อ
ตัวที่1	70.23	92.52	5.67	ตัวที่1	43.35	44.98	11.61
ตัวที่2	67.21	55.42	4.46	ตัวที่2	41.38	184.38	
ตัวที่3		98.01	4.23	ตัวที่3	26.80	162.78	
ตัวที่4	76.24	180.15	10.16	ตัวที่4	38.81	67.17	11.17
ตัวที่5	93.07	109.38	9.39	ตัวที่5	45.82	78.94	11.29
ตัวที่6	92.52	111.02	7.96	ตัวที่6			13.31
เก๋าจุดแดง				สาก	45.42	122.82	5.41
ตัวที่1	44.59	49.03	ND				
ตัวที่2	47.69	65.81	ND				
ตัวที่3	46.92	108.89	ND				
ตัวที่4	42.74	66.48	2.83				
ตัวที่5	40.39	91.15	3.76				
ตัวที่6	37.80	114.52	ND				
ND = Non Detectable							

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 12 แสดงปริมาณการปนเปื้อนโลหะตะกั่ว (Pb) ในอวัยวะส่วนต่างๆของปลาทะเลหน้าดิน

ชนิดปลา	ค่าเฉลี่ยปริมาณการสะสมตะกั่ว			ชนิดปลา	ค่าเฉลี่ยปริมาณการสะสมตะกั่ว		
หน้าดิน	ug/g wet wt			หน้าดิน	ug/g wet wt		
ทรายแดง	เหงือก	อวัยวะภายใน	เนื้อ	**เห็ดโคนจุด**	เหงือก	อวัยวะภายใน	เนื้อ
ตัวที่1	1.00	0.41	0.65	ตัวที่1	1.48	1.68	0.39
ตัวที่2	ND	0.50	0.56	ตัวที่2	2.06	1.85	0.39
ตัวที่3	0.59	0.55	0.56	ตัวที่3	1.49	1.26	0.40
ตัวที่4	0.66	0.64	0.68	ตัวที่4	0.81	0.63	0.58
ตัวที่5	0.67	0.64	0.66	ตัวที่5	0.62	0.53	0.48
ตัวที่6	0.64	0.61	0.64	ตัวที่6	ND	0.98	0.57
เก๋าจุดแดง				สาก	ND	ND	ND
ตัวที่1	ND	ND	ND				
ตัวที่2	ND	ND	ND				
ตัวที่3	ND	ND	ND				
ตัวที่4	ND	ND	ND				
ตัวที่5	ND	ND	ND				
ตัวที่6	ND	ND	ND				
ND = Non Detectable							

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 13 แสดงค่าเฉลี่ยของ % Water content ของอวัยวะส่วนต่างๆของกลุ่มปลาทั้ง 8 ชนิด

ชนิดปลา	ค่าเฉลี่ย			ชนิดปลา	ค่าเฉลี่ย		
ผิวน้ำ	% Water content			ผิวน้ำ	%Water content		
ทู	เหงือก	อวัยวะภายใน	เนื้อ	กระบอก	เหงือก	อวัยวะภายใน	เนื้อ
ตัวที่ 1	73.99	71.30	74.77	ตัวที่ 1		79.46	79.60
ตัวที่ 2	76.91	71.30	75.47	ตัวที่ 2		79.46	80.93
ตัวที่ 3	76.91	69.00	72.02	ตัวที่ 3		79.46	79.90
ตัวที่ 4	78.81	71.30	78.32	ตัวที่ 4		80.41	76.56
ตัวที่ 5	75.11	71.78	76.21	ตัวที่ 5		79.80	76.15
ตัวที่ 6	78.31	72.21	77.84	ตัวที่ 6		77.22	78.54
โอดำ	78.55	75.04	72.25	อินทรี	69.30	76.88	74.52
ทรายแดง				เห็ดโคน			
ตัวที่ 1	65.75	75.10	77.82	ตัวที่ 1	72.63	69.60	79.24
ตัวที่ 2	69.34	72.72	76.93	ตัวที่ 2	72.63	69.60	81.65
ตัวที่ 3	58.34	72.12	72.12	ตัวที่ 3	72.63	69.60	81.56
ตัวที่ 4	69.85	76.55	76.55	ตัวที่ 4	72.63	69.60	79.62
ตัวที่ 5	67.47	79.79	79.79	ตัวที่ 5	72.63	69.60	78.91
ตัวที่ 6	68.34	74.82	75.24	ตัวที่ 6	72.63	69.60	65.75
เก๋า				สาก	75.26	75.97	77.40
ตัวที่ 1	65.40	74.37	78.25				
ตัวที่ 2	65.40	74.37	77.99				
ตัวที่ 3	65.40	74.37	77.74				
ตัวที่ 4	64.19	68.56	51.29				
ตัวที่ 5	67.30	75.36	76.67				
ตัวที่ 6	62.81	79.20	78.99				

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 14 แสดงขนาดของกลุ่มปลาผิวน้ำ

ชื่อปลา Species	ตัวที่	น้ำหนัก (กรัม)	Total length (เซนติเมตร cm)	Standard length (เซนติเมตร cm)	Body depht (เซนติเมตร cm)
ปลาทู Rastrelliger brachysoma	1	58	17.3	14.5	4.7
	2	59	17.9	13.6	4.4
	3	66	17.5	14.2	4.6
	4	75	18.9	15.4	4.9
	5	84	19.3	15.5	4.9
	6	79	19.4	15.5	5.1
ปลากระบอก Valamugil seheli	1	47	16.2	12.4	3.7
	2	47	16.1	12.2	3.4
	3	48	16.3	12.5	3.6
	4	78	19.1	14.5	4.4
	5	76	18.2	13.7	4.4
	6	77	19.0	14.5	4.2
ปลาโอดำ Thunnus tonggol		900	40.5	34.8	9.5
ปลาอินทรี Scomberomorus commerson		2100	19.1	14.5	4.4

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 15 แสดงขนาดของกลุ่มปลาหน้าดิน

ชื่อปลา Species	ตัวที่	น้ำหนัก (กรัม)	Total length (เซนติเมตร cm)	Standard length (เซนติเมตร cm)	Body depht (เซนติเมตร cm)
ปลาทรายแดง Nemipterus hexobon	1	104	20.7	15.7	5.2
	2	110	19.6	15.1	5.4
	3	109	20.6	15.3	5.3
	4	185	25.9	19.2	6.5
	5	199	25.2	18.6	6.7
	6	196	24.7	19.0	6.4
ปลาสาก Sphuraena jello		3900	109.0	91.0	10.0
ปลาเห็ดโคนจุด Siliage maculate	1	20	12.5	10.5	2.3
	2	18	11.5	10.0	2.2
	3	20	12.0	10.5	2.1
	4	45	16.5	14.5	3.3
	5	50	17.0	14.5	3.4
	6	42	16.0	14.0	3.1
ปลาเก๋าจุดแดง Epinephelus Areolatus	1	101	20.3	16.1	5.0
	2	94	19.9	16.4	4.8
	3	98	20.4	16.6	4.7
	4	145	23.6	19.1	5.4
	5	140	22.8	18.4	5.3
	6	120	21.8	17.4	4.7

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 16 แสดงค่าที่วิเคราะห์ทางสถิติ (ANOVA) ของโลหะเหล็ก

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Fe

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	362062.253	23	15741.837	10.694	.000
Intercept	380798.588	1	380798.588	258.697	.000
HABIT	.000	0	.	.	.
SPECIES	15972.738	6	2662.123	1.809	.103
ORGAN	140603.218	2	70301.609	47.760	.000
HABIT * SPECIES	.000	0	.	.	.
HABIT * ORGAN	.000	0	.	.	.
SPECIES * ORGAN	55384.881	12	4615.407	3.135	.001
HABIT * SPECIES * ORGAN	.000	0	.	.	.
Error	176638.651	120	1471.989		
Total	1306774.651	144			
Corrected Total	538700.904	143			

a R Squared = .672 (Adjusted R Squared = .609)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 17 แสดงค่าที่วิเคราะห์ทางสถิติ (ANOVA) ของโลหะตะกั่ว

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Pb

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	7.682	12	.640	4.795	.000
Intercept	30.254	1	30.254	226.594	.000
HABIT	.000	0	.	.	.
SPECIES	2.333	3	.778	5.825	.001
ORGAN	1.233	2	.616	4.616	.013
HABIT * SPECIES	.000	0	.	.	.
HABIT * ORGAN	.000	0	.	.	.
SPECIES * ORGAN	1.973	4	.493	3.694	.008
HABIT * SPECIES * ORGAN	.000	0	.	.	.
Error	10.281	77	.134		
Total	69.770	90			
Corrected Total	17.962	89			

a R Squared = .428 (Adjusted R Squared = .338)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

0 5 4 9

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายคฑาวุธ สายสุวรรณ
วัน เดือน ปี เกิด	7 มกราคม 2522
ที่อยู่อาศัย	26/132 ถ.วิสุทธิ์กษัตริย์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000
E-mail address	kata_beer@hotmail.com
การศึกษา	โรงเรียนโรจนวิทย์ จ.พิษณุโลก
	โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม จ.พิษณุโลก
	มหาวิทยาลัยบูรพา
วุฒิทางการศึกษา	ปริญญาตรี
ปีที่สำเร็จการศึกษา	2545
ประสบการณ์ฝึกงาน	
	- ศูนย์พัฒนาการประมงเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SEAFDEC)
	- สถานีเพาะเลี้ยงประมงชายฝั่งแห่งชาติ จังหวัดสงขลา (NICA)
	- สถานีวิจัยสัตว์ทะเลอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี ภาควิชาวิทยาศาสตรทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University