BRT T_349002

ปริมาณปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลา

Mercury Contents in Aquatic Animal Tissues in Songkhla Lake

สุทารัตน์ สุขพันธ์

Sutarat Sukapan

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Science in Environmental Management
Prince of Songkla University

2550

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

180/50

RECEIVED
BY
DATE 11/6/50

ปริมาณปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลา

Mercury Contents in Aquatic Animal Tissues in Songkhla Lake

สุฑารัตน์ สุขพันธ์

Sutarat Sukapan

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

Master of Science in Environmental Management

Prince of Songkla University

2550

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ ปริมาณปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลา

ผู้เขียน นางสาวสุฑารัตน์ สุขพันธ์

สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล)

.....กรรมการ
(ดร.สมเกียรติ ขอเกียรติวงศ์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ประดิษฐ์ มีสุข)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมหมาย เชี่ยววารีสัจจะ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรไชย รัตนไชย)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล)

.....กรรมการ
(ดร.สมเกียรติ ขอเกียรติวงศ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เกริกชัย ทองหนู)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ ปริมาณปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลา
ผู้เขียน นางสาวสุฑารัตน์ สุขพันธ์
สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

การสะสมปรอทในทรัพยากรสัตว์น้ำทะเลสาบสงขลาจะเพิ่มความเสี่ยงต่อผู้บริโภคผ่านห่วงโซ่อาหาร จากการศึกษาปริมาณปรอทที่สะสมในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำเศรษฐกิจในทะเลสาบสงขลา ซึ่งสุ่มตัวอย่างจากท่าขึ้นสัตว์น้ำ ตลาด และชาวประมงรวม 6 ครั้ง ระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2547 ถึง เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2548 ได้ตัวอย่างสัตว์น้ำ 218 ตัวอย่าง จำแนกตัวอย่างสัตว์น้ำได้เป็นปลากินพืช 3 ชนิด ปลากินพืชและสัตว์ 10 ชนิด ปลากินสัตว์ 34 ชนิด และกุ้ง 8 ชนิด ตรวจหาปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำเหล่านี้ด้วยไฮดรายเจเนอเรชัน สเปคโครสโคปี (Hydride Generation Atomic Absorption Spectrometry) หลังจากย่อยเนื้อเยื่อสัตว์น้ำด้วยกรดไนตริกและกรดซัลฟิวริก ผลการวิเคราะห์พบว่ามีปรอทสะสมในปลากินสัตว์ > ปลากินพืชและสัตว์ > ปลากินพืช ~ กุ้ง โดยความเข้มข้นเฉลี่ย (ค่าต่ำสุด – ค่าสูงสุด) และค่ามัธยฐานของปรอท ในปลากินสัตว์เท่ากับ 95 ± 108 (11 – 625) และ 68 นาโนกรัม/กรัมน้ำหนักเปียก ในปลากินพืชและสัตว์เท่ากับ 36 ± 22 (12 – 66) และ 33 นาโนกรัม/กรัมน้ำหนักเปียก ในปลากินพืชเท่ากับ 33 ± 32 (12 – 70) และ 17 นาโนกรัม/กรัมน้ำหนักเปียก และในกุ้งเท่ากับ 15 ± 7 (7 – 26) และ 12 นาโนกรัม/กรัมน้ำหนักเปียก ตามลำดับ แม้ว่าการปนเปื้อนของปรอทในสัตว์น้ำจากทะเลสาบสงขลายังไม่เกินค่าที่กำหนดโดยองค์การอนามัยโลก และกระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทย (500 นาโนกรัม/กรัม น้ำหนักเปียก) แต่การรับประทานสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลาที่ปนเปื้อนด้วยปรอทอย่างต่อเนื่องอาจจะเพิ่มความเสี่ยงต่อผู้บริโภค

Thesis Title	Mercury contents in Aquatic Animal Tissues in Songkhla Lake
Author	Miss Sutarat Sukapan
Major Program	Environmental Management
Academic Year	2006

ABSTRACT

Accumulation of mercury (Hg) in fishery resources in Songkhla Lake (SKL) may lead to a high risk to consumers via the food chain. This study assessed mercury contamination in economic aquatic species in the SKL which were collected from local piers, markets and directly from fishermen in 6 surveys around the SKL during August 2004 to July 2005. Identification of totally 218 samples indicated 3 herbivore-fish species, 10 omnivore-fish species, 34 carnivore-fish species and 8 shrimp species. Mercury (Hg) content in edible tissues was measured using Hydride Generation Atomic Absorption Spectrometry after a digestion with nitric acid (HNO_3) and Sulfuric acid (H_2SO_4). The results reveal that the concentration of Hg in carnivore-fishes > omnivore-fishes > herbivore-fishes ~ shrimps. Average Hg concentrations (minimum – maximum) and median in carnivore-fishes were 95 ± 108 (11–625) and 68 ng/g wet weight; in omnivore-fishes were 36 ± 22 (12 – 66) and 33 ng/g wet weight; in herbivore-fishes were 33±32 (12 – 70) and 17 ng/g wet weight; and in shrimps were 15 ± 7 (7 – 26) and 12 ng/g wet weight, respectively. Although the Hg concentration in edible tissue of economic aquatic animals in the SKL do not yet exceed a maximum residue limit as recommended by World Health Organization (WHO) and Ministry of Public Health of Thailand (500 ng/g wet weight), a frequent consumption of Hg contaminated fishes and shrimps in the SKL may pose a health risk to consumers.

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากคณาจารย์และบุคคลหลายฝ่าย ข้าพเจ้าจึงขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล และ ดร. สมเกียรติ ขอเกียรติวงศ์ คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะแนวทางในการทำวิจัย ตรวจสอบข้อมูล ตรวจแก้ไขจนเป็นรูปเล่มวิทยานิพนธ์ที่สมบูรณ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ประดิษฐ์ มีสุข รองศาสตราจารย์ดร.สมหมาย เชี่ยววารีสัจจะ และรองศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรไชย รัตนไชย คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ซึ่งได้ให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สมหมาย เชี่ยววารีสัจจะ ที่ให้คำปรึกษาแนะนำด้านชีววิทยาปลา และอาจารย์ โกสินทร์ พัฒนมณี ที่ให้คำแนะนำด้านชีววิทยากุ้ง ขอขอบพระคุณอาจารย์ ประภาพร แสงกาญจนวนิช ที่ให้คำแนะนำในการเขียนวิทยานิพนธ์

ขอบคุณสถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมงและทีมงานเก็บตัวอย่างในภาคสนาม คุณบุญยา คงคาลิหมีน คุณบุญเสริม วิวัฒน์ และเจ้าหน้าที่กลุ่มฟื้นฟูทรัพยากรทะเลสาบสงขลาใน ที่ให้ความอนุเคราะห์และช่วยเหลือในการออกเก็บตัวอย่างในครั้งนี้ ขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งและป่าชายเลน ภูเก็ต คุณครุณวรรณ สกุณา คุณเอื้อมพร ศักนา และเจ้าหน้าที่กลุ่มสมุทรศาสตร์และสิ่งแวดล้อม ที่คอยให้ความอนุเคราะห์ แนะนำ และช่วยเหลือในเรื่องของการวิเคราะห์ปรอทในตัวอย่าง

ขอบคุณโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพแห่งประเทศไทย (โครงการ BRT) สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย และหน่วยวิจัยชีวธรณีและการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม (BENCH) และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนทุนวิจัย

ขอบพระคุณคุณหิรัญวดี สุวิบูรณ์ คุณสิริรัตน์ สุวณิชย์เจริญ คุณปิยวรรณ นาคินชาติ ที่ให้คำแนะนำด้านสถิติ ขอบคุณคุณยุทธนา บัวแก้ว คุณอมรรัตน์ วัฒนธรรม คุณรัชนี เต๋เอียดหยอ คุณจุฑารัตน์ ขันทกพันธ์ และเพื่อนคณะการจัดการสิ่งแวดล้อมทุกท่าน ที่คอยให้กำลังใจเสมอมา สุดท้ายผู้วิจัยขอขอบพระคุณครอบครัวสุขพันธ์ และ Mr. Edo Andriesse ให้กำลังใจ และสนับสนุนทุนทรัพย์มาตลอดการศึกษา

สุฑารัตน์ สุขพันธ์

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(9)
รายการรูป	(11)
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 บทนำต้นเรื่อง	1
1.2 ปรอทและประเภทของปรอท	2
1.2.1 สารประกอบปรอทอนินทรีย์	3
1.2.2 สารประกอบปรอทอินทรีย์	3
1.3 ปรอทในสิ่งแวดล้อม	4
1.3.1 แหล่งกำเนิดที่เป็นธรรมชาติ	4
1.3.2 แหล่งกำเนิดที่มาจากการกระทำของมนุษย์	4
1.4 การเปลี่ยนรูปและการแพร่กระจายของปรอทในสิ่งแวดล้อม	5
1.4.1 ปรอทในอากาศ	6
1.4.2 ปรอทในดิน	7
1.4.3 ปรอทในน้ำ	8
1.4.4 ปรอทในตะกอนดิน	8
1.4.5 ปรอทในสัตว์น้ำ	9
1.5 เกณฑ์มาตรฐานปรอทในสัตว์น้ำ	12
1.6 ความเป็นพิษของปรอท	13
1.6.1 ความเป็นพิษต่อสัตว์	14
1.6.2 ความเป็นพิษต่อมนุษย์	15
1.7 การสะสมของปรอทในสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลาและบริเวณที่ต่างๆ	16
1.8 พื้นที่ในการศึกษา	16
1.9 ลักษณะทางนิเวศวิทยาและความหลากหลายของชนิดพันธุ์สัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลา	20
1.10 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	22

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
1.11 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	22
2. วิธีการวิจัย	23
2.1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน	23
2.2 การสุ่มเก็บตัวอย่างและวิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง	23
2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์	27
2.4 สารเคมี	27
2.5 การเตรียมอุปกรณ์และเครื่องแก้ว	28
2.6 การชำแหละตัวอย่าง	28
2.7 การวิเคราะห์ปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำ	30
2.8 การควบคุมคุณภาพในการวิเคราะห์ตัวอย่าง	32
2.9 การวิเคราะห์ข้อมูล	32
3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย	33
3.1 ปริมาณสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลา	33
3.2 ผลการวิเคราะห์สารอ้างอิงมาตรฐาน	39
3.3 การปนเปื้อนของปรอทในสัตว์น้ำแต่ละประเภทที่แยกตามพื้นที่ที่จับ	39
3.3.1 การปนเปื้อนของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำจากทะเลน้อย	42
3.3.2 การปนเปื้อนของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำจากทะเลสาบตอนใน	44
3.3.3 การปนเปื้อนของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำจากทะเลสาบตอนกลาง	46
3.3.4 การปนเปื้อนของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำจากทะเลสาบตอนนอก	49
3.4 สรุปการปนเปื้อนของปรอทในตัวอย่างสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลาทั้งระบบ	51
3.5 การปนเปื้อนของปรอทในสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลาแยกตามลักษณะอาหารที่กิน	56
3.6 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของสัตว์น้ำ (น้ำหนัก, ความยาว) และปริมาณปรอทในสัตว์น้ำที่จับได้จากทะเลสาบสงขลา	58
3.7 การประมาณค่าปริมาณปรอทที่สามารถบริโภคได้อย่างปลอดภัย	60
4. บทสรุปและข้อเสนอแนะ	62
4.1 บทสรุป	62
4.2 ข้อเสนอแนะ	63

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม	64
ภาคผนวก	72
ก รูปสัตว์น้ำที่จับได้จากทะเลสาบสงขลา	73
ข ปริมาณสัตว์น้ำจากท่าขึ้นสัตว์น้ำรอบทะเลสาบสงขลาในแต่ละเดือน ปี 2546 และปี 2547	84
ค ผลการวิเคราะห์ปริมาณปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลา	90
ง ความเข้มข้น ค่าเฉลี่ย และค่ามัธยฐานของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลาทั้งระบบ	96
ประวัติผู้เขียน	103

รายการตาราง

ตาราง		หน้า
1-1	ปริมาณปรอทสูงสุดที่ยอมรับให้มีได้ในสัตว์ทะเล โดยประเทศต่างๆ	12
1-2	เกณฑ์มาตรฐานของปริมาณปรอทอินทรีย์และปรอทรวมที่อนุญาตให้มีได้ในสัตว์น้ำ ซึ่งกำหนดโดยองค์กรนานาชาติ	13
1-3	รูปแบบทางเคมีและความเป็นพิษของสารปรอท	14
1-4	ปริมาณปรอทในสิ่งมีชีวิตในน้ำในทะเลสาบสงขลา	17
1-5	ปริมาณปรอทในสิ่งมีชีวิตในน้ำบริเวณอื่นๆ ในประเทศไทย	18
1-6	สัตว์น้ำที่พบในทะเลสาบสงขลาจำแนกตามพื้นที่	21
2-1	สถานีเก็บตัวอย่างและเดือนที่เก็บตัวอย่างในแต่ละสถานี	25
3-1	ข้อมูลทางชีวภาพของตัวอย่างสัตว์น้ำที่จับได้จากทะเลน้อยและทะเลสาบสงขลาแต่ละตอน ที่จับในช่วง เดือนสิงหาคม 2547 ถึง เดือนกรกฎาคม 2548	36
3-2	ผลวิเคราะห์สารอ้างอิงมาตรฐาน (CRM) TORT-2	39
3-3	ชนิดและจำนวนของสัตว์น้ำที่พบในทะเลสาบสงขลาแต่ละตอน	40
3-4	ปริมาณเฉลี่ยและค่ามัธยฐานของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำแต่ละชนิดที่อาศัยในทะเลน้อย	42
3-5	ปริมาณเฉลี่ยและค่ามัธยฐานของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำแต่ละประเภทที่อาศัยอยู่ในทะเลน้อย	43
3-6	ปริมาณเฉลี่ยและค่ามัธยฐานของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำแต่ละชนิดที่อาศัยในทะเลสาบตอนใน	44
3-7	ปริมาณเฉลี่ยและค่ามัธยฐานของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำแต่ละประเภทที่อาศัยอยู่ในทะเลสาบตอนใน	45
3-8	ปริมาณเฉลี่ยและค่ามัธยฐานของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำแต่ละชนิดที่อาศัยในทะเลสาบตอนกลาง	47
3-9	ปริมาณเฉลี่ยและค่ามัธยฐานของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำแต่ละประเภทที่อาศัยอยู่ในทะเลสาบตอนกลาง	48
3-10	ปริมาณเฉลี่ยและค่ามัธยฐานของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำแต่ละชนิดที่อาศัยในทะเลสาบตอนนอก	50

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
3-11	ปริมาณเฉลี่ยและค่ามัธยฐานของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำแต่ละประเภทที่อาศัยอยู่ในทะเลสาบตอนนอก	51
3-12	ปริมาณเฉลี่ยและค่ามัธยฐานของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำแต่ละประเภทที่อาศัยอยู่ในทะเลสาบสงขลา	52
3-13	ปริมาณปรอทในสัตว์น้ำที่จับจากทะเลสาบสงขลาโดยผู้ทำวิจัยในอดีต และข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ในครั้งนี้	55
3-14	ปริมาณเฉลี่ยและค่ามัธยฐานของปรอทในสัตว์น้ำจากทะเลสาบสงขลา จำแนกประเภทตามลักษณะอาหารที่กิน	56
ข-1	ปริมาณสัตว์น้ำจากท่าขึ้นสัตว์น้ำรอบทะเลสาบสงขลาในแต่ละเดือน ปี 2546	84
ข-2	ปริมาณสัตว์น้ำจากท่าขึ้นสัตว์น้ำรอบทะเลสาบสงขลาในแต่ละเดือน ปี 2547	87
ค-1	ปริมาณปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำที่จับจากทะเลน้อย	90
ค-2	ปริมาณปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำที่จับจากทะเลสาบตอนใน	91
ค-3	ปริมาณปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำที่จับจากทะเลสาบตอนกลาง	92
ค-4	ปริมาณปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำที่จับจากทะเลสาบตอนนอก	94
ง-1	ความเข้มข้น ค่าเฉลี่ย และค่ามัธยฐานของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลาทั้งระบบ	96

รายการรูป

รูป		หน้า
1-1	ปริมาณการใช้สารปรอทในกิจกรรมต่างๆ	5
1-2	ปริมาณการใช้สารปรอททั่วโลก	5
1-3	การเปลี่ยนแปลงรูปแบบทางเคมีของปรอทในแหล่งน้ำ	6
1-4	การเปลี่ยนแปลงรูปแบบทางเคมีของปรอทและกระบวนการสะสมปรอทที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ	10
1-5	การถ่ายทอดสารปรอทตามลำดับขั้นการบริโภค	11
2-1	ตำแหน่งสถานีเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำ	24
2-2	การเก็บรักษาตัวอย่าง	26
2-3	การเตรียมตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ	29
2-4	อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์สารปรอทในห้องปฏิบัติการ	31
3-1	ผลผลิตรวมของสัตว์น้ำจากทะเลสาบสงขลาในปี พ.ศ. 2546 และ พ.ศ. 2547	34
3-2	สัตว์น้ำที่พบชุกชุมในทะเลสาบสงขลาแต่ละตอน	35
3-3	Box plot เปรียบเทียบค่ามัธยฐานและช่วงปริมาณปรอทที่สะสมในเนื้อเยื่อปลากินพืชและสัตว์ และปลากินสัตว์ ที่จับจากทะเลน้อย	43
3-4	Box plot เปรียบเทียบค่ามัธยฐานและช่วงปริมาณปรอทที่สะสมในเนื้อเยื่อปลากินพืช ปลากินพืชและสัตว์ ปลากินสัตว์ และกุ้ง ที่จับจากทะเลสาบตอนใน	46
3-5	Box plot เปรียบเทียบค่ามัธยฐานและช่วงปริมาณปรอทที่สะสมในเนื้อเยื่อปลากินพืช ปลากินพืชและสัตว์ ปลากินสัตว์ และกุ้ง ที่จับจากทะเลสาบตอนกลาง	48
3-6	Box plot เปรียบเทียบค่ามัธยฐานและช่วงปริมาณปรอทที่สะสมในเนื้อเยื่อปลากินพืช ปลากินพืชและสัตว์ ปลากินสัตว์ และกุ้ง ที่จับจากทะเลสาบตอนนอก	51
3-7	กราฟแท่งแสดงค่ามัธยฐานของปรอทในสัตว์น้ำที่จับจากทะเลสาบสงขลาทั้งระบบเรียงตามลำดับมากสุดถึงน้อยสุด	53
3-8	Box plot เปรียบเทียบค่ามัธยฐานและช่วงปริมาณปรอทที่สะสมในเนื้อเยื่อปลาและกุ้งที่จับจากทะเลสาบสงขลาทั้งระบบ	54
3-9	Box plot เปรียบเทียบค่ามัธยฐานและช่วงปริมาณปรอทที่สะสมในเนื้อเยื่อปลากินพืช ปลากินพืชและสัตว์ ปลากินสัตว์ และกุ้ง ที่จับจากทะเลสาบสงขลา	57

รายการรูป (ต่อ)

รูป		หน้า
3-10	ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของสัตว์น้ำ (น้ำหนัก,ความยาว) กับปริมาณปรอทในเนื้อเยื่อปลาโคก ปลากดน้ำจืด ปลากระสูบขีด และกุ้งแชบ๊วยที่จับได้จากทะเลสาบสงขลา	59
ก-1	ปลากินพืชที่จับได้ในทะเลสาบสงขลาระหว่างเดือนสิงหาคม 2547 ถึง เดือนกรกฎาคม 2548 มีทั้งสิ้น 3 ชนิด	73
ก-2	ปลากินพืชและสัตว์ที่จับได้ในทะเลสาบสงขลาระหว่างเดือนสิงหาคม 2547 ถึง เดือนกรกฎาคม 2548 มีทั้งสิ้น 10 ชนิด	74
ก-3	ปลากินสัตว์ที่จับได้ในทะเลสาบสงขลาระหว่างเดือนสิงหาคม 2547 ถึง เดือนกรกฎาคม2548 มีทั้งสิ้น 34 ชนิด	76
ก-4	กุ้งที่จับได้ในทะเลสาบสงขลาระหว่างเดือนสิงหาคม 2547 ถึง เดือนกรกฎาคม 2548 มีทั้งสิ้น 8 ชนิด	82

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำต้นเรื่อง

ปรอทเป็นโลหะหนักที่มีความเป็นพิษสูง เช่นเดียวกับโลหะหนักชนิดอื่นๆ ปรอทจะไม่สลายตัว แต่รูปแบบทางเคมีอาจเปลี่ยนแปลงไป ปรอทแพร่กระจายลงสู่แหล่งน้ำด้วยวิธีต่างๆ ทั้งโดยธรรมชาติและปนเปื้อนจากกิจกรรมของมนุษย์ ปรอทจากกิจกรรมของมนุษย์จะปนเปื้อนมากับน้ำทิ้งจากชุมชนและอุตสาหกรรม ปรอทอนินทรีย์ที่เข้าสู่แหล่งน้ำจะเปลี่ยนรูปเป็นปรอทอินทรีย์ซึ่งมีความเป็นพิษสูงโดยการกระทำของจุลินทรีย์ ปรอทอินทรีย์ในสิ่งแวดล้อมที่พบมาก ได้แก่ เมทิลเมอร์คิวรี (methyl mercury) (NOAA, 1996; Dill *et al.*, 2006) ซึ่งสามารถสะสมในร่างกายสิ่งมีชีวิตและถ่ายทอดสู่สิ่งมีชีวิตตามระดับขั้นผู้บริโภค (trophic level) ปรอทที่ปนเปื้อนอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มาจากธรรมชาติและจากกิจกรรมของมนุษย์มีปริมาณใกล้เคียงกัน (Pacyna and Munch, 1991) ในพื้นที่อุตสาหกรรมและชุมชนเมืองจะมีการสะสมของปรอทเพิ่มสูงขึ้น ปรอทจะมีผลต่อระบบการทำงานของร่างกาย อาทิ ระบบหายใจ ระบบทำงานของอวัยวะภายใน และระบบประสาท ถ้าได้รับมากๆ อาจถึงกับเสียชีวิตได้ในที่สุด ตัวอย่างความเป็นพิษของปรอท ได้แก่ กรณีการปนเปื้อนของปรอทในอ่าวมินามาตะ (Minamata Bay) ประเทศญี่ปุ่น ในช่วงกลางศตวรรษที่ 50 (Fujiki and Tajima, 1992)

การปนเปื้อนของปรอทพบทั่วไปในสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำจะสะสมปรอทในเนื้อเยื่อ ในรูปของปรอทอินทรีย์ แม้แต่ในปลาทะเลลึก เช่น ปลาทูน่า ก็มีปรอทปนเปื้อนอยู่ (Rasmussen *et al.*, 2006) ปัจจุบันพบว่าปรอทที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมและในอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเนื้อปลาทะเล มีปริมาณสูงขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นการตรวจวัดปริมาณปรอทที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมต่างๆ จึงได้รับความสนใจในระดับนานาชาติ คาดว่าปรอทที่ปนเปื้อนลงสู่สิ่งแวดล้อมชายฝั่งและทะเลมีแหล่งกำเนิดหลักมาจากแผ่นดิน (land-based pollution) เช่น น้ำทิ้งและของเสียจากบ้านเรือนและอุตสาหกรรม ขยะมูลฝอย เป็นต้น (PCD, 2000)

ทะเลสาบสงขลาเป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญยิ่งต่อชุมชนรอบทะเลสาบแห่งนี้ ทะเลสาบสงขลาเป็นทะเลสาบธรรมชาติที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย และในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จะใหญ่เป็นที่สองรองจากตองเลสาบ ในประเทศกัมพูชา ทะเลสาบสงขลามีลักษณะต่างจากทะเลสาบอื่น คือ เป็นทะเลสาบกึ่งปิด เรียกว่า ลากูน (lagoon) โดยเฉพาะทะเลสาบ

สงขลาตอนนอก มีระบบนิเวศทั้งน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม ลักษณะทางกายภาพ แบ่งเป็น 4 ส่วน คือ ทะเลน้อย, ทะเลสาบตอนใน (หรือทะเลหลวง), ทะเลสาบตอนกลาง (หรือทะเลสาบ) และทะเลสาบตอนนอก (หรือทะเลสาบสงขลา) มีระบบนิเวศที่ให้ผลผลิตทั้งพืชและสัตว์นานาชนิด ทำให้เป็นแหล่งประมงที่สำคัญ พื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาถูกใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ มีการทำประมง เกษตรกรรม เหมืองแร่ และโรงงานอุตสาหกรรม กิจกรรมเหล่านี้เป็นแหล่งกำเนิดของสารมลพิษทั้งโดยตรงและโดยอ้อม ทำให้ทะเลสาบสงขลากลายเป็นแหล่งปนเปื้อนและสะสมของสารมลพิษซึ่งรวมถึงปรอท

ผลิตผลที่เป็นอาหารจากทะเลสาบสงขลามีทั้งสัตว์และพืชน้ำ หากมีปรอทสะสมในปริมาณที่ค่อนข้างสูงก็จะเพิ่มความเสี่ยงต่อผู้บริโภค แม้ว่าระดับปรอทในทรัพยากรประมงของทะเลสาบสงขลาในปัจจุบันจะยังไม่อยู่ในระดับที่เป็นพิษเฉียบพลัน แต่จะสะสมและเข้มข้นขึ้นตามลำดับขั้นผู้บริโภค (trophic level) ที่สูงขึ้นไปในห่วงโซ่อาหาร (food chain) ผู้ที่ได้รับปรอทเข้าไปสะสมถึงระดับหนึ่งก็จะเกิดเป็นพิษแบบเรื้อรัง (chronic) ได้ เพราะพิษของปรอทจะมีผลต่อระบบการทำงานของร่างกาย ระบบหายใจ ระบบทำงานของอวัยวะภายใน และระบบประสาท ซึ่งจะทำให้เกิดโรคพิษปรอทหรือโรคมินามาตะ (Minamata disease) และอาจเสียชีวิตได้ในที่สุด (WHO, 1976; ATSDR, 1999)

การศึกษาการแปรผันและการแพร่กระจายของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำที่จับจากทะเลสาบสงขลามีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเป็นการศึกษาและเฝ้าระวังปริมาณสารปรอทที่สะสมในสัตว์น้ำ ซึ่งเป็นอาหารของมนุษย์ เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายจากการบริโภคสัตว์น้ำที่ปนเปื้อนปรอท นอกจากนี้ยังเป็นการศึกษาการปนเปื้อนและการแพร่กระจายของปรอทจากแหล่งกำเนิดต่างๆ ได้อีกทางหนึ่งด้วย การบ่งชี้การปนเปื้อนของปรอทในทะเลสาบสงขลาก่อนที่จะมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด เป็นสิ่งที่พึงเร่งกระทำก่อนที่การปนเปื้อนจะส่งผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมในทะเลสาบสงขลาและมนุษย์ นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้นำไปใช้คำนวณเพื่อหาปริมาณที่ปลอดภัยในการบริโภคสัตว์น้ำจากทะเลสาบสงขลา และจะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการสิ่งแวดล้อมและแนวทางในการควบคุมการปนเปื้อนของปรอทในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

1.2 ปรอทและประเภทของปรอท

ในธรรมชาติพบปรอทแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในดิน น้ำ และอากาศ มีทั้งที่อยู่ในรูปของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ วัฏจักรของปรอทในธรรมชาติเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องตลอดเวลา ในสภาวะปกติปรอทบริสุทธิ์จะมีสถานะเป็นของเหลว มีสีขาวคล้ายเงินจึง

เรียกว่า "Liquid Silver" หรือ "Quick Silver" และเป็นโลหะชนิดเดียวที่เป็นของเหลวที่อุณหภูมิปกติ เมื่ออุณหภูมิลดลงจะเป็นของแข็งที่มีความเปราะและระเหิดเป็นไอได้ คุณสมบัติอื่นๆ คือ สะท้อนแสงและเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 200.59 จุดเดือดเท่ากับ 356.9°C จุดเยือกแข็งเท่ากับ -38.87°C ความหนาแน่นที่ 20°C เท่ากับ 13.546 กรัมต่อมิลลิลิตร ความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 13.545 มีความสามารถในการละลายน้ำต่ำ ในธรรมชาติปรอทที่สะสมอยู่ในดินจะระเหยเป็นไอขึ้นสู่อากาศ และน้ำฝนก็จะชะล้างจากอากาศ กลับลงสู่ทะเล แม่น้ำ และพื้นดิน (Hylander and Meili, 2003; กรมควบคุมมลพิษ, 2541) รูปแบบของปรอทแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

1.2.1 สารประกอบปรอทอนินทรีย์

สารประกอบอนินทรีย์ ได้แก่ เมอร์คิวรัสคลอไรด์ (mercurous chloride: Hg_2Cl_2) และเมอร์คิวริกคลอไรด์ (mercuric chloride: $HgCl_2$) $HgCl_2$ มีฤทธิ์ขัดขวางปฏิกิริยาในร่างกายได้มากกว่า Hg_2Cl_2

1.2.2 สารประกอบปรอทอินทรีย์

สารประกอบอินทรีย์เป็นรูปแบบที่เป็นพิษมากที่สุด ได้แก่ สารประกอบอัลคิลเมอร์คิวรี (alkyl mercury) เช่น สารประกอบเมทิลเมอร์คิวรี (methyl mercury) เอทิลเมอร์คิวรี (ethyl mercury) เมทิลเมอร์คิวรีมีความเป็นพิษสูงมาก เนื่องจากละลายได้ดีในไขมัน จึงสะสมในร่างกายได้ดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเนื้อเยื่อสมองและสามารถเคลื่อนย้ายผ่านเนื้อเยื่อ BBB (blood-brain barrier) เข้าไปขัดขวางการทำงานของระบบประสาท ทำให้ระบบประสาททำงานผิดปกติและเป็นสาเหตุของโรคมินามาตะ นอกจากนี้สารประกอบปรอทอินทรีย์ยังสามารถซึมผ่านรก เข้าสู่ทารกในครรภ์มารดา ทำให้ทารกที่เกิดมามีอาการผิดปกติทางระบบประสาทและภูมิปัญญา และทำให้เกิดการผิดปกติทางโครโมโซมของมนุษย์ ซึ่งส่งผลกระทบระยะยาวทางกรรมพันธุ์ (ATSDR, 1999)

1.3 ปรอทในสิ่งแวดล้อม

สารประกอบปรอทประเภทต่างๆ ที่แพร่ออกสู่สิ่งแวดล้อมมีที่มาจากแหล่งกำเนิด 2 แหล่งใหญ่ คือ

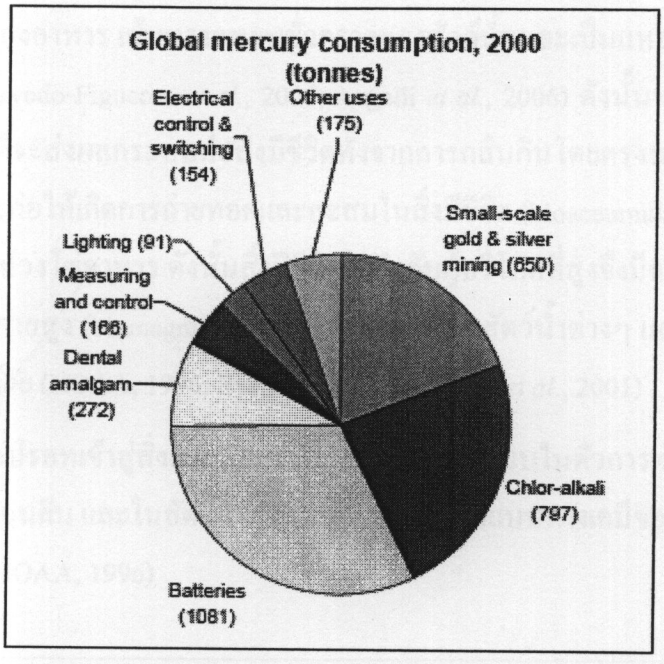
1.3.1 แหล่งกำเนิดที่เป็นธรรมชาติ

ปรอทพบได้ทั่วไปตามธรรมชาติ มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องตลอดเวลา แต่พบในปริมาณที่น้อยเมื่อเทียบกับพื้นที่ของโลก ปรอทที่พบมากในธรรมชาติ คือ โลหะปรอท (Hg) และปรอทซัลไฟด์ (HgS) ความเข้มข้นในธรรมชาติจะน้อยกว่า 0.1 ไมโครกรัมต่อลิตร อย่างไรก็ตามการแพร่กระจายจากแหล่งธรรมชาตินั้นมีปริมาณน้อยมาก เมื่อเทียบกับปริมาณที่ก่อเกิดจากการกระทำของมนุษย์ (วรวิทย์ ชีวาพร และคณะ, 2542)

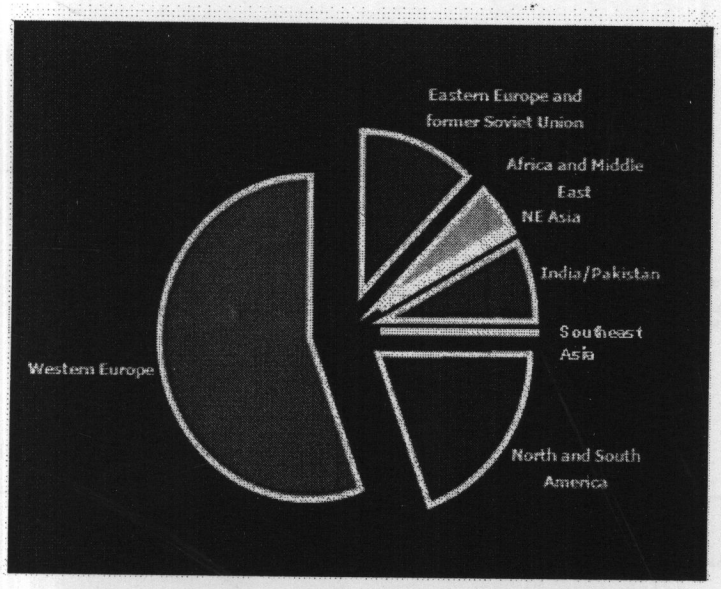
1.3.2 แหล่งกำเนิดที่มาจากการกระทำของมนุษย์

ปรอทเป็นสารที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์กันอย่างกว้างขวาง และใช้ในกระบวนการอุตสาหกรรมต่างๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมทำสี อุตสาหกรรมพลาสติก อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมการเกษตร เป็นต้น ทำให้มีการปนเปื้อนของสารปรอทในสิ่งแวดล้อม

จากการสำรวจปริมาณการใช้สารปรอททั่วโลกปี 2000 พบว่ามีการใช้ปรอทถึง 3,386 ตันต่อปี ส่วนใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรมการทำแบตเตอรี่ (1,081 ตันต่อปี) รองลงมา คือ Chlor-alkali (797 ตันต่อปี) (รูปที่ 1-1) (ECDGE, 2004) และพบว่าในทวีปยุโรปตะวันตก มีอัตราการใช้ปรอทสูงที่สุด (ร้อยละ 56) ตามด้วยทวีปอเมริกาเหนือและใต้ (ร้อยละ 19) (รูปที่ 1-2) ทำให้ปรอทแพร่กระจายและตกค้างในธรรมชาติ ดังตัวอย่างที่พบในประเทศญี่ปุ่นที่ประชาชนจำนวนมากป่วยเป็นโรคมินามาตะ เนื่องจาก บริโภคสัตว์น้ำที่มีการปนเปื้อนของสารปรอทในรูปของเมทิลเมอร์คิวรี (CH_3Hg^+) ในปริมาณที่สูง (Fujiki and Tajima, 1992)



รูปที่ 1-1 ปริมาณการใช้สารปรอทในกิจกรรมต่างๆ (ECDGE, 2004)



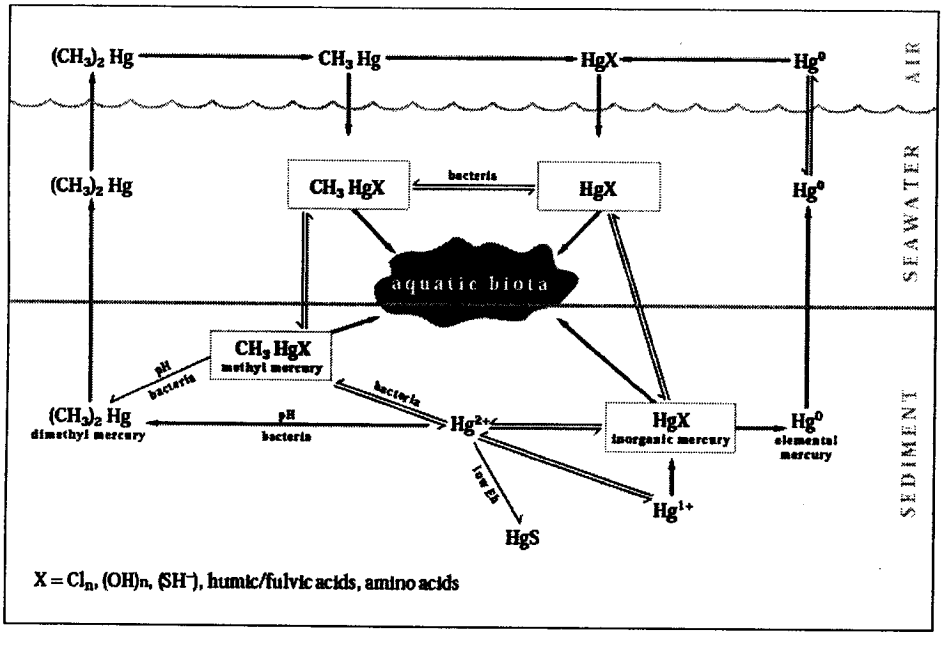
รูปที่ 1-2 ปริมาณการใช้สารปรอททั่วโลก (กรมควบคุมมลพิษ, 2547)

1.4 การเปลี่ยนรูปและการแพร่กระจายของปรอทในสิ่งแวดล้อม

การเผาไหม้ขยะก็เป็นแหล่งกำเนิดของสารปรอทสู่สิ่งแวดล้อมเช่นกัน เมื่อเกิดฝนตกหรือน้ำหลากในลุ่มน้ำทะเลสาบ ก็จะชะล้างปรอทจากที่ต่างๆ ลงสู่แหล่งน้ำ และในที่สุดสะสมอยู่ในตะกอนซึ่งมีบทบาทสำคัญในการเป็นแหล่งผลิตอาหารที่สำคัญของระบบนิเวศ

ทั้งในแง่การเป็นแหล่งอาหาร เส้นทางอพยพชั่วคราวของสัตว์น้ำ และเป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนหลายชนิด (Acevedo-Figueroa *et al.*, 2006; Augelli *et al.*, 2006) ดังนั้นหากตะกอนดินมีการปนเปื้อนสารปรอทก็จะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตทั้งจากการกลืนกินโดยตรงหรือจากที่ปลดปล่อยออกจากตะกอน และก่อให้เกิดการถ่ายทอดและสะสมในสิ่งมีชีวิต (bioaccumulation) ตามลำดับขั้นผู้บริโภคที่สูงขึ้นในห่วงโซ่อาหาร ดังนั้นสิ่งมีชีวิตในลำดับผู้บริโภคที่สูงจึงมีความเข้มข้นของสารปรอทสะสมในร่างกายสูง (biomagnification) เช่น ปลา ปู กุ้ง สัตว์น้ำต่างๆ และแม้แต่สัตว์บกก็มีโอกาสได้รับปรอทด้วย (NOAA, 1996; Evans *et al.*, 2000; Clark *et al.*, 2001)

เมื่อปรอทเข้าสู่สิ่งแวดล้อมจะมีการเปลี่ยนรูปแบบในตัวการต่างๆ เช่น ในอากาศ ในดิน ในน้ำ ในตะกอนดิน และในสัตว์น้ำ การเปลี่ยนแปลงรูปแบบทางเคมีของปรอทในแหล่งน้ำแสดงไว้ในรูป 1-3 (NOAA, 1996)



รูปที่ 1-3 การเปลี่ยนแปลงรูปแบบทางเคมีของปรอทในแหล่งน้ำ (NOAA, 1996)

1.4.1 ปรอทในอากาศ

กระแสลมในบรรยากาศจะพัดพาไอปรอทให้ไปได้ไกลจากแหล่งกำเนิด ส่วนปรอทในรูปแคตไอออน (cation) และอนุภาค (particles) ส่วนใหญ่จะตกสะสมไม่ไกลจากแหล่งกำเนิดนัก ดังนั้นปริมาณปรอทที่มีอยู่ในอากาศตามแหล่งต่างๆ จะแตกต่างกัน เช่น พื้นที่ชนบท พบว่ามีความเข้มข้นของปรอทเจือปนอยู่ในบรรยากาศประมาณ 1-5 นาโนกรัมต่อ

ลูกบาศก์เมตร ส่วนในเขตชุมชนหรือเมืองต่างๆ พบว่ามีค่าสูงประมาณ 7-10 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (UNEP, 1984) ไอปรอทในบรรยากาศตกลงสู่พื้นดินและพื้นน้ำ โดยกระบวนการ 2 ประเภท (Lindqvist *et al.*, 1991) คือ แบบแห้ง (dry deposition) โดยปรอทที่อยู่ในรูปอนุภาค เช่น ปรอทที่เกาะอยู่กับอนุภาคพวกเขม่า จะตกลงสู่พื้นโลกโดยแรงโน้มถ่วง และแบบเปียก (wet deposition) โดยหยาดน้ำฟ้าประเภทต่างๆ จะชะปรอททั้งประเภทที่ถูกออกซิไดซ์ไปเป็นไอออน และปรอทที่เป็นอนุภาคให้ตกลงสู่พื้นดิน

สำหรับในประเทศไทยนั้นในปี พ.ศ. 2533 สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดชลบุรีตรวจพบว่าคุณภาพอากาศในจังหวัดชลบุรีมีความเข้มข้นของปรอทปนเปื้อนในระดับเฉลี่ย 2.19 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในปัจจุบันได้มีการตรวจวัดปริมาณปรอทในสถานที่ประกอบการซึ่งมีปรอทเป็นส่วนประกอบ เพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานของกระทรวงมหาดไทยซึ่งกำหนดให้มีค่าไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2550)

1.4.2 ปรอทในดิน

ปรอทที่สะสมในดิน มักจะอยู่ในรูปสารประกอบร่วมกับสารอื่นในดิน กลายเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ เมื่อมีกิจกรรมการใช้ที่ดิน เช่น การเกษตร การพัฒนาที่ดินเพื่ออยู่อาศัย การขุดดิน การทำเหมือง การทำถนน ฯลฯ จะทำให้สารประกอบปรอทเหล่านี้เปลี่ยนแปลงรูปแบบทางเคมี การเปิดหน้าดินทำให้ปรอทถูกเซาะกร่อนและถูกออกซิไดซ์ได้ง่าย ทำให้ปรอทเปลี่ยนรูปแบบทางเคมีมาอยู่ในรูปแบบที่ละลายน้ำได้มากขึ้น และส่งผลต่อการเคลื่อนตัวของปรอทจากดินเข้าสู่แหล่งน้ำ (Blake, 1980)

ปรอทที่สะสมอยู่ในดินมีอยู่หลายรูปแบบ เช่น

1) สารประกอบที่ละลายน้ำ เช่น เมอร์คิวรีคลอไรด์ (mercury chloride)
2) ดูดซับอยู่บนพื้นผิวของสารอื่น เช่น แร่ดินเหนียว (clay minerals)
3) เกิดพันธะเชิงซ้อนกับสารอินทรีย์ เช่น กรดฟุลวิก (fulvic acid)
4) เป็นสารประกอบในตะกอน เช่น ในรูปซัลไฟด์ (sulfide), คาร์บอเนต (carbonate) และไฮดรอกไซด์ (hydroxide)
5) ปรอทอินทรีย์ เช่น เมทิลเมอร์คิวรี (methyl mercury)

ความเข้มข้นของปรอทในดินอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ในดินที่ไม่มีการปนเปื้อนมีความเข้มข้นเฉลี่ยประมาณ 0.07 ไมโครกรัมต่อกรัม ส่วนดินบริเวณที่มีการทำเหมืองแร่หรือดินที่มีการปนเปื้อน จะมีความเข้มข้นของปรอทสูงกว่า 500 ไมโครกรัมต่อกรัม และมีระยะเวลาการคง

ตัว (residence time) อยู่ภายในดินนานถึง 1,000 ปี จิรวัฒน์ ขวัญแก้ว (2549) พบว่าปริมาณปรอทในดินรอบทะเลสาบสงขลายังมีค่าต่ำ และอยู่ในระดับที่พบได้ตามธรรมชาติ โดยมีค่าระหว่าง 11.0- 483.5 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม (น้ำหนักแห้ง)

1.4.3 ปรอทในน้ำ

ปรอทปะปนอยู่ในน้ำได้หลายรูปแบบ แต่ส่วนใหญ่สารปรอทที่ปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำจะมีอยู่ 5 รูป ดังนี้ (เปี่ยมศักดิ์, 2538)

1) Inorganic divalent mercury, Hg^{2+}
2) Metallic mercury, Hg^{0}
3) Phenyl mercury, $C_6H_5Hg^{+}$
4) Methyl mercury, CH_3Hg^{+}
5) Alkoxy-alkyl mercury, $CH_3O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Hg^{+}$

เมื่อสารปรอทถูกปลดปล่อยเข้าสู่สิ่งแวดล้อมทางน้ำแล้ว บางส่วนจะยึดติดอยู่กับอินทรีย์วัตถุที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ และตกตะกอนลงสู่ท้องน้ำในเวลาต่อมา ปรอทอนินทรีย์ที่ตกตะกอนอยู่ในแหล่งน้ำนั้น จะเปลี่ยนเป็นปรอทอินทรีย์ในรูปเมทิลเมอร์คิวรี (CH_3Hg^{+}) ได้โดยกระบวนการทางชีวภาพ (Schuhmacher *et al.*, 1994)

1.4.4 ปรอทในตะกอนดิน

ปรอทที่สะสมอยู่ในตะกอนดินท้องน้ำจะเกิดการเปลี่ยนรูปแบบทางเคมีเช่นเดียวกับที่เกิดในดิน กระบวนการเปลี่ยนรูปทางเคมีที่เกิดขึ้นและก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพคือ กระบวนการเมทิลเลชัน (methylation) สารฮิวมิกในตะกอนมีส่วนช่วยในการเกิดกระบวนการนี้โดยเป็นตัวปลดปล่อยกลุ่มเมทิล (methyl group) ซึ่งจะเข้าทำปฏิกิริยากับปรอท เมื่อปรอทเข้าสู่แหล่งน้ำในที่สุดก็จะไปสะสมอยู่ในตะกอนดิน และก่อให้เกิดการถ่ายทอดและสะสมในสิ่งมีชีวิต

จากการศึกษาปริมาณปรอทในตะกอนดินบริเวณทะเลสาบสงขลา โดย Sompongchaiyakul and Dharmvanij (inpreparation) ได้เก็บตัวอย่างตะกอนดินจากทะเลสาบสงขลาทั้งระบบ (ครอบคลุม ตั้งแต่ทะเลน้อย ถึงทะเลสาบตอนนอก) ในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2546 ถึง มกราคม พ.ศ. 2547 มาวิเคราะห์หาความเข้มข้นของปรอทที่สะสมในตะกอนดิน พบว่าความเข้มข้นเฉลี่ย (ค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด) ของปรอทในตะกอนดิน บริเวณทะเลน้อย ทะเลสาบตอนในทะเลสาบตอนกลาง และทะเลสาบตอนนอก เท่ากับ 89±15 (63-113), 36±7 (24-49), 40±11(32-62) และ 48±9 (27-63) ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ประไพศรี ธรฤทธิ์ (2546)

วิเคราะห์ตะกอนดินจากทะเลสาบสงขลาตอนนอก 9 จุด คือ ปากคลองอู่ตะเภา ปากคลองพะวง ชุมชนเกาะยอ ชุมชนหัวเขาแดง ปากทะเลสาบสงขลา ปากคลองขวาง ท่าเรือประมงท่าสะอ้าน ปากคลองสำโรง และทะเลสาบสงขลาตอนนอก พบว่าค่าปรอทในตะกอนดินอยู่ในช่วง 47.9-280.2 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งทุกจุดยังมีค่าต่ำกว่าค่าเกณฑ์คุณภาพตะกอนดินของประเทศออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ (150-1000 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง)

กรมควบคุมมลพิษ (PCD, 2000) รายงานว่าตะกอนดินกลางอ่าวไทย มีการปนเปื้อนของปรอทแต่ยังอยู่ในระดับต่ำและไม่เกิน Sediment Qualify Guideline (ที่กำหนดโดยประเทศออสเตรเลียและนิวซีแลนด์) แต่ตัวอย่างปลาบางส่วนมีค่าปรอทสูง อย่างไรก็ดีตะกอนดินรอบแท่นขุดเจาะก๊าซธรรมชาติกลางอ่าวไทย มีปรอทสูงถึง 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง แต่ปรอทที่พบอยู่ในรูป HgS หรือที่เรียกว่า ซินนาบาร์ (cinnabar) ซึ่งเป็นรูปแบบทางเคมีที่ไม่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต (non-bioavailable) เพราะถูกตรึงไว้ในรูปของแข็งที่ไม่ละลาย ทั้งนี้ปริมาณที่สูงเกิดจากกิจกรรมขุดเจาะก๊าซธรรมชาติ (Tetra Tect Inc., 1998)

1.4.5 ปรอทในสัตว์น้ำ

ในธรรมชาติการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตต่างๆ มักมีการเกี่ยวข้องกัน "การที่สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งกินสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งเพื่อการดำรงชีวิต" พฤติกรรมตามธรรมชาตินี้เรียกว่าห่วงโซ่อาหาร ซึ่งในห่วงโซ่อาหารจะมีลำดับขั้นของการบริโภคต่างๆ แต่ละขั้น เรียกว่า "trophic level" โดยพืชสีเขียวเป็นผู้ผลิต และสัตว์กินพืชเป็นลำดับขั้นของการบริโภคที่ 1 สัตว์กินสัตว์เป็นลำดับขั้นของการบริโภคที่ 2 จุดเริ่มต้นของห่วงโซ่อาหารจึงอยู่ที่พืชสีเขียว และถูกกินโดยผู้บริโภคที่กินพืชนี้ก็ถูกกินโดยผู้บริโภคอื่น ผู้บริโภคสิ่งมีชีวิตหนึ่งอาจเป็นผู้บริโภคได้หลายลำดับ ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารของสิ่งมีชีวิตนั้น โดยห่วงโซ่อาหารมี 2 แบบ แบบที่หนึ่งเริ่มจากพืชไปยังสัตว์กินพืช และสัตว์กินสัตว์ ส่วนอีกแบบหนึ่งเริ่มจากซากพืช ซากสัตว์ พวกนี้ถูกย่อยสลายโดยผู้ย่อยสลาย (decomposer)

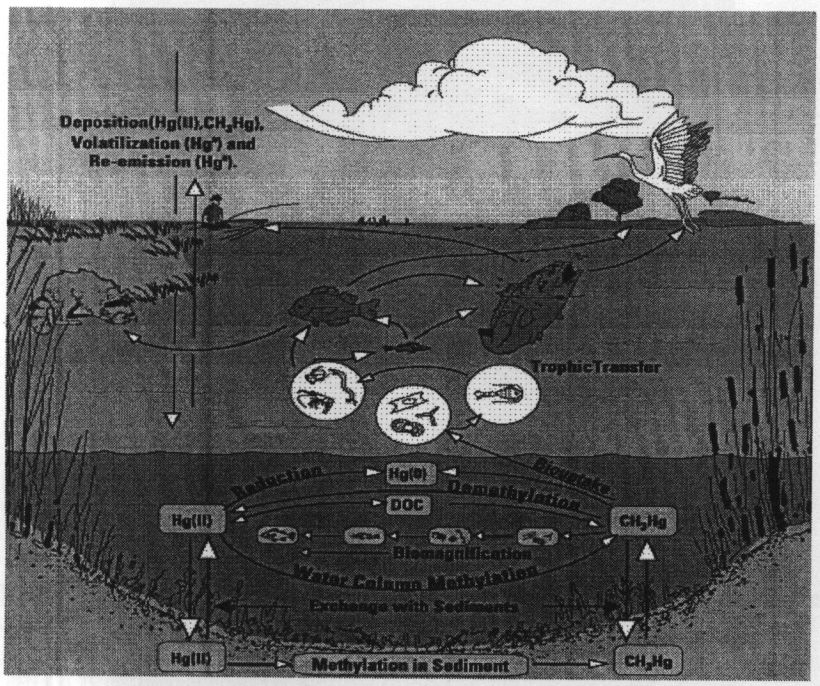
เมื่อปรอทเข้าสู่แหล่งน้ำแล้ว จะสร้างพันธะกับสารอินทรีย์หรือถูกดูดซับโดยสารอินทรีย์ที่แขวนลอยในน้ำ และสะสมในน้ำ ตะกอนดิน และเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในแหล่งน้ำนั้นได้ ปริมาณปนเปื้อนของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำ เกิดจากกระบวนหลัก 3 กระบวนการ (Hudson *et al.*, 1992) คือ

1) Bioconcentration หมายถึง การที่ปลาได้รับปรอทโดยตรงจากน้ำ ผ่านทางช่องเหงือก

2) Bioaccumulation หมายถึง การที่ปลาได้รับปรอททั้งโดยตรงและโดยอ้อมจากน้ำ คือ ผ่านอาหารที่กินเข้าไป และจากตะกอนดินท้องน้ำ

3) Biomagnification หมายถึง การเกิดจากการสะสมปรอทเพิ่มมากขึ้นในสิ่งมีชีวิตตามระดับขั้นผู้บริโภค ที่สูงขึ้นไปในห่วงโซ่อาหาร

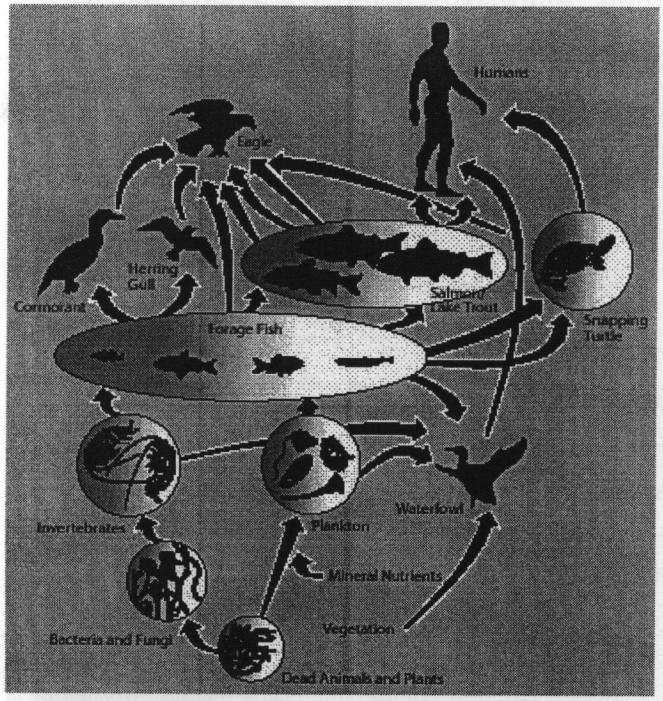
รูปที่ 1-4 แสดงการเปลี่ยนแปลงรูปแบบทางเคมีของปรอทในแหล่งน้ำและกระบวนการสะสมปรอทในสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นในแหล่งน้ำหนึ่งๆ



รูปที่ 1-4 การเปลี่ยนแปลงรูปแบบทางเคมีของปรอทและกระบวนการสะสมปรอทที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ (Risch, 2005)

การสะสมของปรอทในสัตว์น้ำเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของปรอทที่ละลายในมวลน้ำ เนื่องจากสัตว์น้ำหายใจโดยปั๊มน้ำผ่านเหงือกเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนออกซิเจน และนอกจากนี้ยังเพิ่มขึ้นตามปริมาณปรอทที่สะสมอยู่ในอาหารที่สัตว์น้ำนั้นบริโภค (Houserova *et al.*, 2006) ปริมาณการสะสมของปรอทในสัตว์น้ำยังแตกต่างกันตามอายุ ชนิดและขนาด (น้ำหนัก, ความยาว) อาหารที่กิน อัตราการเจริญเติบโต และอุณหภูมิของแหล่งน้ำ รวมทั้งสภาพพื้นที่ที่สัตว์น้ำอาศัยอยู่ (Windom and Cranmer, 1998; กรมควบคุมมลพิษ, 2550) ปลาผิวน้ำขนาดใหญ่บางชนิดสะสมของปรอทสูงถึง 4.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก ปรอทในเนื้อปลาส่วนใหญ่ (ประมาณ 90%)

อยู่ในรูปเมทิลเมอร์คิวรี (Windom and Cranmer, 1998) และปริมาณปรอทที่สะสมอยู่จะเพิ่มขึ้นของเมทิลเมอร์คิวรี ในสัตว์น้ำส่วนใหญ่รับสารปรอทโดยผ่านการกินอาหารในลักษณะต่างๆ และสะสมเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ตามลำดับขั้นการบริโภค (Cheevaporn, 1996; Evans *et al.*, 2000; Clark *et al.*, 2001) ดังรูปที่ 1-5



รูปที่ 1-5 การถ่ายทอดสารปรอทตามลำดับขั้นการบริโภค (Environment Canada, 2005)

Hansen and Riisgard (1990) ศึกษาการสะสมปรอทที่เพิ่มขึ้นตามห่วงโซ่อาหาร โดยศึกษาในสาหร่าย *Phaeodactylum triornutu* ซึ่งอยู่ในระดับขั้นผู้บริโภคล่างสุดของห่วงโซ่อาหาร ถัดขึ้นมา คือ หอยแมลงภู่ (*Mytilus edulis)* และปลา Flounders (*Platichthys flegus*) เป็นลำดับสุดท้าย พบว่าการสะสมของปรอทมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงตามระดับขั้นของผู้บริโภค ส่วนการสำรวจสารปรอทในนกกินปลาทั้งที่อาศัยอยู่ในทะเลและแหล่งน้ำจืดทั่วไป พบว่า มีการสะสมของปรอทสูง โดยเฉพาะในแหล่งที่มีการปนเปื้อน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของปลาที่เป็นอาหารของนกด้วย (Piotrowski and Inskip, 1981) สำหรับประเทศไทย Menasveta (1995) รายงานพบค่าปรอทในปลาบริเวณแท่นขุดเจาะก๊าซธรรมชาติบางส่วนมีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทย

1.5 เกณฑ์มาตรฐานปรอทในสัตว์น้ำ

ในปี พ.ศ. 2529 กระทรวงสาธารณสุข ได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานสารปนเปื้อนสำหรับอาหารซึ่งรวมถึงปลาหรือสัตว์น้ำที่นำมาบริโภคด้วย ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขโดยกำหนดปริมาณให้ปรอทในอาหารทะเลมีค่าได้ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และมีได้ไม่เกิน 0.02 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม สำหรับอาหารประเภทอื่น นอกจากนี้ปริมาณปรอทที่ให้มีได้ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ยังเป็นมาตรฐานที่ใช้กำหนดในอาหารทะเลส่งออกของไทยและประเทศต่างๆ ตารางที่ 1-1 แสดงค่าปรอทสูงสุดที่ยอมรับให้มีได้ในสัตว์ทะเลของประเทศต่างๆ สำหรับเกณฑ์มาตรฐานของปรอทในสัตว์น้ำที่กำหนดโดยหน่วยงานต่างๆ ซึ่งเป็นที่ยอมรับในระดับสากลและนิยมใช้ในการอ้างอิง มีทั้งในรูปของปรอทรวมและปรอทอินทรีย์ (เมธิลเมอร์คิวรี) และกลุ่มสัตว์น้ำที่ครอบคลุมถึง แสดงในตารางที่ 1-2

ตารางที่ 1-1 ปริมาณปรอทสูงสุดที่ยอมรับให้มีได้ในสัตว์ทะเล โดยประเทศต่างๆ

ประเทศ	ประเภทผลิตภัณฑ์	ปริมาณปรอท (ng/g wet weight)	เอกสารอ้างอิง
ไทย	อาหาร	500	กระทรวงสาธารณสุข, 2529
กรีก	ปลาและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ	700	FAO, 1989
ฝรั่งเศส	ปลาและผลิตภัณฑ์	500	"
	ปลาทูน่าและปลากระโทงแทง	700	"
เยอรมัน	ปลาและผลิตภัณฑ์	500	"
เดนมาร์ก	ปลาและผลิตภัณฑ์	300	"
	หอยทุกชนิด	300	"
เนเธอร์แลนด์	ปลาและผลิตภัณฑ์	1000	"
	หอยนางรมและหอยลาย	1000	"
	หอยชนิดอื่น	300	"
สเปน	ปลาและผลิตภัณฑ์	500	"
สวิตเซอร์แลนด์	ปลาและผลิตภัณฑ์	500	"
อิตาลี	ปลาและผลิตภัณฑ์	700	"
ญี่ปุ่น	ปลา	400	"
สหรัฐอเมริกา	ปลาและผลิตภัณฑ์	500	US-FDA
แคนาดา	ปลาและผลิตภัณฑ์หมึก	500	Uthe and Bligh, 1971

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2546)

ตารางที่ 1-2 เกณฑ์มาตรฐานของปริมาณปรอทอินทรีย์และปรอทรวมที่อนุญาตให้มีได้ในสัตว์น้ำ ซึ่งกำหนดโดยองค์กรนานาชาติ

องค์กรนานาชาติ	ปริมาณสูงสุดที่ยอมให้มี (ng/g wet weight)	หมายเหตุ
เมทิลเมอร์คิวรี		
สำนักงานอาหารและยา (FDA)	1000	FDA action level for methyl mercury
องค์การอนามัยโลก (WHO)	500	ปลาทุกชนิดยกเว้นปลานักล่า
	1000	ปลานักล่า ได้แก่ ฉลาม, ปลาดาบ, ทูน่า, ปลาpike และอื่นๆ
สำนักงานพิทักษ์สิ่งแวดล้อม สหรัฐ (US-EPA)	300	ปลาทุกชนิด
สารปรอทรวม		
สำนักงานอาหารและยา (FDA)	1000	มีนาคม พ.ศ. 2542
องค์การอนามัยโลก (WHO)	500	ปลาทุกชนิด

ที่มา : US-EPA (2001); UNEP (2002)

1.6 ความเป็นพิษของปรอท

ตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าปรอทในธรรมชาติมีอยู่หลายรูปแบบ ทั้งปรอทอินทรีย์และปรอทอนินทรีย์ และยังสามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบทางเคมีได้โดยแบคทีเรีย สัตว์ หรือพืชบางชนิด ซึ่งปรอทแต่ละรูปแบบทางเคมีจะมีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตไม่เท่ากัน ดังแสดงในตารางที่ 1-3 ปรอทในรูปสารประกอบอินทรีย์เป็นกลุ่มที่มีความเป็นพิษที่สุด ได้แก่ เมธิลเมอร์คิวรี ร่างกายมนุษย์สามารถดูดซึมเมธิลเมอร์คิวรี ในทางเดินอาหารได้สูงถึง 95-98% แต่ขับออกมาในรูปของเสียได้น้อยมาก เมธิลเมอร์คิวรีสามารถยึดติดกับเม็ดเลือดแดงและแพร่กระจายไปยังทุกส่วนของร่างกายประมาณ 15% จะสะสมอยู่ในสมอง ส่วนปรอทที่สามารถเกิดพิษเฉียบพลันคือไอระเหยของธาตุปรอทถ้าหายใจเข้าไปในช่วง 1,200-8,500 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนสารประกอบอนินทรีย์ของปรอทมีความเป็นพิษน้อยที่สุด เพราะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายโดยทางเดินอาหารได้น้อยกว่า และถูกขับออกมาจากร่างกายได้ง่าย (NOAA, 1996)

ตารางที่ 1-3 รูปแบบทางเคมีและความเป็นพิษของสารปรอท

รูปแบบ	ความเป็นพิษ
Hg	โลหะปรอท : ไม่เป็นพิษ แต่ไอปรอทเป็นพิษอย่างร้ายแรงเมื่อสูดดมเข้าไป
Hg_2^{2+}	ประจุเมอร์คิวรัส : มีความเป็นพิษไม่มาก ไม่ละลายน้ำ เมื่ออยู่ในรูปของสารประกอบคลอไรด์ เช่น Hg_2Cl_2
Hg^{2+}	ประจุเมอร์คิวริก : มีความเป็นพิษแต่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายข้ามเนื้อเยื่อ BBB ซึ่งกั้นระหว่างกระแสโลหิตกับเนื้อเยื่อสมอง แต่สามารถสะสมและทำอันตรายต่อไตได้ เช่น $HgCl_2$
RHg^+	สารประกอบอินทรีย์เชิงเดี่ยว : มีความเป็นพิษสูง โดยเฉพาะ CH_3Hg^+ สามารถเคลื่อนย้ายข้ามเนื้อเยื่อ BBB ได้ ทำให้เกิดการทำลายระบบประสาทส่วนกลางและสมองอย่างถาวร เข้าสู่สิ่งมีชีวิตได้โดยห่วงโซ่อาหาร มีอันตรายร้ายแรงต่อระบบประสาท โดยทำลายเซลล์สมอง ประสาท ไต และเนื้อเยื่ออื่นๆ และมีผลทำให้โครโมโซมผิดปกติ
R_2Hg	สารประกอบอินทรีย์เชิงคู่ : มีความเป็นพิษต่ำ แต่สามารถเปลี่ยนรูปเป็น RHg^+ ได้ในตัวกลางที่เป็นกรด เช่น $(CH_3)_2Hg$
HgS	สารประกอบซัลไฟด์ : ไม่ละลายน้ำและไม่เป็นพิษ พบตามธรรมชาติในรูปของแร่ซินนาบาร์

ที่มา : De (1994); Cappon (1994)

1.6.1 ความเป็นพิษต่อสัตว์

IRPTC (1982 อ้างถึงใน กรมควบคุมมลพิษ, 2541) ได้กล่าวถึงความเป็นพิษของสารปรอทที่มีต่อสัตว์ทดลองไว้ ดังนี้

1) ความเป็นพิษเฉียบพลัน

(1) ปรอทในอากาศที่ระดับความเข้มข้น 0.04-3 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน ทำให้หนู albino mice ที่ได้รับสารพิษดังกล่าวเป็นเวลา 6 ชั่วโมงต่อวัน ตายในระยะเวลา 2-3 เดือน แต่ถ้าระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเป็น 3-5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน ปรากฏว่าหนูทดลองจะตายภายในระยะเวลาเพียง 115 ชั่วโมง

(2) ปรอทในอากาศที่ระดับความเข้มข้น 10-16 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน ทำให้หนู guinea mice ที่ได้รับสารพิษดังกล่าวเป็นเวลา 2-4 ชั่วโมงต่อวัน ตายภายใน 3 วัน

(3) ปรอทในอากาศที่ระดับความเข้มข้น 15-20 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน ทำให้สุนัขที่ได้รับสารพิษดังกล่าวเป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน ตายได้ภายใน 1-3 วัน

2) ความเป็นพิษเรื้อรัง

(1) ทำให้น้ำหนักตัวเปลี่ยนแปลง

(2) ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของต่อมไธรอยด์ลดลง

(3) รบกวนกระบวนการเมแทบอลิซึมของโปรตีนภายในร่างกาย

(4) มีผลกระทบต่อการทำงานของระบบต่อมต่างๆ ภายในร่างกาย

(5) มีผลต่อระบบสืบพันธุ์

สำหรับผลกระทบของปรอทที่มีต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ พบว่าสิ่งมีชีวิตทุกชนิดในน้ำสามารถสะสมปรอทไว้ในเนื้อเยื่อได้ และมีการสะสมปรอทในรูปของเกลือและในรูปสารประกอบอินทรีย์เพิ่มขึ้นตามลำดับขั้นการบริโภคในสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ ปรอทจะสะสมในสัตว์น้ำที่ไม่มีกระดูกสันหลังได้สูง ปรอทที่สะสมในเนื้อเยื่อปลาส่วนใหญ่อยู่ในรูปของเมธิลเมอร์คิวรี ซึ่งเป็นชนิดที่มีพิษต่อร่างกายมากที่สุด สำหรับความเป็นพิษของปรอทที่อยู่ในรูปสารประกอบอนินทรีย์จะขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นด้วย เช่น อุณหภูมิ ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ และความกระด้างของน้ำ

1.6.2 ความเป็นพิษต่อมนุษย์

พิษของปรอททำอันตรายต่อระบบต่างๆ ภายในร่างกายทั้งในลักษณะที่เป็นพิษเฉียบพลันและพิษเรื้อรัง

1) ความเป็นพิษเฉียบพลัน อาจเกิดจากการได้รับปรอทด้วยสาเหตุต่างๆ เช่น การพยายามฆ่าตัวตาย หรือการเกิดอุบัติเหตุในการทำงาน เป็นต้น อาการที่เกิดหลังจากได้รับปรอทเข้าสู่ร่างกายทางปาก ได้แก่ ปากเป็นแผลพุพอง อักเสบ และมีเลือดออก นอกจากนี้ระบบทางเดินอาหารจะถูกทำลาย มีอุจจาระเป็นเลือด รวมทั้งเกิดการอาเจียน เป็นลมหมดสติ และอาจทำให้ถึงตายได้

2) ความเป็นพิษเรื้อรัง

(1) ทำลายระบบทางเดินหายใจ

(2) ผลกระทบต่อระบบขับถ่าย คือ การทำลายไต ทำให้ปัสสาวะได้น้อยหรือปัสสาวะไม่ออก

(3) ผลกระทบต่อระบบส่วนกลาง คือ ทำให้ระบบประสาทเกี่ยวกับการได้ยิน การมองเห็นสูญเสียไป นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางจิตใจ ความจำเสื่อม กล้ามเนื้อ

กระตุก การทรงตัวไม่ดี ชา อ่อนเพลีย นอกจากนี้ปรอทในเลือดยังสามารถผ่านสู่ทารกในครรภ์มารดา และทำให้พัฒนาการของเด็กผิดปกติได้

โรคจากพิษปรอทต่อมนุษย์ที่รู้จักกันดี คือ โรคมินามาตะ (Minamata disease) ซึ่งเกิดจากการรับประทานอาหารจำพวกปลาและหอยที่มีปรอทปนเปื้อนสูง ผู้ป่วยโรคนี้จะมีอาการชาตามมือ เท้า แขน ขา และริมฝีปาก ม่านตาหรี่เล็ก อารมณ์หงุดหงิด กระวนกระวาย พูดช้าและไม่เป็นภาษา การใช้มือและเท้าหรือกล้ามเนื้อแขนขาไม่สัมพันธ์กัน ในรายที่มีอาการหนักมากจะควบคุมตนเองไม่ได้ และทำให้เกิดเป็นอัมพาตได้ในที่สุด องค์การอนามัยโลกแนะนำว่าคนปกติไม่ควรได้รับปรอทในรูปของปรอทอินทรีย์ เข้าสู่ร่างกายเกิน (Provisional tolerable weekly intake; PTWI) 3.3 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อสัปดาห์ (WHO, 1972; 1976; 2000) ต่อมาในปี 2003 ได้ปรับลดค่า PTWI เป็น 1.6 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อสัปดาห์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสตรีมีครรภ์และเด็ก ส่วนผู้ใหญ่อาจรับได้มากกว่านี้ (JECFA, 2006)

1.7 การสะสมของปรอทในสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลาและบริเวณที่ต่างๆ

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เมื่อปรอทลงสู่แหล่งน้ำจะถ่ายเทเคลื่อนย้ายสู่ตัวกลางต่างๆ และสะสมอยู่ในนั้น พร้อมที่จะถ่ายทอดสู่สิ่งมีชีวิตตามระดับขั้นผู้บริโภคที่สูงขึ้นตามลำดับ แต่การศึกษาปรอทในสัตว์น้ำในระยะเวลาที่ผ่านมาการศึกษาเกี่ยวกับการสะสมปรอทในสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลายังมีน้อยมาก ส่วนใหญ่ศึกษาเพียงบางบริเวณ ดังแสดงในตารางที่ 1-4 สำหรับความเข้มข้นของปรอทในบริเวณอื่นๆ ในประเทศไทย แสดงไว้ในตารางที่ 1-5

จากตารางที่ 1-4 และ 1-5 เห็นได้ชัดว่าในบางแห่งที่มีการปนเปื้อนมากจะมีปรอทสะสมในตัวสิ่งมีชีวิตมากกว่าบริเวณที่ไม่ปนเปื้อนหรือปนเปื้อนน้อย เช่น การสะสมของปรอทในปลากระบอกบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยามีค่าความเข้มข้นสูงกว่าปากแม่น้ำระยองและปากแม่น้ำปากพนัง นอกจากนี้ในบริเวณเดียวกันสิ่งมีชีวิตต่างชนิดยังมีการเลือกที่จะสะสมปรอท เช่น บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา ปลากระบอกสะสมปรอทไว้ในเนื้อเยื่อของมันมากกว่ากุ้งแชบ๊วย เป็นต้น

1.8 พื้นที่ในการศึกษา

ทะเลสาบสงขลาเป็นแอ่งรองรับน้ำจืด (น้ำฝน น้ำจืดจากคลอง และน้ำหลากจากแผ่นดิน) จากลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา โดยมีน้ำเค็มจากทะเลไหลเข้ามาผสมผสาน พื้นที่ทะเลสาบทั้งหมดประมาณ 1,042 ตารางกิโลเมตร มีลักษณะคอดเป็นตอนๆ ลักษณะทางกายภาพแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ตารางที่ 1-4 ปริมาณปรอทในสิ่งมีชีวิตในน้ำในทะเลสาบสงขลา

สถานที่ศึกษา	ชนิดตัวอย่าง	ปริมาณปรอทเฉลี่ย (ng/g wet weight)	อ้างอิง
ทะเลน้อย	กุ้งก้ามกราม	10	สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2529)
	ปลาดุก	60	
	ปลาช่อน	170	
ทะเลน้อย	ปลาดุก	70	ณรงค์ ณ เชียงใหม่ และอรุณโชติ คงพล (2530)
	ปลาช่อน	190	
ทะเลสาบตอนนอก	ปลากะพงขาว	50	ประดิษฐ์ มีสุข และสัชญา เบญจกุล (2541)
	กุ้งกุลาดำ	10	
	หอยแมลงภู่	10	
	ปูทะเล	20	
	สาหร่ายผมนาง	20	
ทะเลสาบตอนนอก	ปลาโคก	70	ประไพศรี ธรฤทธิ์ (2546)
	ปลากระบอกดำ	70	
	ปลากระบอกขาว	30	
	ปลาแป้นเล็ก	40	
	ปลากดขี้ลิง	40	
	ปลากดหัวโม่ง	40	
	ปลากะพงขาว	130	

1) ทะเลน้อย เป็นทะเลสาบน้ำจืดอยู่ตอนบนสุด ลึกเฉลี่ย 1.2 เมตร มีพื้นที่ประมาณ 27 ตารางกิโลเมตร มีคลองเชื่อมต่อกับทะเลสาบตอนใน 3 คลอง คือ คลองนางเรียม คลองบ้านกลาง และคลองยวน มีพืชน้ำนานาชนิดขึ้นอยู่มากมาย รอบทะเลน้อยเป็นป่าพรุขนาดใหญ่ คือ พรุควนเคร็ง ซึ่งเป็นแหล่งอาศัยของนกน้ำ ทั้งที่ประจำถิ่น และนกอพยพ โดยเฉพาะในเขตพื้นที่ที่เรียกว่า "ควนขี้เสี้ยน" ได้รับการจัดให้เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับโลก หรือ RAMSAR Site

2) ทะเลสาบตอนใน (หรือทะเลหลวง) อยู่ถัดจากทะเลน้อยลงไปถึง ต.เกาะใหญ่ อ.กระแสสินธุ์ จ.สงขลา ทางฝั่งตะวันออกของทะเลสาบ และบ้านแหลมจองถนน อ.ปากพะยูน จ.พัทลุง ทางฝั่งตะวันตกของทะเลสาบ เป็นห้วงน้ำที่กว้างใหญ่ที่สุด มีพื้นที่ประมาณ 473 ตารางกิโลเมตร ลึกเฉลี่ย 2 เมตร มีคลองท่าแนะ คลองนาท่อม และคลองท่ามะเดื่อ ระบายน้ำลงสู่ทะเลสาบตอนใน ส่วนใหญ่ในรอบปีน้ำจะเป็นน้ำจืด แต่บางปีที่แล้งจัดจะมีการรุกตัวของน้ำเค็มในช่วงฤดูแล้ง อาจทำให้ในบางพื้นที่ค่าความเค็มสูงถึง 10 psu

ตารางที่ 1-5 ปริมาณปรอทในสิ่งมีชีวิตในน้ำ บริเวณอื่นๆ ในประเทศไทย

สถานที่ศึกษา	ชนิดตัวอย่าง	ปริมาณปรอทเฉลี่ย (ng/g wet weight)	อ้างอิง
แท่นขุดเจาะก๊าซธรรมชาติ	ปลา	20-3170	Menasveta (1995)
ชายฝั่งทะเลบางเสร่	แพลงก์ตอนพืช	10	ปิยะนารถ ตุ้มวอน (2539)
	แพลงก์ตอนสัตว์	10	
	ปลาสลิดจุดขาว	90	
	ปลากะตัก	70	
	ปลาข้างเหลือง	220	
	ปลาแป้นเขี้ยว	90	
	ปลาวัว	660	
	ปลาเก๋าหางซ้อน	480	
	ปลาข้างตะเภา	370	
	ปลาหางแข็ง	440	
	ปลาสาก	520	
	ปลาอินทรีบั้ง	460	
	ปลาหมูสี	730	
ชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย	กุ้ง	30	ชุติมา วงศ์สุขสิน (2540)
	ปลา	340	
	หมึก	20	
	ปู	60	
	หอย	20	
ชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย	ปลาทะเล	10	Kan-atireklap *et al.* (1999)
อ่างศิลา	กุ้งแชบ๊วย	100	Cheevaporn *et al.* (2000)
	ปูม้า	240	
	หมึกกล้วย	400	
	หอยแมลงภู่	170	
	ปลาทรายแดงกระโดง	390	
	ปลาเห็ดโคนจุด	170	
	ปลาสีกุนบั้ง	230	
แหลมฉบัง	กุ้งแชบ๊วย	210	
	ปูม้า	270	
	หมึกกล้วย	810	
	หอยแมลงภู่	190	
	ปลาทรายแดงกระโดง	270	
	ปลาเห็ดโคนจุด	370	
	ปลาสีกุนบั้ง	210	

ตารางที่ 1-5 (ต่อ)

สถานที่ศึกษา	ชนิดตัวอย่าง	ปริมาณปรอทเฉลี่ย (ng/g wet weight)	อ้างอิง
บ้านเพ	กุ้งแชบ๊วย	230	Cheevaporn *et al.* (2000)
	ปูม้า	440	
	หมึกกล้วย	330	
	หอยแมลงภู่	160	
	ปลาทรายแดงกระโดง	200	
	ปลาเห็ดโคนจุด	100	
	ปลาสีกุนบั้ง	970	
ปากแม่น้ำระยอง	ปลากระบอก	20	กรมควบคุมมลพิษ (2546)
	ปลาทู	30	
	ปลาทู	*<3*	หมายเหตุ:
	กุ้งแชบ๊วย	30	- ตัวปกติ แทนข้อมูลที่ทำการสำรวจปี พ.ศ.2541
	กุ้งตะกาด	<3	- ตัวเอียง แทนข้อมูลที่ทำการสำรวจปี พ.ศ.2542
ปากแม่น้ำปัตตานี	ปลากระบอก	40	
	ปลากระบอก	*<3*	
	ปลาทู	<3	
	ปลากะตัก	<3	
	กุ้งแชบ๊วย	20	
	กุ้งแชบ๊วย	*<3*	
	กุ้งตะกาด	20	
ปากแม่น้ำปากพนัง	ปลากระบอก	10	
	ปลาเงือ	20	
	กุ้งแชบ๊วย	40	
ปากแม่น้ำเจ้าพระยา	ปลากระบอก	60	
	ปลาทู	10	
	กุ้งแชบ๊วย	<3	
	กุ้งตะกาด	<3	

3) ทะเลสาบตอนกลาง (หรือทะเลสาบ) อยู่ถัดลงไปถึงบริเวณบ้านปากรอ ต.ปากรอ อ.สิงหนคร จ.สงขลา มีพื้นที่ประมาณ 360 ตารางกิโลเมตร ลึกเฉลี่ย 2 เมตร มีเกาะแก่งมากมาย เช่น เกาะสี่ เกาะห้า (ซึ่งเป็นสัมปทานรังนกนางแอ่น) เกาะหมาก เกาะนางคำ ทะเลสาบตอนกลางเชื่อมต่อกับทะเลสาบตอนนอกโดยคลองหลวงและอ่าวท้องแบน มีคลองพรุพ้อ คลองพานไทร และคลองป่าบอน ระบายน้ำลงสู่ทะเลสาบตอนกลาง ทะเลสาบช่วงนี้มีระบบนิเวศที่เป็นทั้งน้ำจืดและน้ำกร่อย ค่าความเค็มอยู่ในช่วง 0-20 psu

4) ทะเลสาบตอนนอก (หรือทะเลสาบสงขลา) เริ่มจากบ้านปากรอ ไปจนถึงจุดที่เชื่อมต่อกับอ่าวไทยที่ปากร่องน้ำทะเลสาบสงขลา มีพื้นที่ประมาณ 182 ตารางกิโลเมตร ลึกเฉลี่ยไม่ถึง 2 เมตร ยกเว้นบริเวณปากร่องน้ำทะเลสาบ ซึ่งเป็นช่องทางเดินเรือจะลึกประมาณ 12-14 เมตร คลองที่ระบายน้ำลงสู่ทะเลสาบตอนนอก ได้แก่ คลองอู่ตะเภา คลองรัตภูมิ คลองบางโหนด คลองพะวง เป็นต้น ทะเลสาบส่วนนี้ได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลงมากกว่าส่วนอื่น ค่าความเค็มอยู่ในช่วง 20-30 psu ในฤดูแล้ง และเกือบเป็นศูนย์ในฤดูฝน ทะเลสาบส่วนนี้มีการวางเครื่องมือประมงประเภทไซนั่งและโพงพางเกือบทั้งทะเลสาบ ทางตอนใต้มีพื้นที่ป่าชายเลนปกคลุมโดยทั่วแต่ปัจจุบันถูกเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่อยู่อาศัยและพื้นที่เพาะเลี้ยงกุ้งและสัตว์น้ำชายฝั่ง (อาแว มะแส และคณะ, 2548)

แม้ว่าการขยายตัวของเมืองหลักอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม จะก่อให้เกิดการปนเปื้อนของปรอทและไปสะสมอยู่ในทะเลสาบซึ่งเป็นแอ่งรับน้ำก่อนออกสู่ทะเล แต่การปนเปื้อนปรอทในทะเลสาบสงขลาอาจมีค่าสูงจากสาเหตุธรรมชาติ อาทิ จากการผุกร่อนของหิน (ไตรภพ ผ่องสุวรรณ และดรุณี ผ่องสุวรรณ, 2545) นอกจากนี้จากการศึกษาของ Sompongchaiyakul and Sirinawin (2005) พบว่าตะกอนจากทะเลน้อยซึ่งเป็นบริเวณที่มีการปนเปื้อนจากการขยายของตัวเมืองและอุตสาหกรรมน้อยที่สุดในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา กลับมีปรอทสะสมอยู่ในปริมาณที่สูงกว่าในทะเลสาบสงขลาอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เพราะว่าตะกอนทะเลน้อยมีสารอินทรีย์สะสมอยู่สูงมาก

1.9 ลักษณะทางนิเวศวิทยาและความหลากหลายของชนิดพันธุ์สัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลา

ลักษณะทางนิเวศวิทยาของสิ่งมีชีวิตในทะเลสาบสงขลา ไม่ว่าเป็นพืชหรือสัตว์ พบว่ามีลักษณะแตกต่างกันไปในแต่ละตอน ทำให้อุปนิสัยการกินอาหารของสัตว์น้ำแตกต่างกันด้วย (ประดิษฐ์ มีสุข และสัชญา เบญจกุล, 2541) โดยทั่วไปแล้ว สามารถแบ่งสัตว์น้ำตามอุปนิสัยการกินอาหารได้ 4 ประเภท (สุภาพร สุกสีเหลือง, 2538) คือ

1. สัตว์กินแพลงก์ตอน (plankton feeder) เป็นสัตว์ที่กินแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็กที่อยู่ในน้ำและพืชก้นบ่อเป็นอาหาร เช่น ปลาสลิด ปลาซ่ง (หัวโต) ปลาเกล็ดเงิน กุ้ง ปู เป็นต้น

2. สัตว์กินพืช (herbivores) ได้แก่ สัตว์น้ำที่กินพืชขนาดเล็ก และขนาดกลางที่อยู่ในน้ำและตามขอบบ่อ เช่น ปลาตะเพียนขาว ปลาเฉา ปลาแรด เป็นต้น

3. สัตว์กินเนื้อ (carnivores) ได้แก่ สัตว์ที่ล่าสัตว์ที่มีขนาดเล็กกว่าหรืออ่อนแอกว่ากินเป็นอาหาร เช่น ปลาช่อน ปลาฉลาม ปลาเทราท์ ปลาเฉาดำ กบ จระเข้ เป็นต้น

4. สัตว์กินพืชและเนื้อสัตว์ (omnivores) โดยกินพืชและเนื้อสัตว์ที่อยู่ในน้ำหรือกินซากเน่าเปื่อยที่อยู่บริเวณก้นบ่อ เช่น ปลายี่สกไทย ปลาสวาย ปลานิล และหอย เป็นต้น

จากสภาพทางกายภาพที่หลากหลายทำให้ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลามีความหลากหลายของพันธุ์สัตว์น้ำสูง (มูลนิธิสารานุกรมวัฒนธรรมไทย ธนาคารไทยพานิชย์, 2542) แบ่งกลุ่มสัตว์น้ำตาลักษณะทางนิเวศวิทยาได้ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่อาศัยอยู่ในแหล่งหนึ่งแหล่งใดอย่างถาวร, กลุ่มที่อพยพเพื่อหาอาหารและการสืบพันธุ์ และกลุ่มที่พลัดหลงผ่านมาเป็นการชั่วคราว ตารางที่ 1-6 แสดงประเภทสัตว์น้ำที่พบ จำแนกตามพื้นที่ (อาแว มะแส และคณะ, 2548)

ตารางที่ 1-6 สัตว์น้ำที่พบในทะเลสาบสงขลาจำแนกตามพื้นที่

พื้นที่	ชนิดเด่น	ชนิดรอง
ทะเลน้อย	ปลาสลาด ปลาหมอช้างเหยียบ ปลาแขยง ปลาเนื้ออ่อน กุ้งน้ำจืด	ปลาบู่จาก ปลาช่อน
ทะเลสาบตอนใน	ปลากดทะเล ปลามะลิ	ปลาตะเพียน
ทะเลสาบตอนกลาง	ปลากดทะเล ปลาแป้น ปลาโคก ปลาดุกทะเล	ปลากะตัก ปลาตะกรับ
ทะเลสาบตอนนอก	กุ้งตะกาด ปลากระบอก ปลาแป้น ปลากะพงขาว ปลาช่อนทราย กุ้งทะเลชนิดต่างๆ	ปลากะพงข้างปาน ปลาอีคุด ปลาสีกุน

ที่มา : อาแว มะแส และคณะ (2548)

1.10 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาปริมาณปรอทที่สะสมในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำที่อาศัยในทะเลสาบสงขลาตามชนิดและลักษณะการกินอาหารของสัตว์น้ำนั้น ตลอดจนคำนวณหาปริมาณปลอดภัยที่สามารถบริโภคได้ต่อคนต่อหน่วยเวลา

1.11 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบระดับของปรอทที่สะสมในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลา และทราบปริมาณที่ปลอดภัยในการบริโภค นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้สามารถใช้ร่วมกับข้อมูลพื้นฐานอื่นๆ เพื่อนำไปสู่การจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อลดปัญหาการปนเปื้อนของปรอทในทะเลสาบสงขลา

บทที่ 2

วิธีการวิจัย

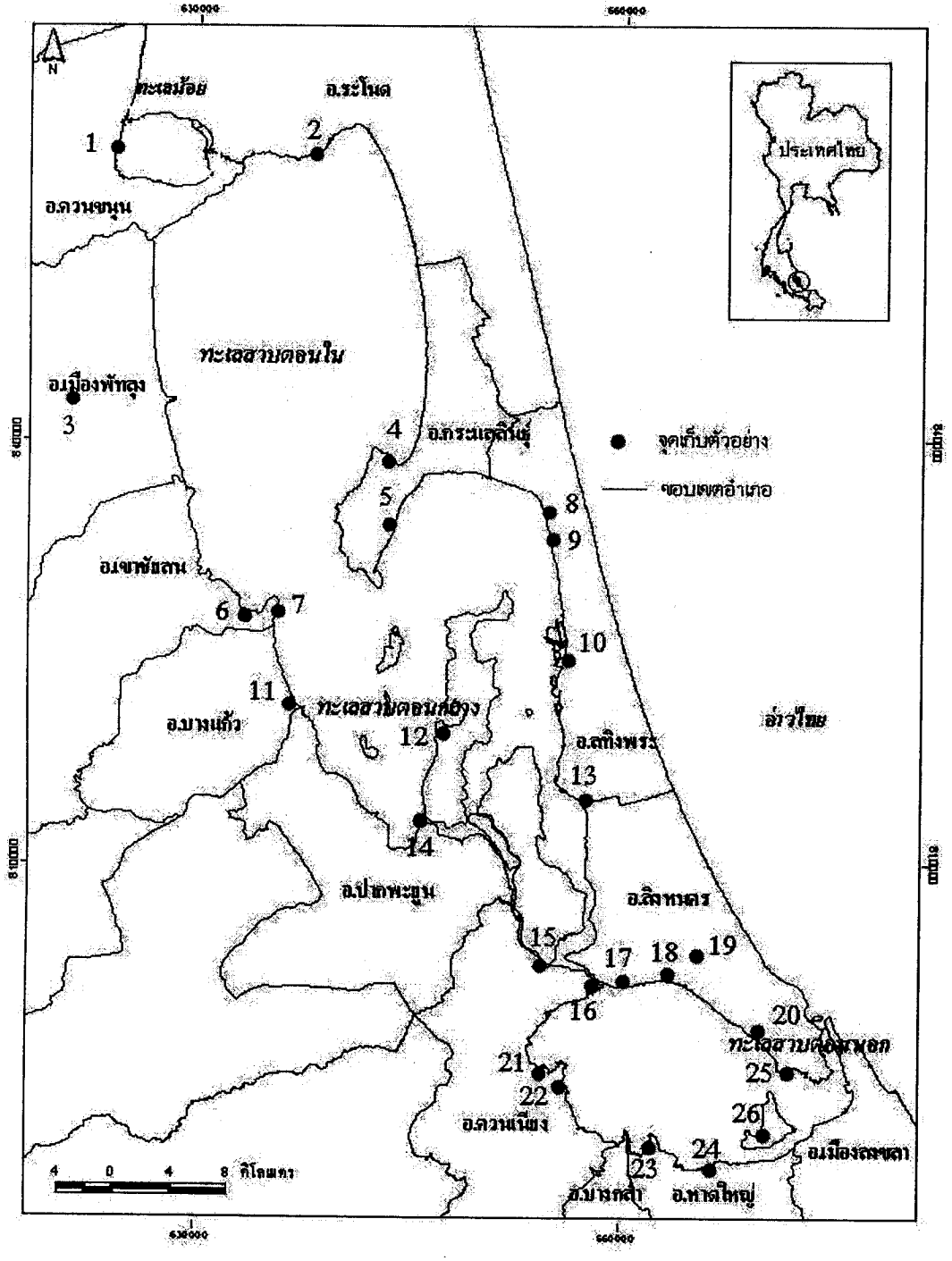
2.1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

เก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลในเอกสารวิชาการต่างๆ เกี่ยวกับสารปรอท เช่น แหล่งกำเนิดของปรอทในสิ่งแวดล้อม การสะสมปรอทในสัตว์น้ำและห่วงโซ่อาหาร และการสะสมของปรอทในสิ่งมีชีวิตในน้ำในทะเลสาบสงขลาและบริเวณอื่นๆ

เก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลในเอกสารวิชาการต่างๆ เกี่ยวกับลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาและชนิดของสัตว์น้ำหลักที่จับได้จากทะเลสาบสงขลา ซึ่งเป็นสัตว์น้ำที่พบเห็นทั่วไป และมีข้อมูลเกี่ยวกับประวัติ และชีววิทยาที่เกี่ยวข้อง เช่น การกินอาหาร ถิ่นที่อยู่ เป็นต้น

2.2 การสุ่มเก็บตัวอย่างและวิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง

ในการศึกษาครั้งนี้ เก็บตัวอย่างครอบคลุมพื้นที่ทะเลสาบสงขลาทั้ง 4 ส่วน คือ ทะเลน้อย ทะเลสาบตอนใน ทะเลสาบตอนกลาง และทะเลสาบตอนนอก โดยเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำรวม 6 ครั้ง ครอบคลุมระยะเวลา 1 ปี ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2547 ถึง กรกฎาคม พ.ศ. 2548 โดยความอนุเคราะห์ของสถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สำนักวิจัยและพัฒนาชายฝั่ง สงขลา ให้ติดตามไปเก็บตัวอย่างพร้อมกับเจ้าหน้าที่กลุ่มงานวิจัยระบบและการจัดการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ซึ่งดำเนินการสำรวจสัตว์น้ำภายใต้ “โครงการฟาร์มทะเลในทะเลสาบสงขลา การฟื้นฟูทรัพยากรประมงโดยชุมชน” โดยมีสถานีเก็บตัวอย่างรอบทะเลสาบสงขลารวมทั้งสิ้น 26 จุด ดังรูปที่ 2-1 รายละเอียดของแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างแสดงไว้ในตารางที่ 2-1 เก็บตัวอย่างสัตว์น้ำจากท่าขึ้นสัตว์น้ำ ผู้รับซื้อสัตว์น้ำ ตลาดสด และบ้านชาวประมงที่ทำประมงในทะเลสาบ โดยทำการสอบถามถึงแหล่งที่จับสัตว์น้ำนั้นๆ ก่อนเก็บตัวอย่างทุกครั้ง

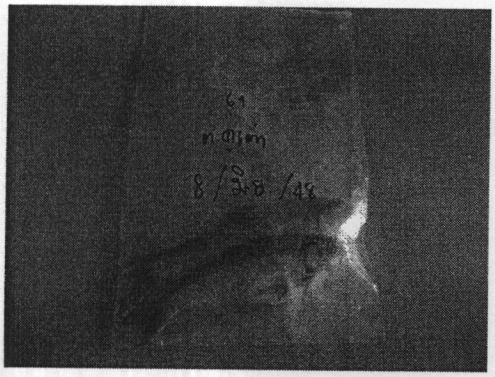


รูปที่ 2-1 ตำแหน่งสถานีเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำ (ท่าขึ้นสัตว์น้ำ ผู้รับซื้อสัตว์น้ำ ตลาดสด และบ้านชาวประมง)

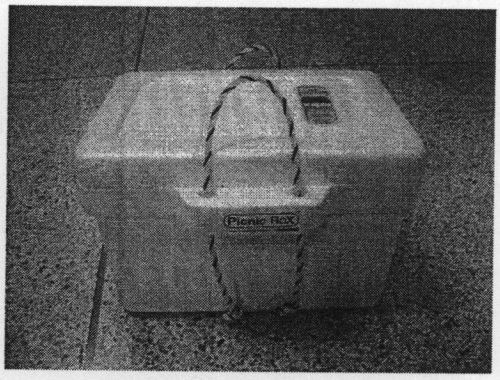
ตารางที่ 2-1 สถานีเก็บตัวอย่างและเดือนที่เก็บตัวอย่างในแต่ละสถานี

สถานี	สถานที่	พ.ศ. 2547			พ.ศ. 2548		
		สิงหาคม	กันยายน	พฤศจิกายน	มีนาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม
1	ผู้รับซื้อใน ต.ทะเลน้อย จ.พัทลุง		✓	✓	✓	✓	✓
2	ผู้รับซื้อใน ต.บ้านขาว จ.พัทลุง	✓					
3	ตลาดพัทลุง จ.พัทลุง	✓				✓	✓
4	ผู้รับซื้อใน ต.เกาะใหญ่ จ.สงขลา		✓			✓	
5	ผู้รับซื้อใน ต.เกาะใหญ่ จ.สงขลา		✓			✓	
6	ผู้รับซื้อใน ต.จองถนน จ.พัทลุง		✓	✓	✓	✓	✓
7	ผู้รับซื้อใน ต.จองถนน จ.พัทลุง		✓	✓	✓	✓	✓
8	ผู้รับซื้อใน ต.คลองรี จ.สงขลา	✓			✓		
9	บ้านผู้รับซื้อใน ต.คลองรี จ.สงขลา	✓			✓		
10	บ้านผู้รับซื้อใน ต.ดูขุด จ.สงขลา	✓	✓	✓	✓	✓	
11	ผู้รับซื้อใน ต.นาปะขอ จ.พัทลุง			✓		✓	✓
12	ผู้รับซื้อใน ต.ปากพะยูน จ.พัทลุง	✓	✓	✓	✓	✓	
13	ผู้รับซื้อใน ต.ท่าหิน จ.สงขลา				✓		
14	ตลาดปากพะยูน จ.พัทลุง	✓	✓	✓		✓	✓
15	ผู้รับซื้อใน ต.ควนโส จ.สงขลา		✓	✓			✓
16	ผู้รับซื้อใน ต.ควนโส จ.สงขลา		✓	✓			✓
17	ผู้รับซื้อใน ต.ควนโส จ.สงขลา		✓	✓			✓
18	ผู้รับซื้อใน ต.ปากรอ จ.สงขลา		✓				
19	ผู้รับซื้อใน ต.ป่าขาด จ.สงขลา		✓	✓		✓	
20	ผู้รับซื้อใน ต.สทิงหม้อ จ.สงขลา				✓		
21	ผู้รับซื้อใน ต.รัตภูมิ จ.สงขลา	✓					
22	ผู้รับซื้อใน ต.รัตภูมิ จ.สงขลา	✓					
23	ผู้รับซื้อใน ต.คูเต่า จ.สงขลา	✓	✓	✓	✓	✓	
24	ตลาดคูเต่า จ.สงขลา	✓					✓
25	ผู้รับซื้อใน บ้านท่าเสา จ.สงขลา	✓		✓	✓	✓	
26	ผู้รับซื้อใน บ้านท่าเสา จ.สงขลา	✓		✓	✓	✓	

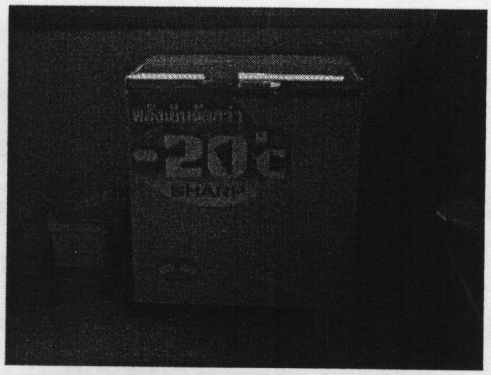
วิธีการเก็บและเก็บรักษาตัวอย่างสัตว์น้ำ ดัดแปลงจากวิธีของคณะอนุกรรมการแก้ไขปัญหาการวิเคราะห์สารเป็นพิษ (2530) โดยการเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำ บรรจุสัตว์น้ำลงถุงพลาสติกสะอาด แยกตามชนิดและขนาด (รูปที่ 2-2ก) ปิดผนึกสนิท บันทึกวันที่ สถานี และชื่อสามัญตามภาษาท้องถิ่นของสัตว์น้ำชนิดนั้น เก็บรักษาตัวอย่างในลังโฟมบรรจุน้ำแข็งแห้ง นำกลับมายังห้องปฏิบัติการ (รูปที่ 2-2ข) เมื่อกลับมาถึงห้องปฏิบัติการแล้วเก็บรักษาด้วยการแช่แข็งที่อุณหภูมิ –20°C ในตู้แช่แข็ง (รูปที่ 2-2ค) จนกว่าจะนำมาชำแหละและวิเคราะห์ทางเคมี



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 2-2 การเก็บรักษาตัวอย่าง

(ก) การเก็บตัวอย่างใส่ถุงพลาสติกปิดสนิท บันทึกเวลาและสถานีเก็บตัวอย่าง

(ข) การเก็บรักษาในลังโฟมบรรจุน้ำแข็งแห้ง

(ค) การเก็บรักษาด้วยการแช่แข็งที่อุณหภูมิ –20°C ในตู้แช่แข็ง

2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องมือหาตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม ยี่ห้อ Garmin รุ่น GPS 12
2. เครื่องวิเคราะห์ปริมาณปรอทแบบโฟลอินเจคชัน (Flow Injection Mercury Analyzer) ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่น FIMS 400
3. เครื่องเขย่าผสมสารละลาย ยี่ห้อ Vortex-Genie2 รุ่น G-560E
4. เตาให้ความร้อนแบบ block heater ยี่ห้อ Selecta®
5. ปากคีบพลาสติก
6. แผ่นพลาสติกสะอาด
7. ปากกากันน้ำ
8. ถุงพลาสติกและถุงซิปสำหรับเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำ
9. มีดแสตนเลส
10. เขียงพลาสติก
11. ถังน้ำแข็ง
12. ตู้ Freezer ยี่ห้อ SHARP
13. เครื่องหมุนเหวี่ยงแบบมีเครื่องทำความเย็น (refrigerated centrifuge) ยี่ห้อ TOMY SEIKO รุ่น Rf-20IV
14. ตู้ปลอดฝุ่น (laminar flow cabinet) Class 100
15. หลอดแก้วทดลองขนาด 25 มิลลิลิตร
16. หลอดเซนตริฟิวก์ (centrifuge tube) พลาสติกขนาด 10 มิลลิลิตร
17. บีกเกอร์ขนาดต่างๆ สำหรับการวิเคราะห์
18. เครื่องชั่งแบบ analytical balance ความละเอียด 2 ยี่ห้อ METTLER TOLEDO รุ่น PB3002-S และ 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ METTLER TOLEDO รุ่น AB104-S
19. ปิเปต (pipet) และไมโครปิเปต (micropipet)

2.4 สารเคมี

1. Sulfuric acid (H_2SO_4)
2. Nitric acid (HNO_3)
3. Potassium permanganate ($KMnO_4$)
4. Potassium persulfate ($K_2S_2O_8$)

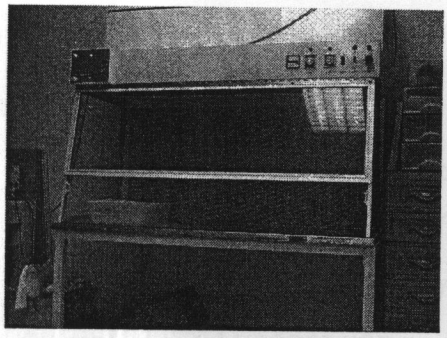
5. Hydroxylamine hydrochloride ($NH_2OH{\cdot}HCl$)
6. Sodium borohydride ($NaBH_4$)
7. Hydrochloric acid (HCl)
8. Mercuric chloride ($HgCl_2$)
9. น้ำปราศจากไอออน (Deionized water) (>18MΩ)

2.5 การเตรียมอุปกรณ์และเครื่องแก้ว

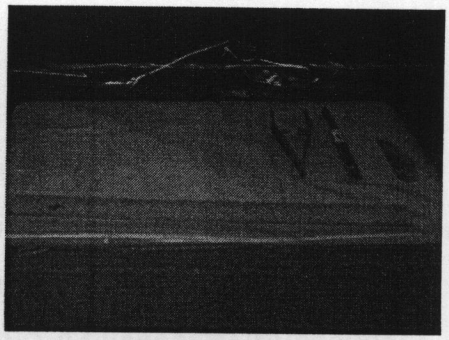
อุปกรณ์และเครื่องแก้วที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ล้างให้สะอาดด้วยดีเทอเจนต์ (detergent) และแช่ใน 10% HNO_3 ไม่ต่ำกว่า 24 ชั่วโมง จากนั้นล้างด้วยน้ำปราศจากไอออน (>18MΩ) จนหมดฤทธิ์กรด ผึ่งให้แห้งในตู้ปราศจากฝุ่น และเก็บไว้ในถุงพลาสติกจนกว่าจะใช้งาน

2.6 การชำแหละตัวอย่าง

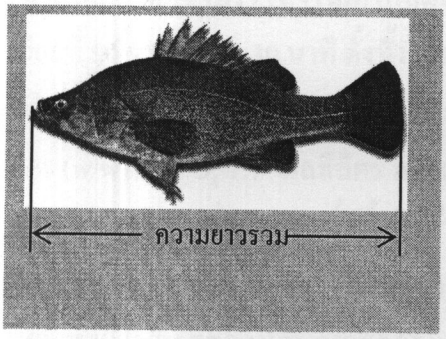
1. นำตัวอย่างที่แช่แข็งมาละลายที่อุณหภูมิห้อง ขั้นตอนต่างๆ หลังจากนี้ทำภายใต้บรรยากาศที่ปราศจากฝุ่น ในตู้ปลอดฝุ่น Class 100 (รูปที่ 2-3ก)
2. ปูแผ่นพลาสติกสะอาดกั้นระหว่างผิวสัมผัสกับตัวอย่างก่อนวางตัวอย่างลงทุกครั้ง (รูปที่ 2-3ข) ชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งความละเอียด 2 ตำแหน่ง และวัดความยาวรวมของตัวอย่าง (รูปที่ 2-3ค)
3. จำแนกชนิดสัตว์น้ำและศึกษาเรื่องอนุกรมวิธาน โดยอ้างอิงและค้นคว้าจาก
   - มูลนิธิสารานุกรมวัฒนธรรมไทย ธนาคารไทยพานิชย์ (2542)
   - กรมประมง (2535)
   - สุรศักดิ์ วงศ์กิตติเวช (2543)
   - ประวิทย์ สุรนีรนารถ (2548)
   - Bruin *et al.* (2005)
   - Fish Base (2005)
4. ทำความสะอาดตัวอย่างด้วยน้ำปราศจากไอออน (>18MΩ) และซับตัวอย่างให้แห้ง แล่เอาแต่เฉพาะเนื้อเยื่อของตัวอย่างด้วยมีดสแตนเลสสตีล (รูปที่ 2-3ง) ขณะทำการแล่ตัวอย่างสวมถุงมือพลาสติก
5. เก็บตัวอย่างที่แล่แล้วใส่ถุงซิปสะอาด (รูปที่ 2-3จ) เก็บรักษาด้วยการแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20°C จนกว่าจะวิเคราะห์ทางเคมี



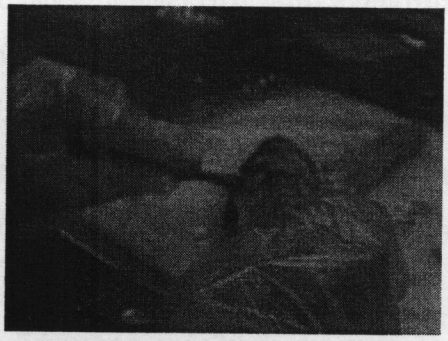
(ก)



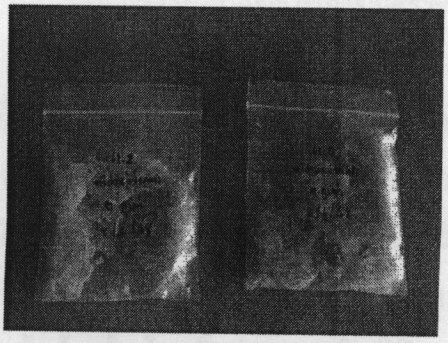
(ข)



(ค)



(ง)



(จ)

รูปที่ 2-3 การเตรียมตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

(ก) ตู้ปลอดฝุ่น (laminar flow cabinet)

(ข) ปูแผ่นพลาสติกสะอาดกั้นระหว่างผิวสัมผัสกับตัวอย่าง

(ค) วัดหาความยาวรวม (total length)

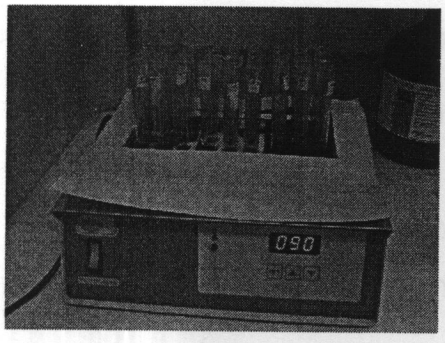
(ง) แล่ตัวอย่างด้วยมีดสแตนเลสสตีล (stainless steel)

(จ) เก็บตัวอย่างที่แล่แล้วใส่ถุงซิปสะอาด ก่อนเก็บรักษาโดยแช่ในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -20°C

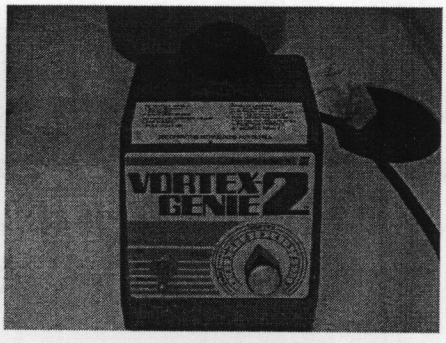
2.7 การวิเคราะห์ปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำ

ดัดแปลงจากวิธีการ AOAC (1990)

1. นำตัวอย่างออกจากตู้แช่แข็งเพื่อละลายน้ำแข็ง
2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างสดประมาณ 0.5 กรัม ด้วยเครื่องชั่งความละเอียด 2 ตำแหน่ง จดบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน บรรจุลงในหลอดทดลองขนาด 25 มิลลิลิตร
3. เติม conc. H_2SO_4 1 มิลลิลิตร และ conc. HNO_3 0.5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง
4. นำหลอดทดลองบรรจุลงในเตาหลุมแบบ block heater (รูปที่ 2-4ก) ตั้งอุณหภูมิในการย่อยที่ 90-95°C นาน 30 นาที ตั้งทิ้งให้ตัวอย่างเย็นลง
5. เติมน้ำปราศจากไอออน (>18MΩ) 2.5 มิลลิลิตร, 5% (w/w) $KMnO_4$ 2.5 มิลลิลิตร และ 5% (w/w) $K_2S_2O_8$ 1.7 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่าผสมสารละลาย (รูปที่ 2-4ข) ตั้งทิ้งไว้ข้ามคืนที่อุณหภูมิห้องเพื่อให้ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) เกิดขึ้นสมบูรณ์ ในขั้นตอนนี้ตัวอย่างจะมีตะกอนสีม่วงเข้มออกดำ
6. หลังทิ้งค้างคืน ตะกอนสีม่วงจะตกตะกอนที่ก้นหลอด จะยังไม่เติมสารละลายใดๆ ลงไปอีก จนกว่าจะเปิดเครื่อง และจัดเตรียมอุปกรณ์ในการวิเคราะห์เสร็จ
7. ก่อนการวิเคราะห์ตัวอย่างเติม 1 มิลลิลิตร 10% (w/w) $NH_2OH{\cdot}HCl$ เพื่อรีดิวซ์ (reduce) $KMnO_4$ ส่วนเกินซึ่งเหลือจากปฏิกิริยา ปรับปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร ในขั้นตอนนี้ตะกอนสีม่วงเข้มจะละลายหายไป และได้สารละลายใสแต่อาจมีตะกอนแขวนลอยอยู่
8. กำจัดตะกอนโดยนำหลอดตัวอย่างไปหมุนเหวี่ยงในเครื่องหมุนเหวี่ยง (รูปที่ 2-4ค) ตั้งความเร็วในการหมุนเหวี่ยงที่ 3000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที จะได้สารละลายใส
9. ชักตัวอย่างที่สกัดแล้วด้วยไมโครปิเปตมา 2 มิลลิลิตร เจือจางด้วย 3% (v/v) HCl 6 มิลลิลิตร ทำการวิเคราะห์ปรอททันที
10. วิเคราะห์ปรอทโดยเติมสารละลาย 0.4% (v/v) $NaBH_4$ ใน 0.5% (v/v) NaOH 150 มิลลิลิตร เพื่อรีดิวซ์ปรอทในรูปต่างๆ ที่ละลายอยู่ในสารละลายให้เป็นไอปรอท (Hg^0) และนำไปวิเคราะห์ปริมาณปรอทด้วยเทคนิคอะตอมมิกแอบซอบชันแบบไอเย็น (coldvapour atomic absorption) ทันที
11. ใช้ก๊าซอาร์กอน (argon; Ar) ไล่ไอปรอทที่เกิดขึ้นให้เข้าเครื่องวิเคราะห์ปริมาณปรอท Perkin Elmer FIMS 400 (รูปที่ 2-4ง)

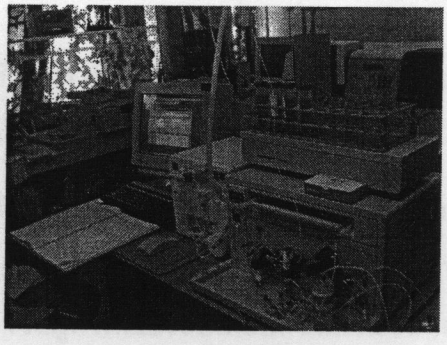


(ก)



(ข)

(ค)



(ง)

รูปที่ 2-4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์สารปรอทในห้องปฏิบัติการ

(ก) Block heater ยี่ห้อ Selecta®

(ข) เครื่องเขย่าผสมสารละลาย ยี่ห้อ Vortex-Genie2 รุ่น G-560E

(ค) เครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuge) ยี่ห้อ TOMY SEIKO รุ่น Rf-20IV

(ง) เครื่อง Atomic absorption spectrometry ชนิดไอเย็น ซึ่งออกแบบเฉพาะสำหรับการวัดปรอท หรือเรียกว่า mercury analyzer ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่น FIMS 400

2.8 การควบคุมคุณภาพในการวิเคราะห์ตัวอย่าง

การควบคุมคุณภาพในการวิเคราะห์ตัวอย่าง ทำโดยวิเคราะห์สารอ้างอิงมาตรฐาน (certified reference material: CRM) TORT-2 (lobster hepatopancreas) ของ National Research Council of Canada ค่าที่วิเคราะห์ได้จะต้องอยู่ในช่วง 0.27±0.06 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง เพื่อยืนยันความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์ที่ได้แสดงในตารางที่ 2-2

2.9 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยจำแนกกลุ่มสัตว์น้ำ ตามพฤติกรรมการกินอาหาร และสร้างสายใยอาหารในทะเลสาบสงขลาจากข้อมูลสัตว์น้ำที่ได้

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติใช้สถิติเชิงพรรนา (descriptive statistics) วิเคราะห์หาค่าต่ำสุด (minimum), ค่าสูงสุด (maximum), ค่าเฉลี่ย (mean), ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) และค่ามัธยฐาน (median) ของข้อมูล เพื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของปรอทในแต่ละประเภทของสัตว์น้ำและในแต่ละถิ่นที่อาศัยของสัตว์น้ำและแสดงผลด้วย "Box Plot" ซึ่งเป็นเทคนิคที่ให้รายละเอียดเกี่ยวกับการแจกแจงของข้อมูล โดยเส้นหนาตรงกลางกล่องแสดงค่ามัธยฐาน เส้นล่างของกล่องแสดงเปอร์เซ็นไทล์ที่ 25 เส้นบนของกล่องแสดงเปอร์เซ็นไทล์ที่ 75 และสำหรับเครื่องหมายวงกลมเปิด (o) แสดงข้อมูลที่มีค่าระหว่าง 1.5 ถึง 3 เท่าของความกว้างของกล่อง และเครื่องหมายดอกจัน (*) แสดงข้อมูลที่มีค่ามากกว่า 3 เท่าของความกว้างของกล่อง

บทที่ 3

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

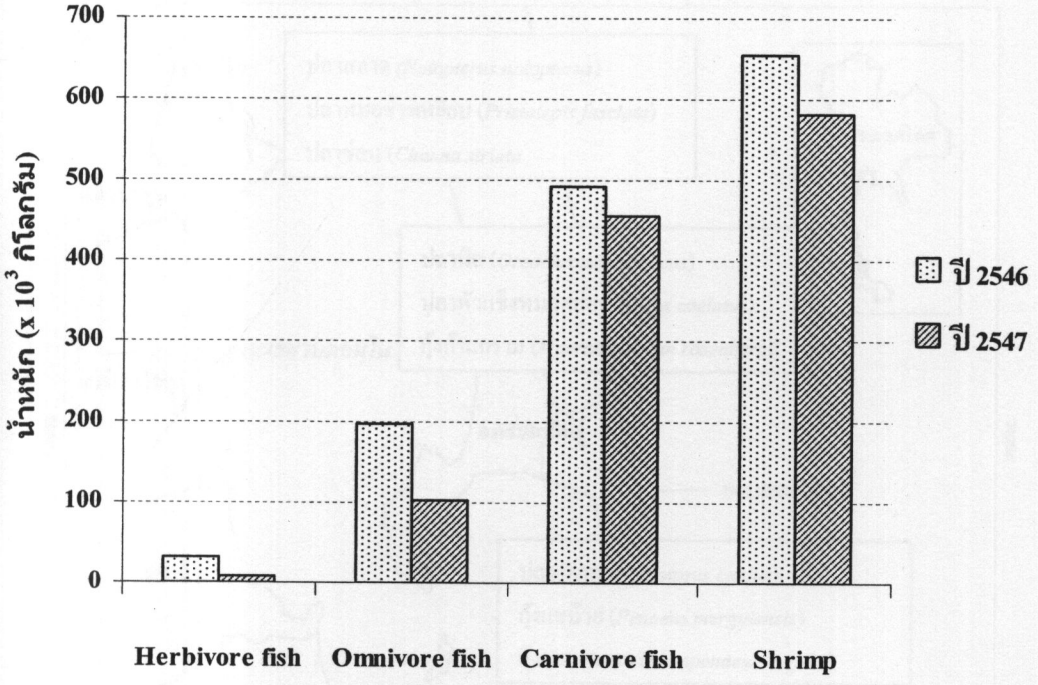
3.1 ปริมาณสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลา

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำ ที่จับจากทะเลสาบสงขลา 6 ครั้ง จาก 26 สถานี รอบทะเลสาบสงขลา ครอบคลุมระยะเวลา 1 ปี ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2548 ได้สัตว์น้ำ 218 ตัวอย่าง จำแนกชนิดได้ทั้งสิ้น 55 ชนิด แบ่งออกเป็นปลากินพืช 3 ชนิด (9 ตัวอย่าง), ปลากินทั้งพืชและสัตว์ 10 ชนิด (36 ตัวอย่าง), ปลากินสัตว์ 34 ชนิด (119 ตัวอย่าง) และกุ้ง 8 ชนิด (54 ตัวอย่าง)

ข้อมูลทางชีววิทยา, ชื่อสามัญไทย, ชื่อสามัญอังกฤษ, ชื่อวิทยาศาสตร์ และพื้นที่ในทะเลสาบสงขลาที่จับสัตว์น้ำเหล่านี้ได้ แสดงในตารางที่ 3-1 รูปร่างหน้าตาของสัตว์น้ำแต่ละประเภท คือ ปลากินพืช ปลากินพืชและสัตว์ ปลากินสัตว์ และกุ้งที่จับได้ในการศึกษาครั้งนี้ แสดงไว้ในรูป ก-1 ถึง ก-4 ในภาคผนวก ก

ปริมาณสัตว์น้ำรายเดือนจากท่าขึ้นสัตว์น้ำรอบทะเลสาบสงขลา สำรวจโดยกลุ่มงานวิจัยและการจัดการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ในปี พ.ศ. 2546 และ พ.ศ. 2547 พบว่าปริมาณสัตว์น้ำรวมทั้งปี ในแต่ละประเภทในปี พ.ศ. 2547 ส่วนใหญ่มีปริมาณลดลงกว่าในปี พ.ศ. 2546 โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาที่มีขนาดใหญ่ ส่งผลให้ผลผลิตรวมของสัตว์น้ำจากทะเลสาบสงขลาในปี พ.ศ. 2547 ต่ำกว่า พ.ศ. 2546 ดังแสดงในรูปที่ 3-1 รายละเอียดในตาราง ข-1 และ ข-2 ในภาคผนวก ข

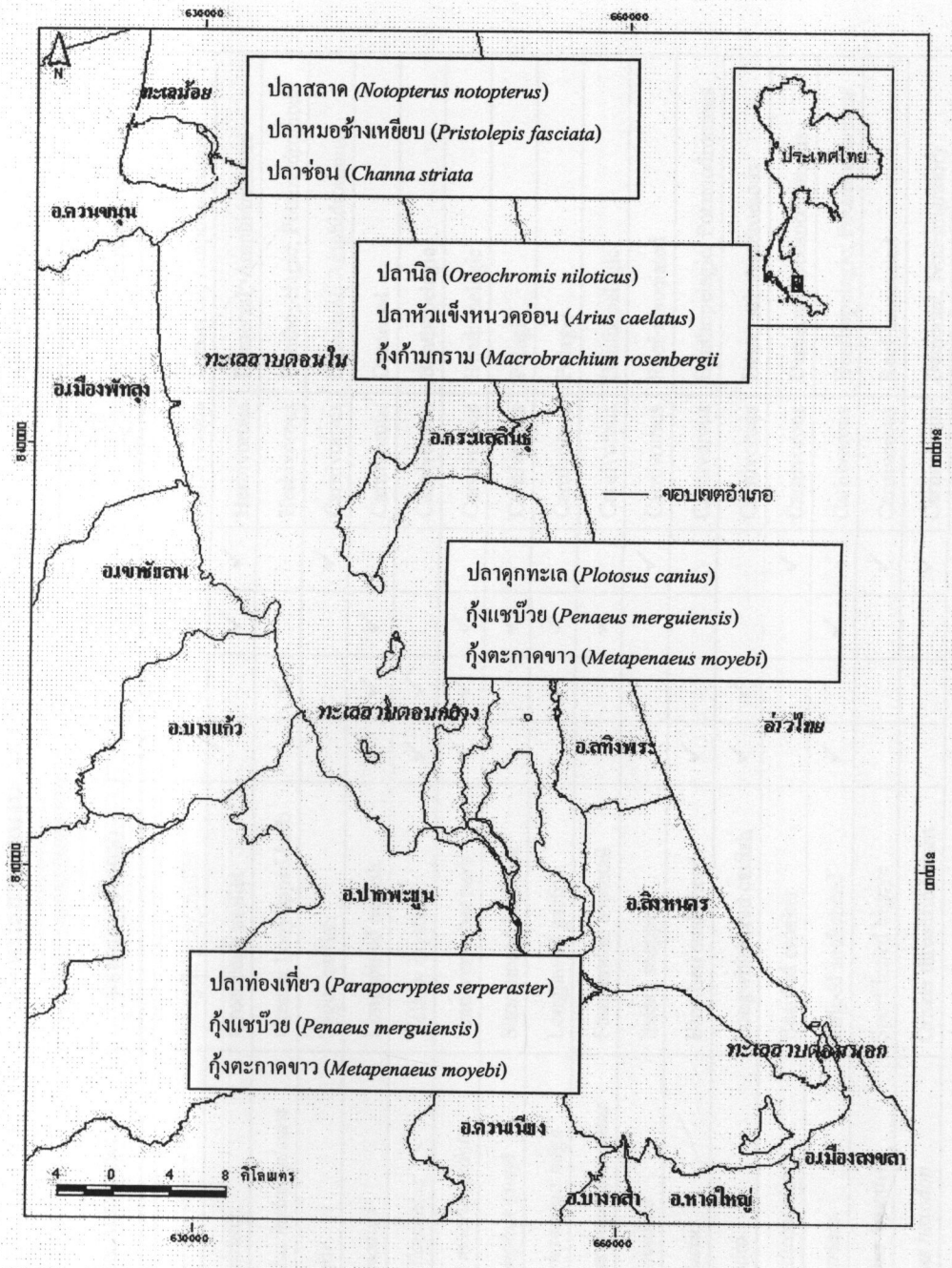
ตัวอย่างที่ผู้วิจัยได้ร่วมเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำเพื่อนำมาวิเคราะห์ปรอท ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ร่วมออกเก็บตัวอย่างกับทีมงานจากกลุ่มงานวิจัยและการจัดเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ในเดือนสิงหาคม, กันยายน, พฤศจิกายน, พ.ศ. 2547 และเดือนมีนาคม, มิถุนายน, กรกฎาคม พ.ศ. 2548 ซึ่งรายละเอียดในตารางที่ 3-1



รูปที่ 3-1 ผลผลิตรวมของสัตว์น้ำจากทะเลสาบสงขลาในปี พ.ศ. 2546 และ พ.ศ. 2547

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตัวอย่างสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลา พบว่าแต่ละตอนของทะเลสาบสงขลามีพันธุ์สัตว์น้ำที่พบชุกชุมต่างกัน ดังรูปที่ 3-2 และรายละเอียดดังนี้

- ทะเลน้อย พันธุ์สัตว์น้ำที่พบมาก ได้แก่ ปลาสลาด (*Notopterus notopterus*), ปลาหมอช้างเหยียบ (*Pristolepis fasciata*) และปลาช่อน *(Channa striata)*
- ทะเลสาบตอนบน พันธุ์สัตว์น้ำที่พบมาก ได้แก่ ปลานิล (*Oreochromis niloticus*), ปลาหัวแข็งหนวดอ่อน (*Arius caelatus*) และกุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*)
- ทะเลสาบตอนกลาง พันธุ์สัตว์น้ำที่พบมาก ได้แก่ ปลาดุกทะเล (*Plotosus canius*), กุ้งแชบ๊วย (*Penaeus merguiensis*) และกุ้งตะกาดขาว (*Metapenaeus moyebi*)
- ทะเลสาบตอนนอก พันธุ์สัตว์น้ำที่พบมาก ได้แก่ ปลาท่องเที่ยวเกล็ดใหญ่ (*Parapocryptes serperaster*), กุ้งแชบ๊วย (*Penaeus merguiensis*) และกุ้งตะกาดขาว (*Metapenaeus moyebi*)



รูปที่ 3-2 สัตว์น้ำที่พบชุกชุมในทะเลสาบสงขลาแต่ละตอน

ตารางที่ 3-1 ข้อมูลทางชีวภาพของตัวอย่างสัตว์น้ำที่จับได้จากทะเลน้อยและทะเลสาบสงขลาแต่ละตอน ที่จับในช่วง เดือนสิงหาคม 2547 ถึง เดือนกรกฎาคม 2548 (TN = ทะเลน้อย; IN = ทะเลสาบตอนใน; MD = ทะเลสาบตอนกลาง; OT = ทะเลสาบตอนนอก)

ชื่อสามัญ(ไทย)	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ(อังกฤษ)	พื้นที่ที่พบ				พฤติกรรมการกิน	ถิ่นที่อยู่อาศัย
			TN	IN	MD	OT		
ปลากระบอกขาว	*Valamugil cunnesius*	Longfin gray mullet			✓	✓	Herbivorous	Demersal; Amphidromous
ปลากระบอกดำ	*Liza subviridis*	Greenback mullet			✓	✓	Herbivorous	Demersal; Amphidromous
ปลาพรมหัวเหม็น	*Osteochilus melanopleura*	Greater bonylipped barb		✓			Herbivorous	Benthopelagic; Potamodromous
ปลากดขี้ลิง	*Arius sagor*	Sagor catfish				✓	Carnivorous	Demersal; Amphidromous
ปลากดคันหลาว	*Arius truncatus*	Longspined catfish		✓	✓		Carnivorous	Demersal
ปลากดน้ำจืด, กดเหลือง	*Mystus Filamentus*	Yellow mystus	✓	✓			Carnivorous	Benthopelagic
ปลากระสูบขีด	*Hampala macrolepidota*	Transverse bar barb	✓	✓	✓		Carnivorous	Benthopelagic
ปลากระทุงเหวปากแดง	*Hyporhamphus quoyi*	Short nosed halfbeak			✓		Carnivorous	Pelagic
ปลากระทุงเหวปากยาว	*Rhynchorhamphus naga*	Longjawed garfish			✓		Carnivorous	Pelagic
ปลากะพงหิน	*Datnioides quadrifasciatus*	Fourbanded tripletail			✓		Carnivorous	Benthopelagic
ปลากะพงเหลือง	*Lutjanus madras*	Indian snapper				✓	Carnivorous	Reef-associated
ปลากะสง	*Channa lucius*	Blotched snakehead	✓				Carnivorous	Benthopelagic; Potamodromous
ปลาแขยงหนู	*Mystus gulio*	Longwhiskered catfish	✓	✓			Carnivorous	Demersal; Anadromous
ปลาจวดหน้ามอม	*Johniops dussumieri*	Bearded croaker				✓	Carnivorous	Demersal; Oceanodromous
ปลาช่อน	*Channa striata*	Striped snakehead	✓		✓		Carnivorous	Benthopelagic; Potamodromous
ปลาตาโต, ตาหวาน	*Priacanthus tayenus*	Sportfinned bigeye				✓	Carnivorous	Reef-associated
ปลาทรายแดง	*Nemipterus hexodon*	Ornate threadfin bream				✓	Carnivorous	Demersal; Non-migratory

ตาราง 3-1 (ต่อ)

ชื่อสามัญ (ไทย)	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ(อังกฤษ)	พื้นที่ที่พบ				พฤติกรรมการกิน	ถิ่นที่อยู่อาศัย
			TN	IN	MD	OT		
ปลาทู	*Rastrelliger brachysoma*	Short-mackerel				✓	Carnivorous	Pelagic; Oceanodromous
ปลาเนื้ออ่อน, โอน	*Ompok bimaculatus*	Butter catfish	✓				Carnivorous	Demersal; Potamodromous
ปลาแป้นเล็ก	*Leiognathus brevirostris*	Shortnose ponyfish		✓	✓		Carnivorous	Demersal; Amphidromous
ปลาแป้นใหญ่	*Leiognathus equulus*	Common ponyfish		✓		✓	Carnivorous	Demersal; Amphidromous
ปลาผมนางหน้าตัด	*Alectis indicus*	Threadfin trevally				✓	Carnivorous	Reef-associated
ปลาแมวหัวแหลม	*Thryssa kammalensis*	Kammal thryssa				✓	Carnivorous	Pelagic; Oceanodromous
ปลาแมวหูดำ	*Setipinna melanochir*	Dusky-hairfin anchovy		✓	✓		Carnivorous	Pelagic
ปลาลิ้นควาย, ใบขนุน	*Pseudorhombus arsius*	Largetooth flounder				✓	Carnivorous	Demersal; Oceanodromous
ปลาวัวจมูกสั้น	*Triacanthus biaculeatus*	Short-nosed tripodfish			✓		Carnivorous	Demersal
ปลาสลาด	*Notopterus notopterus*	Gray featherback	✓	✓	✓		Carnivorous	Demersal; Potamodromous
ปลาเสือพ่นน้ำ	*Toxotes chatareus*	Archerfish			✓		Carnivorous	Pelagic; Amphidromous
ปลาหมอช้างเหยียบ	*Pristolepis fasciata*	Striped tiger	✓	✓			Carnivorous	Demersal; Potamodromous
ปลาหมอไทย	*Anabas testudineus*	Climbing perch	✓	✓			Carnivorous	Demersal; Potamodromous
ปลาเห็ดโคน, ทราย	*Sillago sihama*	Silver sillago			✓		Carnivorous	Reef-associated; Amphidromous
ปลาหมอทะเล, หมอเทศ	*Oreochromis mossambicus*	Mozambique tilapia			✓		Carnivorous	Benthopelagic; Amphidromous
ปลาตะกรับ	*Scatophagus argus*	Spotted scat		✓	✓	✓	Carnivorous	Reef-associated; Amphidromous
ปลาท่องเที่ยวเกล็ดใหญ่	*Parapocryptes serperaster*	Largescaled goby			✓	✓	Carnivorous	Demersal; Amphidromous
ปลาหัวแข็งหนวดอ่อน	*Arius caelatus*	Engraved catfish		✓	✓	✓	Carnivorous	Demersal; Amphidromous
ปลาหัวอ่อนหนวดแข็ง	*Osteogeneiosus militaris*	Soldier catfish		✓	✓	✓	Carnivorous	Demersal; Potamodromous

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

ชื่อสามัญ(ไทย)	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ(อังกฤษ)	พื้นที่ที่พบ				พฤติกรรมการกิน	ถิ่นที่อยู่อาศัย
			TN	IN	MD	OT		
ปลาอุบ, คางคกน้ำกร่อย	*Batrachomoeus trispinosus*	Three-spined frogfish			✓	✓	Carnivorous	Reef-associated
ปลาโคก, ตะเพียนน้ำเค็ม	*Anodontostoma chacunda*	Chacunda gizzard shad		✓	✓	✓	Omnivorous	Pelagic; Anadromous
ปลาดอกหมากหน้าสั้น	*Gerres subfasciatus*	Banded silver biddy				✓	Omnivorous	Demersal
ปลาดุกทะเล	*Plotosus canius*	Lagoon catfish		✓	✓		Omnivorous	Demersal; Amphidromous
ปลาดุกน้ำจืด,ดุกอุย	*Clarias macrocephalus*	Marbled walking catfish	✓				Omnivorous	Benthopelagic; Potamodromous
ปลานิล	*Oreochromis niloticus*	Nile tilapia		✓			Omnivorous	Benthopelagic; Potamodromous
ปลาลำปำ, กระแห	*Puntius schwanenfeldii*	Schwanenfeld's barb		✓			Omnivorous	Benthopelagic; Potamodromous
ปลาสลิดหินลายขาว	*Siganus javus*	Streaked spinefoot		✓		✓	Omnivorous	Reef-associated; Oceanodromous
ปลาสลิด	*Trichogaster pectoralis*	Snakeskin gourami	✓				Omnivorous	Benthopelagic; Potamodromous
ปลาสาก, น้ำดอกไม้	*Sphyraena jello*	Banded barracuda				✓	Omnivorous	Reef-associated; Oceanodromous
ปลาข้างลายเกล็ดเล็ก	*Terapon puta*	Twolined therapon				✓	Omnivorous	Benthopelagic; Amphidromous
กุ้งก้ามกราม	*Macrobrachium rosenbergii*	Giant freshwater prawn		✓	✓		Carnivorous	Estuaries and rivers
กุ้งตะกาด	*Metapenaeus affinis*	Jinga shrimp				✓	Carnivorous	Marine and high salinity lagoons
กุ้ง(ไม่มีชื่อสามัญ)	*Metapenaeus elegans*	fine shrimp			✓	✓	Carnivorous	Estuarine
กุ้งตะกาดขาว	*Metapenaeus moyebi*	Moyebi shrimp			✓	✓	Carnivorous	Saline lagoons and estuaries
กุ้งหัวมัน	*Metapenaeus tenuipes*	Stork shrimp			✓	✓	Carnivorous	Saline lagoons and estuaries
กุ้งแชบ๊วย, หางแดง	*Penaeus merguiensis*	Banana prawn			✓	✓	Carnivorous	Estuaries
กุ้งกุลาดำ	*Penaeus monodon*	Giant tiger prawn			✓	✓	Carnivorous	Estuaries and sea
กุ้งกุลาลาย	*Penaeus semisulcatus*	Green tiger prawn				✓	Carnivorous	Salinity lagoons

3.2 ผลการวิเคราะห์สารอ้างอิงมาตรฐาน

จากการวิเคราะห์สารอ้างอิงมาตรฐาน TORT-2 เพื่อยืนยันความถูกต้องของวิธีการที่ใช้ ผลจากการวิเคราะห์ TORT-2 5 ครั้ง แสดงไว้ในตารางที่ 3-2 ค่าเฉลี่ยปรอทใน TORT-2 ที่วิเคราะห์ได้มีค่าเท่ากับ 0.22 ± 0.05 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งยอมรับได้เมื่อเทียบกับค่าที่กำกับมา คือ 0.27 ± 0.06 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง

ตารางที่ 3-2 ผลวิเคราะห์สารอ้างอิงมาตรฐาน (CRM) TORT-2

ครั้งที่	ค่าที่วิเคราะห์ได้ (µg/g dry weight)	% recovery	ค่าที่กำกับมากับ CRM (µg/g dry weight)
1	0.20	74	
2	0.17	63	
3	0.31	115	0.27±0.06
4	0.26	96	
5	0.17	63	
ค่าเฉลี่ย	0.22±0.05	82	

3.3 การปนเปื้อนของปรอทในสัตว์น้ำแต่ละประเภทที่แยกตามพื้นที่ที่จับ

เนื่องจากสัตว์น้ำแต่ละชนิดในทะเลสาบสงขลามีการดำรงชีวิตที่แตกต่างกัน มีธรรมชาติของถิ่นที่อยู่อาศัยแตกต่างกันไป ในการศึกษาครั้งนี้จึงไม่สามารถเก็บตัวอย่างปลาและกุ้งได้ครบทุกชนิดในทุกตอนของทะเลสาบ เมื่อแบ่งประเภทสัตว์น้ำตามถิ่นที่สัตว์น้ำอาศัยอยู่ คือ ทะเลน้อย ทะเลสาบตอนใน ทะเลสาบตอนกลาง และทะเลสาบตอนนอก พบสัตว์น้ำต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 ชนิดและจำนวนของสัตว์น้ำที่พบในทะเลสาบสงขลาแต่ละตอน (ทะเลน้อย: TN, ทะเลสาบตอนใน: IN, ทะเลสาบตอนกลาง: MD และทะเลสาบตอนนอก: OT)

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ทะเลสาบสงขลา			
		TN	IN	MD	OT
ปลากินพืช					
กระบอกดำ	*Liza subviridis*	-	-	1	1
พรมหัวเหม็น	*Osteochilus melanopleura*	-	1	-	-
กระบอกขาว	*Valamugil cunnesius*	-	-	1	5
ปลากินพืชและสัตว์					
โคก, ตะเพียนน้ำเค็ม	*Anodontostoma chacunda*	-	3	7	3
ดุกน้ำจืด, ดุกอุย	*Clarias macrocephalus*	1	-	-	-
ดอกหมากหน้าสั้น	*Gerres subfasciatus*	-	-	-	1
นิล	*Oreochromis niloticus*	-	1	-	-
ดุกทะเล	*Plotosus canius*	-	2	7	-
ลำป่า, กระแห	*Puntius schwanenfeldii*	-	1	-	-
สลิดหินลายขาว	*Siganus javus*	-	1	-	5
สาก, น้ำดอกไม้	*Sphyraena jello*	-	-	-	1
ข้างลายเกล็ดเล็ก	*Terapon puta*	-	-	-	1
สลิด	*Trichogaster pectoralis*	2	-	-	-
ปลากินสัตว์					
ผมนางหน้าตัด	*Alectis indicus*	-	-	-	1
หมอไทย	*Anabas testudineus*	4	1	-	-
หัวแข็งหนวดอ่อน	*Arius caelatus*	-	5	3	6
กดขี้ลิง	*Arius sagor*	-	-	-	1
กดคันหลาว	*Arius truncates*	-	5	1	-
อุบ, คางคกน้ำกร่อย	*Batrachomoeus trispinosus*	-	-	1	1
กะสง	*Channa lucius*	1	-	-	-
ช่อน	*Channa striata*	5	-	4	-
กะพงหิน	*Datnioides quadrifasciatus*	-	-	2	-
กระสูบขีด	*Hampala macrolepidota*	5	2	2	-
กระทุงเหวปากแดง	*Hyporhamphus quoyi*	-	-	1	-
จวดหน้ามอม	*Johniops dussumieri*	-	-	-	1
แป้นเล็ก	*Leiognathus brevirostris*	-	1	1	-
แป้นใหญ่	*Leiognathus equulus*	-	1	-	2
กะพงเหลือง	*Lutjanus madras*	-	-	-	1
กดน้ำจืด, กดเหลือง	*Mystus Filamentus*	1	3	-	-
แขยงหนู	*Mystus gulio*	1	1	-	-

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ทะเลสาบสงขลา			
		TN	IN	MD	OT
ปลากินสัตว์ (ต่อ)					
ทรายแดง	*Nemipterus hexodon*	-	-	-	1
สลาด	*Notopterus notopterus*	5	1	2	-
เนื้ออ่อน, โอน	*Ompok bimaculatus*	2	-	-	-
หมอทะเล, หมอเทศ	*Oreochromis mossambicus*	-	-	2	-
หัวอ่อนหนวดแข็ง	*Osteogeneiosus militaris*	-	5	3	3
ท่องเที่ยวเกล็ดใหญ่	*Parapocryptes serperaster*	-	-	1	4
ตาโต, ตาหวาน	*Priacanthus tayenus*	-	-	-	1
หมอช้างเหยียบ	*Pristolepis fasciata*	4	2	-	-
ลิ้นควาย, ใบขนุน	*Pseudorhombus arsius*	-	-	-	1
ทู	*Rastrelliger brachysoma*	-	-	-	1
กระทุงเหวปากยาว	*Rhynchorhamphus naga*	-	-	2	-
ตะกรับจุด	*Scatophagus argus*	-	1	1	5
แมวหูดำ	*Setipinna melanochir*	-	2	1	-
เห็ดโคน	*Sillago sihama*	-	-	1	-
แมวหัวแหลม	*Thryssa kammalensis*	-	-	-	2
เสือพ่นน้ำ	*Toxotes chatareus*	-	-	1	-
วัวจมูกสั้น	*Triacanthus biaculeatus*	-	-	1	-
กุ้ง					
ก้ามกราม	*Macrobrachium rosenbergii*	-	5	6	-
ตะกาด	*Metapenaeus affinis*	-	-	-	3
M.elegans	*Metapenaeus elegans*	-	-	1	1
ตะกาดขาว	*Metapenaeus moyebi*	-	-	1	2
หัวมัน	*Metapenaeus tenuipes*	-	-	1	1
แชบ๊วย, หางแดง	*Penaeus merguiensis*	-	-	3	11
กุลาดำ	*Penaeus monodon*	-	-	10	4
กุลาลาย	*Penaeus semisulcatus*	-	-	-	5
รวม		31	44	68	75

3.3.1 การปนเปื้อนของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำจากทะเลน้อย

สัตว์น้ำที่เก็บตัวอย่างจากทะเลน้อยมี 31 ตัวอย่างและเป็นตัวอย่างปลาเท่านั้น จำแนกชนิดได้ทั้งสิ้น 11 ชนิด แบ่งออกเป็น ปลากินพืชและสัตว์ 2 ชนิด (3 ตัวอย่าง) และปลากินสัตว์ 9 ชนิด (28 ตัวอย่าง) ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ ค-1 ในภาคผนวก ค และสรุปไว้ในตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 ปริมาณเฉลี่ย (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) และค่ามัธยฐานของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำแต่ละชนิดที่อาศัยในทะเลน้อย

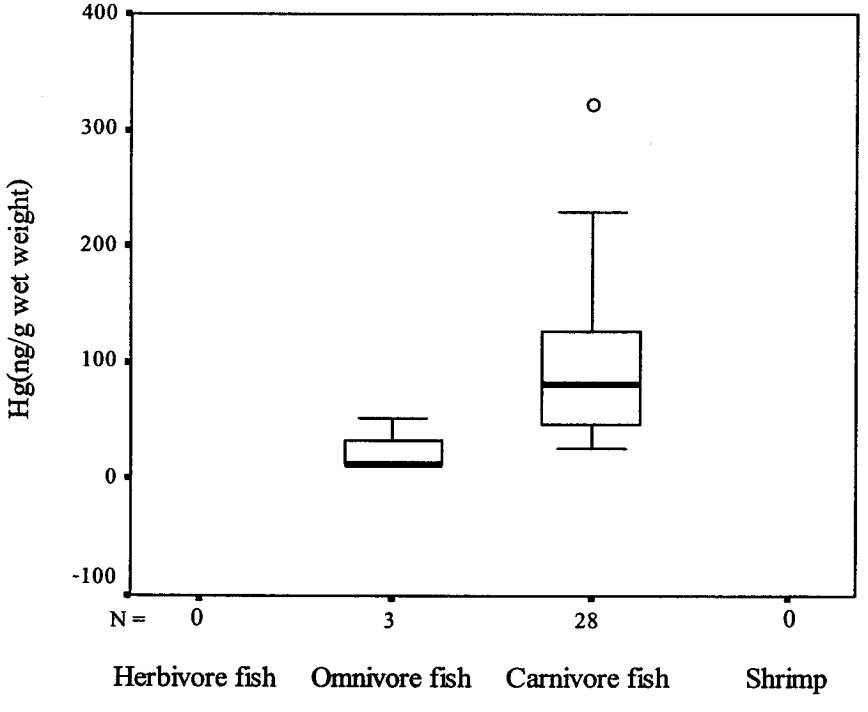
ชื่อสามัญ	จำนวนตัวอย่าง	ช่วงน้ำหนัก (g)	ช่วงความยาวลำตัว (cm)	ปรอท (ng/g wet weight)		
				ต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่ามัธยฐาน
ปลากินพืชและสัตว์						
ดุกน้ำจืด	1	92.4	19.5	52	52	-
สลิด	2	42.7-56.0	11.5-12.3	11-13	12±2	12
ปลากินสัตว์						
กดน้ำจืด, กดเหลือง	1	73.7	16.5	36	36	-
กระสูบขีด	5	94.2-179.9	16.2-20.0	26-128	78±38	83
กะสง	1	151.4	21.2	145	145	-
แขยงหนู	1	38.3	12	127	127	-
ช่อน	5	131.1-224.4	21.2-25.0	54-321	154±118	108
เนื้ออ่อน, โอน	2	76.5-89.7	17.7-20.1	45-188	117±101	117
สลาด	5	42.9-85.1	16.2-17.3	30-118	66±40	48
หมอช้างเหยียบ	4	37.1-91.4	9.5-12.0	69-175	99±51	77
หมอไทย	4	32.4-68.1	9.8-12.3	33-149	80±55	69

ตัวอย่างจากทะเลน้อยทั้งสิ้น 31 ตัวอย่าง มีเพียงปลากินพืชและสัตว์ และปลากินสัตว์ ค่าปรอทเฉลี่ยที่พบในปลาทั้งสองชนิดมีค่าเท่ากับ 25 ± 23 และ 98 ± 68 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก ตามลำดับ โดยมีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 13 และ 81 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียกตามลำดับ ดังตารางที่ 3-5 และรูปที่ 3-3

จากรูปที่ 3-3 จะเห็นว่ามีเพียงตัวอย่างเดียวเท่านั้นที่มีค่าสูงผิดปกติ ซึ่งถ้าดูจากข้อมูลในตารางที่ 3-4 พบว่าปลาที่มีการสะสมปรอทค่อนข้างสูงในทะเลน้อย คือ ปลาช่อน และปลาเนื้ออ่อน โดยตัวที่มีค่าสูงกว่าตัวอื่นในกลุ่มก็คือ ปลาช่อน

ตารางที่ 3-5 ปริมาณเฉลี่ย (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) และค่ามัธยฐานของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำแต่ละประเภทที่อาศัยอยู่ในทะเลน้อย

ทะเลน้อย	จำนวนตัวอย่าง	ค่าปรอทเฉลี่ย (ng/g wet weight)	ค่ามัธยฐาน (ng/g wet weight)
ปลากินพืช	ไม่มีตัวอย่าง	-	-
ปลากินพืชและสัตว์	3	25±23	13
ปลากินสัตว์	28	98±68	81
กุ้ง	ไม่มีตัวอย่าง	-	-



รูปที่ 3-3 Box plot เปรียบเทียบค่ามัธยฐานและช่วงปริมาณปรอทที่สะสมในเนื้อเยื่อปลากินพืชและสัตว์ และปลากินสัตว์ ที่จับจากทะเลน้อย

ปริมาณปรอทที่สะสมในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำจากทะเลน้อยยังมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยองค์การอนามัยโลก และกระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทย (500 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก) ซึ่งยังไม่ได้สูงไปกว่าที่เคยวิเคราะห์ในอดีต โดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2529) และณรงค์ ณ เชียงใหม่ และอรุณโชติ คงพล (2530) ยกเว้นปลาช่อนซึ่งมีเพียง

ตัวอย่างเดียวมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานของประเทศเดนมาร์ก (300 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก) และพบว่าปลากินสัตว์มีปริมาณปรอทสูงกว่าปลากินทั้งพืชและสัตว์อย่างเห็นได้ชัด

3.3.2 การปนเปื้อนของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำจากทะเลสาบตอนใน

ตัวอย่างสัตว์น้ำจากทะเลสาบตอนใน มีทั้งตัวอย่างปลาและกุ้ง รวมทั้งสิ้น 44 ตัวอย่าง จำแนกได้จำนวน 20 ชนิด แบ่งออกเป็น ปลากินพืช 1 ชนิด (1 ตัวอย่าง) ปลากินพืชและสัตว์ 5 ชนิด (8 ตัวอย่าง) ปลากินสัตว์ 13 ชนิด (30 ตัวอย่าง) และกุ้ง 1 ชนิด (5 ตัวอย่าง) ผลการศึกษาแสดงใน ตารางที่ ค-2 ในภาคผนวก ค และสรุปไว้ในตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 ปริมาณเฉลี่ย (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) และค่ามัธยฐานของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำแต่ละชนิดที่อาศัยในทะเลสาบตอนใน

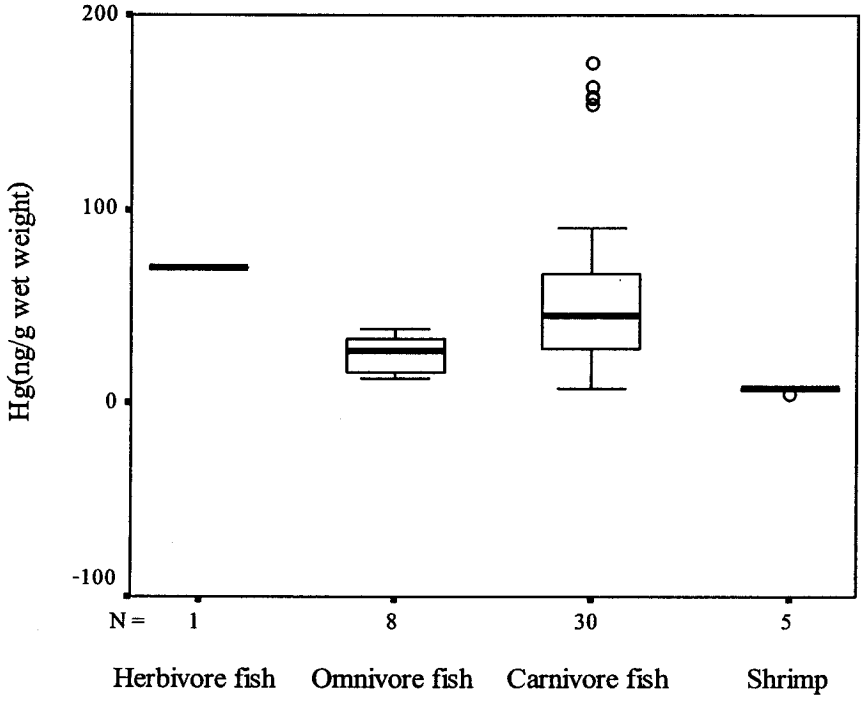
ชื่อสามัญ	จำนวนตัวอย่าง	ช่วงน้ำหนัก (g)	ช่วงความยาวลำตัว (cm)	ปรอท (ng/g wet weight)		
				ต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่ามัธยฐาน
ปลากินพืช						
พรมหัวเหม็น	1	177.0	19.5	70	70	-
ปลากินพืชและสัตว์						
โคก, ตะเพียนน้ำเค็ม	3	46.6-50.9	12.5-14.5	12-33	23±10	25
ดุกทะเล	2	68.64-73.54	21.1-23.3	30-38	34±6	34
นิล	1	99.8	14.4	19	19	-
ลำป่า, กระแห	1	42.6	11.0	12	12	-
สลิดหินลายขาว	1	45.8	11.5	34	34	-
ปลากินสัตว์						
กดคันหลาว	5	65.9-250.8	17.3-27.0	13-67	39±19	38
กดน้ำจืด, กดเหลือง	3	112.9-189.3	18.9-23.0	41-90	65±25	63
กระสูบขีด	2	94.9-105.7	15.4-17.0	11-39	25±20	25
แขยงหนู	1	23.6	10.5	14	14	-
ตะกรับจุด	1	78.9	11.7	16	16	-
แป้นเล็ก	1	10.4	6.7	47	47	-
แป้นใหญ่	1	22.8	8.6	17	17	-
แมวหูดำ	2	38.5-46.3	13.7-15.5	158-176	167±13	167
สลาด	1	59.4	17.5	61	61	-
หมอช้างเหยียบ	2	29.1-65.1	8.4-11.5	28-154	91±89	91
หมอไทย	1	83.7	13.0	8	8	-
หัวแข็งหนวดอ่อน	5	44.1-85.9	14.0-17.5	27-158	66±52	49
หัวอ่อนหนวดแข็ง	5	53.0-80.9	16.0-19.4	28-163	77±52	55
กุ้ง						
ก้ามกราม	5	52.51-132.88	13.3-18.4	4-9	7±2	8

ตัวอย่างจากทะเลสาบสงขลาตอนใน 44 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่เป็นปลากินพืชและสัตว์และปลากินสัตว์ มีปลากินพืชและกุ้ง ประเภทละเพียงหนึ่งชนิดเท่านั้น ปรอทเฉลี่ยที่พบในปลากินพืช ปลากินพืชและสัตว์ ปลากินสัตว์ และกุ้ง แสดงไว้ในตารางที่ 3-7 และรูปที่ 3-4 แม้ว่าปลากินพืชจะมีค่าสูงถึง 70 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยของสัตว์น้ำประเภทอื่น แต่เนื่องจากมีเพียงตัวเดียวเท่านั้น จึงไม่สามารถสรุปได้ว่าปลากินพืชมีการสะสมปรอทสูงกว่าสูงกว่าสัตว์น้ำชนิดอื่น หากยกเว้นปลากินพืชตัวนี้แล้ว จากรูป 3-4 เห็นได้ชัดว่าปลากินสัตว์มีการสะสมปรอทในปริมาณที่มากกว่าสัตว์น้ำประเภทอื่น และมีหลายตัวที่มีค่าค่อนข้างสูง ค่าปรอทเฉลี่ยของปลากินพืชและสัตว์ ปลากินสัตว์ และกุ้ง มีค่าเท่ากับ 25 ± 10, 61 ± 50 และ 7 ± 2 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก ตามลำดับ และค่ามัธยฐานของสัตว์น้ำทั้งสามประเภทมีค่าเท่ากับ 27, 46 และ 8 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก ตามลำดับ

ตารางที่ 3-7 ปริมาณเฉลี่ย (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) และค่ามัธยฐานของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำแต่ละประเภทที่อาศัยอยู่ในทะเลสาบตอนใน

ทะเลสาบตอนใน	จำนวนตัวอย่าง	ค่าปรอทเฉลี่ย (ng/g wet weight)	ค่ามัธยฐาน (ng/g wet weight)
ปลากินพืช	1	70	70
ปลากินพืชและสัตว์	8	25±10	27
ปลากินสัตว์	30	61±50	46
กุ้ง	5	7±2	8

ปริมาณปรอทที่สะสมในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำในบริเวณทะเลสาบตอนในยังมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยองค์การอนามัยโลก และกระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทย (500นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก) เมื่อเปรียบเทียบการสะสมปรอทในสัตว์น้ำผ่านลำดับขั้นการบริโภค พบว่าค่าเฉลี่ยของปรอทในลำดับขั้นของการบริโภคต่างๆ เป็นดังนี้ ปลากินสัตว์ > ปลากินทั้งพืชและสัตว์ > กุ้ง โดยยกเว้นปลากินพืชที่มีเพียงตัวอย่างเดียว



รูปที่ 3-4 Box plot แสดงการเปรียบเทียบค่ามัธยฐานและช่วงปริมาณปรอทที่สะสมในเนื้อเยื่อปลากินพืช ปลากินพืชและสัตว์ ปลากินสัตว์ และ กุ้ง ที่จับจากทะเลสาบตอนใน

3.3.3 การปนเปื้อนของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำจากทะเลสาบตอนกลาง

ตัวอย่างสัตว์น้ำจากทะเลสาบตอนกลาง มีทั้งตัวอย่างปลา และกุ้ง รวมทั้งสิ้น 68 ตัวอย่าง จำแนกได้ 28 ชนิด แบ่งออกเป็น ปลากินพืช 2 ชนิด (2 ตัวอย่าง) ปลากินพืชและสัตว์ 2 ชนิด (14 ตัวอย่าง) ปลากินสัตว์ 18 ชนิด (30 ตัวอย่าง) และกุ้ง 6 ชนิด (22 ตัวอย่าง) ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ ค-3 ในภาคผนวก ค และสรุปไว้ในตารางที่ 3-8

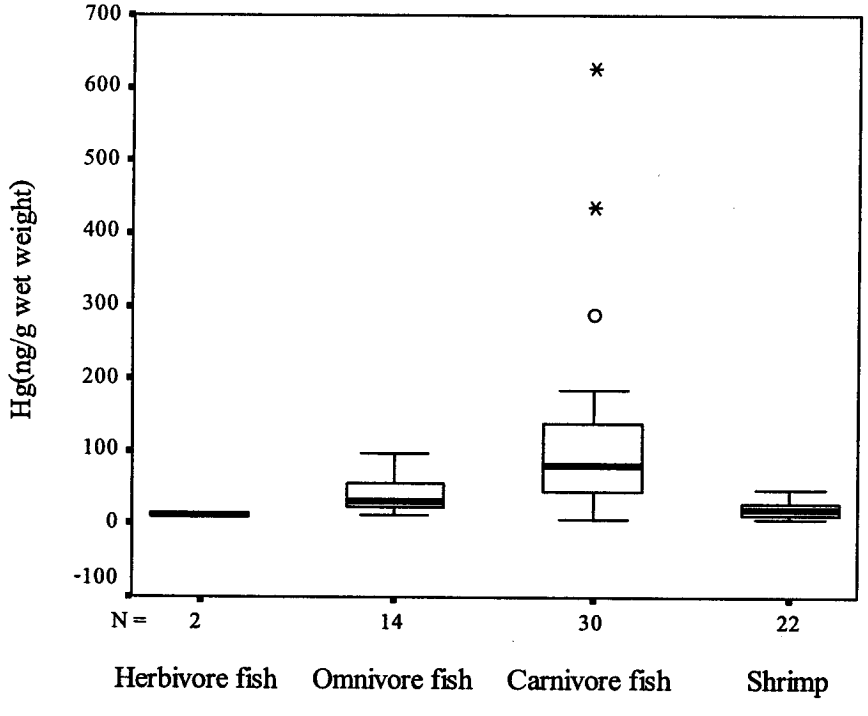
ตัวอย่างจากทะเลสาบตอนกลาง 68 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่เป็นปลากินสัตว์ เช่นเดียวกันกับทะเลน้อยและทะเลสาบตอนใน ค่าปรอทเฉลี่ยในปลากินพืช ปลากินพืชและสัตว์ ปลากินสัตว์ และกุ้ง มีค่าเท่ากับ 12 ± 2, 40 ± 24, 118 ± 130 และ 22 ± 12 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก ตามลำดับ โดยมีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 12, 30, 79 และ 20 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก ตามลำดับ ดังตารางที่ 3-9 และรูปที่ 3-5

ตารางที่ 3-8 ปริมาณเฉลี่ย (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) และค่ามัธยฐานของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำแต่ละชนิดที่อาศัยในทะเลสาบตอนกลาง

ชื่อสามัญ	จำนวนตัวอย่าง	ช่วงน้ำหนัก (g)	ช่วงความยาวลำตัว (cm)	ปรอท (ng/g wet weight)		
				ต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่ามัธยฐาน
ปลากินพืช						
กระบอกดำ	1	99.2	18.0	10	10	-
กระบอกขาว	1	95.8	16.1	13	13	-
ปลากินพืชและสัตว์						
โคก, ตะเพียนน้ำเค็ม	7	23.4-59.6	9.8-14.0	13-30	23±6	22
ดุกทะเล	7	64.3-228.8	22.0-34.0	25-97	57±23	56
ปลากินสัตว์						
หัวแข็งหนวดอ่อน	3	72.2-95.6	16.7-17.5	108-288	194±90	185
กดคันหลาว	1	95.7	21.5	137	137	-
อุบ, คางคกน้ำกร่อย	1	77.7	13.7	52	52	-
ช่อน	4	124.8-239.5	20.9-26.5	37-144	71±50	51
กะพงหิน	2	74.2-82.4	13.4-14.5	122-178	150±40	150
กระสูบขีด	2	119.9-148.6	17.0-19.0	45-49	47±3	47
กระทุงเหวปากแดง	1	14.6	13.3	31	31	-
แป้นเล็ก	1	25.3	9.5	105	105	-
สลาด	2	108.3-149.0	21.2-23.5	64-74	69±7	69
หมอทะเล, หมอเทศ	2	35.1-58.0	10.0-11.9	8-62	35±39	35
หัวอ่อนหนวดแข็ง	3	36.4-89.8	14.7-19.1	36-95	72±32	84
ท่องเที่ยวเกล็ดใหญ่	1	35.5	14.3	6	6	-
กระทุงเหวปากยาว	2	62.7-136.8	30.5-40.0	94-435	264±241	264
ตะกรับจุด	1	63.3	11.0	19	19	-
แมวหูดำ	1	34.7	14.0	102	102	-
เห็ดโคน	1	14.5	10.1	70	70	-
เสือพ่นน้ำ	1	130.0	15.0	625	625	-
วัวจมูกสั้น	1	91.6	17.0	182	182	-
กุ้ง						
ก้ามกราม	6	56.1-112.8	13.8-16.3	6-15	10±3	9
M.elegans	1	10.9	9.4	7	7	-
ตะกาดขาว	1	12.0	10.3	17	17	-
หัวมัน	1	9.4	9.3	19	19	-
หางแดง	3	35.3-47.6	14.6-15.2	18-44	29±13	25
กุลาดำ	10	24.7-69.1	13.5-17.3	19-49	29±9	28

ตารางที่ 3-9 ปริมาณเฉลี่ย (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) และค่ามัธยฐานของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำแต่ละประเภทที่อาศัยอยู่ในทะเลสาบตอนกลาง

ทะเลสาบตอนกลาง	จำนวนตัวอย่าง	ค่าปรอทเฉลี่ย (ng/g wet weight)	ค่ามัธยฐาน (ng/g wet weight)
ปลากินพืช	2	12±2	12
ปลากินพืชและสัตว์	14	40±24	30
ปลากินสัตว์	30	118±130	79
กุ้ง	22	22±12	20



รูปที่ 3-5 Box plot เปรียบเทียบค่ามัธยฐานและช่วงปริมาณปรอทที่สะสมในเนื้อเยื่อปลากินพืช ปลากินพืชและสัตว์ ปลากินสัตว์ และ กุ้ง ที่จับจากทะเลสาบตอนกลาง

ปริมาณปรอทที่สะสมในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำในบริเวณทะเลสาบตอนกลาง ส่วนใหญ่ยังมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานยกเว้นปลากระทุงเหวปากยาว (*Rhynchorhamphus naga*) (435 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก) ที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของประเทศเดนมาร์ก (300 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก) และปลาเสือพ่นน้ำ (*Toxotes chatareus*) (625 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก) ที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานขององค์การอนามัยโลก และกระทรวงสาธารณสุขประเทศ

ไทย (500 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก) อย่างไรก็ดีปลากะทุงเหวปากยาวมีเพียงตัวอย่างเดียวที่สูง แต่อีกตัวอย่างหนึ่งมีค่าไม่สูงเท่า และปลาเสือพ่นน้ำที่สุ่มได้ก็มีเพียงตัวอย่างเดียว จึงไม่อาจสรุปได้ว่าปลาชนิดเดียวกันตัวอื่นๆ จะมีปรอทสะสมในปริมาณที่สูงทุกตัว เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการสะสมของปรอทในสัตว์น้ำผ่านลำดับขั้นการบริโภค พบว่าค่าเฉลี่ยของปรอทในลำดับขั้นของการบริโภคต่างๆ เป็นดังนี้ ปลากินสัตว์ > ปลากินทั้งพืชและสัตว์ > กุ้ง > ปลากินพืช

3.3.4 การปนเปื้อนของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำจากทะเลสาบตอนนอก

สัตว์น้ำตัวอย่างที่เก็บได้ในบริเวณทะเลสาบตอนนอก มีทั้งตัวอย่างปลา และกุ้ง รวมทั้งสิ้น 75 ตัวอย่าง จำแนกได้เป็น 29 ชนิด แบ่งออกเป็น ปลากินพืช 2 ชนิด (6 ตัวอย่าง) ปลากินพืชและสัตว์ 5 ชนิด (11 ตัวอย่าง) ปลากินสัตว์ 15 ชนิด (31 ตัวอย่าง) และกุ้ง 7 ชนิด (27 ตัวอย่าง) ผลการศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ ค-4 และสรุปไว้ในตารางที่ 3-10

ตัวอย่างจากทะเลสาบตอนนอก 75 ตัวอย่าง จะเป็นปลากินสัตว์และกุ้ง มากกว่าสัตว์น้ำประเภทอื่น และมีค่าปรอทเฉลี่ยในปลากินพืช ปลากินพืชและสัตว์ ปลากินสัตว์ และกุ้ง เท่ากับ 17 ± 5, 26 ± 21, 55 ± 39 และ 14 ± 5 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก ตามลำดับ ดังตารางที่ 3-11 และรูปที่ 3-6

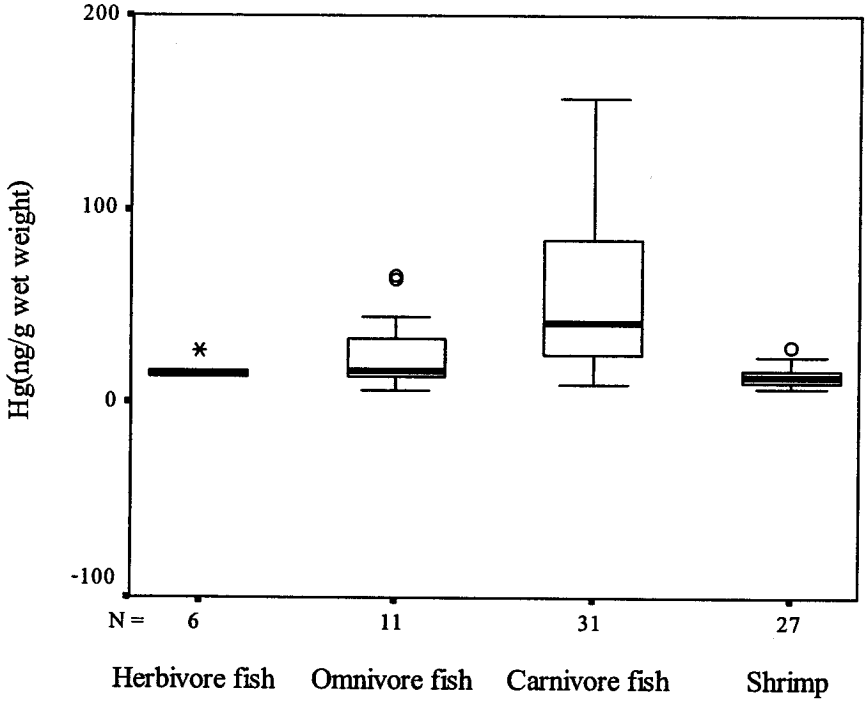
เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานปริมาณสารปรอทในเนื้อปลาที่กำหนดโดยองค์การอนามัยโลก และกระทรวงสาธารณสุขประเทศไทย (500 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก) พบว่าทุกตัวอย่างมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งไม่แตกต่างจากค่าที่เคยพบในอดีตที่ผ่านมา เช่น ประดิษฐ์ มีสุข และสัชญา เบญจกุล (2541) และประไพศรี ธรฤทธิ์ (2546) เมื่อเปรียบเทียบการสะสมปรอทในสัตว์น้ำผ่านลำดับขั้นการบริโภค พบว่าค่าเฉลี่ยของปรอทในลำดับขั้นของการบริโภคต่างๆ เป็นดังนี้ ปลากินสัตว์ > ปลากินทั้งพืชและสัตว์ > ปลากินพืช > กุ้ง

ตารางที่ 3-10 ปริมาณเฉลี่ย (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) และค่ามัธยฐานของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำแต่ละชนิดที่อาศัยในทะเลสาบตอนนอก

ชื่อสามัญ	จำนวนตัวอย่าง	ช่วงน้ำหนัก (g)	ช่วงความยาวลำตัว (cm)	ปรอท (ng/g wet weight)		
				ต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่ามัธยฐาน
ปลากินพืช						
กระบอกดำ	1	105.0	17.2	14	14	-
กระบอกขาว	5	37.1-161.8	12.7-16.8	14-27	18±5	16
ปลากินพืชและสัตว์						
โคก, ตะเพียนน้ำเค็ม	3	13.1-50.9	8.0-13.6	14-22	18±4	17
ดอกหมากหน้าสั้น	1	24.2	9.8	44	44	-
สลิดหินลายขาว	5	34.6-169.3	10.6-16.4	7-21	13±5	13
สาก, น้ำดอกไม้	1	54.9	17.5	66	66	-
ข้างลายเกล็ดเล็ก	1	37.2	11.0	64	64	-
ปลากินสัตว์						
ผมนางหน้าตัด	1	140.2	17.4	20	20	-
หัวแข็งหนวดอ่อน	6	52.0-197.5	13.7-21.0	56-157	97±36	85
กดขี้ลิง	1	673.7	32.0	109	109	-
อุบ, ดางดกน้ำกร่อย	1	109.2	15.0	61	61	-
จวดหน้ามอม	1	74.2	14.5	52	52	-
แป้นใหญ่	2	45.3-102.3	12.0-14.0	39-49	44±7	44
กะพงเหลือง	1	68.4	13.5	89	89	-
ทรายแดง	1	51.5	12.5	32	32	-
หัวอ่อนหนวดแข็ง	3	112.8-174.4	20.0-23.0	36-120	66±47	41
ท่องเที่ยวเกล็ดใหญ่	4	25.3-71.0	14.8-19.0	10-18	12±4	11
ตาโต, ตาหวาน	1	94.0	15.6	38	38	-
ลิ้นควาย, ใบขนุน	1	47.6	12.8	30	30	-
ทู	1	85.1	16.5	22	22	-
ตะกรับจุด	5	18.0-88.4	7.0-11.8	16-50	30±14	27
แมวหัวเหลม	2	27.7-60.0	12.7-16.5	98-104	101±5	101
กุ้ง						
ตะกาด	3	6.6-13.9	8.0-10.6	10-15	12±2	11
M.elegans	1	6.3	8.5	8	8	-
ตะกาดขาว	2	4.7-7.8	7.4-8.5	9-12	11±2	11
หัวมัน	1	8.3	9.0	24	24	-
หางแดง	11	12.1-42.3	10.7-17.4	12-29	16±5	15
กุลาดำ	4	42.1-70.7	15.5-18.0	14-21	18±3	18
กุลาลาย	5	11.2-15.5	9.2-11.0	10-15	11±2	11

ตารางที่ 3-11 ปริมาณเฉลี่ย (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) และค่ามัธยฐานของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำแต่ละประเภทที่อาศัยอยู่ในทะเลสาบตอนนอก

ทะเลสาบตอนนอก	จำนวนตัวอย่าง	ค่าปรอทเฉลี่ย (ng/g wet weight)	ค่ามัธยฐาน (ng/g wet weight)
ปลากินพืช	6	17±5	16
ปลากินพืชและสัตว์	11	26±21	17
ปลากินสัตว์	31	55±39	41
กุ้ง	27	14±5	14



รูปที่ 3-6 Box plot เปรียบเทียบค่ามัธยฐานและช่วงปริมาณปรอทที่สะสมในเนื้อเยื่อปลากินพืช ปลากินพืชและสัตว์ ปลากินสัตว์ และ กุ้ง ที่จับจากทะเลสาบตอนนอก

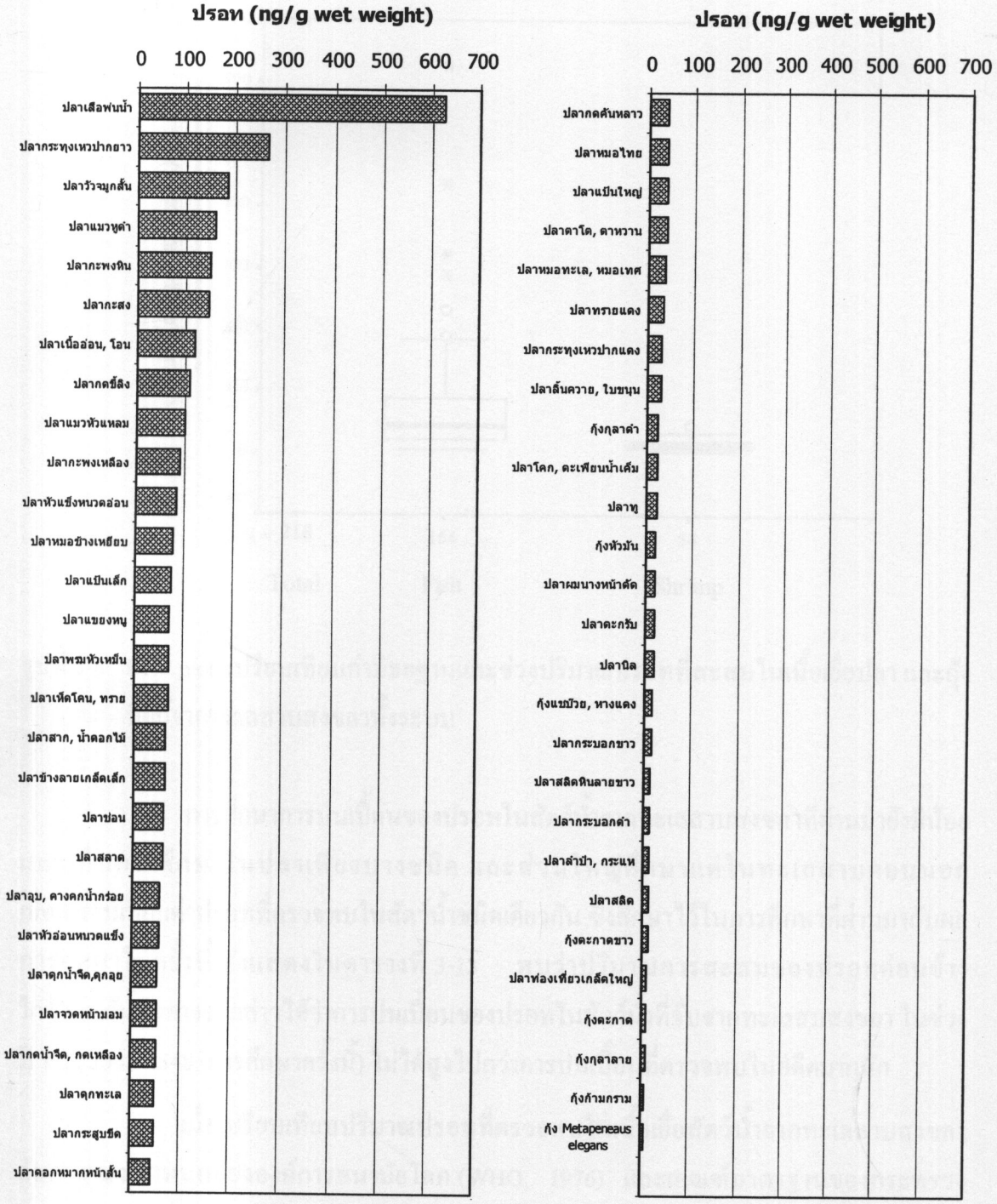
3.4 สรุปการปนเปื้อนของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลาทั้งระบบ

จากการวิเคราะห์หาเนื้อเยื่อตัวอย่างปลาและกุ้งจากทะเลสาบสงขลาทั้งสิ้น 218 ตัวอย่าง พบว่าสัตว์น้ำทุกตัวอย่างมีการปนเปื้อนปรอทในเนื้อเยื่อในระดับที่ตรวจวัดได้โดยเทคนิคอะตอมมิกแอบซอบชัน แบบไอเย็น

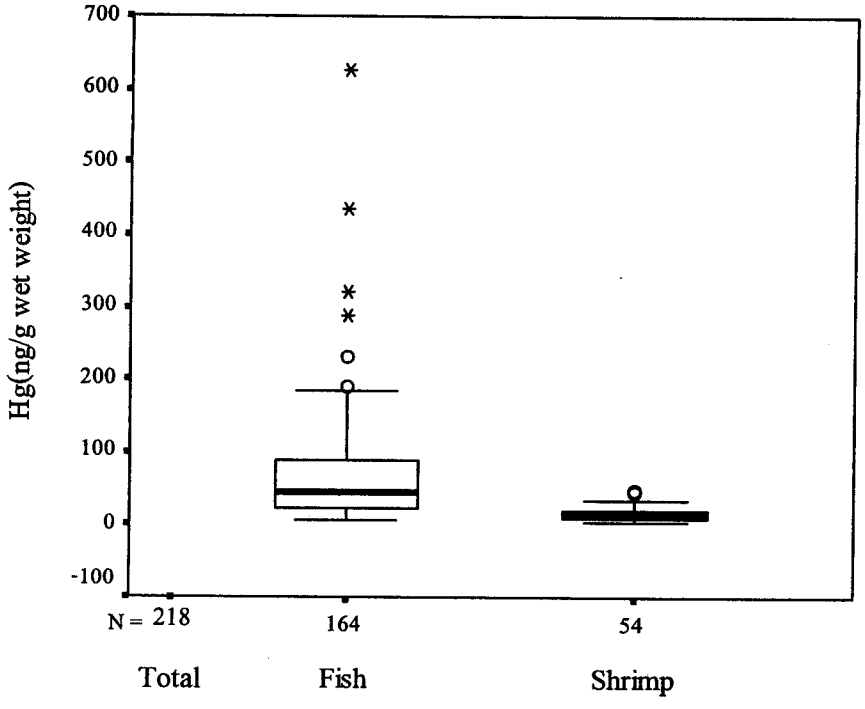
ช่วงความเข้มข้น ค่าเฉลี่ย และค่ามัธยฐานของปรอทในสัตว์น้ำแต่ละชนิดแสดงไว้ใน ตาราง ง-1 ในภาคผนวก ง และสรุปแสดงตามลำดับความเข้มข้นสูงสุดถึงต่ำสุด ตามค่ามัธยฐานของสัตว์น้ำแต่ละชนิด แสดงไว้ในรูปที่ 3-7 จากรูปจะเห็นว่าสัตว์น้ำประเภทกุ้งมีปรอทสะสมอยู่ต่ำ และปลาที่มีปรอทสะสมอยู่สูงสุด 14 ชนิด แยกเป็นปลาประเภทปลากินสัตว์ทั้งสิ้น เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ความเข้มข้นของปรอทในสัตว์น้ำทั้งหมดอยู่ในช่วง 4 ถึง 625 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก เฉลี่ยเท่ากับ 55±69 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก แต่ค่ามัธยฐานมีค่าเพียง 33 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก แสดงว่าตัวอย่างที่พบความเข้มข้นปรอทสูงมีจำนวนน้อยกว่าตัวอย่างที่พบความเข้มข้นต่ำ โดยกลุ่มปลามีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6 ถึง 625 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก เฉลี่ยที่ 68 ± 75 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก และค่ามัธยฐานที่ 46 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก ส่วนกลุ่มกุ้งมีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4 ถึง 49 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก ค่าเฉลี่ย และค่ามัธยฐานเท่ากับ 17 ± 9 และ 15 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก ตามลำดับ ดังตารางที่ 3-12 และรูปที่ 3-8 เห็นได้ชัดว่าปริมาณเฉลี่ยของปรอทในเนื้อเยื่อตัวอย่างปลามีค่าสูงกว่าตัวอย่างกุ้งประมาณ 3 เท่า

ตารางที่ 3-12 ปริมาณเฉลี่ย (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) และค่ามัธยฐานของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในทะเลสาบสงขลา

ทะเลสาบสงขลา	จำนวนตัวอย่าง	ปรอท (ng/g wet weight)		
		ต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่ามัธยฐาน
สัตว์น้ำทั้งหมด	218	4-625	55±69	33
ปลา	164	6-625	68±75	46
กุ้ง	54	4-49	17±9	15



รูปที่ 3-7 กราฟแท่งแสดงค่ามัธยฐานของปรอทในสัตว์น้ำที่จับจากทะเลสาบสงขลาทั้งระบบ เรียงตามลำดับมากสุดถึงน้อยสุด



รูปที่ 3-8 Box plot เปรียบเทียบค่ามัธยฐานและช่วงปริมาณปรอทที่สะสมในเนื้อเยื่อปลา และกุ้งที่จับจากทะเลสาบสงขลาทั้งระบบ

การศึกษาการปนเปื้อนของปรอทในสัตว์น้ำจากทะเลสาบสงขลาที่ผ่านมายังมีน้อย และเป็นการศึกษาในปลาเพียงบางชนิด และส่วนใหญ่ศึกษาแต่ในทะเลสาบตอนนอก เมื่อเปรียบเทียบค่าปรอทที่ตรวจพบในสัตว์น้ำชนิดเดียวกัน ซึ่งศึกษาไว้ในการศึกษาที่ผ่านมากับผลการศึกษาในครั้งนี้ ดังแสดงในตารางที่ 3-13 พบว่าปริมาณการสะสมของปรอทค่อนข้างใกล้เคียงกัน จึงอาจจะกล่าวได้ว่าการปนเปื้อนของปรอทในสัตว์น้ำที่จับจากทะเลสบสงขลา ในช่วงปี พ.ศ. 2547-2548 (การศึกษาครั้งนี้) ไม่ได้สูงไปกว่าการปนเปื้อนที่ตรวจพบในอดีตมากนัก

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณปรอทที่ตรวจพบในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำจากทะเลสาบสงขลา กับค่าเกณฑ์กำหนดขององค์การอนามัยโลก (WHO, 1976) และเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข (2529) ซึ่งกำหนดปริมาณสารปรอทในอาหารทะเลให้มีค่าได้ไม่เกิน 500 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก และเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับในระดับสากลและนิยมใช้ในการอ้างอิง (ตารางที่ 1-2 ในบทที่ 1) พบว่าสัตว์น้ำส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในเกณฑ์ ยกเว้นปลาเสือพ่นน้ำ (*Toxotes chatareus*) เพียงตัวอย่างเดียวที่มีค่าความเข้มข้นสูงถึง 625 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก เนื่องจากปลาเสือพ่นน้ำสุ่มตัวอย่างได้เพียงตัวอย่างเดียว จากทะเลสาบสงขลาทั้งระบบจึงไม่อาจสรุปได้ว่าปลาเสือพ่นน้ำตัวอื่นๆ จะมีปรอทสะสมในปริมาณที่สูงทุกตัว อย่างไรก็ดีปรอทที่สะสมอยู่ใน

ปลาเสือพ่นน้ำอาจมาจากนอกระบบทะเลสาบสงขลาก็ได้ เนื่องจากพฤติกรรมการกินอาหารของปลาเสือพ่นน้ำคือ การพ่นน้ำใส่แมลงหรืออาหารที่ไม่ได้อยู่ในน้ำให้ตกลงสู่น้ำเพื่อมันจะได้กินอาหารได้

ตารางที่ 3-13 ปริมาณปรอทในสัตว์น้ำที่จับจากทะเลสาบสงขลาโดยผู้ทำวิจัยในอดีต และข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ในครั้งนี้ (ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก)

	ความเข้มข้นต่ำสุด-สูงสุด				
	2529[1]	2530[2]	2541[3]	2546[4]	การศึกษาครั้งนี้ (2547-2548)
พื้นที่ที่ทำการศึกษา	ทะเลน้อย	ทะเลน้อย	ทะเลสาบตอนนอก	ทะเลสาบตอนนอก	ทะเลสาบสงขลาทั้ง 4 ตอน
ชนิดสัตว์น้ำ					
กุ้งก้ามกราม	8-24 (n=5)				
ปลาดุก	34-86 (n=11)	34-172 (n=10)			52 (n=1) (ทะเลน้อย)
ปลาช่อน	71-390 (n=11)	129-390 (n=9)			54-321 (n=5) ทะเลน้อย
กุ้งกุลาดำ			0-15 (n=5)		14-21 (n=4) ทะเลสาบตอนนอก
ปลาโคก				63-79 (n=15)	14-22 (n=3) ทะเลสาบตอนนอก
ปลากระบอกดำ				54-81 (n=15)	14 (n=1) ทะเลสาบตอนนอก
ปลากระบอกขาว				22-37 (n=15)	14-27 (n=5) ทะเลสาบตอนนอก
ปลาแป้นเล็ก				27-64 (n=15)	105 (n=1) ทะเลสาบตอนใน
ปลากดขี้ลิง				20-60 (n=10)	109 (n=1) ทะเลสาบตอนนอก

หมายเหตุ : n = จำนวนตัวอย่างที่วิเคราะห์

[1] = สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2529)

[2] = ณรงค์ ณ เชียงใหม่ และอรุณโชติ คงพล (2530)

[3] = ประดิษฐ์ มีสุข และสัชญา เบญจกุล (2541)

[4] = ประไพศรี ธรฤทธิ์ (2546)

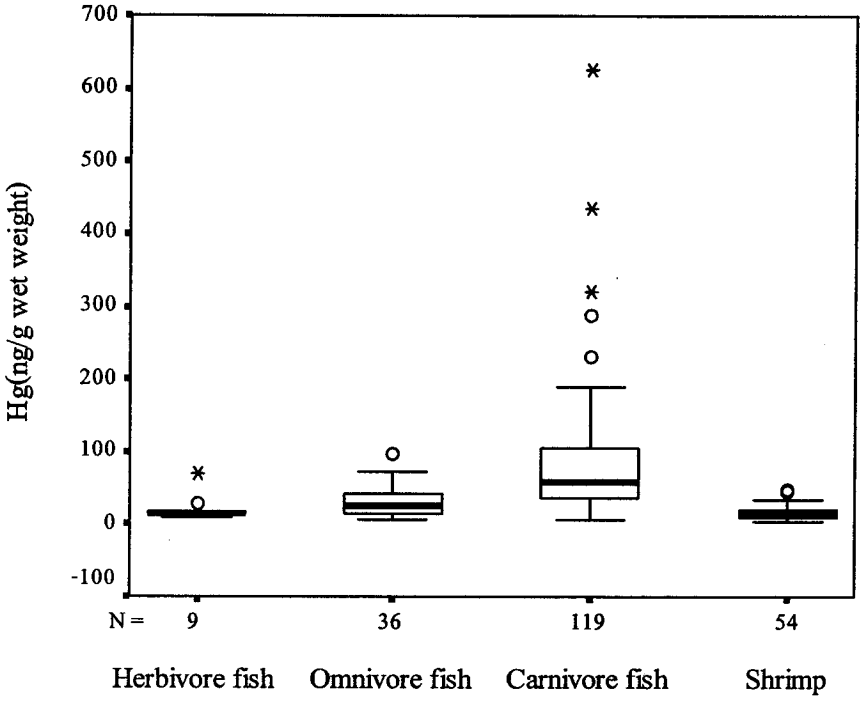
3.5 การปนเปื้อนของปรอทในสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลาแยกตามลักษณะอาหารที่กิน

ในการศึกษาครั้งนี้จำแนกชนิดของสัตว์น้ำตามอนุกรมวิธาน และแบ่งชนิดของสัตว์น้ำตามลักษณะการกินอาหาร คือ ปลากินสัตว์ ปลากินพืชและสัตว์ ปลากินพืช และกุ้ง เพื่อศึกษาว่ามีการถ่ายทอดสารปรอทผ่านห่วงโซ่อาหารหรือไม่ ดังได้รายงานสำหรับทะเลสาบแต่ละตอนไว้ในหัวข้อ 3.4 สำหรับภาพรวมของการปนเปื้อนเฉลี่ยของปรอทในสัตว์น้ำทั้งทะเลสาบสงขลาจำแนกประเภทตามลักษณะอาหารที่กิน สรุปไว้ในตารางที่ 3-14

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่ากลุ่มปลาประเภทกินสัตว์เป็นอาหารจะสะสมสารปรอทในเนื้อเยื่อได้มากกว่าสัตว์น้ำประเภทอื่น เปรียบเทียบปริมาณการสะสมสารปรอทในสัตว์น้ำตามลักษณะการบริโภค พบว่ามีการสะสมปรอทในเนื้อเยื่อปลากินสัตว์ > ปลากินพืชและสัตว์ > ปลากินพืช ~ กุ้ง โดยปลากินสัตว์มีความแปรปรวนของปริมาณปรอทที่สะสมในเนื้อเยื่อมากกว่าสัตว์น้ำประเภทอื่น สอดคล้องกับการศึกษาของ Lima *et al.* (2000) ซึ่งพบว่าในแม่น้ำ Tapajos ประเทศบราซิล มีการปนเปื้อนของปรอทในปลากินสัตว์ > ปลากินพืชและสัตว์ > ปลากินพืช เช่นเดียวกัน สำหรับในประเทศไทย พบว่าการสะสมปรอทในอ่าวไทยตอนใน เป็นไปตามลำดับขั้นการบริโภคเช่นกัน กล่าวคือ ปลากินสัตว์ > ปลากินพืช > แพลงก์ตอนสัตว์ > แพลงก์ตอนพืช (ปิยะนารถ ตุ้มวอน, 2539) ทางชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกก็พบว่ามีการสะสมของปรอทเพิ่มขึ้นตามลำดับขั้นในห่วงโซ่อาหาร (วรวิทย์ ชีวาพร และคณะ, 2542)

ตารางที่ 3-14 ปริมาณเฉลี่ย (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) และค่ามัธยฐานของปรอทในสัตว์น้ำจากทะเลสาบสงขลา จำแนกประเภทตามลักษณะอาหารที่กิน

ประเภทสัตว์น้ำ	จำนวนตัวอย่าง	ปรอท (ng/g wet weight)		
		ต่ำสุด-สูงสุด	ค่าปรอทเฉลี่ย	ค่ามัธยฐาน
ปลากินพืช	9	12-70	33±32	17
ปลากินพืชและสัตว์	36	12-66	36±22	33
ปลากินสัตว์	119	11-625	95±108	68
กุ้ง	54	7-26	15±7	12



รูปที่ 3-9 Box plot เปรียบเทียบค่ามัธยฐานและช่วงปริมาณปรอทที่สะสมในเนื้อเยื่อปลากินพืช ปลากินพืชและสัตว์ ปลากินสัตว์ และกุ้ง ที่จับจากทะเลสาบสงขลา

โดยธรรมชาติแล้ว ความเข้มข้นของสารปรอทที่สะสมอยู่ในสัตว์น้ำแต่ละชนิดนั้นแตกต่างกันขึ้นกับสภาวะทางสรีระวิทยา (physiological condition) ของสัตว์น้ำแต่ละชนิด ทั้งนี้เพราะสัตว์น้ำแต่ละชนิดเลือกรับ (uptake) ปรอทได้ไม่เท่ากัน สัตว์น้ำสามารถรับปรอทโดยการรับปรอทที่ละลายอยู่ในน้ำโดยตรงหรือจากการกินอาหารจึงทำให้ช่วงความเข้มข้นของปรอทที่สะสมอยู่ในสัตว์น้ำต่างชนิดกันแตกต่างกัน (Kehrig *et al.*, 1998) นอกจากนี้กลุ่มปลาประเภทกินสัตว์เป็นอาหารยังเป็นผู้บริโภคขั้นสุดท้าย (top predator) และอยู่ในระดับขั้นผู้บริโภค (trophic level) ที่สูงกว่าจึงมีการได้รับปรอทในน้ำและจากการกินอาหารได้มากกว่าสัตว์ประเภทอื่นในห่วงโซ่อาหาร (NOAA, 1996; Regine *et al.*, 2006; Afonso *et al.*, 2007;Voegborlo and Akagi, 2007) นอกจากนี้ยังมีปัจจัยทางชีวภาพอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น เพศ อายุ พฤติกรรมการกินอาหาร (Jackson, 1998; Windom and Cranmer, 1998) อย่างไรก็ตามกลไกของการสะสมสารปรอทตามลำดับขั้นการบริโภคนี้ยังไม่ทราบแน่ชัด (Leady and Gottgens, 2001)

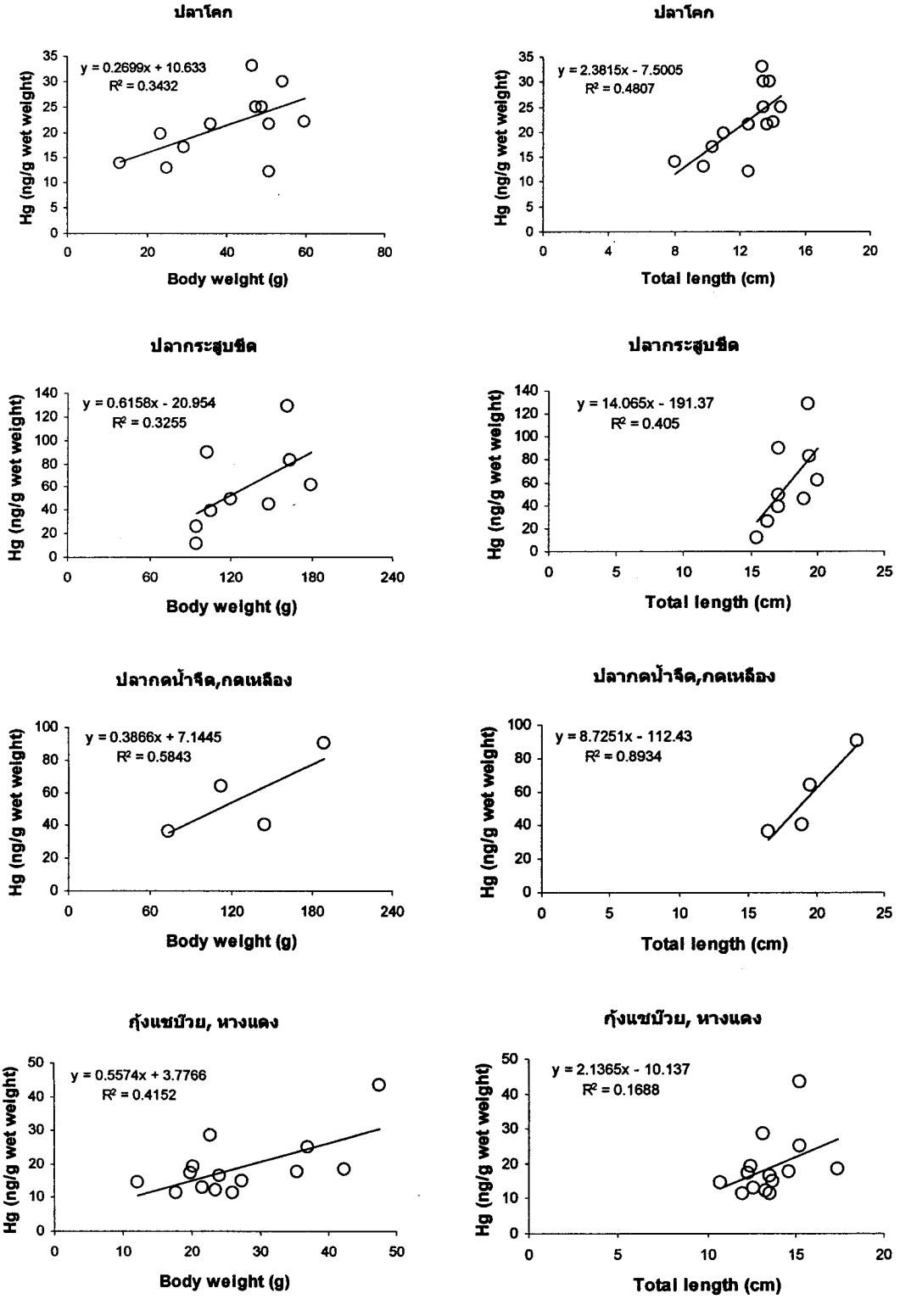
3.6 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของสัตว์น้ำ (น้ำหนัก, ความยาว) และปริมาณปรอทในสัตว์น้ำที่จับได้จากทะเลสาบสงขลา

ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของสัตว์น้ำ (น้ำหนักและความยาวลำตัว) กับการปนเปื้อนของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำ เนื่องจากเป็นการศึกษาทั้งทะเลสาบสงขลา โดยสุ่มสัตว์น้ำทุกชนิดที่พบมากและมีการทำประมง ทำให้บางชนิดมีจำนวนตัวอย่างมากแต่บางชนิดมีจำนวนตัวอย่างน้อย ดังนั้นจึงเลือกเฉพาะชนิดของสัตว์น้ำที่มีจำนวนตัวอย่างมากพอมาหาความสัมพันธ์ หากจำแนกตามลักษณะการกินอาหารของสัตว์น้ำ พบว่ามีสัตว์น้ำที่มีจำนวนมากพอและเห็นความสัมพันธ์ชัดเจน ประกอบด้วย

- ปลาประเภทกินพืชและสัตว์เป็นอาหาร ได้แก่ ปลาโคก และปลาดุกทะเล
- ปลาประเภทกินสัตว์เป็นอาหาร ได้แก่ ปลากดน้ำจืด (กดเหลือง) ปลากระสูบขีด ปลาท่องเที่ยวเกล็ดใหญ่ ปลาสลาด และปลาหัวแข็งหนวดอ่อน
- กุ้ง ได้แก่ กุ้งกุลาดำ กุ้งแชบ๊วย (หางแดง) กุ้งกุลาลาย กุ้งตะกาด กุ้งตะกาดขาว กุ้งหัวมัน และ กุ้ง *M. elegans*

ผลการศึกษาพบว่า การสะสมของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำชนิดเดียวกันมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักและความยาวลำตัวของสัตว์น้ำ ดังรูปที่ 3-10 ซึ่งความสัมพันธ์เช่นนี้เห็นได้ในปลาที่จับจากอ่าวไทย (Windom and Cranmer, 1998) ปลา red mullet และ ปลา sole ซึ่งเป็นกลุ่มปลาประเภทกินสัตว์ (Kucuksezgin *et al.*, 2002) และกุ้ง Lobster (สัมพันธ์กับน้ำหนักตัว) (Renzoni *et al.*, 1998)

สำหรับกลุ่มปลาประเภทกินพืชเป็นอาหาร คือ ปลากระบอกขาว ปลากระบอกดำ และปลาพรมหัวเหม็น ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของสัตว์น้ำกับปริมาณปรอทในเนื้อเยื่อ ทั้งนี้เนื่องมาจากตัวอย่างในกลุ่มปลากินพืชเป็นอาหารที่นำมาวิเคราะห์มีขนาดใกล้เคียงกัน เช่นเดียวกับการศึกษาของประไพศรี ธรฤทธิ์ (2546) ที่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปรอทกับขนาดของปลา (น้ำหนัก, ความยาว) ในกลุ่มปลากินพืชเป็นอาหารจากทะเลสาบสงขลาตอนนอก



รูปที่ 3-10 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของสัตว์น้ำ (น้ำหนัก, ความยาว) กับปริมาณปรอทในเนื้อเยื่อปลาโคก (ปลากินพืชและสัตว์) ปลากดน้ำจืด และปลากระสูบขีด (ปลากินสัตว์) และกุ้งแชบ๊วยที่จับได้จากทะเลสาบสงขลา

3.7 การประมาณค่าปริมาณปรอทที่สามารถบริโภคได้อย่างปลอดภัย

แม้ว่าสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลาจะยังมีความเข้มข้นของปรอทในเนื้อเยื่อต่ำกว่าเกณฑ์กำหนดขององค์การอนามัยโลก (WHO, 1976) และกระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทย (2529) แต่เนื่องจากการสะสมของปรอทเพิ่มขึ้นในลำดับขั้นผู้บริโภคที่สูงขึ้น ซึ่งมนุษย์อยู่ในลำดับที่สูงที่สุด จากการวิเคราะห์หาปรอทในตัวอย่างปลาจากตลาดสงขลาและจากบริเวณรอบๆ แห่น "บงกช" ในอ่าวไทย โดย Windom และ Cranmer (1998) พบว่าปรอทในเนื้อเยื่อปลาในน่านน้ำไทยจะอยู่ในรูปปรอทอินทรีย์ (ซึ่งเป็นรูปแบบทางเคมีที่มีพิษสูง) มากกว่า 90% และ Menasveta (1993) รายงานว่าค่าเฉลี่ยในการบริโภคปลาของคนไทยอยู่ที่ 61 กรัมต่อวันต่อคน (น้ำหนักเฉลี่ย 60 กิโลกรัม) ดังนั้น หากมีการบริโภคสัตว์น้ำในปริมาณมากๆ และ/หรือ บริโภคอย่างต่อเนื่อง ปริมาณปรอทที่มีสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำ อาจไม่ได้สื่อถึงความเป็นพิษจากการได้รับและการสะสมปรอทอย่างต่อเนื่อง องค์การอนามัยโลก (WHO) จึงได้กำหนดปริมาณการบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนปรอทในแต่ละสัปดาห์โดยใช้ค่า Provisional tolerate-weekly intake (PTWI) ว่าไม่ควรเกิน 3.3 ไมโครกรัม ต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว ต่อสัปดาห์ ในรูปของปรอทอินทรีย์ (WHO, 2000) ซึ่งต่อมาในปี พ.ศ. 2546 องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ/องค์การอนามัยโลก (FAO/WHO) ได้ปรับลดค่า PTWI เป็น 1.6 ไมโครกรัม ต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว ต่อสัปดาห์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสตรีมีครรภ์และเด็ก ส่วนผู้ใหญ่อาจรับได้มากกว่านี้ (JECFA, 2006)

จากค่า PTWI ที่แนะนำโดย FAO/WHO เมื่อนำมาคำนวณหาปริมาณที่ปลอดภัยในการบริโภคสัตว์น้ำจากทะเลสาบสงขลา สำหรับคนน้ำหนักตัวเฉลี่ย 60 กิโลกรัม บริโภคสัตว์น้ำจากทะเลสาบสงขลา ซึ่งมีปรอทปนเปื้อนเฉลี่ยอยู่ที่ 100 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก และประมาณว่า 90% ของปรอทที่ปนเปื้อนในเนื้อเยื่อปลาอยู่ในรูปปรอทอินทรีย์ จะพบว่าสำหรับคนปกติที่มีน้ำหนักตัว 60 กิโลกรัม ไม่ควรบริโภคสัตว์น้ำจากทะเลสาบสงขลาเกินกว่า 1.07 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ หรือเฉลี่ยวันละ 150 กรัม ซึ่งประไพศรี ธรฤทธิ์ (2546) ก็ได้เคยคำนวณค่า PTWI ของปลาในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง ก็พบว่ามีค่าต่ำกว่าค่าที่กำหนดโดย FAO/WHO เช่นกัน เช่นเดียวกับที่ วรวิทย์ ชีวาพร และคณะ (2542) และ Cheevaporn *et al.* (2000) คำนวณค่า PTWI สำหรับการบริโภคในสัตว์ทะเลชายฝั่งภาคตะวันออก พบว่ายังอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการบริโภค

การบริโภคปลาและอาหารทะเล เช่น กุ้ง ปู หอย และ หมึก ที่มีการปนเปื้อนปรอทในรูปปรอทอินทรีย์ จะส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคในรูปแบบต่างๆ เช่น สตรีมีครรภ์ที่บริโภคปลาและอาหารทะเลที่มีการปนเปื้อนของปรอทจะส่งผลกระทบต่อระบบประสาทของเด็กในครรภ์ (Bjornberg *et al.*, 2005) ทั้งนี้ค่า PTWI สำหรับประเทศต่างๆ จะมีค่าแตกต่างกันในแต่ละประเทศ

เช่น PTWI ของประเทศเนเธอร์แลนด์ กำหนดว่าไม่ควรเกิน 0.1 ไมโครกรัม ต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว ต่อสัปดาห์ โปรตุเกสกำหนดว่าไม่ควรเกิน 1.6 ไมโครกรัม ต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว ต่อสัปดาห์ และฝรั่งเศสกำหนดว่าไม่ควรเกิน 0.3 ไมโครกรัม ต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว ต่อสัปดาห์ เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการปนเปื้อนของปรอท และวิธีการบริโภคอาหารของประชากร (EFSA, 2004) ทั้งนี้ความเสี่ยงที่เกิดจากการปนเปื้อนของสารปรอทที่ได้รับจากการบริโภคนั้นก็ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดของสัตว์น้ำ ขนาดของสัตว์น้ำ พฤติกรรมของสัตว์น้ำ ความถี่ในการบริโภค เป็นต้น (EFSA, 2004: Falco *et al.*, 2006)

บทที่ 4

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

4.1 บทสรุป

การศึกษาปรอทในเนื้อเยื่อตัวอย่างสัตว์น้ำที่จับได้จากทะเลสาบสงขลาทั้ง 4 ตอน ได้สัตว์น้ำทั้งสิ้น 218 ตัวอย่าง ระดับปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำมีค่าตั้งแต่ 6 ถึง 625 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก ซึ่งมีปลาเพียง 3 ชนิดเท่านั้น ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ของประเทศเดนมาร์ก (300 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก) และเกณฑ์ที่กำหนดโดยองค์การอนามัยโลก (WHO, 1976) และกระทรวงสาธารณสุขประเทศไทย (500 นาโนกรัมต่อกรัม น้ำหนักเปียก) ได้แก่ ปลาช่อน (*Channa striata*) (321 นาโนกรัมต่อกรัม น้ำหนักเปียก) ปลากระทุงเหวปากยาว (*Rhynchorhamphus naga*) (435นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก) และปลาเสือพ่นน้ำ (*Toxotes chatareus*) (625 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก) อย่างไรก็ดีแต่ละชนิดมีตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ได้เพียงตัวอย่างเดียว จึงไม่อาจสรุปทางสถิติได้ว่าชนิดเดียวกันตัวอื่นๆ จะมีปรอทสะสมในปริมาณที่สูงทุกตัว

การสะสมของปรอทในสัตว์น้ำจากทะเลสาบสงขลาขึ้นอยู่กับลักษณะการกินอาหารของสัตว์น้ำ โดยพบว่ามีการเพิ่มปริมาณการสะสมของปรอทตามลำดับขั้นของอาหาร ดังนี้ ปลากินสัตว์ > ปลากินพืชและสัตว์ > ปลากินพืช ~ กุ้ง ปลากินสัตว์จะมีความแปรปรวนของปริมาณปรอทที่สะสมในเนื้อเยื่อปลาต่างชนิดกันค่อนข้างมากกว่าสัตว์น้ำประเภทอื่น ซึ่งแสดงว่าปรอทมีการเพิ่มขยายทางชีวภาพในระดับขั้นของการบริโภค ซึ่งผู้บริโภคอันดับสุดท้าย อันได้แก่ ปลากินสัตว์ จะมีปริมาณของปรอทสูงกว่าสัตว์น้ำประเภทอื่น และเมื่อแยกประเภทสัตว์น้ำเหล่านี้ตามถิ่นที่สัตว์น้ำอาศัยอยู่ คือ ทะเลน้อย ทะเลสาบตอนใน ทะเลสาบตอนกลาง และทะเลสาบตอนนอก พบว่าปริมาณปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำในกลุ่มปลากินสัตว์ยังคงมีความเข้มข้นของปรอทในเนื้อเยื่อสูงกว่าสัตว์น้ำประเภทอื่น

ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของสัตว์น้ำ (น้ำหนัก, ความยาวลำตัว) กับการปนเปื้อนของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำ โดยเลือกชนิดของสัตว์น้ำที่มีจำนวนชนิดมากพอแก่การศึกษา โดยพบว่า ในปลาประเภทกินพืชและสัตว์, ประเภทกินสัตว์ และกุ้งที่มีน้ำหนักมาก (หรือมีความยาวมาก) จะมีปรอทปนเปื้อนในเนื้อเยื่อมากกว่าสัตว์น้ำที่มีน้ำหนักน้อย (หรือมีความยาวลำตัวน้อย) ส่วนกลุ่มปลาประเภทกินพืชเป็นอาหาร ไม่พบความสัมพันธ์นี้ อาจเนื่องมาจากตัวอย่างในกลุ่มปลากินพืชเป็นอาหารที่นำมาวิเคราะห์มีขนาดใกล้เคียงกัน

แม้ว่าระดับปรอทที่สะสมในสัตว์น้ำที่จับจากทะเลสาบสงขลาจะยังไม่อยู่ในระดับที่เป็นพิษเฉียบพลันต่อผู้บริโภค แต่การสะสมของปรอทผ่านห่วงโซ่อาหารอาจจะเพิ่มความเสี่ยงต่อผู้บริโภค จากค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของปรอทในสัตว์น้ำ และค่า PTWI ของปรอทอินทรีย์ ซึ่ง FAO/WHO กำหนดไว้ที่ 1.6 ไมโครกรัม ต่อกิโลกรัมน้ำหนักคน ต่อสัปดาห์ เมื่อนำมาคำนวณหาปริมาณที่ปลอดภัยในการบริโภคสัตว์น้ำจากทะเลสาบสงขลา สำหรับคนน้ำหนักตัวเฉลี่ย 60 กิโลกรัม บริโภคสัตว์น้ำจากทะเลสาบสงขลา ซึ่งมีปรอทปนเปื้อนเฉลี่ยอยู่ที่ 100 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก และประมาณว่า 90% ของปรอทที่ปนเปื้อนในเนื้อเยื่อปลาอยู่ในรูปปรอทอินทรีย์ จะพบว่าสำหรับคนปกติที่มีน้ำหนักตัว 60 กิโลกรัม ไม่ควรบริโภคสัตว์น้ำจากทะเลสาบสงขลาเกินกว่า 1.07 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ หรือเฉลี่ยวันละ 150 กรัม

แม้ว่าการปนเปื้อนของปรอทในสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลาจะยังต่ำกว่าเกณฑ์กำหนดขององค์การอนามัยโลก (WHO, 1976) และกระทรวงสาธารณสุขประเทศไทย (2529) ซึ่งยังไม่อยู่ในระดับที่เป็นพิษเฉียบพลัน แต่การปนเปื้อนของปรอทในสัตว์น้ำในปริมาณแม้เพียงเล็กน้อยในผลผลิตประมงจากทะเลสาบสงขลา ก็ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้บริโภค โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็กและสตรีมีครรภ์ เมื่อมีการบริโภคในปริมาณมากหรือบริโภคอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นในการป้องกันมิให้เกิดปัญหาในอนาคต จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพิจารณากำหนดแนวทางในการจัดการสิ่งแวดล้อมและควบคุมการปนเปื้อนของปรอทในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาอย่างเป็นรูปธรรม

4.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมในกลุ่มสัตว์น้ำที่มีแนวโน้มการสะสมของปรอทสูง เช่น ปลาเสือพ่นน้ำ ปลากระทุงเหวปากยาว ปลาวัวจมูกสั้น ปลาแมวหูดำ ปลากะพงหิน ปลากะสง ปลาเนื้ออ่อน และปลากดขี้ลิง เป็นต้น

2. เนื่องจากไตปลาซึ่งเป็นอาหารประจำท้องถิ่นและนิยมรับประทานกันในภาคใต้ ได้จากการหมักอวัยวะภายในของปลา ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาในอวัยวะส่วนอื่นๆ ของปลาด้วย เช่น อวัยวะภายใน กระดูก เป็นต้น

3. ในส่วนของการจัดการสิ่งแวดล้อมและอนามัยสิ่งแวดล้อมควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในตัวอย่างสัตว์น้ำมากขึ้นเพื่อใช้ในการกำหนดปริมาณแนะนำที่ผู้บริโภคจะสามารถบริโภคสัตว์น้ำจากทะเลสาบสงขลาได้อย่างปลอดภัย

บรรณานุกรม

คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, สำนักงาน. 2529. รายงานการวิจัย เรื่อง ปริมาณการสะสมสารปรอทและสารตะกั่วในสัตว์น้ำจากแหล่งน้ำต่างๆ ในภาคใต้.

คณะอนุกรรมการแก้ไขปัญหาการวิเคราะห์สารเป็นพิษ. 2530. คู่มือการเก็บตัวอย่างและรักษาตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์โลหะหนัก. กรุงเทพมหานคร.

ควบคุมมลพิษ, กรม. 2541. ปรอท (Mercury). กองจัดการสารอันตรายและกากของเสีย.

ควบคุมมลพิษ, กรม. 2546. การปนเปื้อนสารโลหะหนักในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำ. ส่วนแหล่งน้ำทะเล สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ.

ควบคุมมลพิษ, กรม. 2547. ลดสารปรอท...เพื่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม. ส่วนแหล่งน้ำทะเล สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ.

จิรวัฒน์ ขวัญแก้ว. 2549. "การปนเปื้อนของปรอทในดินรอบทะเลสาบสงขลา". วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชุติมา วงศ์สุขสิน. 2540. การวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียม โครเมียม ทองแดง เหล็ก ตะกั่ว แมงกานีส ปรอท ซีลีเนียมและสังกะสีในสัตว์ทะเลบางชนิดจากอ่าวไทยโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอบชันสเปกโทรโฟโตเมตรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ณรงค์ ณ เชียงใหม่ และอรุณโชติ คงพล. 2530. "ปริมาณปรอทในปลาจากทะเลสาบสงขลา". วารสารสงขลานครินทร์. 9: 237-240.

ไตรภพ ผ่องสุวรรณ และ ครุณี ผ่องสุวรรณ. 2545. "ความเข้มข้นโลหะหนักในตะกอนท้องน้ำทะเลสาบสงขลา". วารสารสงขลานครินทร์. 24: 89-106.

ประดิษฐ์ มีสุข และสัชญา เบญจกุล. 2541. "การหาปริมาณสารหนูและโลหะหนักในผลิตภัณฑ์จากทะเลสาบสงขลา โดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรสโคปี". ใน รวมเรื่องย่องานวิจัยมหาวิทยาลัยทักษิณ 2537-2540, 122-128.

ประไพศรี ธรฤทธิ์. 2546. "การปนเปื้อนของสารปรอทในเนื้อปลา บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง". วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ประมง, กรม. 2535. ภาพปลาและสัตว์น้ำของไทย. กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ประมง, กรม. 2547. ฟาร์มทะเลในทะเลสาบสงขลา การฟื้นฟูทรัพยากรประมงโดยชุมชน ผลการดำเนินงาน ปี 2546. กลุ่มงานวิจัยระบบและการจัดการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ปิยะนารถ ตุ้มวอน. 2539. "การสะสมของโลหะหนักในสิ่งมีชีวิตและการแปรผันในระยะยาวของคุณภาพน้ำบริเวณอ่าวไทยตอนใน". วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. 2538. แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร.

มูลนิธิสารานุกรมวัฒนธรรมไทย ธนาคารไทยพานิชย์. 2542. สารานุกรมวัฒนธรรมไทย ภาคใต้ เล่ม 7 ทะเลสาบสงขลา – ธุระไม่ใช่ : นิทาน. กรุงเทพมหานคร : บริษัทสยามเพรส แมเนจเม้นท์ จำกัด.

วรวิทย์ ชีวาพร, พวงกมล นวลสุทธิ์, สายทิพย์ สวัสดิกูล และเปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. 2542. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง โครงการ การแพร่กระจายและสะสมของสารปรอทในสิ่งแวดล้อมทางทะเล บริเวณชายฝั่งภาคตะวันออก.

สาธารณสุข, กระทรวง. 2529. มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) ลงวันที่ 21 มกราคม 2529. กรุงเทพมหานคร.

สุรศักดิ์ วงศ์กิตติเวช. 2543. สารานุกรมปลาไทย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: บริษัท เอมซัพพลาย.

สุภาพร สุกสีเหลือง. 2538. การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพมหานคร.

อาแว มะแส, กังวาลย์ จันทรโชติ และไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์. 2548. "ประมงและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ". ใน รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการจัดทำแผนแม่บทการพัฒนาลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา เล่มที่ 4 ทรัพยากรป่า- ประมง- การใช้ที่ดิน- พลังงาน. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ และมหาวิทยาลัยราชภัฏสงลา. สงขลา : นีโอ พ้อยท์.

Acevedo-Figueroa, D.; Jimenez, B. D. and Rodriguez-Sierra, C. J. 2006. "Trace metals in sediments of estuarine lagoons from Puerto Rico". Environmental Pollution. 141: 336-342.

Afonso, C.; Lourenco, H. M,; Dias, A.; Nunes, M. L. and Castro, M. 2007. "Contaminant metals in black scabbard fish (*Aphanopus carbo*) caught off Madeira and the Azores". Food Chemistry. 101: 120-125.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15th Edition. Virginia modified, Arlington.

ATSDR. 1999. "Toxicological Profile for Mercury". U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry.

Augelli, M. A.; Munoz, R. A. A.; Richter, E. M.; Cantagallo, M. I. and Angnes, L. 2006. "Analytical procedure for total mercury determination in fishes and shrimps by chronopotentiometric stripping analysis at gold film electrodes after microwave digestion". Food Chemistry. xxx : xxx-xxx.

Bjornberg, K. A.; Cahter, M.; Grawe, K. P. and Bweglund, M. 2005. "Methyl mercury exposure in Swedish women with high fish consumption". Science of the Total Environment. 341: 45-52.

Blake, N. 1980. "Land into Water - Water into Land". University Presses of Florida. USA.

Cappon, C. J. 1994. "Mercury and Organomercurials. In Analysis of Contaminants in Edible Aquatic Resources". 175-204. Kiceniuk, J. W. and Ray, S. (Eds.), USA : VCH Publishers.

Cheevaporn, V. 1996. "Mercury as a Marine Pollution". Journal of Burapha Science. 4: 83-97.

Cheevaporn, V.; Velasquez, I. and Menasveta, P. 2000. "Amplification of Mercury Concentration in the Marine food Chain of the East Coast of Thailand". Thammasat International Journal Science Technology volume 5. No.2.

Clark , R. B.; Frid, C. and Attrill. M. 2001. "Marine Pollution (5^{th} ed)". Oxford University Press, Oxford.

De, A. K. 1994. "Environmental Chemistry". Wiely Estern Limited. Calcutta, New Delhi.

Dill, C.; Kuiken T.; Zhang, H. and Ensor, M. 2006. "Diurnal variation of dissolved gaseous mercury (DGM) levels in a southern reservoir lake (Tennessee, USA) in relation to solar radiation". Science of the Total Environment. 357: 176-193.

ECDGE. 2004. "Mercury flows in Europe and the World: The impact of decommissioned chlor-alkali plants". Final report, European Commission Directorate General for Environment.

EFSA. 2004. "Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission related to mercury and methymercury in food". The EFSA Journal. 34: 1-14.

Evans, D. W.; Kathman, R. D. and Walker, W. W. 2000. "Trophic accumulation and depuration of mercury by blue crabs (*Callinectes sapidus*) and pink shrimp (*Penaeus duorarum*)". Marine Environmental Research. 49: 419-434.

Falco, G.; Llobet, J.M.; Bocio, A. and Domingo, J. L. 2006. "Daily intake of asenic, cadmium, mercury, and lead by consumption of edible marine species". Journal of Agricultural and Food Chemistry. 54: 6106-6112.

Fujiki, M. and Tajima, S. 1992. "The pollution of Minamata Bay by mercury". Water Science Technology. 25: 133-140.

Hansen, S. and Riisgard, A. 1990. "Biomagnification of mercury in marine grazing food chain". Marine Ecological Program Science. 62: 259-270.

Houserova, P.; Kuban, V.; Spurny, P. and Habarta, P. 2006. "Determination of total mercury and mercury species in fish and aquatic ecosystems of Moravian rivers". Veterinarni Medicina. 51: 101-110.

Hudson, R. J. M.; Gherini, S. A.; Wastras, C. J. and Porcella, D. P. 1992. "Modeling the biogeochemical cycle of mercury in lake: The mercury cycling Model (MCM) and its application to the MTL Lake", In Proceedings of the 1992 Conference on Mercury as a Global Pollutant, Monterey, California.

Hylander, L.D. and Meili, M. 2003. "500 years of mercury production: Global annual inventory by region until 2000 and associated emissions". The Science of Total Environment Journal. 304: 13–27.

Jackson, T.A. 1998. "Mercury in Aquatic Ecosystems". In Heavy Metals in the Marine Environment. 77-138.

JECFA. 2006. Summary and Conclusion of the 67th Meeting of Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (FAO/AHO), 11 p.

Kan-atireklap, S.; Sanguansin, J.; Kan-atireklap, S. and Bantivivatkul, S. 1999. "Contamination of Heavy Metals in Some Marine Organisms along the East Coast of the Gulf of Thailand". Technical Paper No.69/1999.

Kehrig, H. A.; Malm, O. and Moreira, I. 1998. Mercury in a widely consumed fish *Micropogonias furnieri* (Demarest, 1823) from four main Brazilian estuaries. The Science of the Total Environment 213: 263-271

Kucuksezgin, F.; Uluturhan, E.; Kontas, A. and Altay, O. 2002. "Trace metal concentrations in edible fishes from Izmir Bay, Eastern Aegean". Marine Pollution Bulletin. 44: 816-832.

Leady, B. S. and Gottgens, J. F. 2001. "Mercury accumulation in sediment cores and along food chains in two regions of the Brazilian Pantanal". Wetland Ecology and Management. 9: 349-361.

Lima, A. P. S.; Muller, R. C. S.; Sarkis, J. E. S.; Alves, C. N.; Bentes, M. H. S.; Brabo, E. and Santos, E. O. 2000. "Mercury contamimation in fish from Santarem, Para, Brazil". Environmental Research Section A. 83: 117-122.

Lindqvist, O.; Johansson, K.; Aastrup, M.; Andersson A.; Bringmark, L.; Hovsenius, G. and Timm, B. 1991. "Mercury in the Swedish environment - Recent research on causes, consequences and corrective methods". Water, Air and Soil Pollution. 55: 7-17

Menasveta, P. 1993. "Fish survey and sampling in the Gulf of Thailand for total mercury determination".

Menasveta, P. 1995. "Total Mercury in Fishes Caught from Unocal Natural Gas Production Platform in the Gulf of Thailand". A report submitted to Unocal Thailand, Ltd. Aquatic Resource Research Institute.

NOAA. 1996. "Contaminant in Aquatic Habitats at Hazardous Waste Sites: Mercury". National Oceanic and Atmospheric Administration. Technical Memorandum NOS ORCA 100. Seattle, Washington.

Pacyna, J.M. and Munch, J. 1991. "Anthropogenic mercury emission in Europe". Water, Air and Soil Pollution. 56: 51-60.

PCD. 2000. "Mercury Study in Thai Marine Environment". Pollution Control Department: Bangkok.

Piotrowski, J. K. and Inskip, M. J. 1981. "Health Effects of Methylmercury". MARC Report No. 24, Chelsea College, London.

Rasmussen, R. S., Nettleton, J. and Morrissey, M. T. 2006. "A Review of Mercury in Seafood: special focus on tuna". Oregon State University Seafood Laboratory, Astoria, OR.

Regine, M.B.; Gilles, D.; Yannick, D. and Alain, B. 2006. "Mercury distribution in fish organs and food regimes: Significant relationships from twelve species collected in French Guiana (Amazonian basin)". Science of the Total Environment. 368: 262-270.

Renzoni, A.; Zino, F. and Franchi, E. 1998. "Mercury levels along the food chain and risk for exposed populations". Environmental Research Section A. 77: 68-72.

Schuhmacher, M.; Batiste, J.; Bosque, M. A.; Domingo, J. L. and Corbella, J. 1994. "Mercury concentration in marine species from the coastal area of Terragona Province, Spain. Dietary intake of mercury through fish and seafood consumption". The Science of the Total Environment. 156: 269-273.

Sompongchaiyakul, P. and Dharmvanij, S. (In preparation). "Factor affecting variation of mercury in surface sediment between different compartments of Songkhla Lake", Thailand.

Sompongchaiyakul, P. and Sirinawin, W. 2005. "Spatial Distribution of Total Mercury in Surficial Sediment of Songkhla Lake, Thailand". Proceeding of the 1st International Conference on Environmental Science and Technology, New Orleans, Louisiana, USA.

Tetra Tech Inc. 1998. "Environmental Studies in the Central Gulf of Thailand". Report for Unocal Thailand, Ltd.

UNEP. 1984. "List of Environmentally Dangerous Chemical Substances and Process of Global Significance". Report No.2, Scientific Monographs. United Nations Environment Programme Chemicals Geneva, Switzerland.

UNEP. 2002. "Global Mercury Assessment". United Nations Environment Programme Chemicals Geneva, Switzerland.

US-EPA (Environmental Protection Agency). 2001. "Mercury Update: Impact on Fish Advisories". Office of Water 4305.

Voegborlo, R.B. and Akagi, H. 2007. "Determination of mercury in fish by cold vapor atomic absorption spectrometry using an automatic mercury analyzer". Food Chemistry. 100: 853- 858.

WHO. 1972. "Evolution of mercury, lead, cadmium and the food additives amaranth, diethylpyrocarbonate and octyl gallate". Nutrition Meetings Report Series, No. 51A. WHO Food additives series, No. 4.

WHO. 1976. "Environmental Health Criteria I. Mercury". World Health Organization.

WHO. 2000. "Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants". WHO food additives series. Cambridge University Press, No.44.

Windom, H.L. and Cranmer, G. 1998. "Lack of observed impacts of gas production of Bongkot Field, Thailand on marine biota". Marine Pollution Bulletin. 36: 799-807.

เอกสารอ้างอิงอิเลคทรอนิคส์

ควบคุมมลพิษ, กรม. 2550. "รายงานการศึกษาปริมาณสารปรอทในสิ่งแวดล้อมทางทะเลของประเทศไทย" เข้าถึงได้จาก: http://www.marinepcd.org/hgtaskforce/document/mercury.doc [3 มกราคม 2550]

ประวิทย์ สุรนีรนาถ. (ออนไลน์). 2548. "Aquatic Animals and Aquatic Plants of Thailand". เข้าถึงได้จาก: http://www.ku.ac.th/AgrInfo/thaifish/ [26 สิงหาคม 2548]

Bruin, G.H.P.D., Russell, B. C. and Bogusch, A. (ออนไลน์). 2548. "The marine fishery resources of Sri Lanka". เข้าถึงได้จาก: http://www.fao.org/docrep/T0726E/t0726e00.HTM [15 สิงหาคม 2548]

Environment Canada. (ออนไลน์). 2005. "Reducing mercury in the great lake". เข้าถึงได้จาก: http://www.on.ec.gc.ca/coa/2001/mercury-e.html [10 พฤศจิกายน 2548]

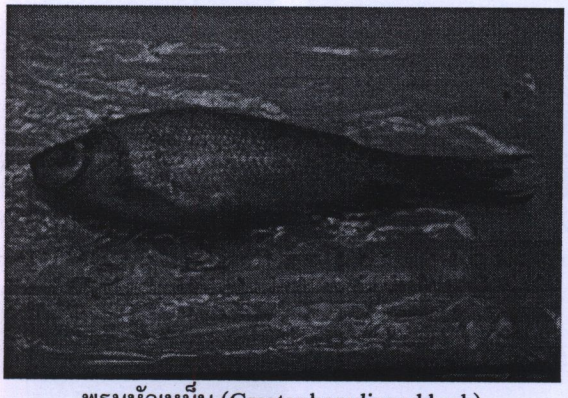
Fish base. (ออนไลน์). 2005. "A Global Information System on Fishes". เข้าถึงได้จาก: http://www.fishbase.org/home.htm [25 มีนาคม 2548]

Risch, M. (ออนไลน์). 2005. "Monitoring Program for Mercury in Precipitation in Indiana". เข้าถึงได้จาก : http://in.water.usgs.gov/newreports/mercury/index.shtml [5 มิถุนายน 2547]

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รูปสัตว์น้ำที่จับได้จากทะเลสาบสงขลา

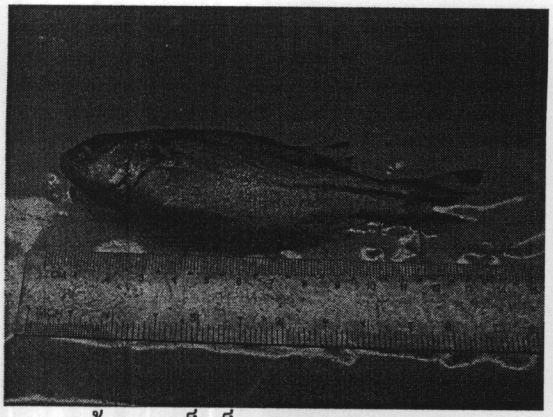


พรมหัวเหม็น (Greater bonylipped barb)
Osteochilus melanopleura

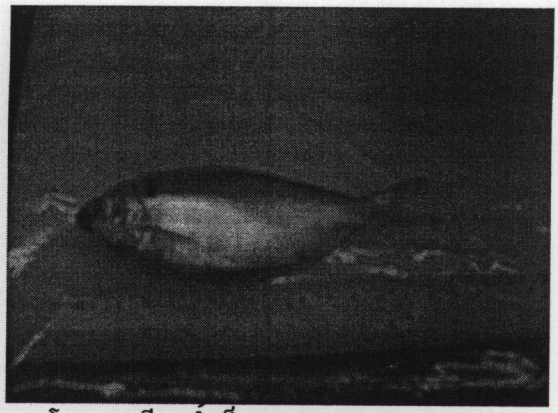
กระบอกขาว (Longfin gray mullet)
Valamugil cunnesius

กระบอกดำ (Greenback mullet)
Liza subviridis

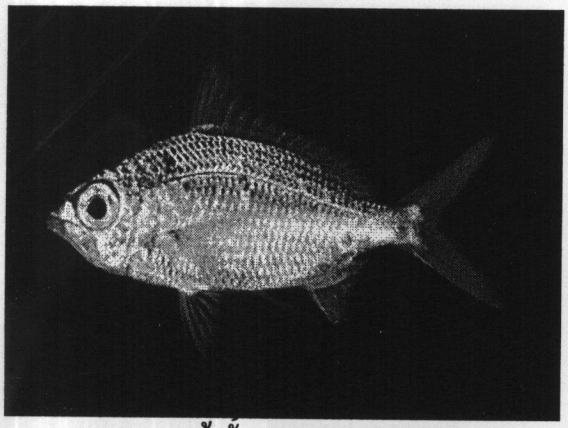
รูปที่ ก-1 ปลากินพืชที่จับได้ในทะเลสาบสงขลาระหว่างเดือนสิงหาคม 2547 ถึง เดือนกรกฎาคม 2548 มีทั้งสิ้น 3 ชนิด



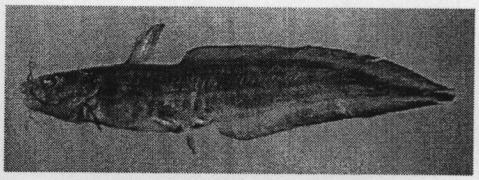
ข้างลายเกล็ดเล็ก (Twolined therapon)
Terapon puta



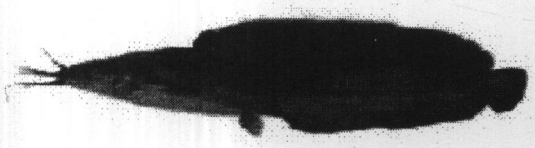
โคก, ตะเพียนน้ำเค็ม (Chacunda gizzard shad)
Anodontostoma chacunda



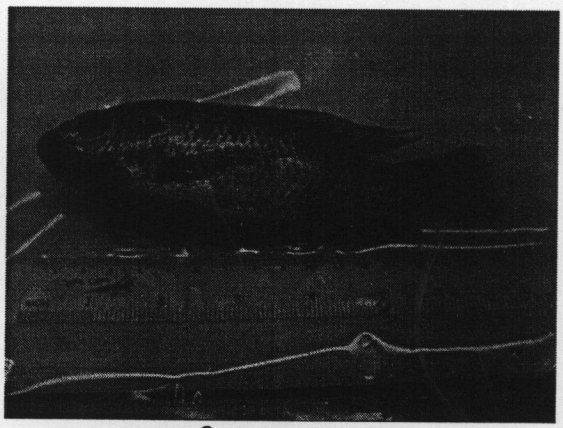
ดอกหมากหน้าสั้น (Banded silver biddy)
Gerres subfasciatus



ดุกทะเล (Lagoon catfish)
Plotosus canius

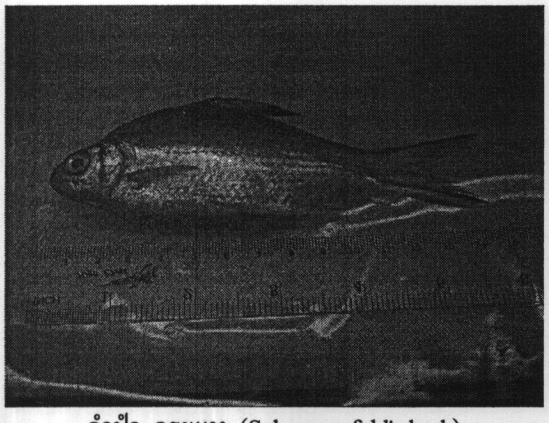


ดุกน้ำจืด,ดุกอุย (Marbled walking catfish)
Clarias macrocephalus

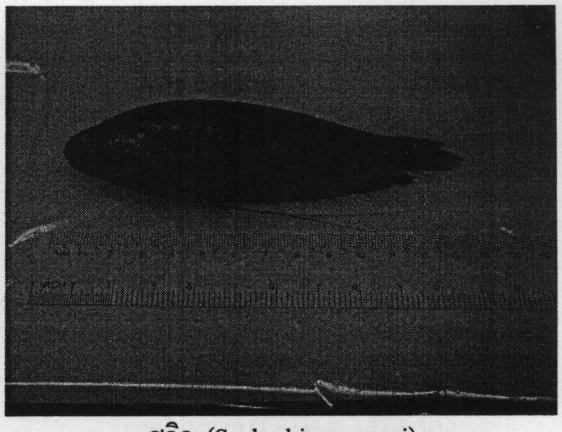


นิล (Nile tilapia)
Oreochromis niloticus

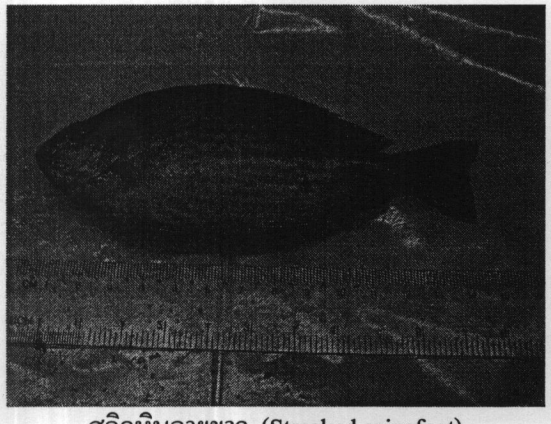
รูปที่ ก-2 ปลากินพืชและสัตว์ที่จับได้ในทะเลสาบสงขลาระหว่างเดือนสิงหาคม 2547 ถึง เดือนกรกฎาคม 2548 มีทั้งสิ้น 10 ชนิด



ลำป่า, กระแห (Schwanenfeld's barb)
Puntius schwanenfeldii



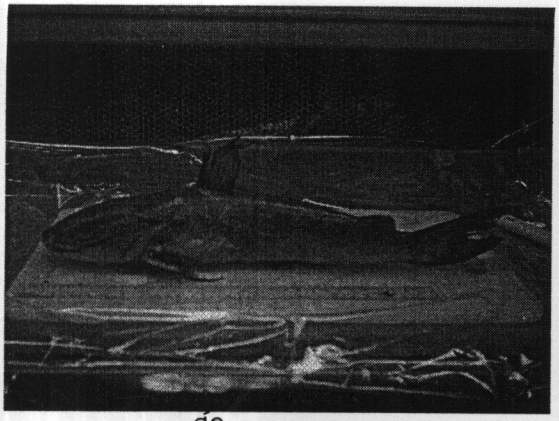
สลิด (Snakeskin gourami)
Trichogaster pectoralis



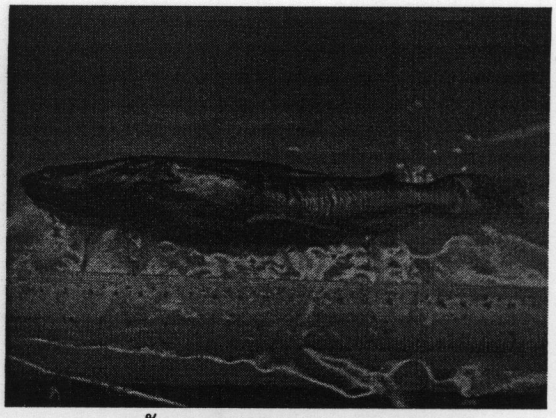
สลิดหินลายขาว (Streaked spinefoot)
Siganus javus

สาก,น้ำดอกไม้ (Banded barracuda)
Sphyraena jello

รูปที่ ก-2 (ต่อ)

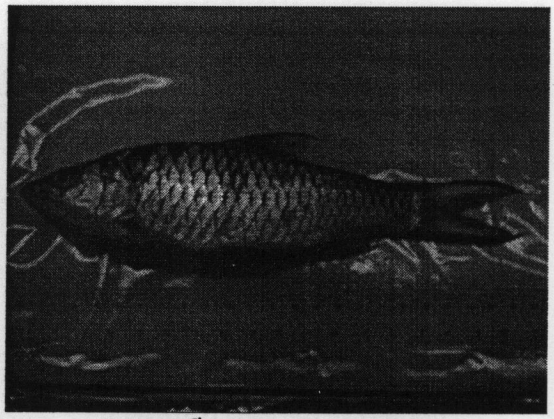


กดขี้ลิง (Sagor catfish)
Arius sagor

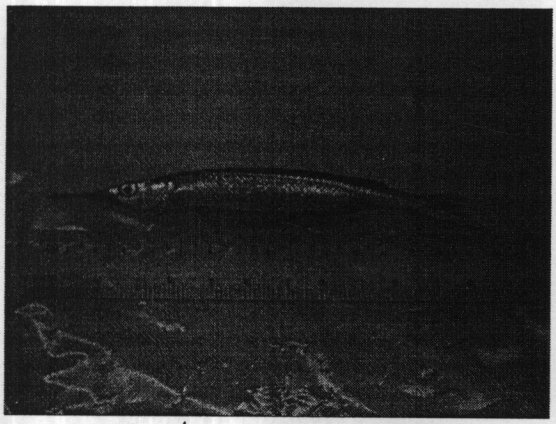


กดคันหลาว (Longspined catfish)
Arius truncates

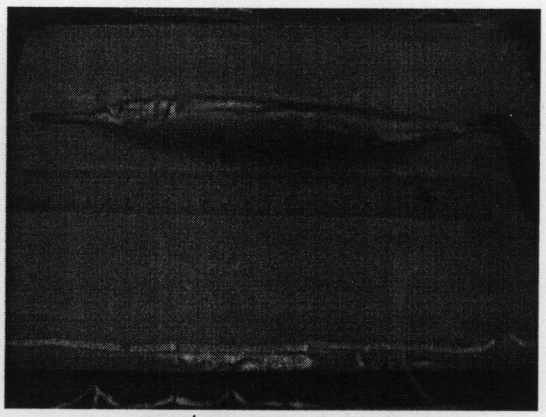
กดน้ำจืด,กดเหลือง (Yellow mystus)
Mystus filamentus



กระสูบขีด (Transverse bar barb)
Hampala macrolepidota

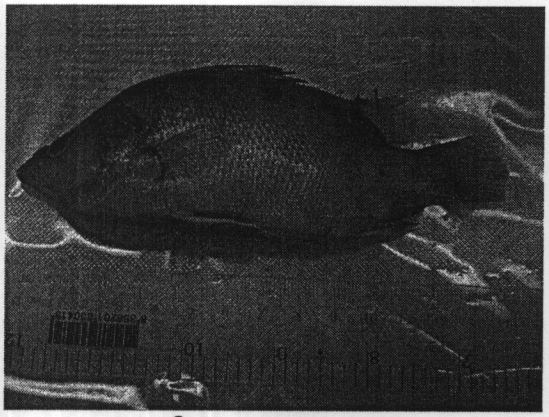


กระทุงเหวปากแดง (Short nosed halfbeak)
Hyporhamphus quoyi

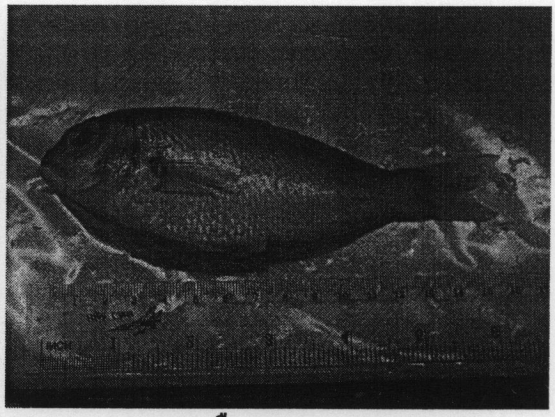


กระทุงเหวปากยาว (Longjawed garfish)
Rhynchorhamphus naga

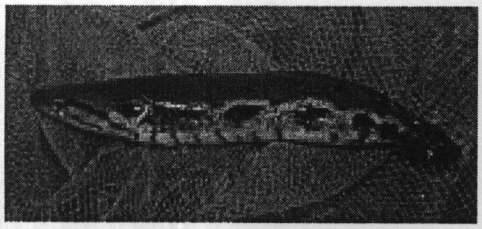
รูปที่ ก-3 ปลากินสัตว์ที่จับได้ในทะเลสาบสงขลาระหว่างเดือนสิงหาคม 2547 ถึง เดือนกรกฎาคม 2548 มีทั้งสิ้น 34 ชนิด



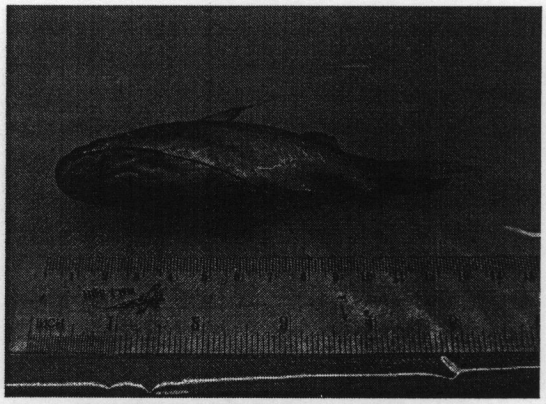
กะพงหิน (Fourbanded tripletail)
Datnioides quadrifasciatus



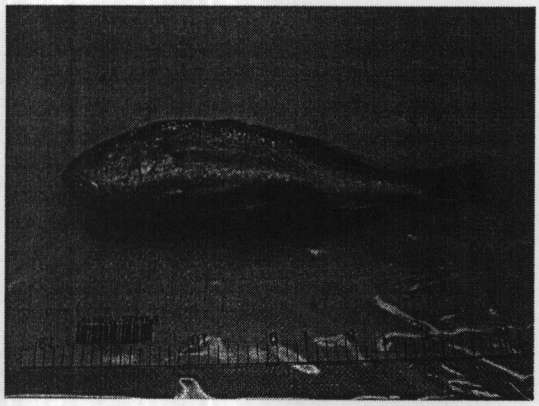
กะพงเหลือง (Indian snapper)
Lutjanus madras



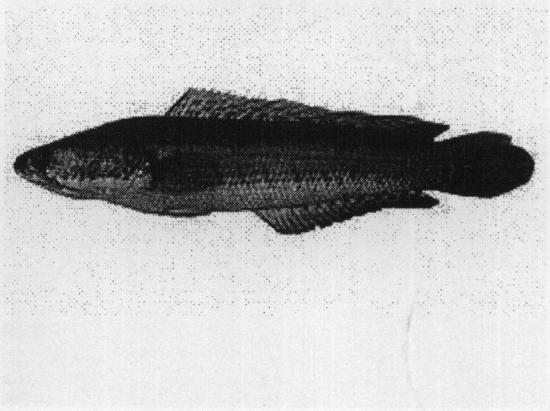
กะสง (Blotched snakehead)
Channa lucius



แขยงหนู (Longwhiskered catfish)
Mystus gulio

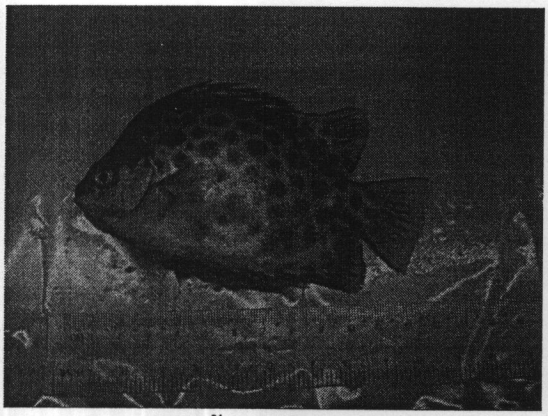


จวดหน้ามอม (Bearded croaker)
Johniops dussumieri

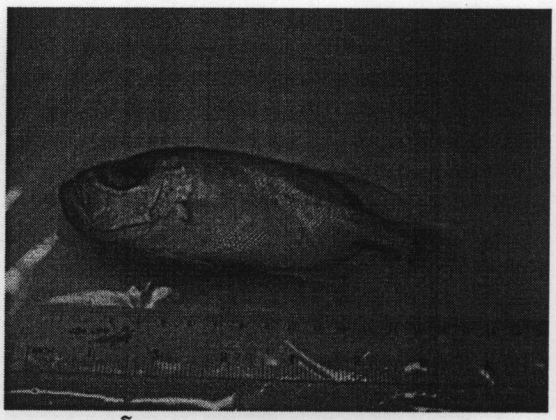


ช่อน (Striped snakehead)
Channa striata

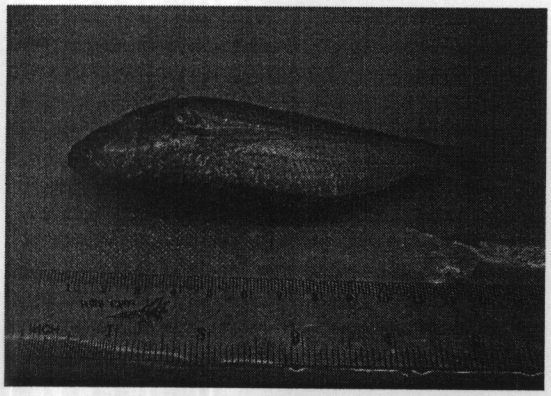
รูปที่ ก-3 (ต่อ)



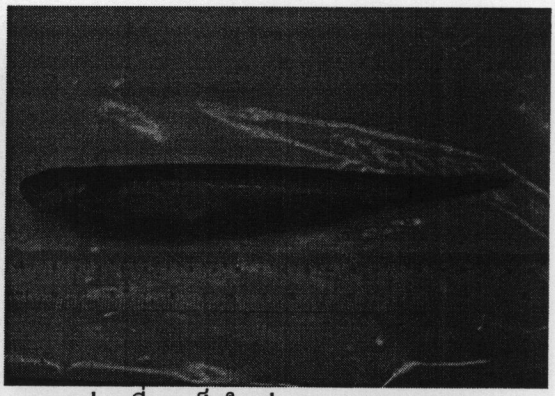
ตะกรับ (Spotted scat)
Scatophagus argus



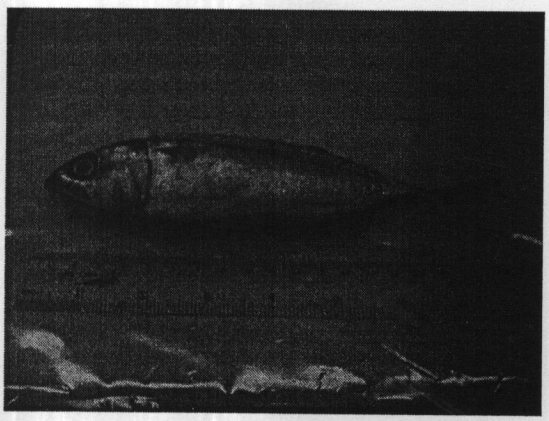
ตาโต,ตาหวาน (Sportfinned bigeye)
Priacanthus tayenus



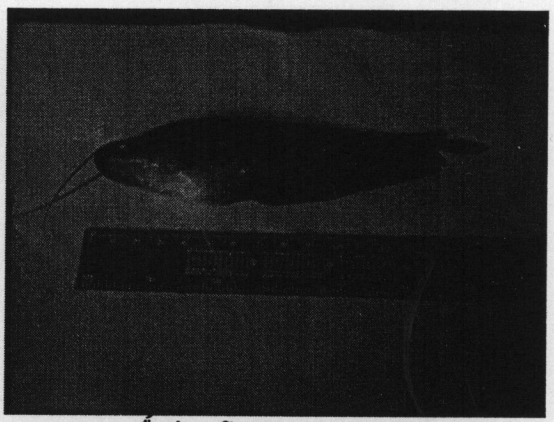
ทรายแดง (Ornate threadfin bream)
Nemipterus hexodon



ท่องเที่ยวเกล็ดใหญ่ (Largescaled goby)
Parapocryptes serperaster

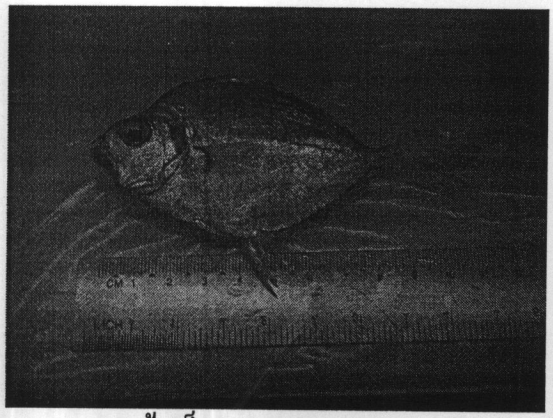


ทู (Short-mackerel)
Rastrelliger brachysoma

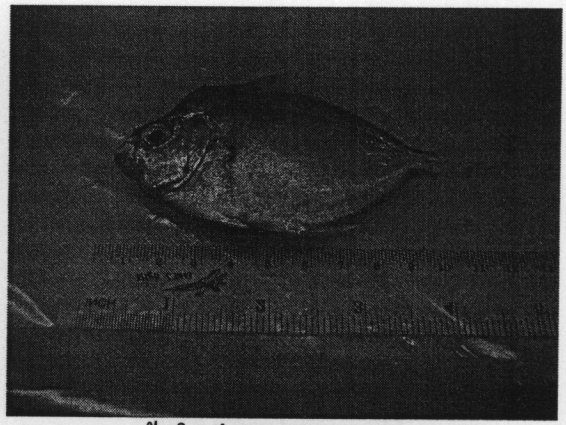


เนื้ออ่อน,โอน (Butter catfish)
Ompok bimaculatus

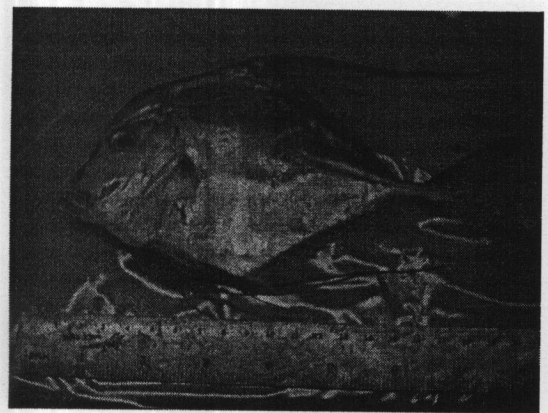
รูปที่ ก-3 (ต่อ)



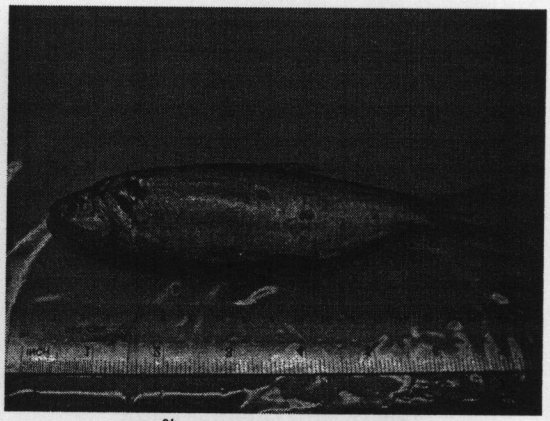
แป้นเล็ก (Shortnose ponyfish)
Leiognathus brevirostris



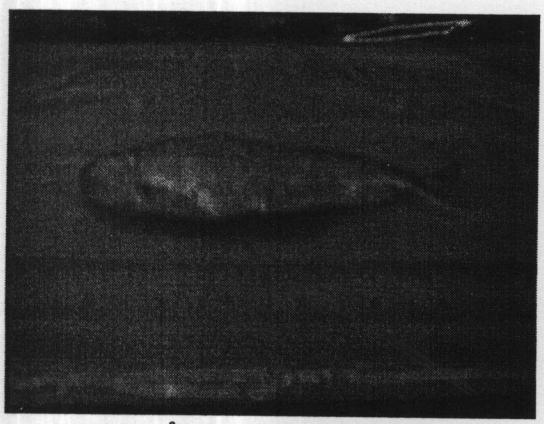
แป้นใหญ่ (Common ponyfish)
Leiognathus equulus



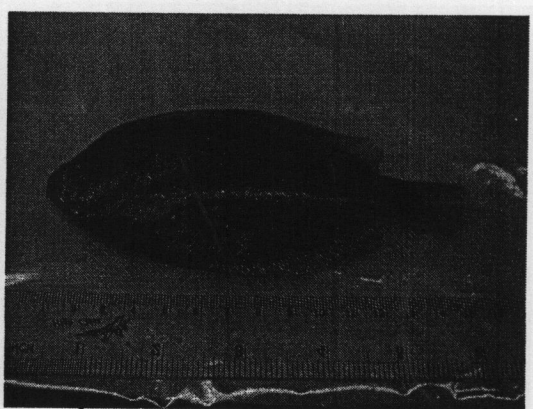
ผมนางหน้าตัด (Threadfin trevally)
Alectis indicus



แมวหัวแหลม (Kammal thryssa)
Thryssa kammalensis

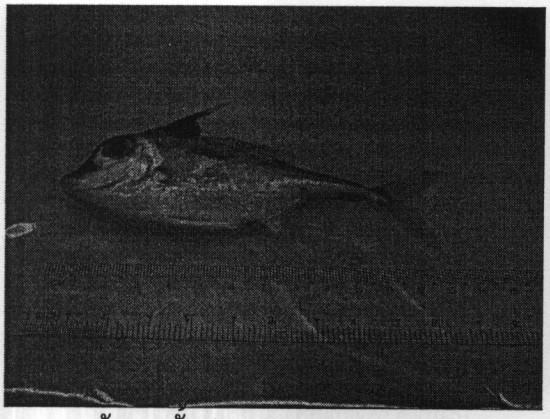


แมวหูดำ (Dusky-hairfin anchovy)
Setipinna melanochir

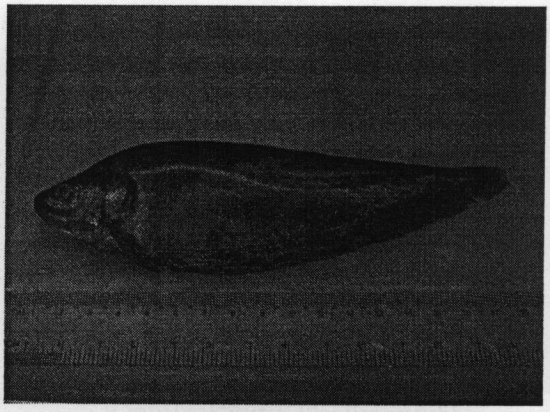


ลิ้นควาย,ใบขนุน (Largetooth flounder)
Pseudorhombus arsius

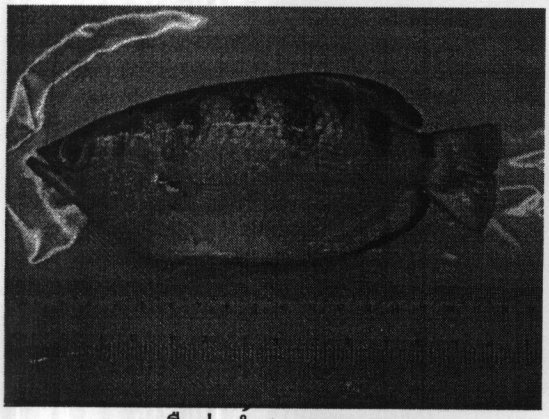
รูปที่ ก-3 (ต่อ)



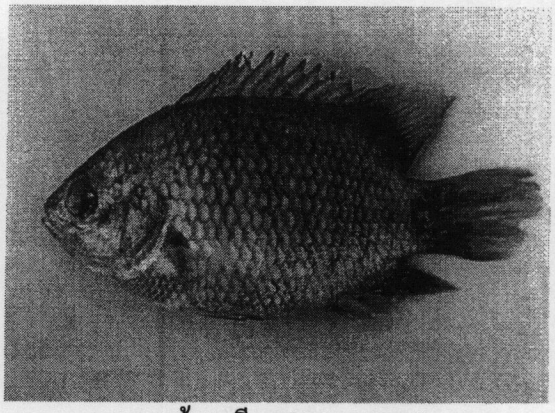
วัวจมูกสั้น (Short-nosed tripodfish)
Triacanthus biaculeatus



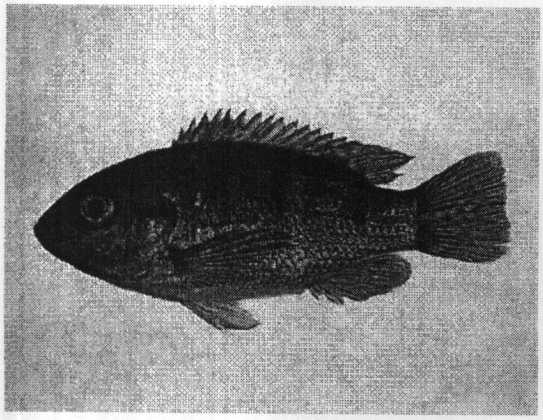
สลาด (Gray featherback)
Notopterus notopterus



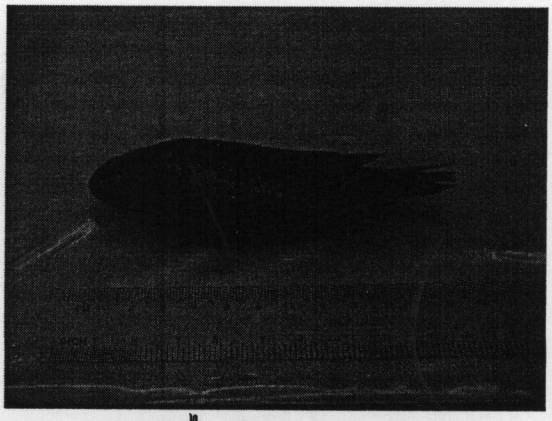
เสือพ่นน้ำ (Archerfish)
Toxotes chatareus



หมอช้างเหยียบ (Striped tiger)
Pristolepis fasciata

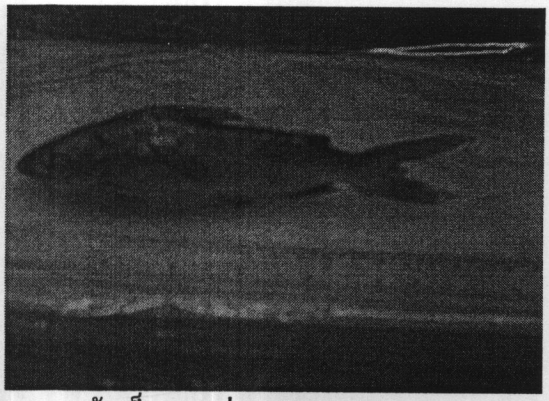


หมอทะเล, หมอเทศ (Mozambique tilapia)
Oreochromis mossambicus

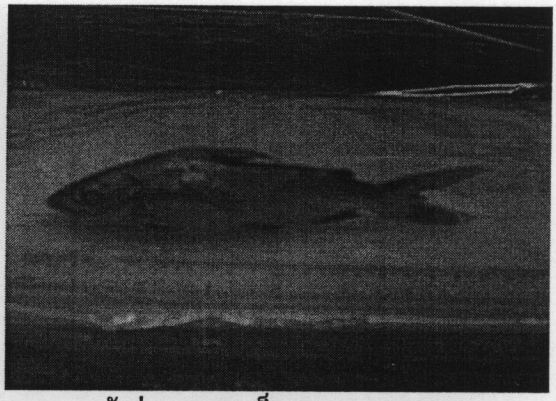


หมอไทย (Climbing perch)
Anabas testudineus

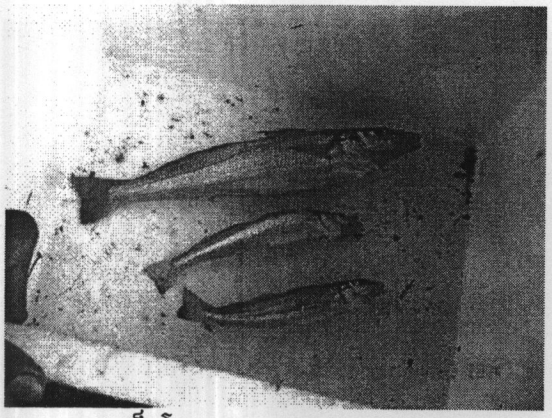
รูปที่ ก-3 (ต่อ)



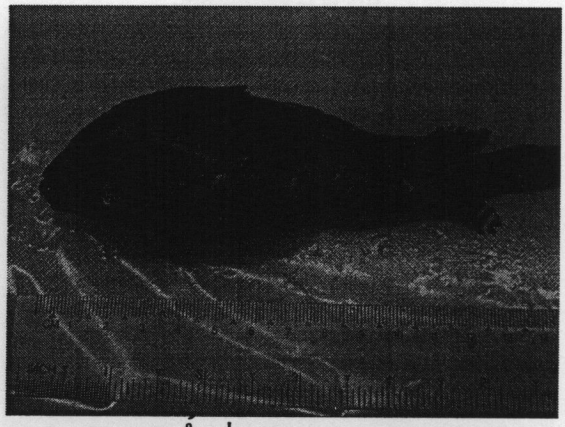
หัวแข็งหนวดอ่อน (Engraved catfish)
Arius caelatus



หัวอ่อนหนวดแข็ง (Soldier catfish)
Osteogeneiosus militaris

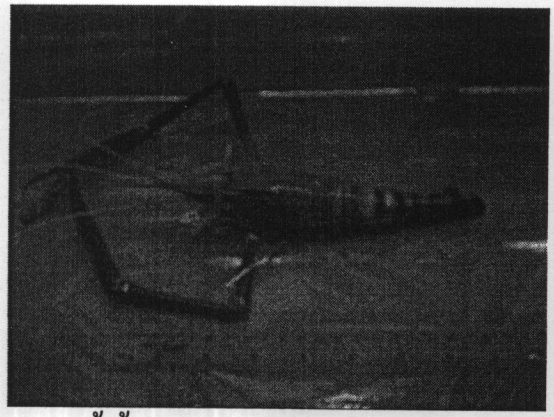


เห็ดโคน, ทราย (Silver sillago)
Sillago sihama

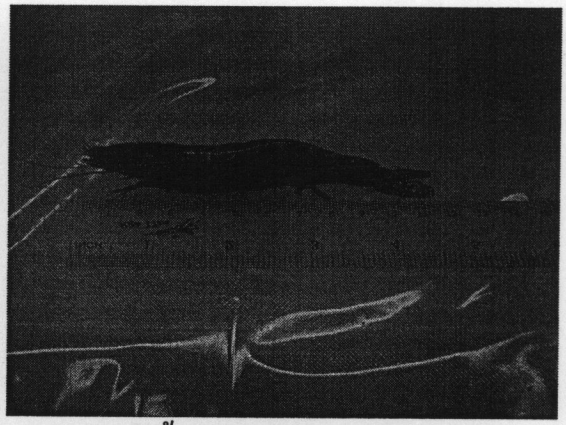


อุบ, คางคกน้ำกร่อย (Three-spined frogfish)
Batrachomoeus trispinosus

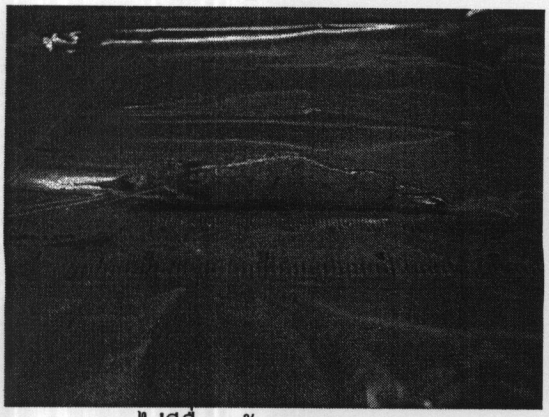
รูปที่ ก-3 (ต่อ)



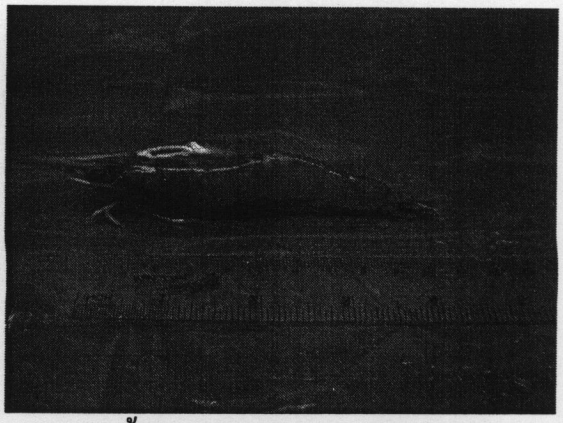
กุ้งก้ามกราม (Giant freshwater prawn)
Macrobrachium rosenbergii



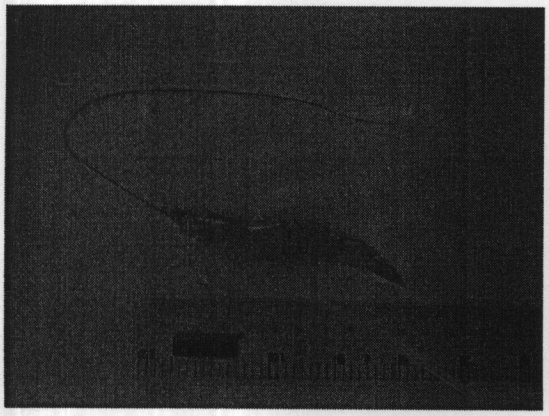
กุ้งตะกาด (Jinga shrimp)
Metapenaeus affinis



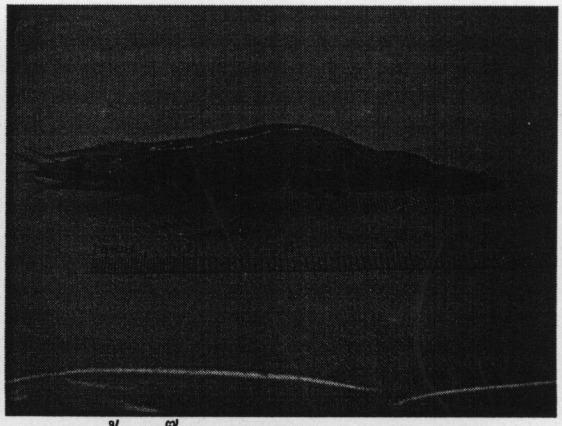
ไม่มีชื่อสามัญ (fine shrimp)
Metapenaeus elegans



กุ้งตะกาดขาว (Moyebi shrimp)
Metapenaeus moyebi

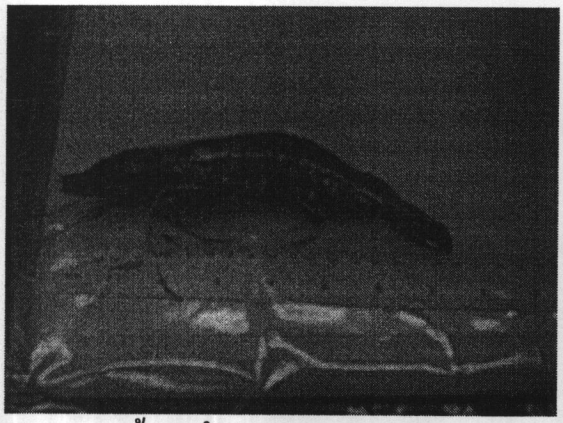


กุ้งหัวมัน (Stork shrimp)
Metapenaeus tenuipes

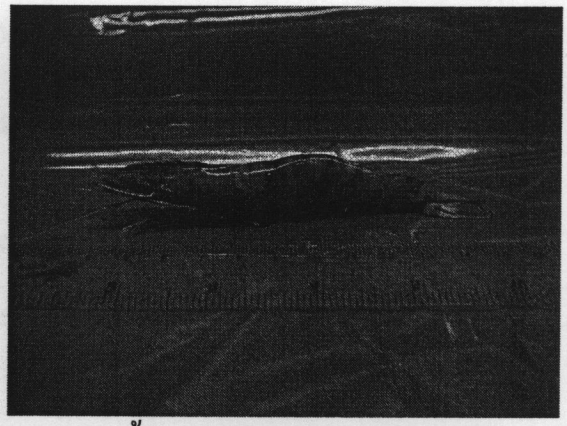


กุ้งแชบ๊วย:หางแดง (Banana prawn)
Penaeus merguiensis

รูปที่ ก-4 กุ้งที่จับได้ในทะเลสาบสงขลาระหว่างเดือนสิงหาคม 2547 ถึง เดือนกรกฎาคม 2548 มีทั้งสิ้น 8 ชนิด



กุ้งกุลาดำ (Giant tiger prawn)
Penaeus monodon



กุ้งกุลาลาย (Green tiger prawn)
Penaeus semisulcatus

รูปที่ ก-4 (ต่อ)

ภาคผนวก ข

ปริมาณสัตว์น้ำจากท่าขึ้นสัตว์น้ำรอบทะเลสาบสงขลาในแต่ละเดือน ปี พ.ศ. 2546-2547

ตารางที่ ข-1 ปริมาณสัตว์น้ำจากท่าขึ้นสัตว์น้ำรอบทะเลสาบสงขลาในแต่ละเดือน ปี พ.ศ.2546 (กิโลกรัม)

ชนิดสัตว์น้ำ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
ปลากินพืช													
ปลากระบอกขาว	-	-	-	-	-	75	-	13	-	-	-	-	88
ปลากระบอกดำ	1,508	540	1,363	458	263	580	303	453	790	340	363	60	7,021
ปลาขี้ขม[1]	-	-	38	278	200	200	440	-	380	18,160	5,250	500	25,446
ปลาพรมหัวเหม็น[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลากินพืชและสัตว์													
ปลาโคก, ตะเพียนน้ำเค็ม	2,313	1,173	1,088	2,303	2,330	2,125	3,170	250	658	-	479	300	16,189
ปลาดุกทะเล	2,883	1,090	1,308	5,908	4,773	2,675	1,740	2,523	5,105	6,260	6,933	49,848	91,046
ปลาน้ำจืด, ดุกอุย	1,625	1,803	875	688	250	330	500	283	1,450	898	163	625	9,490
ปลานิล	500	38	150	-	5	1,550	93	293	2,138	50,543	1,785	18,500	75,595
ปลาลำปำ,กระแห	3	75	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	81
ปลาสลิดหินลายขาว	-	-	-	-	-	38	-	-	100	-	-	-	138
ปลาตาแดง[1]	-	525	38	-	-	325	350	165	750	-	-	-	2,153
ปลามะลิ[1]	-	-	-	-	-	125	425	63	125	-	543	238	1,519
ปลาสร้อยดอกหมาก[1]	13	-	75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	88
ปลาข้างลายเกล็ดเล็ก[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาตาแดง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาดอกหมากหน้าสั้น	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาสลิด	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาสีกุน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาสาก, น้ำดอกไม้[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลากินสัตว์													
ปลากดขี้ลิง	300	-	-	150	23	-	-	-	-	8	-	975	1,456
ปลากดคันหลาว	3,478	50	-	3,603	4,375	688	200	325	183	380	1,000	-	14,282
ปลากดน้ำจืด, กดเหลือง	113	5	125	50	113	150	58	-	513	5,263	888	305	7,583
ปลากระทุงเหวปากแดง	475	-	-	1,000	675	2,900	978	683	2,020	-	75	120	8,926
ปลากระทุงเหวปากขาว	3	-	38	-	1,025	325	-	-	-	-	-	-	1,391
ปลากระสูบขีด	-	500	188	400	200	275	268	280	3,785	26,543	1,853	840	35,132
ปลากะพงขาว[1]	3,100	1,120	1,683	945	158	2,788	165	345	1,175	1,748	1,490	783	15,500
ปลากะพงหิน	5	-	-	18	-	-	-	13	1,718	450	646	550	3,400
ปลาแขยงขาว[1]	-	-	-	-	-	45	98	180	70	10,220	5	-	10,618
ปลาแขยงหนู	-	-	-	-	-	-	-	13	50	-	-	275	338
ปลาแขยงใบข้าว[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	245	-	125	370
ปลาช่อน	5,875	3,925	4,150	3,238	3,503	4,260	3,060	4,018	4,933	18,253	3,351	14,054	72,620
ปลาตะกรับ	430	695	1,540	2,403	878	663	558	813	385	1,653	559	93	10,670
ปลาท่องเที่ยวเกล็ดใหญ่	-	-	-	-	-	-	283	-	1,750	9,825	13,215	-	25,073
ปลาแป้นเล็ก	1,788	4,213	6,275	7,903	3,320	300	775	180	735	375	700	25	26,589
ปลาแป้นใหญ่	-	-	-	-	-	-	3	-	53	613	-	-	669
ปลาเนื้ออ่อน, โอน	-	235	-	25	25	-	-	25	13	50	-	-	373
ปลาแมวหูขาว[1]	963	35	305	588	888	750	938	113	253	200	8	-	5,041

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

ชนิดสัตว์น้ำ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
ปลากินสัตว์ (ต่อ)													
ปลาเห็ดโคน, ทราย	3	3	-	-	250	-	-	-	-	-	-	-	256
ปลาอุบ, ตางดกน้ำกร่อย	-	-	50	-	-	-	-	-	3,475	-	120	-	3,645
ปลาสลาด	293	1,950	2,950	1,458	333	525	838	3,765	7,510	27,065	-	-	46,687
ปลาเสือพ่นน้ำ	-	-	-	3	3	-	-	30	-	-	-	-	36
ปลาหมอช้างเหยียบ	-	3,225	468	575	550	493	533	75	600	2,938	-	-	9,457
ปลาหมอไทย	10	788	-	25	125	13	-	133	200	-	4,970	28,075	34,339
ปลาลิ้นควาย, ใบขนุน	13	275	375	50	38	-	-	-	33	-	-	-	784
ปลาหัวแข็งหนวดอ่อน	14,230	12,350	2,290	9,300	6,275	8,788	5,833	9,098	3,665	24,808	-	-	96,637
ปลาหัวอ่อนหนวดแข็ง	3,800	400	1,375	50	-	-	1,000	1,313	-	50	-	-	7,988
ปลากระทิง[a]	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
ปลากะพงช้างปาน[a]	-	-	3	-	-	-	43	10	-	750	-	-	806
ปลาแก้มช้ำ[a]	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100
ปลาจิ้มฟันจระเข้[a]	-	-	-	-	-	725	-	-	115	500	233	6,313	7,886
ปลาชะโด[a]	35	-	-	-	-	-	28	165	130	188	10	1,198	1,754
ปลาชิวควาย[a]	-	25	38	-	300	75	100	200	-	-	-	-	738
ปลาปู[a]	5	18	8	-	-	5	-	-	5	13	2,002	12,023	95,479
ปลาตะลุมพุก[a]	83	-	-	-	-	25	53	-	-	8	38	-	207
ปลาตะเพียนทราย[a]	10	75	113	-	-	38	-	-	963	2,100	-	-	3,299
ปลาบึก[a]	-	-	-	-	438	-	-	-	-	550	-	-	988
ปลาวัว[a]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	433	618	1,051
ปลายอดม่วง[a]	-	-	325	-	650	25	-	-	15	-	218	-	1,233
ปลาหลังเขียว[a]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,940	1,050	3,990
ปลาหัวตะกั่ว[a]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,875	9,300	16,175
ปลาหางควาย[a]	-	-	-	-	-	-	-	13	-	3	-	-	16
ปลากะพงเหลือง[b]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลากระตี่หม้อ[a]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลากระทุงเหวหางควาย[a]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลากระทุงเหวเมือง[a]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลากระเบน[a]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาสวาย[a]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลานวลจันทร์	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาดอกไม้[a]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลากะสง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาจวดหน้ามอม[b]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาตาโต, ตาหวาน[b]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาทรายแดง[b]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาทู[b]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาผมนางหน้าตัด[b]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาแมวหัวแหลม[b]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาแมวหูดำ[b]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาวัวจมูกสั้น[b]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาหมอทะเล, หมอเทศ[b]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

ชนิดสัตว์น้ำ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
กุ้ง													
กุ้งกะต่อม[a]	8,750	125	-	513	1,000	1,250	1,138	4,060	9,510	29,350	11,518	75,620	142,834
กุ้งก้ามกราม	1,533	890	1,013	1,133	845	600	363	865	2,528	4,513	3,180	2,320	19,783
กุ้งกุลาดำ	3,733	3,163	2,923	2,605	1,213	1,633	2,040	1,568	1,703	5,810	11,631	4,779	42,801
กุ้งกุลาลาย	-	-	125	-	43	-	85	-	-	-	-	-	253
กุ้งขาว[a]	-	-	250	163	98	425	3,925	2,613	155	-	-	-	7,629
กุ้งแชบ๊วย,หางแดง	1,008	75	5,988	20,275	4,525	14,703	9,838	11,713	7,050	43,868	4,214	1,298	124,555
กุ้งหัวแข็ง[a]	50	450	38,780	56,920	24,660	43,573	26,308	22,685	16,138	24,506	18,335	32,323	304,728
กุ้งหัวมัน	3,550	593	7,088	300	-	-	-	380	195	13	168	5	12,292
กุ้งตะกาด[b]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กุ้ง *M.elegans*[b]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กุ้งตะกาดขาว[b]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ : [a]หมายถึง ชนิดสัตว์น้ำที่ไม่ได้เก็บเพื่อวิเคราะห์ปรอท

[b]หมายถึง ชนิดสัตว์น้ำที่เก็บเพื่อวิเคราะห์ปรอทแต่ไม่มีข้อมูลในปี พ.ศ.2546 และ พ.ศ.2547

ที่มา : กรมประมง (2547)

ตารางที่ ข-2 ปริมาณสัตว์น้ำจากท่าขึ้นสัตว์น้ำรอบทะเลสาบสงขลาในแต่ละเดือน ปี พ.ศ. 2547 (กิโลกรัม)

ชนิดสัตว์น้ำ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
ปลากินพืช													
ปลากระบอกขาว	-	1,050	-	-	908	100	190	418	-	297	1,625	690	5,277
ปลากระบอกดำ	-	8	58	128	-	1,870	-	665	650	-	-	-	3,378
ปลาขี้ขม*	-	125	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	150
ปลาพรมหัวเหม็น*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลากินพืชและสัตว์													
ปลาโคก, ตะเพียนน้ำเค็ม	-	1,375	325	775	-	4,700	855	1,110	1,378	825	-	692	12,035
ปลาดุกทะเล	6,150	8,468	3,453	8,870	538	8,438	2,028	9,208	3,933	207	-	1,772	53,062
ปลาน้ำจืด, ดุกอุย	2,275	1,125	688	540	643	513	133	105	550	537	220	1,765	9,092
ปลานิล	1,975	1,873	11,383	3,293	50	6,523	80	1,055	698	-	512	1,697	29,137
ปลาสลิดหินลายขาว	-	-	-	-	-	-	-	25	25	37	-	-	87
ปลาสร้อยดอกหมาก*	-	-	-	-	-	-	-	-	63	-	-	-	63
ปลามะลิ*	-	-	-	25	75	-	-	-	-	-	-	-	100
ปลาสีกุน*	-	-	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-	25
ปลาสลิด	50	-	-	-	-	100	-	-	3	-	-	-	153
ปลาข้างลายเกล็ดเล็ก*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาตาแดง*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาดอกหมากหน้าสั้น*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาลำป่า, กระแห*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาสาก, น้ำดอกไม้*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลากินสัตว์													
ปลากดขี้ลิง	-	1,893	2,863	25	2,525	-	-	15	-	-	732	977	9,029
ปลากดคันหลาว	-	-	-	13	13	-	-	-	-	62	250	650	987
ปลากดน้ำจืด, กดเหลือง	250	220	265	173	-	595	30	-	120	-	422	-	2,075
ปลากระดี่หม้อ*	-	-	-	-	-	-	-	-	125	-	-	-	125
ปลากระทิง*	-	-	-	-	-	-	-	-	13	-	-	35	48
ปลากระทุงเหวควาย*	-	-	-	-	2,903	-	-	-	-	250	-	5	3,158
ปลากระทุงเหวปากแดง	4,050	-	-	1,055	-	8,825	678	25	450	665	-	-	15,748
ปลากระทุงเหวเมือง*	-	25	-	-	50	-	-	-	-	-	-	-	75
ปลากระทุงเหวปากยาว	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	13
ปลากระเบน*	-	-	-	-	313	-	-	225	-	-	-	-	538
ปลากระสูบขีด	3,175	1,235	2,433	1,108	-	945	345	225	123	550	67	-	10,205
ปลากะสง	250	-	-	-	255	-	-	-	-	-	-	-	505
ปลากะพงขาว*	2,780	-	656	648	-	375	220	273	113	-	1,915	1,132	8,111
ปลากะพงหิน	105	3	-	-	-	-	-	298	63	55	295	-	818
ปลาแก้มช้ำ*	-	-	5	-	375	-	-	-	-	25	-	-	405
ปลาแขยงขาว*	-	-	-	50	-	-	-	200	18	157	45	-	470
ปลาแขยงหนู	-	-	-	-	145	-	-	-	-	-	-	-	145
ปลาแขยงใบข้าว*	-	-	-	-	-	25	-	25	-	-	-	-	55
ปลาเขือ*	-	-	-	-	665	-	-	-	-	-	-	-	665
ปลาจิ้มฟันจระเข้*	2,375	-	-	-	5,533	-	-	-	-	-	-	-	7,908
ปลาช่อน	7,570	6,283	8,618	7,490	305	5,763	1,285	2,458	1,868	1,180	-	4,402	47,220
ปลาชะโด*	163	438	688	293	800	2,408	18	85	5	-	-	65	4,960
ปลาชิวควาย*	-	-	-	75	-	-	-	-	-	-	-	-	75

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

ชนิดสัตว์น้ำ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
ปลากินสัตว์ (ต่อ)													
ปลาดอกไม้[a]	-	-	-	-	3,265	-	-	-	-	-	-	-	3,265
ปลาตะกรับ[a]	28	1,228	1,610	378	25	623	40	525	350	390	-	295	5,490
ปลาตะลุมพุก[a]	63	13	-	5	183	-	-	-	-	-	42	-	305
ปลาตะเพียนทราย[a]	-	-	-	525	-	50	-	175	-	-	-	75	825
ปลาท่องเที่ยวเกล็ดใหญ่	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,262	-	15,000	16,262
ปลานวลจันทร์[a]	-	-	-	-	2,538	-	-	-	-	-	-	-	2,538
ปลาเนื้ออ่อน,โอน	100	5	-	5	-	-	-	13	-	-	-	12	135
ปลาบึก[a]	-	-	-	-	38	-	-	-	-	-	-	-	38
ปลาบู่ทราย[a]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	197	222	441
ปลาบู่น้ำจืด[a]	75	13	38	-	903	-	-	25	-	-	-	-	1,053
ปลาแป้นเล็ก	325	1,033	3,588	1,400	-	1,078	8	25	423	820	985	590	10,273
ปลาแป้นใหญ่	-	10	230	875	375	-	60	48	-	-	62	62	1,722
ปลาแมวหูขาว[a]	240	150	175	5	208	-	-	25	-	52	667	415	1,937
ปลายอดม่วง[a]	588	1,625	5,278	1,640	-	265	25	345	20	-	-	-	9,785
ปลาลิ้นควาย,ใบขนุน	-	-	-	28	-	-	-	-	-	15	262	405	710
ปลาวัว[a]	-	-	-	-	1,113	-	-	-	-	-	-	-	1,113
ปลาสลาด	6,138	4,468	2,660	3,060	-	975	1,113	1,050	2,078	1,145	332	530	23,547
ปลาสวาย[a]	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50
ปลาเสือพ่นน้ำ	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	8
ปลาหลังเขียว[a]	-	-	-	-	425	-	-	-	-	-	-	-	425
ปลาหมอช้างเหยียบ	2,750	2,475	3,843	780	-	383	425	200	2,100	1,330	1,292	1,175	16,752
ปลาหมอไทย	613	40	-	625	9,663	13	-	-	375	235	475	687	12,725
ปลาหัวแข็งหนวดอ่อน	-	39,680	30,583	14,948	-	25,920	20,630	17,635	12,838	3,525	5,645	12,272	183,675
ปลาหัวตะกั่ว[a]	-	-	-	-	4,833	-	-	-	-	-	-	-	4,833
ปลาหัวอ่อนหนวดแข็ง	-	50	-	125	-	32,000	-	1,550	38	390	6,935	2,917	44,005
ปลาอุบ, ตางคกน้ำกร่อย	-	50	-	-	975	-	-	-	-	-	-	-	1,025
ปลากะพงข้างปาน[a]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลากะพงเหลือง[b]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาหางควาย[a]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาเห็ดโคน, ทราย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาตาโต, ตาหวาน[b]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาทรายแดง[b]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาจวดหน้ามอม[b]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาขู[b]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาผมนางหน้าตัด[b]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาแมวหัวแหลม[b]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาแมวหัวดำ[b]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาวัวจมูกสั้น[b]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาหมอทะเล, หมอเทศ[b]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลาเห็ดโคน, ทราย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

ชนิดสัตว์น้ำ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
กุ้ง													
กุ้งกะต่อม[a]	12,000	1,063	558	413	1,848	425	1,073	808	283	-	1,335	260	20,063
กุ้งก้ามกราม	678	948	973	540	548	2,563	2,658	3,615	3,733	275	4,257	562	21,347
กุ้งกุลาดำ	88	1,136	1,048	1,250	530	360	718	1,403	2,035	130	6,795	7,770	23,261
กุ้งกุลาลาย	-	-	-	-	18,665	1,500	-	118	165	-	1,667	-	22,115
กุ้งขาว[a]	45,500	-	-	-	168	-	1,188	-	-	-	-	-	46,855
กุ้งแชบ๊วย, หางแดง	125	670	5	7,833	9,583	11,790	8,608	10,835	49,115	1,572	1,340	150	101,625
กุ้งหัวแข็ง[a]	2,818	36,825	44,770	33,728	6,063	55,195	16,350	26,658	52,413	1,105	16,427	3,157	295,507
กุ้งหัวมัน	4,625	17,025	6,125	3,010	85	3,125	340	888	928	-	7,862	6,292	50,304
กุ้งตะกาด[b]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กุ้ง *M.elegans*[b]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กุ้งตะกาดขาว[b]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ : [a] หมายถึง ชนิดสัตว์น้ำที่ไม่ได้เก็บเพื่อวิเคราะห์ปรอท

[b] หมายถึง ชนิดสัตว์น้ำที่เก็บแต่ไม่มีข้อมูลในปี พ.ศ.2546 และ พ.ศ.2547

ที่มา : กรมประมง (2547)

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ปริมาณปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลา

ตารางที่ ค-1 ปริมาณปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำที่จับจากทะเลน้อย

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	น้ำหนัก (g)	ความยาวทั้งหมด (cm)	ปรอท (ng/g)
ปลาหมอไทย	*Anabas testudineus*	32.37	12.30	33
ปลาหมอไทย	*Anabas testudineus*	68.15	14.60	39
ปลาหมอไทย	*Anabas testudineus*	53.76	15.50	99
ปลาหมอไทย	*Anabas testudineus*	60.83	14.40	149
ปลากะสง	*Channa lucius*	151.41	26.30	145
ปลาช่อน	*Channa striata*	201.33	28.30	54
ปลาช่อน	*Channa striata*	131.14	25.00	55
ปลาช่อน	*Channa striata*	224.44	29.60	108
ปลาช่อน	*Channa striata*	169.14	26.40	230
ปลาช่อน	*Channa striata*	158.27	26.10	321
ปลาดุกน้ำจืด, ดุกอุย	*Clarias macrocephalus*	92.44	20.20	52
ปลากระสูบขีด	*Hampala macrolepidota*	94.16	18.90	26
ปลากระสูบขีด	*Hampala macrolepidota*	179.87	25.00	62
ปลากระสูบขีด	*Hampala macrolepidota*	163.52	24.10	83
ปลากระสูบขีด	*Hampala macrolepidota*	102.16	21.40	90
ปลากระสูบขีด	*Hampala macrolepidota*	161.76	24.50	128
ปลากดน้ำจืด, กดเหลือง	*Mystus Filamentus*	73.74	21.80	36
ปลาแขยงหนู	*Mystus gulio*	38.34	16.90	127
ปลาสลาด	*Notopterus notopterus*	48.09	18.60	30
ปลาสลาด	*Notopterus notopterus*	55.36	17.70	36
ปลาสลาด	*Notopterus notopterus*	42.89	17.60	48
ปลาสลาด	*Notopterus notopterus*	85.06	21.10	100
ปลาสลาด	*Notopterus notopterus*	77.50	22.00	118
ปลาเนื้ออ่อน, โอน	*Ompok bimaculatus*	89.67	23.50	45
ปลาเนื้ออ่อน, โอน	*Ompok bimaculatus*	76.53	22.50	188
ปลาหมอช้างเหยียบ	*Pristolepis fasciata*	72.06	14.00	69
ปลาหมอช้างเหยียบ	*Pristolepis fasciata*	37.13	12.50	75
ปลาหมอช้างเหยียบ	*Pristolepis fasciata*	65.62	14.20	78
ปลาหมอช้างเหยียบ	*Pristolepis fasciata*	91.42	15.30	175
ปลาสลิด	*Trichogaster pectoralis*	56.00	15.50	11
ปลาสลิด	*Trichogaster pectoralis*	42.67	14.20	13

ตารางที่ ค-2 ปริมาณปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำที่จับจากทะเลสาบตอนใน

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	น้ำหนัก (g)	ความยาวทั้งหมด (cm)	ปรอท (ng/g)
ปลาหมอไทย	*Anabas testudineus*	83.73	16.00	8
ปลาโคก, ตะเพียนน้ำเค็ม	*Anodontostoma chacunda*	46.57	16.40	33
ปลาโคก, ตะเพียนน้ำเค็ม	*Anodontostoma chacunda*	47.33	17.00	25
ปลาโคก, ตะเพียนน้ำเค็ม	*Anodontostoma chacunda*	50.86	15.00	12
ปลาหัวแข็งหนวดอ่อน	*Arius caelatus*	57.02	20.20	158
ปลาหัวแข็งหนวดอ่อน	*Arius caelatus*	48.54	18.90	49
ปลาหัวแข็งหนวดอ่อน	*Arius caelatus*	44.10	17.20	39
ปลาหัวแข็งหนวดอ่อน	*Arius caelatus*	65.22	19.90	59
ปลาหัวแข็งหนวดอ่อน	*Arius caelatus*	85.89	21.50	27
ปลากดคันหลาว	*Arius truncatus*	96.98	25.00	67
ปลากดคันหลาว	*Arius truncatus*	111.61	23.30	13
ปลากดคันหลาว	*Arius truncatus*	65.88	20.00	35
ปลากดคันหลาว	*Arius truncatus*	104.79	23.10	38
ปลากดคันหลาว	*Arius truncatus*	250.77	31.60	45
ปลากระสูบขีด	*Hampala macrolepidota*	94.95	20.30	11
ปลากระสูบขีด	*Hampala macrolepidota*	105.75	21.50	39
ปลาแป้นเล็ก	*Leiognathus brevirostris*	10.36	8.90	47
ปลาแป้นใหญ่	*Leiognathus equulus*	22.79	11.30	17
ปลากดน้ำจืด, กดเหลือง	*Mystus Filamentus*	112.90	26.00	63
ปลากดน้ำจืด, กดเหลือง	*Mystus Filamentus*	145.08	21.20	41
ปลากดน้ำจืด, กดเหลือง	*Mystus Filamentus*	189.28	27.80	90
ปลาแขยงหนู	*Mystus gulio*	23.63	14.50	14
ปลาสลาด	*Notopterus notopterus*	59.44	19.10	61
ปลานิล	*Oreochromis niloticus*	99.79	18.00	19
ปลาพรมหัวเหม็น	*Osteochilus melanopleura*	177.03	24.80	70
ปลาหัวอ่อนหนวดแข็ง	*Osteogeneiosus militaris*	80.88	22.20	28
ปลาหัวอ่อนหนวดแข็ง	*Osteogeneiosus militaris*	59.38	20.20	163
ปลาหัวอ่อนหนวดแข็ง	*Osteogeneiosus militaris*	67.86	21.10	86
ปลาหัวอ่อนหนวดแข็ง	*Osteogeneiosus militaris*	78.56	23.10	55
ปลาหัวอ่อนหนวดแข็ง	*Osteogeneiosus militaris*	53.04	18.70	52
ปลาดุกทะเล	*Plotosus canius*	68.64	23.10	38
ปลาดุกทะเล	*Plotosus canius*	73.54	24.90	30
ปลาหมอช้างเหยียบ	*Pristolepis fasciata*	65.09	14.40	28
ปลาหมอช้างเหยียบ	*Pristolepis fasciata*	29.10	11.20	154
ปลาลำป่า, กระแห	*Puntius schwanenfeldii*	42.64	14.80	12
ปลาตะกรับ	*Scatophagus argus*	78.88	13.50	16
ปลาแมวหูดำ	*Setipinna melanochir*	38.49	16.40	158
ปลาแมวหูดำ	*Setipinna melanochir*	46.29	18.20	176
ปลาสลิดหินลายขาว	*Siganus javus*	45.78	14.00	34
กุ้งก้ามกราม	*Macrobra chium rosenbergii*	132.88	15.40	8
กุ้งก้ามกราม	*Macrobra chium rosenbergii*	75.32	15.60	4
กุ้งก้ามกราม	*Macrobra chium rosenbergii*	131.61	18.40	8
กุ้งก้ามกราม	*Macrobra chium rosenbergii*	52.51	13.30	7
กุ้งก้ามกราม	*Macrobra chium rosenbergii*	72.87	15.10	9

ตารางที่ ค-3 ปริมาณปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำที่จับจากทะเลสาบตอนกลาง

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	น้ำหนัก (g)	ความยาวทั้งหมด (cm)	ปรอท (ng/g)
ปลาโคก,ตะเพียนน้ำเค็ม	*Anodontostoma chacunda*	36.12	15.30	22
ปลาโคก,ตะเพียนน้ำเค็ม	*Anodontostoma chacunda*	59.59	17.40	22
ปลาโคก,ตะเพียนน้ำเค็ม	*Anodontostoma chacunda*	54.11	17.00	30
ปลาโคก,ตะเพียนน้ำเค็ม	*Anodontostoma chacunda*	49.05	16.70	25
ปลาโคก,ตะเพียนน้ำเค็ม	*Anodontostoma chacunda*	24.81	12.50	13
ปลาโคก,ตะเพียนน้ำเค็ม	*Anodontostoma chacunda*	54.18	16.60	30
ปลาโคก,ตะเพียนน้ำเค็ม	*Anodontostoma chacunda*	23.39	13.50	20
ปลาหัวแข็งหนวดอ่อน	*Arius caelatus*	74.32	21.80	185
ปลาหัวแข็งหนวดอ่อน	*Arius caelatus*	72.17	20.40	108
ปลาหัวแข็งหนวดอ่อน	*Arius caelatus*	95.60	21.90	288
ปลากดคันหลาว	*Arius truncatus*	95.75	23.30	137
ปลาอุบ, กางคกน้ำกร่อย	*Batrachomoeus trispinosus*	77.74	16.30	52
ปลาช่อน	*Channa striata*	124.84	24.50	144
ปลาช่อน	*Channa striata*	239.46	31.80	62
ปลาช่อน	*Channa striata*	133.47	24.50	40
ปลาช่อน	*Channa striata*	148.80	26.40	37
ปลากะพงหิน	*Datnioides quadrifasciatus*	74.24	17.20	122
ปลากะพงหิน	*Datnioides quadrifasciatus*	82.37	16.00	178
ปลากระสูบขีด	*Hampala macrolepidota*	148.56	24.20	45
ปลากระสูบขีด	*Hampala macrolepidota*	119.89	21.10	49
ปลากระทุงเหวปากแดง	*Hyporhamphus quoyi*	14.62	15.80	31
ปลาแป้นเล็ก	*Leiognathus brevirostris*	25.29	12.20	105
ปลากระบอกดำ	*Lisa subviridis*	99.24	22.40	10
ปลาสลาด	*Notopterus notopterus*	149.05	25.20	74
ปลาสลาด	*Notopterus notopterus*	108.26	23.10	64
ปลาหมอทะเล, หมอเทศ	*Oreochromis mossambicus*	35.12	12.60	62
ปลาหมอทะเล, หมอเทศ	*Oreochromis mossambicus*	58.04	14.50	8
ปลาหัวอ่อนหนวดแข็ง	*Osteogeneiosus militaris*	68.63	21.70	95
ปลาหัวอ่อนหนวดแข็ง	*Osteogeneiosus militaris*	36.38	18.00	36
ปลาหัวอ่อนหนวดแข็ง	*Osteogeneiosus militaris*	89.77	22.30	84
ปลาท่องเที่ยวเกล็ดใหญ่	*Parapocryptes serperaster*	35.50	20.30	6
ปลาดุกทะเล	*Plotosus canius*	108.00	28.60	56
ปลาดุกทะเล	*Plotosus canius*	64.28	23.90	41
ปลาดุกทะเล	*Plotosus canius*	113.63	28.50	50
ปลาดุกทะเล	*Plotosus canius*	90.48	26.80	25
ปลาดุกทะเล	*Plotosus canius*	228.78	36.50	97
ปลาดุกทะเล	*Plotosus canius*	89.22	25.20	58
ปลาดุกทะเล	*Plotosus canius*	103.13	27.80	73
ปลากระทุงเหวปากยาว	*Rhynchorhamphus naga*	62.76	33.50	94
ปลากระทุงเหวปากยาว	*Rhynchorhamphus naga*	136.77	44.00	435
ปลาตะกรับ	*Scatophagus argus*	63.30	13.20	19
ปลาแมวหูดำ	*Setipinna melanochir*	34.73	16.30	102
ปลาเห็ดโคน, ทราย	*Sillago sihama*	14.48	12.20	70
ปลาเสือพ่นน้ำ	*Toxotes chatareus*	130.00	18.50	625
ปลาวัวจมูกสั้น	*Triacanthus biaculeatus*	91.56	19.90	182
ปลากระบอกขาว	*Valamugil cunnesius*	95.82	19.90	13
กุ้งก้ามกราม	*Macrobrachium rosenbergii*	62.67	13.80	8

ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	น้ำหนัก (g)	ความยาวทั้งหมด (cm)	ปรอท (ng/g)
กุ้งก้ามกราม	*Macrobrachium rosenbergii*	112.78	16.30	6
กุ้งก้ามกราม	*Macrobrachium rosenbergii*	76.90	15.00	15
กุ้งก้ามกราม	*Macrobrachium rosenbergii*	67.21	14.90	10
กุ้งก้ามกราม	*Macrobrachium rosenbergii*	60.48	14.00	13
กุ้งก้ามกราม	*Macrobrachium rosenbergii*	56.12	14.40	8
กุ้ง(ไม่มีชื่อสามัญ)	*Metapenaeus elegans*	10.91	9.40	7
กุ้งตะกาดขาว	*Metapenaeus moyebi*	12.01	10.30	17
กุ้งหัวมัน	*Metapenaeus tenuipes*	9.36	9.30	19
กุ้งแชบ๊วย, หางแดง	*Penaeus merguiensis*	36.84	15.20	25
กุ้งแชบ๊วย, หางแดง	*Penaeus merguiensis*	35.31	14.60	18
กุ้งแชบ๊วย, หางแดง	*Penaeus merguiensis*	47.59	15.20	44
กุ้งกุลาดำ	*Penaeus monodon*	53.10	15.80	19
กุ้งกุลาดำ	*Penaeus monodon*	46.17	15.40	29
กุ้งกุลาดำ	*Penaeus monodon*	35.20	14.60	34
กุ้งกุลาดำ	*Penaeus monodon*	69.08	17.30	49
กุ้งกุลาดำ	*Penaeus monodon*	47.35	16.00	31
กุ้งกุลาดำ	*Penaeus monodon*	33.47	13.80	25
กุ้งกุลาดำ	*Penaeus monodon*	46.61	16.20	21
กุ้งกุลาดำ	*Penaeus monodon*	58.21	16.00	28
กุ้งกุลาดำ	*Penaeus monodon*	47.72	15.80	33
กุ้งกุลาดำ	*Penaeus monodon*	24.72	13.50	23

ตารางที่ ค-4 ปริมาณปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำที่จับจากทะเลสาบตอนนอก

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	น้ำหนัก (g)	ความยาวทั้งหมด (cm)	ปรอท (ng/g)
ปลาผมนางหน้าตัด	*Alectis indicus*	140.23	22.80	20
ปลาโคก, ตะเพียนน้ำเค็ม	*Anodontostoma chacunda*	13.12	10.20	14
ปลาโคก, ตะเพียนน้ำเค็ม	*Anodontostoma chacunda*	29.12	13.00	17
ปลาโคก, ตะเพียนน้ำเค็ม	*Anodontostoma chacunda*	50.88	16.20	22
ปลาหัวแข็งหนวดอ่อน	*Arius caelatus*	62.89	20.60	56
ปลาหัวแข็งหนวดอ่อน	*Arius caelatus*	77.25	20.20	79
ปลาหัวแข็งหนวดอ่อน	*Arius caelatus*	51.98	17.50	82
ปลาหัวแข็งหนวดอ่อน	*Arius caelatus*	83.58	21.50	87
ปลาหัวแข็งหนวดอ่อน	*Arius caelatus*	197.52	25.90	122
ปลาหัวแข็งหนวดอ่อน	*Arius caelatus*	96.26	23.00	157
ปลากดขี้ลิง	*Arius sagor*	673.70	40.20	109
ปลาอุบ, คางคกน้ำกร่อย	*Batrachomoeus trispinosus*	109.19	18.00	61
ปลาดอกหมากหน้าสั้น	*Gerres subfasciatus*	24.22	11.20	44
ปลาจวดหน้ามอม	*Johniops dussumieri*	74.24	17.20	52
ปลาแป้นใหญ่	*Leiognathus equulus*	102.35	17.40	39
ปลาแป้นใหญ่	*Leiognathus equulus*	45.35	13.80	49
ปลากระบอกดำ	*Liza subviridis*	105.02	21.20	14
ปลากะพงเหลือง	*Lutjanus madras*	68.40	17.00	89
ปลาทรายแดง	*Nemipterus hexodon*	51.48	16.30	32
ปลาหัวอ่อนหนวดแข็ง	*Osteogeneiosus militaris*	120.53	24.00	36
ปลาหัวอ่อนหนวดแข็ง	*Osteogeneiosus militaris*	174.45	25.60	41
ปลาหัวอ่อนหนวดแข็ง	*Osteogeneiosus militaris*	112.83	26.80	120
ปลาท่องเที่ยวเกล็ดใหญ่	*Parapocryptes serperaster*	70.97	23.30	10
ปลาท่องเที่ยวเกล็ดใหญ่	*Parapocryptes serperaster*	50.75	20.70	11
ปลาท่องเที่ยวเกล็ดใหญ่	*Parapocryptes serperaster*	25.32	18.10	11
ปลาท่องเที่ยวเกล็ดใหญ่	*Parapocryptes serperaster*	63.39	23.80	18
ปลาตาโต, ตาหวาน	*Priacanthus tayenus*	94.00	19.40	38
ปลาลิ้นควาย, ใบขนุน	*Pseudorhombus arsius*	47.61	16.00	30
ปลาทู	*Rastrelliger brachysoma*	85.11	20.00	22
ปลาตะกรับ	*Scatophagus argus*	18.00	8.10	16
ปลาตะกรับ	*Scatophagus argus*	88.36	13.80	20
ปลาตะกรับ	*Scatophagus argus*	45.95	11.50	27
ปลาตะกรับ	*Scatophagus argus*	39.51	10.70	38
ปลาตะกรับ	*Scatophagus argus*	34.30	11.40	50
ปลาสลิดหินลายขาว	*Siganus javus*	169.29	20.00	7
ปลาสลิดหินลายขาว	*Siganus javus*	34.58	12.80	11
ปลาสลิดหินลายขาว	*Siganus javus*	58.26	15.50	13
ปลาสลิดหินลายขาว	*Siganus javus*	56.17	15.00	15
ปลาสลิดหินลายขาว	*Siganus javus*	89.60	17.20	21
ปลาสาก, น้ำดอกไม้	*Sphyraena jello*	54.91	21.00	66
ปลาข้างลายเกล็ดเล็ก	*Terapon puta*	37.20	14.00	64
ปลาแมวหัวแหลม	*Thryssa kammalensis*	59.97	19.00	98
ปลาแมวหัวแหลม	*Thryssa kammalensis*	27.72	15.40	104
ปลากระบอกขาว	*Valamugil cunnesius*	54.69	17.50	14
ปลากระบอกขาว	*Valamugil cunnesius*	37.10	15.30	16
ปลากระบอกขาว	*Valamugil cunnesius*	82.28	20.00	16
ปลากระบอกขาว	*Valamugil cunnesius*	40.50	15.90	17

ตารางที่ ค-4 (ต่อ)

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	น้ำหนัก (g)	ความยาวทั้งหมด (cm)	ปรอท (ng/g)
ปลากระบอกขาว	*Valamugil cunnesius*	39.40	16.20	27
กุ้งตะกาด	*Metapenaeus affinis*	13.89	10.60	10
กุ้งตะกาด	*Metapenaeus affinis*	6.65	8.00	11
กุ้งตะกาด	*Metapenaeus affinis*	9.10	9.30	15
กุ้ง(ไม่มีชื่อสามัญ)	*Metapenaeus elegans*	6.31	8.50	8
กุ้งตะกาดขาว	*Metapenaeus moyebi*	4.69	7.40	9
กุ้งตะกาดขาว	*Metapenaeus moyebi*	7.83	8.50	12
กุ้งหัวมัน	*Metapenaeus tenuipes*	8.31	9.00	24
กุ้งแชบ๊วย, หางแดง	*Penaeus merguiensis*	25.93	13.50	12
กุ้งแชบ๊วย, หางแดง	*Penaeus merguiensis*	17.76	12.00	12
กุ้งแชบ๊วย, หางแดง	*Penaeus merguiensis*	23.39	13.30	12
กุ้งแชบ๊วย, หางแดง	*Penaeus merguiensis*	21.61	12.60	13
กุ้งแชบ๊วย, หางแดง	*Penaeus merguiensis*	12.08	10.70	15
กุ้งแชบ๊วย, หางแดง	*Penaeus merguiensis*	27.28	13.70	15
กุ้งแชบ๊วย, หางแดง	*Penaeus merguiensis*	24.05	13.50	17
กุ้งแชบ๊วย, หางแดง	*Penaeus merguiensis*	19.9	12.30	17
กุ้งแชบ๊วย, หางแดง	*Penaeus merguiensis*	42.32	17.40	19
กุ้งแชบ๊วย, หางแดง	*Penaeus merguiensis*	20.18	12.40	19
กุ้งแชบ๊วย, หางแดง	*Penaeus merguiensis*	22.66	13.10	29
กุ้งกุลาดำ	*Penaeus monodon*	50.68	15.50	14
กุ้งกุลาดำ	*Penaeus monodon*	42.10	15.50	17
กุ้งกุลาดำ	*Penaeus monodon*	54.11	16.70	19
กุ้งกุลาดำ	*Penaeus monodon*	70.73	18.00	21
กุ้งกุลาลาย	*Penaeus semisulcatus*	15.54	10.90	10
กุ้งกุลาลาย	*Penaeus semisulcatus*	11.64	9.20	10
กุ้งกุลาลาย	*Penaeus semisulcatus*	15.48	10.80	11
กุ้งกุลาลาย	*Penaeus semisulcatus*	11.16	9.80	11
กุ้งกุลาลาย	*Penaeus semisulcatus*	14.32	11.00	15

ภาคผนวก ง

ความเข้มข้น ค่าเฉลี่ย และค่ามัธยฐานของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลาทั้งระบบ

ตารางที่ ง-1 น้ำหนัก, ความยาวทั้งหมดและความเข้มข้นของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำแต่ละชนิดจากทะเลสาบสงขลาทั้งระบบ

ชื่อสามัญ		น้ำหนัก (g)	ความยาวทั้งหมด (cm)	ปรอท (ng/g wet weight)
ปลากระบอกดำ	ต่ำสุด-สูงสุด	99.2-105.0	17.2 - 18.0	10-14
(n=2)	เฉลี่ย±SD	102.1±4.1	17.6-0.6	12 ± 3
	มัธยฐาน	102	18.0	12
ปลาพรมหัวเหม็น	ต่ำสุด-สูงสุด	177.0	19.5	70
(n=1)	เฉลี่ย±SD	-	-	-
	มัธยฐาน	177.0	19.5	70
ปลากระบอกขาว	ต่ำสุด-สูงสุด	37.1-95.8	12.7 - 16.8	13-27
(n=6)	เฉลี่ย±SD	58.3±25.0	14.4±1.7	17 ± 5
	มัธยฐาน	48	14	16
ปลาโคก, ตะเพียนน้ำเค็ม	ต่ำสุด-สูงสุด	13.1-59.6	8.0-14.5	12-33
(n=13)	เฉลี่ย±SD	41.5±14.5	12.3±1.9	22 ± 7
	มัธยฐาน	47	13	22
ปลาดุกน้ำจืด,ดุกอุย	ต่ำสุด-สูงสุด	92.4	19.5	52
(n=1)	เฉลี่ย±SD	-	-	-
	มัธยฐาน	92.4	19.5	52
ปลาดอกหมากหน้าสั้น	ต่ำสุด-สูงสุด	24.2	9.8	44
(n=1)	เฉลี่ย±SD	-	-	-
	มัธยฐาน	24.2	9.8	44
ปลานิล	ต่ำสุด-สูงสุด	99.8	14.4	19
(n=1)	เฉลี่ย±SD	-	-	-
	มัธยฐาน	99.8	14.4	19

ตารางที่ ง-1 (ต่อ)

ชื่อสามัญ		น้ำหนัก (g)	ความยาวทั้งหมด (cm)	ปรอท (ng/g wet weight)
ปลาดุกทะเล	ต่ำสุด-สูงสุด	64.3-228.8	21.1-34.0	25-97
(n=9)	เฉลี่ย±SD	104.4±49.8	25.2±3.8	52±23
	มัธยฐาน	90.0	25.0	50
ปลาลำป่า, กระแห	ต่ำสุด-สูงสุด	42.6	11.0	12
(n=1)	เฉลี่ย±SD	-	-	-
	มัธยฐาน	42.6	11.0	12
ปลาสลิดหินลายขาว	ต่ำสุด-สูงสุด	34.6-169.3	10.6-16.4	7-34
(n=6)	เฉลี่ย±SD	75.6±49.4	13.2±2.1	17± 10
	มัธยฐาน	57.0	13.0	14
ปลาสาก, น้ำดอกไม้	ต่ำสุด-สูงสุด	54.9	17.5	66
(n=1)	เฉลี่ย±SD	-	-	-
	มัธยฐาน	54.9	17.5	66
ปลาข้างลายเกล็ดเล็ก	ต่ำสุด-สูงสุด	37.2	11.0	64
(n=1)	เฉลี่ย±SD	-	-	-
	มัธยฐาน	37.2	11.0	64
ปลาสลิด	ต่ำสุด-สูงสุด	42.7-56.0	11.5-12.3	11-13
(n=2)	เฉลี่ย±SD	49.3±19.06	11.9±0.6	12± 2
	มัธยฐาน	49	12.0	12
ปลาผมนางหน้าตัด	ต่ำสุด-สูงสุด	140.2	17.4	20
(n=1)	เฉลี่ย±SD	-	-	-
	มัธยฐาน	140.2	17.4	20
ปลาหมอไทย	ต่ำสุด-สูงสุด	32.4-83.7	9.8-13.0	8-149
(n=5)	เฉลี่ย±SD	59.8±18.9	17.7±1.2	66± 57
	มัธยฐาน	60.8	12.0	39
ปลาหัวแข็งหนวดอ่อน	ต่ำสุด-สูงสุด	44.1-197.5	13.7-21.0	27-288
(n=14)	เฉลี่ย±SD	79.5±37.8	16.7±1.9	107±71
	มัธยฐาน	73.0	17.0	85

ตารางที่ ง-1 (ต่อ)

ชื่อสามัญ		น้ำหนัก (g)	ความยาวทั้งหมด (cm)	ปรอท (ng/g wet weight)
ปลากดขี้ลิง	ต่ำสุด-สูงสุด	673.7	32.0	109
(n=1)	เฉลี่ย±SD	-	-	-
	มัธยฐาน	673.7	32.0	109
ปลากดคันหลาว	ต่ำสุด-สูงสุด	65.9-250.8	17.3-27.0	13-137
(n=6)	เฉลี่ย±SD	121.0±65.5	21.0±3.3	55±43
	มัธยฐาน	101.0	21.0	41
ปลาอุบ, คางคกน้ำกร่อย	ต่ำสุด-สูงสุด	77.7-109.2	13.7-15.0	52-62
(n=2)	เฉลี่ย±SD	93.5±22.2	14.4±0.9	56±6
	มัธยฐาน	93.0	14.0	56
ปลากะสง	ต่ำสุด-สูงสุด	151.4	21.2	145
(n=1)	เฉลี่ย±SD	-	-	-
	มัธยฐาน	151.4	21.2	145
ปลาช่อน	ต่ำสุด-สูงสุด	124.8-239.5	20.9-26.5	37-321
(n=9)	เฉลี่ย±SD	170.1±42.2	22.8±2.1	117±99
	มัธยฐาน	158.0	22.0	62
ปลากะพงหิน	ต่ำสุด-สูงสุด	74.2-82.4	13.4-14.5	122-178
(n=2)	เฉลี่ย±SD	78.3±5.7	14.0±0.8	150±40
	มัธยฐาน	78.0	14.0	150
ปลากระสูบขีด	ต่ำสุด-สูงสุด	94.2-179.9	15.4-20.0	11-128
(n=9)	เฉลี่ย±SD	130.1±33.4	17.8±1.6	59±36
	มัธยฐาน	120.0	17.0	49
ปลากระทุงเหวปากแดง	ต่ำสุด-สูงสุด	14.6	13.3	31
(n=1)	เฉลี่ย±SD	-	-	-
	มัธยฐาน	14.6	13.3	31
ปลาจวดหน้ามอม	ต่ำสุด-สูงสุด	74.2	14.5	52
(n=1)	เฉลี่ย±SD	-	-	-
	มัธยฐาน	74.2	14.5	52

ตารางที่ ง-1 (ต่อ)

ชื่อสามัญ		น้ำหนัก (g)	ความยาวทั้งหมด (cm)	ปรอท (ng/g wet weight)
ปลาแป้นเล็ก	ต่ำสุด-สูงสุด	10.4-25.3	6.7-9.5	47-105
(n=2)	เฉลี่ย±SD	17.8±10.6	8.1±2.0	76±41
	มัธยฐาน	18.0	8.0	76
ปลาแป้นใหญ่	ต่ำสุด-สูงสุด	22.8-102.3	8.6-14.0	17-49
(n=3)	เฉลี่ย±SD	56.8±41.0	11.5±2.7	35±16
	มัธยฐาน	45.0	12.0	39
ปลากะพงเหลือง	ต่ำสุด-สูงสุด	68.4	13.5	89
(n=1)	เฉลี่ย±SD	-	-	-
	มัธยฐาน	68.4	13.5	89
ปลากดน้ำจืด, กดเหลือง	ต่ำสุด-สูงสุด	73.7-189.3	16.5-23. 0	36-90
(n=4)	เฉลี่ย±SD	130.3±49	19.5±2.7	57±25
	มัธยฐาน	129.0	19.0	52
ปลาแขยงหนู	ต่ำสุด-สูงสุด	23.6-38.3	10.5-12.0	14-127
(n=2)	เฉลี่ย±SD	31.0±10.4	11.3±1.1	71±80
	มัธยฐาน	31.0	11.0	71
ปลาทรายแดง	ต่ำสุด-สูงสุด	51.5	12.5	32
(n=1)	เฉลี่ย±SD	-	-	-
	มัธยฐาน	51.5	12.5	32
ปลาสลาด	ต่ำสุด-สูงสุด	42.9-149.0	16.2-23.5	30-118
(n=8)	เฉลี่ย±SD	78.2±35.9	18.9±2.5	66±30
	มัธยฐาน	68.0	18.0	62
ปลาเนื้ออ่อน, โอน	ต่ำสุด-สูงสุด	76.5-89.7	17.7-20.1	45-188
(n=2)	เฉลี่ย±SD	83.1±9.3	18.9±1.7	117±101
	มัธยฐาน	83.0	19.0	117
ปลาหมอทะเล, หมอเทศ	ต่ำสุด-สูงสุด	35.1-58.0	10.0-11.9	8-62
(n=2)	เฉลี่ย±SD	46.6±16.2	11.0±1.3	35±39
	มัธยฐาน	47.0	11.0	35

ตารางที่ ง-1 (ต่อ)

ชื่อสามัญ		น้ำหนัก (g)	ความยาวทั้งหมด (cm)	ปรอท (ng/g wet weight)
ปลาหัวอ่อนหนวดแข็ง	ต่ำสุด-สูงสุด	36.4-174.4	14.7-23.0	28-163
(n=11)	เฉลี่ย±SD	85.7±38.4	18.6±2.5	72±42
	มัธยฐาน	79.0	18.0	55
ปลาท่องเที่ยวเกล็ดใหญ่	ต่ำสุด-สูงสุด	25.3-71.0	14.3-19.0	6-18
(n=5)	เฉลี่ย±SD	49.2±18.9	16.6±2.3	11±4
	มัธยฐาน	51.0	16.0	11
ปลาตาโต, ตาหวาน	ต่ำสุด-สูงสุด	94.0	15.6	38
(n=1)	เฉลี่ย±SD	-	-	-
	มัธยฐาน	94.0	15.6	38
ปลาหมอช้างเหยียบ	ต่ำสุด-สูงสุด	29.1-91.4	8.4-12.0	28-175
(n=6)	เฉลี่ย±SD	60.1±23.1	10.6±1.3	97± 56
	มัธยฐาน	65.0	11.0	77
ปลาลิ้นควาย, ใบขนุน	ต่ำสุด-สูงสุด	47.6	12.8	30
(n=1)	เฉลี่ย±SD	-	-	-
	มัธยฐาน	47.6	12.8	30
ปลาทู	ต่ำสุด-สูงสุด	85.1	16.5	22
(n=1)	เฉลี่ย±SD	-	-	-
	มัธยฐาน	85.1	16.5	22
ปลากระทุงเหวปากยาว	ต่ำสุด-สูงสุด	62.8-136.8	30.5-40.0	94-435
(n=2)	เฉลี่ย±SD	99.8±52.3	35.3±6.7	264± 241
	มัธยฐาน	100.0	35.0	264
ปลาตะกรับ	ต่ำสุด-สูงสุด	18.0-88.4	7.0-11.8	16-50
(n=7)	เฉลี่ย±SD	52.6±25.3	9.9±1.8	26±13
	มัธยฐาน	46.0	10.0	20
ปลาแมวหูดำ	ต่ำสุด-สูงสุด	34.7-46.3	13.7-15.5	102-176
(n=3)	เฉลี่ย±SD	39.8±5.9	14.4±1.0	145± 38
	มัธยฐาน	38.0	14.0	158

ตารางที่ ง-1 (ต่อ)

ชื่อสามัญ		น้ำหนัก (g)	ความยาวทั้งหมด (cm)	ปรอท (ng/g wet weight)
ปลาเห็ดโคน, ทราย	ต่ำสุด-สูงสุด	14.5	10.1	70
(n=1)	เฉลี่ย±SD	-	-	-
	มัธยฐาน	14.5	10.1	70
ปลาแมวหัวแหลม	ต่ำสุด-สูงสุด	27.7-60.0	12.7-16.5	98-104
(n=2)	เฉลี่ย±SD	43.8±22.8	14.6±2.7	101±5
	มัธยฐาน	44.0	15.0	101
ปลาเสือพ่นน้ำ	ต่ำสุด-สูงสุด	130.0	15.0	625
(n=1)	เฉลี่ย±SD	-	-	-
	มัธยฐาน	130.0	15.0	625
ปลาวัวจมูกสั้น	ต่ำสุด-สูงสุด	91.6	17.0	182
(n=1)	เฉลี่ย±SD	-	-	-
	มัธยฐาน	91.6	17.0	182
กุ้งก้ามกราม	ต่ำสุด-สูงสุด	52.5-132.9	13.3-18.4	4-15
(n=11)	เฉลี่ย±SD	81.9±29.6	15.1±1.4	9±3
	มัธยฐาน	73.0	15.0	8
กุ้งตะกาด	ต่ำสุด-สูงสุด	6.6-13.9	8.0-10.6	10-15
(n=3)	เฉลี่ย±SD	9.9±3.7	9.3±1.3	12±2
	มัธยฐาน	9.0	9.0	11
กุ้ง *Metapeneaus elegans*	ต่ำสุด-สูงสุด	6.3-10.9	8.5-9.4	7-8
(n=2)	เฉลี่ย±SD	8.6±3.3	9.0±0.6	7±1
	มัธยฐาน	9.0	9.0	7
กุ้งตะกาดขาว	ต่ำสุด-สูงสุด	4.7-12.0	7.4-10.3	9-17
(n=3)	เฉลี่ย±SD	8.2±3.7	8.7±1.5	13±4
	มัธยฐาน	8.0	9.0	12
กุ้งหัวมัน	ต่ำสุด-สูงสุด	8.3-9.4	9.0-9.3	19-24
(n=2)	เฉลี่ย±SD	8.8±0.7	9.2±0.2	21±3
	มัธยฐาน	9.0	9.0	21

ตารางที่ ง-1 (ต่อ)

ชื่อสามัญ		น้ำหนัก (g)	ความยาวทั้งหมด (cm)	ปรอท (ng/g wet weight)
กุ้งแชบ๊วย, หางแดง	ต่ำสุด-สูงสุด	12.1-47.6	10.7-17.4	12-44
(n=14)	เฉลี่ย±SD	26.9±10.0	13.5±1.7	19±9
	มัธยฐาน	24.0	13.0	17
กุ้งกุลาดำ	ต่ำสุด-สูงสุด	24.7-70.7	13.5-18.0	14-49
(n=14)	เฉลี่ย±SD	48.5±12.7	15.7±1.2	26±9
	มัธยฐาน	48.0	16.0	24
กุ้งกุลาลาย	ต่ำสุด-สูงสุด	11.2-15.5	9.2-11.0	10-15
(n=5)	เฉลี่ย±SD	13.6±2.1	10.3±0.8	11±2
	มัธยฐาน	14.0	11.0	11

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวสุฑารัตน์ สุขพันธ์

รหัสประจำตัวนักศึกษา 4677037

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล	2546

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)

- ทุนสนับสนุนการวิจัยจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพแห่งประเทศไทย (BRT) จำนวน 100,000 บาท
- ทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนวิจัยสิ่งแวดล้อม สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (สวสท.) จำนวน 15,000 บาท

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

สุฑารัตน์ สุขพันธ์, เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล และ สมเกียรติ ขอเกียรติวงศ์. 2549. "การแปรผันและการแพร่กระจายของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำที่จับจากทะเลสาบสงขลา". บทคัดย่อโครงการวิจัยและวิทยานิพนธ์ 2549. ใน การประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 10. 8-11 ตุลาคม 2549 ณ มาริไทม์ ปาร์ค แอนด์ สปา รีสอร์ท จังหวัดกระบี่. หน้า 85.

Sukapan, S.; Sompongchaiyakul, P. and Khokiattiwong, S. 2006. "Variation and Distribution of Mercury in The Tissues of Aquatic Organisms Catching from Songkhla Lake". In Proceedings of the NIE-SEAGA Conference on Sustainability and Southeast Asia. 28-30 November 2006, Singapore.

สุฑารัตน์ สุขพันธ์, เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล และ สมเกียรติ ขอเกียรติวงศ์. (ได้รับการตอบรับการตีพิมพ์). การปนเปื้อนของปรอทในสัตว์น้ำเศรษฐกิจในทะเลสาบสงขลา. ได้รับการตอบรับการตีพิมพ์. ใน วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ (Section T) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. เมื่อวันที่ 27 เมษายน พ.ศ. 2550