

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๔/๒๕๕๘



Technical Paper No. 4/2015

ศึกษาปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำและแหล่งประมง
บริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554
Heavy Metals in Aquatic Faunas and Fishing Ground
along the Coast of Songkhla Province in 2011

สมชาย วิบุญพันธ์	Somchai Vibunpant
ธิดารัตน์ คงชัย	Thidarat Khongchai
อุทิศ โชติธรรมโม	Utit Chotithammo
พิมพ์วิมล อินทร์แก้ว	Pimvimol Ingakew

กองวิจัยและพัฒนาประมงทะเล
กรมประมง
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Marine Fisheries Research and Development Division
Department of Fisheries
Ministry of Agriculture and Cooperatives

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๔/๒๕๕๘



Technical Paper No. 4/2015

ศึกษาปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำและแหล่งประมง
บริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554
Heavy Metals in Aquatic Faunas and Fishing Ground
along the Coast of Songkhla Province in 2011

สมชาย วิบุญพันธ์	Somchai Vibunpant
ธิดารัตน์ คงชัย	Thidarat Khongchai
อุทิศ โชติธรรมโม	Utith Chotithammo
พิมพ์วิมล อินทร์แก้ว	Pimvimol Ingakew

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนล่าง (สงขลา)	Southern Marine Fisheries Research and Development Center (Songkhla)
สถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีประมงทะเล	Marine Fisheries Research and Technological Development Institute
กองวิจัยและพัฒนาประมงทะเล	Marine Fisheries Research and Development Division
กรมประมง	Department of Fisheries
๒๕๕๘	2015

รหัสทะเบียนวิจัย 54-0410-54023-001

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	4
วัตถุประสงค์	5
วิธีดำเนินการ	6
1. สถานที่ทำการศึกษา	6
2. ระยะเวลาที่ทำการศึกษา	7
3. การเก็บตัวอย่าง	7
4. การเตรียม และวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Optical Mass Spectrometry)	7
5. การวิเคราะห์ข้อมูล	8
6. การควบคุมคุณภาพในการวิเคราะห์ตัวอย่างจากเครื่อง ICP-MS	10
ผลการศึกษา และวิจารณ์ผล	12
1. ปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ในสัตว์น้ำกลุ่มปลา ปลาหมึก กุ้ง และปู จากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา	12
2. ปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ในน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา	16
3. เปรียบเทียบปริมาณการสะสมแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ในสัตว์น้ำแต่ละชนิด และในน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา	18
4. การประเมินค่าความปลอดภัย (Weekly Dietary Intake, WDI) จากแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี จากการบริโภคสัตว์น้ำบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา	23
สรุปผลการศึกษา	28
ข้อเสนอแนะ	31
คำขอบคุณ	31
เอกสารอ้างอิง	32

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลการวิเคราะห์แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ในสารอ้างอิงมาตรฐาน (CRM) DORM-3	11
2	ปริมาณแคดเมียมเฉลี่ย และค่าพิสัย (ไมโครกรัม/กรัม) ในสัตว์น้ำ 17 ชนิด จากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554	12
3	ปริมาณตะกั่วเฉลี่ย และค่าพิสัย (ไมโครกรัม/กรัม) ในสัตว์น้ำ 17 ชนิด จากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554	13
4	ปริมาณทองแดงเฉลี่ย และค่าพิสัย (ไมโครกรัม/กรัม) ในสัตว์น้ำ 17 ชนิด จากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554	14
5	ปริมาณสังกะสีเฉลี่ย และค่าพิสัย (ไมโครกรัม/กรัม) ในสัตว์น้ำ 17 ชนิด จากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554	15
6	ปริมาณแคดเมียมเฉลี่ย และค่าพิสัย (ไมโครกรัม/ลิตร) ในน้ำทะเล 10 จุด จากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554	16
7	ปริมาณตะกั่วเฉลี่ย และค่าพิสัย (ไมโครกรัม/ลิตร) ในน้ำทะเล 10 จุด จากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554	17
8	ปริมาณทองแดงเฉลี่ย และค่าพิสัย (ไมโครกรัม/ลิตร) ในน้ำทะเล 10 จุด จากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554	17
9	ปริมาณสังกะสีเฉลี่ย และค่าพิสัย (ไมโครกรัม/ลิตร) ในน้ำทะเล 10 จุด จากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554	18
10	ปริมาณเฉลี่ยของแคดเมียม ในสัตว์น้ำแต่ละชนิด ค่า WDI HQ และปริมาณที่ปลอดภัยแก่การบริโภคสัตว์น้ำจากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554	24
11	ปริมาณเฉลี่ยของตะกั่ว ในสัตว์น้ำแต่ละชนิด ค่า WDI HQ และปริมาณที่ปลอดภัยแก่การบริโภคสัตว์น้ำจากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554	25
12	ปริมาณเฉลี่ยของทองแดง ในสัตว์น้ำแต่ละชนิด ค่า WDI HQ และปริมาณที่ปลอดภัยแก่การบริโภคสัตว์น้ำจากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554	26
13	ปริมาณเฉลี่ยของสังกะสี ในสัตว์น้ำแต่ละชนิด ค่า WDI HQ และปริมาณที่ปลอดภัยแก่การบริโภคสัตว์น้ำจากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554	27

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แหล่งที่มาของโลหะหนักที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำหรือแหล่งประมงจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์	4
2	จุดเก็บตัวอย่างจากเรือประมงพื้นบ้าน ประมงพาณิชย์ และเรือสำรวจประมง 9 บริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554	6
3	ปริมาณแคดเมียมที่สะสมในสัตว์น้ำบางชนิดจากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่ง จังหวัดสงขลา ปี 2554	19
4	ปริมาณตะกั่วที่สะสมในสัตว์น้ำบางชนิดจากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่ง จังหวัดสงขลา ปี 2554	21
5	ปริมาณทองแดงที่สะสมในสัตว์น้ำบางชนิดจากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่ง จังหวัดสงขลา ปี 2554	22
6	ปริมาณสังกะสีที่สะสมในสัตว์น้ำบางชนิดจากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่ง จังหวัดสงขลา ปี 2554	23

ศึกษาปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำและแหล่งประมง บริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554

สมชาย วิบุญพันธ์* ธิติรัตน์ คงชัย อุทิศ โชติธรรมโม และ พิมพวิมล อินทร์แก้ว
ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนล่าง (สงขลา)

บทคัดย่อ

ศึกษาปริมาณ แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ในสัตว์น้ำที่สำคัญทางเศรษฐกิจ ได้แก่กลุ่ม ปลา ปลาน้ำจืด กุ้ง และปู จำนวน 17 ชนิด และน้ำทะเล จากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554 ดังนี้ แคดเมียมที่สะสมในสัตว์น้ำมีค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.001-3.017 ไมโครกรัม/กรัม ค่าเฉลี่ย 0.070±0.265 ไมโครกรัม/กรัม พบว่าหมึกสายมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 1.088±1.096 ไมโครกรัม/กรัม รองลงมาพบในปูม้า หมึกกล้วย และหมึกกระดอง มีค่าเฉลี่ย 0.311±0.466 0.097±0.087 และ 0.046±0.029 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ ในน้ำทะเลมีค่าพิสัย อยู่ในช่วง 0.012-0.117 ไมโครกรัม/ลิตร ค่าเฉลี่ย 0.032±0.026 ไมโครกรัม/ลิตร ตะกั่วที่สะสมในสัตว์น้ำมีค่าพิสัย อยู่ในช่วง 0.011-2.814 ไมโครกรัม/กรัม ค่าเฉลี่ย 0.162±0.219 ไมโครกรัม/กรัม พบว่ากุ้งทะเลมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 0.244±0.231 ไมโครกรัม/กรัม รองลงมาพบในปลาปากคม และปลาหลังเขียว มีค่า 0.228±0.309 และ 0.225±0.263 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ ในน้ำทะเลมีค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.115-3.634 ไมโครกรัม/ลิตร ค่าเฉลี่ย 0.660±0.828 ไมโครกรัม/ลิตร ทองแดงที่สะสมในสัตว์น้ำมีค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.194-50.309 ไมโครกรัม/กรัม ค่าเฉลี่ย 4.437±6.014 ไมโครกรัม/กรัม พบว่าหมึกสายมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 18.994±17.627 ไมโครกรัม/กรัม รองลงมาพบในปูม้า และปลากระบอก มีค่า 10.357±4.543 และ 5.759±5.682 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ ในน้ำทะเลมีค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.310-20.718 ไมโครกรัม/ลิตร ค่าเฉลี่ย 1.852±3.334 ไมโครกรัม/ลิตร สังกะสีที่ สะสมในสัตว์น้ำมีค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.765-32.806 ไมโครกรัม/กรัม ค่าเฉลี่ย 8.760±6.180 ไมโครกรัม/กรัม พบว่าปูม้ามีค่าเฉลี่ยสูงสุด 25.785±4.181 ไมโครกรัม/กรัม รองลงมาพบในหมึกสาย และหมึกกระดอง มีค่า 16.226±6.683 และ 15.444±1.327 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ ในน้ำทะเลมีค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.796-7.919 ไมโครกรัม/ลิตร ค่าเฉลี่ย 2.380±1.386 ไมโครกรัม/ลิตร การศึกษาครั้งนี้ประเมินค่าความปลอดภัย พบว่า ปริมาณโลหะหนักทั้ง 4 ชนิด ที่สะสมในสัตว์น้ำบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ยังอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

คำสำคัญ : โลหะหนัก แหล่งประมง จังหวัดสงขลา

*ผู้รับผิดชอบ : ๗๙/๑ ถ.วิเชียรชม ต.บ่อยาง อ.เมือง จ.สงขลา ๙๐๐๐๐ โทร ๐ ๗๔๓๑ ๒๕๕๕

e-mail : somchavib@yahoo.com

Heavy Metals in Aquatic Faunas and Fishing Ground along the Coast of Songkhla Province in 2011

Somchai Vibunpant* Thidarat Khongchai Utit Chotithammo
and Pimvimol Ingakew

Southern Marine Fisheries Research and Development Center (Songkhla)

Abstract

The study on cadmium, lead, copper and zinc in aquatic faunas and sea water from fishing ground along the coast of Songkhla Province was conducted in 2011. The aquatic faunas were 17 species in total of economic fish including squid, shrimp and crab. The results showed that cadmium accumulated in those marine faunas was in the range of 0.001-3.017 microgram/gram with 0.070 ± 0.265 microgram/gram in average. Among all species, *Octopus* spp. had the highest cadmium contamination with an average 1.088 ± 1.096 microgram/gram while *Portunus pelagicus*, *Photololigo* spp. and *Sepia* spp. averagely had 0.311 ± 0.466 , 0.097 ± 0.087 and 0.046 ± 0.029 microgram/gram of cadmium, respectively. In sea water, cadmium was found in the range of 0.012-0.117 microgram/liter with 0.032 ± 0.026 microgram/liter in average. For lead, it was found in the range of 0.011-2.814 microgram/gram with an average 0.162 ± 0.219 microgram/gram. Among all species, *Metapenaeus* spp. had the highest lead with 0.244 ± 0.231 microgram/gram in average while *Saurida* spp. and *Sardinella* spp. averagely had 0.228 ± 0.309 and 0.225 ± 0.263 microgram/gram of lead, respectively. In sea water, lead was found in the range of 0.115-3.634 microgram/liter. with 0.660 ± 0.828 microgram/liter in average. For copper, it was found in the range of 0.194-50.309 microgram/gram with 4.437 ± 6.014 microgram/gram in average. Among all species, *Octopus* spp. had the highest copper, 18.994 ± 17.627 microgram/gram in average, while *Portunus pelagicus* and *Liza* spp. averagely had 10.357 ± 4.543 and 5.759 ± 5.682 microgram/gram of copper respectively. In sea water, copper was found in the range of 0.310-20.718 microgram/liter with 1.852 ± 3.334 microgram/liter in average. For zinc, it found in the range of 0.765-32.806 microgram/gram with 8.760 ± 6.180 microgram/gram in average. Among all species *Portunus pelagicus* had the highest zinc, 25.785 ± 4.181 microgram/gram in average, while *Octopus* spp. and *Sepia* spp. averagely had 16.226 ± 6.683 and 15.444 ± 1.327 microgram/gram of zinc, respectively.

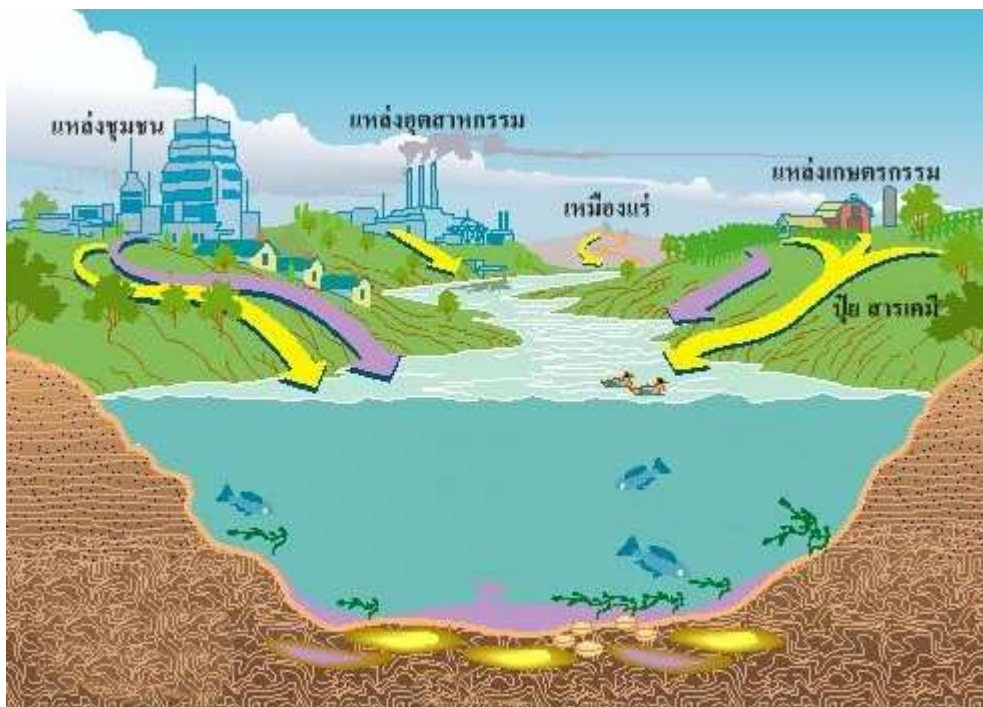
In sea water, zinc was found in the range of 0.796-7.919 microgram/liter with 2.380 ± 1.386 microgram/liter in average. The results of this study concluded that heavy metals accumulated in the four groups of aquatic faunas along the coast of Songkhla Province were still safe for consumers.

Key words : heavy metals, fishing ground, Songkhla province

*Corresponding author : 79/1 Wichianchom Rd., Bo-Yang Sub-district, Muang District, Songkhla Province 90000 Tel. 0 7431 2595 e-mail : somchaivib@yahoo.com

คำนำ

ปัจจุบันปัญหาการปนเปื้อนโลหะหนักสู่ชายฝั่งทะเลเพิ่มขึ้นกว่าในอดีตมาก เนื่องมาจากทะเลเป็นแหล่งสุดท้ายที่ของเสียจากแหล่งต่างๆ ซึ่งถูกพัดพาไหลลงมารวมกัน เกิดเป็นมลพิษทางทะเล น้ำทะเลเสื่อมคุณภาพสร้างความเสียหายต่อพืช สัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในทะเล และบริเวณชายฝั่ง อันตรายหรือความเสียหายที่เกิดขึ้นสุดท้ายก็ส่งผลย้อนกลับมายังมนุษย์ในด้านต่างๆ โลหะหนักที่พบในสัตว์น้ำมาจากแหล่งใหญ่ 2 แหล่ง คือ จากแหล่งธรรมชาติ และมาจากการกระทำของมนุษย์ แหล่งที่มาจากธรรมชาตินั้น เกิดจากการกัดเซาะ การชะล้างพังทลายของเปลือกโลกที่มีแร่ธาตุโลหะหนักปนอยู่ ซึ่งโดยทั่วไปธรรมชาติจะปรับตัวของธาตุต่างๆ ให้อยู่ในสภาวะที่สมดุล ส่วนที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์มาจากการนำโลหะหนักมาใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรม และปล่อยทิ้งในส่วนที่ไม่ต้องการให้ปนเปื้อนลงสู่สิ่งแวดล้อมเกินความสมดุลทางธรรมชาติ (Elder, 1988) เช่น การทำเหมืองแร่ การทิ้งของเสียจากชุมชน โรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมี แหล่งเกษตรกรรมที่มีการใช้สารเคมีภัณฑ์ต่างๆ กิจกรรมทางด้านโลหะ และกิจกรรมอื่นๆ (ภาพที่ 1) ถึงแม้ว่าโลหะหนักจะมีประโยชน์มากก็ตามแต่ก็มีโทษมหาศาล ซึ่งถือว่าเป็นภัยคุกคามร้ายแรงต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะมนุษย์ และสัตว์ต่างๆ ทั้งนี้เนื่องจากโลหะหนักเป็นสารที่คงตัวไม่สามารถสลายตัวได้โดยกระบวนการธรรมชาติ เป็นสารพิษที่ตกค้างยาวนานในสิ่งแวดล้อม บางส่วนละลายอยู่ในน้ำตกตะกอนสะสมอยู่ในดินพื้นท้องน้ำ และสามารถสะสมในเนื้อเยื่อของสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นๆ ซึ่งการสะสมดังกล่าวจะเพิ่มสูงขึ้นตามห่วงโซ่อาหาร และมาถึงมนุษย์ซึ่งเป็นผู้บริโภคในลำดับขั้นสุดท้าย



ภาพที่ 1 แหล่งที่มาของโลหะหนักที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำหรือแหล่งประมงจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์
ที่มา : <http://www.Foodnetworksolution.com/wiki/word/2080/heavy-metal-โลหะหนัก>

แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี เป็นโลหะที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม และใช้ในชีวิตประจำวันต่างๆ มากมาย เช่น ตะกั่วในถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ สีทาบ้าน พลาสติก ปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ฯลฯ การนำโลหะหนักมาใช้ประโยชน์ทำให้มีโอกาสปนเปื้อนสู่แหล่งน้ำธรรมชาติหรือแหล่งประมง และสะสมในเนื้อเยื่อส่วนต่างๆ ของสัตว์น้ำ เมื่อมนุษย์นำสัตว์น้ำเหล่านั้นมาบริโภคก็จะมีโอกาสได้รับโลหะหนักเข้า

ไปสะสมอยู่ในร่างกาย ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค ถ้ามีการปนเปื้อนในปริมาณสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนด และมีการบริโภคเป็นประจำโดยเฉพาะประชาชนที่เป็นกลุ่มเสี่ยงที่อ่อนไหวต่อพิษของโลหะหนักเหล่านี้ เช่น ทารกในครรภ์ เด็ก และหญิงตั้งครรภ์ เป็นต้น (สุภาพ และคณะ, 2526) ดังที่เคยเกิดมาแล้วในประเทศญี่ปุ่น จากการบริโภคอาหารทะเลที่มีการปนเปื้อนสารปรอทในระดับสูงทำให้เกิดโรคมินามาตะ และโรคที่เกิดจากแคดเมียม พบครั้งแรกในประเทศญี่ปุ่น หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 เมื่อปี พ.ศ. 2489 โดยที่ผู้ป่วยมีอาการปวดกระดูก กระดูกแตกหักง่าย ขณะเดินจะรู้สึกเจ็บ จึงเรียกโรคนี้ว่า อีไตไตะ สำหรับในประเทศไทยจากเหตุการณ์ แคดเมียมปนเปื้อนในนาข้าวที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของชาวบ้านในพื้นที่มาอย่างยาวนาน กระทั่งเมื่อต้นปี 2547 สถาบันจัดการทรัพยากรน้ำนานาชาติ หรืออิมี่ (International Water Management Institute: IWMI) ร่วมกับกรมวิชาการเกษตรได้เผยแพร่ผลการวิจัยการปนเปื้อนแคดเมียมปริมาณสูงมากในพื้นที่นาข้าวของชาวบ้านลุ่มน้ำแม่ตาบ และลุ่มน้ำแม่กุ กว่า 12 หมู่บ้าน ในตำบลแม่ตาบ ตำบลแม่กุ และตำบลพระธาตุผาแดง อำเภอแม่สอด เรื่องดังกล่าวจึงกลายเป็นข่าวที่สร้างความตื่นตระหนกให้กับสังคมไทย เพราะไม่เพียงแต่ปรากฏสภาพอาการเจ็บป่วยที่สัมพันธ์กับพิษแคดเมียมของชาวบ้านที่นั่น แต่ข่าวที่ปลุกยักถูกส่งออกไปจำหน่ายนอกพื้นที่ปีละเป็นจำนวนมาก (ประชาไท, 2556)

ในปัจจุบัน พื้นที่ในแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา มีกิจกรรมการผลิตปิโตรเลียม 2 แห่ง คือ แหล่งสงขลา และบัวบาน ในอนาคตจะมีการสำรวจเพิ่มขึ้นหลายแห่ง ชนิดของปิโตรเลียมที่นำมาใช้ประโยชน์ ได้แก่ น้ำมันดิบ และก๊าซธรรมชาติ ทำให้มีโอกาสที่จะเกิดปัญหามลภาวะจากการปนเปื้อนของโลหะหนักจากขบวนการผลิต หรือผลพลอยได้ จากการขุดเจาะหาแหล่งปิโตรเลียม ดังนั้นการศึกษาปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำ และในน้ำทะเล เพื่อติดตามตรวจสอบปริมาณโลหะหนัก โดยเฉพาะในสัตว์น้ำเศรษฐกิจบางชนิดที่นิยมนำมาบริโภค หรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ทำให้ทราบข้อมูลที่ชัดเจนยิ่งขึ้นว่ามีการปนเปื้อนของโลหะหนักแต่ละชนิดมากหรือน้อยเพียงใด การเลือกศึกษาข้อมูลสัตว์น้ำจากแหล่งประมงตามธรรมชาติในบริเวณพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นแหล่งการทำประมงที่สำคัญแห่งหนึ่งในพื้นที่อ่าวไทยตอนล่าง จึงเป็นการสร้างความมั่นคงด้านอาหารในระดับชุมชน อันเป็นรากฐานสำคัญของการเข้าถึงอาหารที่มีคุณภาพ และปลอดภัยของประชาชนในพื้นที่ อีกทั้งข้อมูลที่ได้จะเป็นพื้นฐานในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณการปนเปื้อนโลหะหนัก โดยเฉพาะ แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสีในสัตว์น้ำ และสิ่งแวดล้อมบริเวณแหล่งประมง และยังเป็นข้อมูลที่จะใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความสามารถในการแพร่กระจายเข้าสู่ผู้บริโภคสัตว์น้ำ ซึ่งเป็นความเสี่ยงต่อสุขภาพ และนำไปสู่การตรวจสอบถึงแหล่งกำเนิดของโลหะหนักเหล่านั้นได้ สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล โดยศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนล่าง (สงขลา) ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในประเด็นดังกล่าวข้างต้น จึงได้ทำการศึกษาปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำ และแหล่งประมงบริเวณพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสงขลา เพื่อเป็นฐานข้อมูลที่จะนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

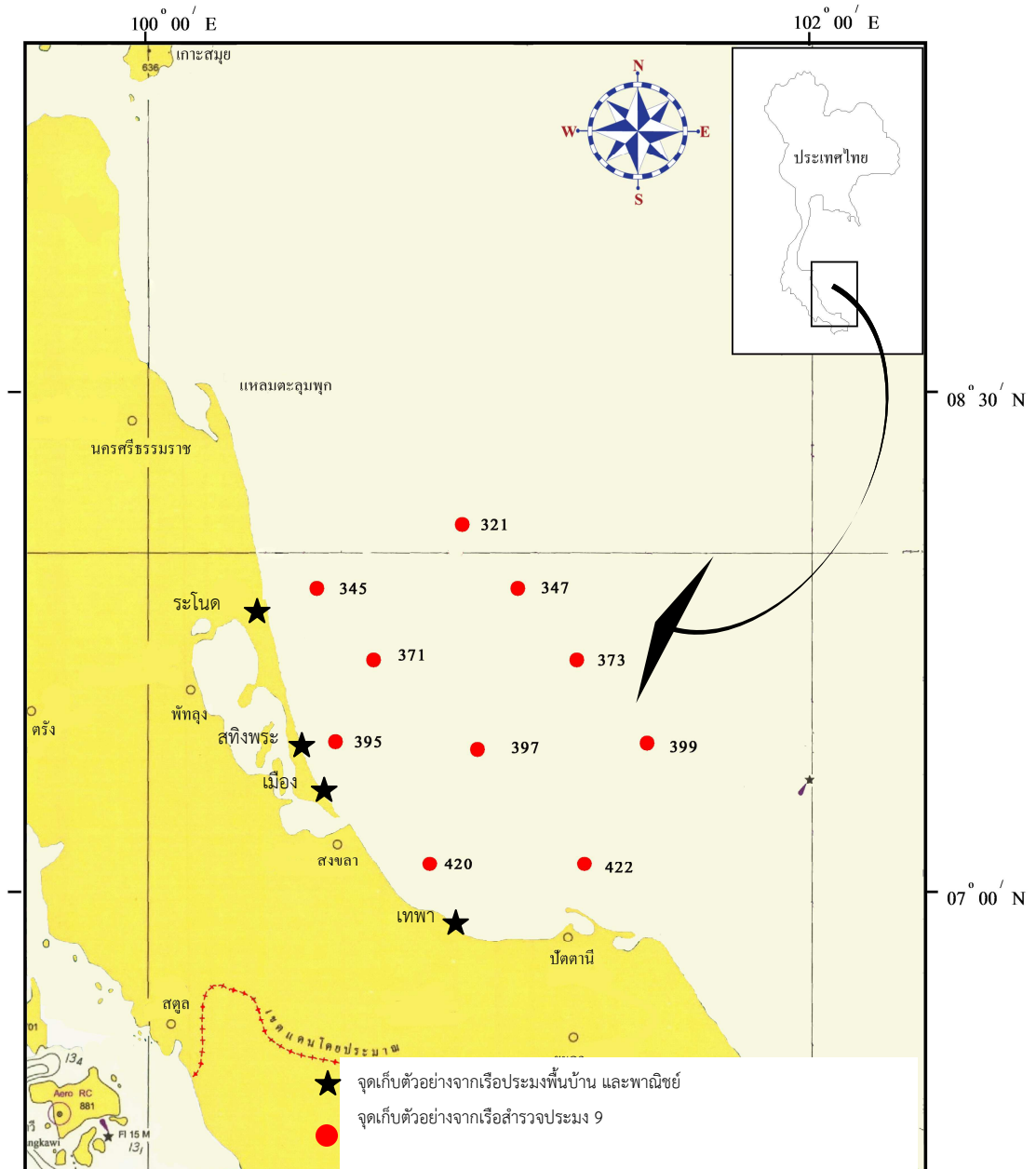
วัตถุประสงค์

1. ศึกษาปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ในสัตว์น้ำ กลุ่มปลา ปลาหมึก กุ้ง และปู จากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา
2. ศึกษาปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ในน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา
3. เปรียบเทียบปริมาณการสะสมแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ในสัตว์น้ำ แต่ละชนิด และในน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา
4. ประเมินค่าความปลอดภัยจากการได้รับแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี จากการบริโภคสัตว์น้ำบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา

วิธีดำเนินการ

1. สถานที่ทำการศึกษา

แหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ตั้งแต่อำเภอระโนด ถึงอำเภอเทพา จำนวน 10 จุด ในทะเล โดยเก็บตัวอย่างน้ำทะเล และสัตว์น้ำชนิดต่างๆ จำนวน 17 ชนิด ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 225 ตารางไมล์ทะเล โดยเรือสำรวจประมง 9 และอีก 4 จุด จากท่าเทียบเรือองค์การสะพานปลาสงขลา ทำขึ้นปลาของหมู่บ้านในอำเภอระโนด สทิงพระ เทพา และเมือง จังหวัดสงขลา เก็บจากเรือประมงพื้นบ้าน และพาณิชย์ (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 จุดเก็บตัวอย่างจากเรือประมงพื้นบ้าน ประมงพาณิชย์ และเรือสำรวจประมง 9 บริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554

2. ระยะเวลาที่ทำการศึกษา

เก็บรวบรวมตัวอย่างสัตว์น้ำ และตัวอย่างน้ำทะเล โดยเรือสำรวจประมง 9 ของศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนล่าง (สงขลา) และตัวอย่างสัตว์น้ำ จากเรือประมงพื้นบ้าน เรือประมงพาณิชย์ จำนวน 4 ครั้ง ได้แก่ ครั้งที่ 1 เดือนกุมภาพันธ์ ครั้งที่ 2 เดือนเมษายน ครั้งที่ 3 เดือนพฤษภาคม และครั้งที่ 4 เดือนกรกฎาคม 2554

3. การเก็บตัวอย่าง

3.1 การเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำ

สุ่มเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำ ที่จับได้จากเครื่องมืออวนลากโดยเรือสำรวจประมง 9 ตามจุดที่กำหนด และเรือประมงพาณิชย์ เรือประมงพื้นบ้าน ณ ท่าเทียบเรือองค์การสะพานปลา ทำขึ้นปลาของหมู่บ้านในอำเภอระโนด สทิงพระ เทพา และเมือง จังหวัดสงขลา จำนวน 17 ชนิด ได้แก่ หมึกกล้วย (*Photololigo* spp.) หมึกกระดอง (*Sepia* spp.) หมึกหอม (*Sepioteuthis lessoniana*) หมึกสาย (*Octopus* spp.) ปลาทรายแดง (*Nemipterus* spp.) ปลาตาหวาน (*Priacanthus* spp.) ปลาปากคม (*Saurida* spp.) กุ้งตะกาด (*Metapenaeus* spp.) กุ้งแชบ๊วย (*Penaeus merguensis*) ปลาทุ-ลิ่ง (*Rastrelliger* spp.) ปลาข้างเหลือง (*Selaroides leptolepis*) ปลาทุแวก (*Decapterus* spp.) ปลากระบอก (*Liza* spp.) ปลาสีกุนตาโต (*Selar crumenophthalmus*) ปลาหลังเขียว (*Sardinella* spp.) ปลาอินทรี (*Scomberomorus* spp.) และปูม้า (*Portunus pelagicus*) โดยสุ่มเก็บตัวอย่าง สัตว์น้ำแต่ละขนาด ประมาณ 1-2 กิโลกรัม/ชนิด จำแนกชนิด แล้วใส่ถุงพลาสติกติดป้ายแสดงชนิด สถานที่ วันที่ เก็บตัวอย่าง นำมาเก็บรักษาด้วยการแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ในห้องปฏิบัติการของศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนล่าง

3.2 การเก็บตัวอย่างน้ำทะเล

เก็บตัวอย่างน้ำทะเล โดยเรือสำรวจประมง 9 ตามจุดที่กำหนด ด้วยกระบอกเก็บตัวอย่างน้ำ (water sampler) ซึ่งทำด้วยพลาสติกสังเคราะห์อย่างดี (PVC) โดยเก็บตัวอย่างที่ระดับกึ่งกลางน้ำ ให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร แล้วกรองทันทีด้วยกระดาษกรอง ขนาดช่องตา (pore size) 0.45 ไมโครเมตร ใส่ขวดพลาสติกทนกรด (nalgene) เติมกรดไนตริกเข้มข้น (Conc HNO₃ superpure) 1 มิลลิลิตร (cc) เขย่าให้เข้ากัน pH ประมาณ 2.0±0.2 เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อรอการสกัดในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ต่อไป

4. การเตรียม และวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Optical Mass Spectrometry)

4.1 การเตรียมตัวอย่างสัตว์น้ำในห้องปฏิบัติการก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง ICP-MS

4.1.1 นำตัวอย่างสัตว์น้ำทั้ง 17 ชนิด ที่แช่แข็งไว้ออกมาละลายที่อุณหภูมิห้อง แลหรือแยก ส่วนที่เป็นเนื้อ จากนั้นนำไปต้มให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน ด้วยเครื่องบดไฟฟ้า

4.1.2 สุ่มเก็บตัวอย่างเนื้อสัตว์น้ำที่บดละเอียดแล้วมาชั่งด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ให้ได้น้ำหนักประมาณ 1 กรัม นำใส่ในหลอดแก้ว (digestion vessel) ขนาด 150 มิลลิลิตร เติมกรดไนตริก (HNO₃) เข้มข้น 5 มิลลิลิตร ปิดฝาด้วยแก้วรูปหยดน้ำ (teardrop) แล้วนำไปวางในหลุมย่อยตัวอย่างด้วยไฟฟ้า

(block digestion system) ที่ตั้งอุณหภูมิไว้ 140 องศาเซลเซียส นาน 2.50 ชั่วโมง เมื่อการย่อยสมบูรณ์แล้วนำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องก่อนถ่ายสารละลายที่ย่อยได้ลงใน volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 25 มิลลิลิตร ตามวิธีของ AOAC (1990) ก่อนนำไปเข้าเครื่อง ICP-MS เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักแต่ละธาตุต่อไป

4.2 การเตรียมตัวอย่างน้ำทะเลในห้องปฏิบัติการก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง ICP-MS

การเตรียมตัวอย่างน้ำทะเลด้วยวิธี Cobalt-APDC co-precipitation technique มีขั้นตอนดังนี้

4.2.1 นำน้ำทะเลตัวอย่าง ปริมาตร 500 มิลลิลิตร มาปรับ pH ด้วย แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) ให้ได้ค่า pH เท่ากับ 4.0 ± 0.2 .ในกรณีที่ต้องการวิเคราะห์ แคดเมียม (Cd), ตะกั่ว (Pb), ทองแดง (Cu) และ สังกะสี (Zn) เติมสารละลาย Cobalt chloride 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วเติม 2% ของ APDC 5 มิลลิลิตร เขย่าให้ทั่วอีกครั้ง

4.2.2 ทิ้งให้ตะกอนสีเหลือง-เขียว เป็นเวลา 1 คืน แล้วกรองตะกอนที่เกิดขึ้นด้วยกระดาษกรองขนาดช่องตา 0.45 ไมโครเมตร (กระดาษกรองที่ใช้ควรแช่ 10 % NHO_3 เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และล้างด้วยน้ำ DI ก่อน) เป็นขั้นตอนที่ต้องระมัดระวังอย่างมาก เนื่องจากอาจเกิดการปนเปื้อน หรือการสูญหายของปริมาณโลหะหนักได้

4.2.3 นำเยื่อกรองไปละลายด้วยกรดเข้มข้นของไนตริก ปริมาตร 3 มิลลิลิตร แล้วเจือจางด้วยน้ำ deionized ให้ได้ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ก่อนนำไปเข้าเครื่อง ICP-MS เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักแต่ละธาตุต่อไป

4.3 การควบคุมคุณภาพในการวิเคราะห์ตัวอย่าง ดำเนินการดังนี้

4.3.1 ในทุกรอบของการย่อยตัวอย่าง ทำการย่อย blank (ไม่ใช่ตัวอย่าง) โดยวิธีการเดียวกับ การย่อยตัวอย่าง รอบละ 3 ซ้ำ

4.3.2 วิเคราะห์ตัวอย่างซ้ำร้อยละ 10 ของตัวอย่างทั้งหมด

4.3.3 วิเคราะห์สารอ้างอิงมาตรฐาน (Certified Reference Materials : CRM) ของ National Research Council of Canada ได้แก่ DORM-3 (fish protein) ซึ่งมีค่าความเข้มข้นที่แน่นอนกำกับไว้

4.4 การวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง ICP-MS เพื่อหาปริมาณโลหะหนัก

ปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี นำสารละลายที่ได้จากการเตรียมตัวอย่างในข้อ 4.1 และ 4.2 เข้าเครื่อง ICP-MS ค่าที่วัดได้เป็นค่าความเข้มข้นมีหน่วยเป็น ไมโครกรัม/กรัม ของน้ำหนักเปียก ซึ่งคำนวณจากการเปรียบเทียบกับค่าของสารละลายมาตรฐานของแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลจากการวิเคราะห์ตัวอย่างสัตว์น้ำ และน้ำทะเลเพื่อหาปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักแต่ละชนิดนั้นข้อมูลที่ได้นำไปใช้สำหรับการวิเคราะห์และเปรียบเทียบต่อไป โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกได้ดังนี้

5.1 หาค่าพิสัย และค่าเฉลี่ยของปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี จากตัวอย่างสัตว์น้ำ ทั้ง 17 ชนิด และในตัวอย่างน้ำทะเล จำนวน 10 สถานี ในบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา

5.2 การประเมินความปลอดภัยในการได้รับแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง สังกะสี จากการบริโภคสัตว์น้ำ บริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา

ก่อนการวิเคราะห์ความเสี่ยงจะต้องทำการคัดกรองข้อมูลเบื้องต้นของโลหะหนักแต่ละชนิดที่ปนเปื้อนในสัตว์น้ำแต่ละชนิด เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน หรือเกณฑ์แนะนำ (Standard and Guidelines)

จากหน่วยงานต่างๆ ได้แก่ เกณฑ์มาตรฐานของกลุ่มสหภาพยุโรป (EU) เกณฑ์แนะนำของ Joint FAO/WHO food standards programme (JECFA) และประกาศคณะกรรมการมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ

การประเมินความปลอดภัยในการได้รับโลหะหนักต่างๆ เป็นเวลานานใช้ค่าสัดส่วนความเสี่ยงอันตราย หรือ hazard quotient (HQ) (พงศ์เทพ, 2547) จากสมการ

$$ADI = \frac{CF*IR*FI*EF*ED}{BW*AT}$$

โดยที่ :

ADI (average heavy metal daily intake via marine animals) คือ ปริมาณเฉลี่ยที่โลหะหนักเข้าสู่ร่างกายผู้บริโภคสัตว์น้ำ

CF (contaminant concentration of heavy metal in marine animals) คือ ปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในสัตว์น้ำ มีหน่วยเป็น ไมโครกรัม/กรัม น้ำหนักเปียก โดยใช้ค่าเฉลี่ยของโลหะหนักที่ปนเปื้อนในสัตว์น้ำแต่ละชนิด

IR (ingestion rate) คือ ค่าปริมาณเนื้อสัตว์น้ำ หรืออาหารทะเลที่รับประทานในแต่ละมื้อ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม/มื้อ ซึ่ง FAO (2005) รายงานปริมาณการบริโภคเนื้อสัตว์น้ำ หรืออาหารทะเลของคนไทยไว้เท่ากับ 85 กรัม/คน/วัน หรือ 0.028 กิโลกรัม/มื้อ

FI (fraction ingested from contaminated source) คือ สัดส่วนของการบริโภคสัตว์น้ำที่ปนเปื้อนโลหะหนัก มีค่าเท่ากับ 1 (ไม่มีหน่วย)

EF (exposure frequency) คือ ความถี่ของการบริโภค มีหน่วยเป็น มื้อ/ปี ซึ่ง US-EPA กำหนดค่าความถี่ของการรับสัมผัส เท่ากับ 350 มื้อ/ปี (US-EPA, 1989)

ED (exposure duration) คือ ระยะเวลาที่บริโภคสัตว์น้ำ มีหน่วยเป็น ปี ใช้ค่าตามที่ US-EPA กำหนด คือ 30 ปี สำหรับความเสี่ยงของสารที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง (US-EPA, 1999)

BW (body weight) คือน้ำหนักร่างกายเฉลี่ยของคนไทย มีหน่วยเป็น กิโลกรัมโดยใช้น้ำหนักร่างกายของคนเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เท่ากับ 50 กิโลกรัม (Agusa *et al.*, 2007)

AT (average time exposed) คือ ระยะเวลาเฉลี่ยของประชากรที่จะได้รับความเสี่ยง มีหน่วยเป็นวัน โดยใช้ระยะเวลาเฉลี่ยที่ได้รับความเสี่ยงคูณด้วย 365 วัน (30*365) ดังนั้น AT จึงเท่ากับ 10,950 วัน สำหรับสารที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง กำหนด 30 ปี หรือ 10,950 วัน (US-EPA, 1989)

หากค่า HQ มากกว่า 1 แสดงว่า ปริมาณสารปนเปื้อนที่มีอยู่นั้นอยู่ในเกณฑ์ที่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพหากได้รับเข้าสู่ร่างกายเป็นเวลานาน ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจำเป็นต้องสื่อสารกับประชาชนให้รับทราบในเรื่องของความเสี่ยงในการบริโภค (risk communication) และควรมีการจัดการความเสี่ยง (risk management) ต่อไป สำหรับการประเมินความปลอดภัยในการได้รับโลหะหนักต่างๆ เป็นเวลานานที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง (non-cancer) ใช้ค่าสัดส่วนความเสี่ยงอันตราย หรือ HQ จากสมการ

$$HQ = \frac{ADI}{Rfd}$$

โดยที่ :

Rfd (reference dose for chronic oral exposure) คือ ค่าปริมาณอ้างอิงของโลหะหนักแต่ละชนิด มีหน่วยเป็น ไมโครกรัม/กรัม/วัน ได้แก่ แคดเมียม, ตะกั่ว, ทองแดง และสังกะสี มีค่าเท่ากับ 0.001 0.004 0.040 และ 0.300 ไมโครกรัม/กรัม/วัน ตามลำดับ (US-EPA, 2005)

การประเมินปริมาณที่ปลอดภัยในการบริโภค

ค่า WDI (weekly Dietary Intake) คือ ปริมาณของโลหะหนักที่คนได้รับเข้าสู่ร่างกายโดยการบริโภคอาหารในเวลาหนึ่งสัปดาห์ (ไมโครกรัม/คน/สัปดาห์) ซึ่งค่า WDI นี้สามารถใช้เป็นตัวเปรียบเทียบกับค่าที่ร่างกายของมนุษย์ที่สามารถต้านทานการได้รับสารพิษชั่วคราว/สัปดาห์ ที่เรียกว่าค่า provisional tolerable weekly intake (PTWI) กำหนดขึ้นโดยโครงการความร่วมมือขององค์ระหว่างประเทศ (The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA) ค่า PTWI ของ แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสีที่กำหนดนั้น คือ 7 25 350 และ 700 ไมโครกรัม/กิโลกรัมของน้ำหนักร่างกาย/สัปดาห์ ตามลำดับ (Galal-Gorchev, 1991) สำหรับคนไทยกำหนดให้ใช้น้ำหนักตัวเฉลี่ยเท่ากับ 50 กิโลกรัม (Agusa *et al*, 2007) ดังนั้นค่า PTWI ที่ร่างกายของผู้บริโภคสามารถต้านทานการได้รับสารพิษชั่วคราวของ แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี มีค่า เท่ากับ 350 1,250 17,500 และ 35,000 ไมโครกรัม/คน/สัปดาห์ ตามลำดับ

การบริโภคอาหารจากทะเลของคนไทย ได้แก่ การบริโภคปลา ปลาหมึก ปู และ กุ้ง เป็นอาหารโดยเฉลี่ยประมาณ 85 กรัม/คน/วัน หรือ 29.20 กิโลกรัม/คน/ปี (FAO, 2005) สำหรับการประเมินปริมาณโลหะหนักที่ปลอดภัยในการบริโภค ใช้สมการ

$$WDI = M \times C \times 7$$

โดยที่ :

- WDI คือ ปริมาณของโลหะหนักที่คนได้รับเข้าสู่ร่างกายโดยการบริโภคอาหารในเวลาหนึ่งสัปดาห์ (ไมโครกรัม/คน/สัปดาห์)
- M คือ ปริมาณของอาหารที่คนบริโภคในหนึ่งวัน (กรัม/คน/วัน)
- C คือ ความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะหนักในอาหาร (ไมโครกรัม/กรัม)
- 7 คือ จำนวนวันในหนึ่งสัปดาห์

6. การควบคุมคุณภาพในการวิเคราะห์ตัวอย่างจากเครื่อง ICP-MS

ผลการวิเคราะห์สารอ้างอิงมาตรฐาน ได้แก่ DORM-3 โดยใช้วิธีการเดียวกับการย่อยตัวอย่างชนิดละ 8 ซ้ำ เพื่อหาล้อยละการกลับคืนมาของการย่อยตัวอย่าง (percent recovery) ค่าเฉลี่ยของแคดเมียมใน DORM-3 เท่ากับ 0.273 ± 0.014 ไมโครกรัม/กรัม หรือร้อยละ 93.97 ของความเข้มข้นที่กำกับใน CRM 0.290 ± 0.020 ไมโครกรัม/กรัม ค่าเฉลี่ยของตะกั่วใน DORM-3 เท่ากับ 0.430 ± 0.039 ไมโครกรัม/กรัม หรือร้อยละ 108.86 ของความเข้มข้นที่กำกับใน CRM 0.395 ± 0.050 ไมโครกรัม/กรัม ค่าเฉลี่ยของทองแดงใน DORM-3 เท่ากับ 16.795 ± 3.183 ไมโครกรัม/กรัม หรือร้อยละ 108.35 ของความเข้มข้นที่กำกับใน CRM 15.500 ± 0.630 ไมโครกรัม/กรัม และค่าเฉลี่ยของสังกะสีใน DORM-3 เท่ากับ 47.338 ± 4.408 ไมโครกรัม/กรัม

หรือร้อยละ 92.28 ของความเข้มข้นที่กำกับใน CRM 51.300 ± 3.100 ไมโครกรัม/กรัม ซึ่งค่าร้อยละจากการวิเคราะห์ที่ยอมรับได้ อยู่ในช่วง 80-120 แสดงว่าผลที่ได้มีความน่าเชื่อถือ (ตารางที่ 1) และทำ blank 3 ซ้ำ ทุกครั้งของการทดลอง พบว่าค่า blank ต่ำมาก แสดงว่าการปนเปื้อนขณะวิเคราะห์มีน้อยมาก

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ในสารอ้างอิงมาตรฐาน (CRM) DORM-3

ตัวอย่าง	CRM:DORM-3 (ไมโครกรัม/กรัม)			
	แคดเมียม (Cd)	ตะกั่ว (Pb)	ทองแดง (Cu)	สังกะสี (Zn)
1	0.258	0.425	13.719	45.860
2	0.271	0.410	14.041	43.200
3	0.264	0.473	16.001	43.115
4	0.262	0.365	15.141	46.500
5	0.287	0.452	20.429	52.694
6	0.299	0.415	22.742	54.548
7	0.262	0.412	15.411	49.200
8	0.277	0.487	16.873	43.590
ค่าที่กำกับมาใน CRM	0.290 ± 0.020	0.395 ± 0.050	15.500 ± 0.63	51.300 ± 3.100
ค่าเฉลี่ย \pm standard deviation	0.273 ± 0.014	0.430 ± 0.039	16.795 ± 3.183	47.338 ± 4.408
ร้อยละที่วิเคราะห์ได้ (recovery)	93.97	108.86	108.35	92.28

ผลการศึกษา และวิจารณ์ผล

1. ปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ในสัตว์น้ำกลุ่มปลา ปลาหมึก กุ้ง และปู จากแหล่งประมง บริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักทั้ง 4 ธาตุ คือ แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ในเนื้อสัตว์น้ำที่สำคัญทางเศรษฐกิจ 17 ชนิด ที่จับได้จากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ซึ่งปริมาณโลหะหนักแต่ละธาตุที่สะสมในเนื้อสัตว์น้ำดังกล่าวมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 แคดเมียม

ปริมาณแคดเมียมที่สะสมในสัตว์น้ำทั้ง 17 ชนิด ค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.001-3.017 ไมโครกรัม/กรัม ค่าเฉลี่ย 0.070 ± 0.265 ไมโครกรัม/กรัม พบว่าในหมึกสาย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 1.088 ± 1.096 ไมโครกรัม/กรัม รองลงมาพบในปูม้า หมึกกล้วย และหมึกกระดอง มีค่าเฉลี่ย 0.311 ± 0.466 0.097 ± 0.087 และ 0.046 ± 0.029 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ปริมาณแคดเมียมเฉลี่ย และค่าพิสัย (ไมโครกรัม/กรัม) ในสัตว์น้ำ 17 ชนิด จากแหล่งประมง บริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554

ชื่อสัตว์น้ำ	ก.พ.	เม.ย.	พ.ค.	ก.ค.	ค่าพิสัย	ค่าเฉลี่ย
หมึกกล้วย	0.240	0.072	0.043	0.048	0.020-0.319	0.097 ± 0.087
หมึกกระดอง	0.073	0.061	0.033	0.025	0.010-0.137	0.046 ± 0.029
หมึกหอม	0.114	0.014	0.024	0.011	0.005-0.136	0.040 ± 0.047
หมึกสาย	2.035	0.445	1.130	0.194	0.034-3.017	1.088 ± 1.096
ปลาทรายแดง	0.070	0.016	0.007	0.004	0.003-0.087	0.016 ± 0.022
ปลาทูหวาน	0.013	0.010	0.012	0.005	0.003-0.016	0.009 ± 0.004
ปลาปากคม	0.027	0.026	0.029	0.010	0.006-0.043	0.023 ± 0.010
กุ้งตะกาด	0.032	0.022	0.016	0.009	0.006-0.047	0.020 ± 0.010
กุ้งแชบ๊วย	0.035	0.028	0.011	0.013	0.009-0.049	0.022 ± 0.011
ปลาทุ-ลั้ง	0.019	0.026	0.013	0.020	0.012-0.034	0.019 ± 0.060
ปลาข้างเหลือง	0.031	0.013	0.007	0.007	0.006-0.036	0.015 ± 0.010
ปลาทุแขก	0.104	0.021	0.016	0.032	0.003-0.380	0.044 ± 0.066
ปลากระบอก	0.012	0.007	0.012	0.002	0.001-0.039	0.008 ± 0.007
ปลาสิ่กุนตาโต	0.042	0.029	0.024	0.030	0.015-0.051	0.030 ± 0.009
ปลาหลังเขียว	0.027	0.017	0.012	0.011	0.010-0.034	0.017 ± 0.007
ปลาอินทรี	0.012	0.014	0.013	0.002	0.002-0.027	0.010 ± 0.010
ปูม้า	0.356	0.430	0.352	0.079	0.046-2.799	0.311 ± 0.466
เฉลี่ย	-	-	-	-	0.001-3.017	0.070 ± 0.265

1.2 ตะกั่ว

ปริมาณตะกั่วที่สะสมในสัตว์น้ำทั้ง 17 ชนิด ค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.011-2.814 ไมโครกรัม/กรัม ค่าเฉลี่ย 0.162 ± 0.219 ไมโครกรัม/กรัม พบว่าในกุ้งตะกาด มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 0.244 ± 0.231 ไมโครกรัม/กรัม รองลงมาพบในปลาปากคม ปลาหลังเขียว และปลากระบอก มีค่า 0.228 ± 0.309 0.225 ± 0.263 และ 0.220 ± 0.212 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ปริมาณตะกั่วเฉลี่ย และค่าพิสัย (ไมโครกรัม/กรัม) ในสัตว์น้ำ 17 ชนิด จากแหล่งประมง บริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554

ชื่อสัตว์น้ำ	ก.พ. 54	เม.ย. 54	พ.ค. 54	ก.ค. 54	ค่าพิสัย	ค่าเฉลี่ย
หมึกกล้วย	0.153	0.107	0.186	0.147	0.022-0.451	0.148 ± 0.084
หมึกกระดอง	0.155	0.189	0.098	0.223	0.056-0.400	0.166 ± 0.099
หมึกหอม	0.123	0.061	0.081	0.084	0.027-0.251	0.086 ± 0.052
หมึกสาย	0.204	0.052	0.150	0.066	0.044-0.436	0.131 ± 0.108
ปลาทรายแดง	0.275	0.370	0.113	0.043	0.029-0.844	0.176 ± 0.193
ปลาตาหวาน	0.068	0.064	0.082	0.107	0.029-0.189	0.086 ± 0.044
ปลาปากคม	0.104	0.364	0.357	0.100	0.034-1.834	0.228 ± 0.309
กุ้งตะกาด	0.201	0.353	0.345	0.057	0.046-1.411	0.244 ± 0.231
กุ้งแชบ๊วย	0.411	0.127	0.145	0.146	0.011-2.814	0.206 ± 0.457
ปลาทุ-ลั้ง	0.113	0.094	0.038	0.042	0.032-0.240	0.072 ± 0.045
ปลาข้างเหลือง	0.201	0.348	0.040	0.045	0.035-0.673	0.161 ± 0.192
ปลาทุแขก	0.124	0.229	0.206	0.045	0.026-0.625	0.154 ± 0.174
ปลากระบอก	0.189	0.080	0.555	0.038	0.026-0.768	0.220 ± 0.212
ปลาสีกุนตาโต	0.171	0.429	0.118	0.039	0.029-1.338	0.193 ± 0.331
ปลาหลังเขียว	0.222	0.585	0.036	0.038	0.028-0.834	0.225 ± 0.263
ปลาอินทรี	0.115	0.199	0.186	0.029	0.024-0.478	0.135 ± 0.113
ปูม้า	0.164	0.065	0.035	0.044	0.024-0.207	0.078 ± 0.057
เฉลี่ย	-	-	-	-	0.011-2.814	0.162 ± 0.219

1.3 ทองแดง

ปริมาณทองแดงที่สะสมในสัตว์น้ำทั้ง 17 ชนิด ค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.194-50.309 ไมโครกรัม/กรัม ค่าเฉลี่ย 4.437 ± 6.014 ไมโครกรัม/กรัม พบในหมึกสาย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 18.994 ± 17.627 ไมโครกรัม/กรัม รองลงมาพบในปูม้า ปลากระบอก และกุ้งตะกาด มีค่า 10.357 ± 4.543 5.759 ± 5.682 และ 5.220 ± 1.856 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ปริมาณทองแดงเฉลี่ย และค่าพิสัย (ไมโครกรัม/กรัม) ในสัตว์น้ำ 17 ชนิด จากแหล่งประมง บริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554

ชื่อสัตว์น้ำ	ก.พ. 54	เม.ย. 54	พ.ค. 54	ก.ค. 54	ค่าพิสัย	ค่าเฉลี่ย
หมึกกล้วย	1.949	2.345	4.465	1.874	0.659-11.647	2.676 ± 2.218
หมึกกระดอง	4.223	8.621	2.513	2.468	1.550-12.625	4.356 ± 3.059
หมึกหอม	2.024	1.860	4.464	1.450	0.845-15.712	2.592 ± 3.526
หมึกสาย	35.292	8.098	18.030	4.791	1.455-50.309	18.994 ± 17.627
ปลาทรายแดง	7.503	9.567	2.697	0.492	0.194-20.453	4.326 ± 5.990
ปลาตาหวาน	0.458	0.797	1.774	0.439	0.266-2.905	0.935 ± 0.911
ปลาปากคม	1.424	9.537	9.172	0.372	0.324-40.621	4.998 ± 8.095
กุ้งตะกาด	6.717	5.459	6.273	2.136	1.521-8.208	5.220 ± 1.856
กุ้งแชบ๊วย	5.651	7.137	2.973	2.833	2.397-9.243	4.687 ± 2.049
ปลาทุ-ลั้ง	1.500	2.383	0.981	1.013	0.646-3.752	1.481 ± 0.797
ปลาข้างเหลือง	4.928	7.136	0.556	0.566	0.525-13.408	3.366 ± 4.054
ปลาทุแขก	2.238	5.531	7.484	0.958	0.471-19.396	4.126 ± 5.004
ปลากระบอก	5.283	2.091	14.511	0.642	0.614-14.989	5.759 ± 5.682
ปลาสีกุนตาโต	1.962	10.466	1.152	1.064	0.384-33.321	3.709 ± 7.910
ปลาหลังเขียว	5.910	11.832	0.664	0.681	0.594-17.109	4.876 ± 5.778
ปลาอินทรี	1.757	0.588	0.546	0.578	0.511-2.083	0.875 ± 0.539
ปูม้า	16.461	9.840	8.198	6.826	4.848-23.136	10.357 ± 4.543
เฉลี่ย	-	-	-	-	0.194-50.309	4.437 ± 6.014

1.4 สังกะสี

ปริมาณสังกะสีที่สะสมในสัตว์น้ำทั้ง 17 ชนิด ค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.765-32.806 ไมโครกรัม/กรัม ค่าเฉลี่ย 8.760 ± 6.180 ไมโครกรัม/กรัม พบในปูม้า มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 25.785 ± 4.181 ไมโครกรัม/กรัม รองลงมา พบในหมึกสาย หมึกกระดอง และหมึกหอม มีค่า 16.226 ± 6.683 15.444 ± 1.327 และ 11.741 ± 2.868 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ปริมาณสังกะสีเฉลี่ย และค่าพิสัย (ไมโครกรัม/กรัม) ในสัตว์น้ำ 17 ชนิด จากแหล่งประมง บริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554

ชื่อสัตว์น้ำ	ก.พ. 54	เม.ย. 54	พ.ค. 54	ก.ค. 54	ค่าพิสัย	ค่าเฉลี่ย
หมึกกล้วย	9.675	11.171	12.705	10.760	1.451-14.604	11.114 ± 2.347
หมึกกระดอง	13.950	15.587	16.111	15.841	11.835-17.958	15.444 ± 1.327
หมึกหอม	9.100	11.981	14.217	10.732	7.521-20.570	11.741 ± 2.868
หมึกสาย	18.880	14.527	18.285	12.212	0.765-25.465	16.226 ± 6.683
ปลาทรายแดง	3.954	3.872	5.483	3.945	2.753-6.565	4.408 ± 0.940
ปลาตาหวาน	3.912	3.718	5.472	4.186	2.931-6.935	4.476 ± 0.918
ปลาปากคม	4.834	4.906	5.783	4.801	3.373-7.911	5.073 ± 1.069
กุ้งตะกาด	11.488	11.197	12.101	10.131	7.287-13.464	11.241 ± 1.125
กุ้งแชบ๊วย	10.255	12.272	10.931	12.940	9.133-15.027	11.579 ± 1.460
ปลาทุ-ลั้ง	3.342	4.610	5.098	5.219	2.895-5.906	4.549 ± 0.868
ปลาข้างเหลือง	6.025	4.595	4.530	5.278	4.145-11.778	5.104 ± 1.200
ปลาทุแขก	5.305	4.677	5.369	6.671	3.909-8.571	5.481 ± 1.111
ปลากระบอก	4.276	4.374	5.526	4.485	3.560-5.714	4.077 ± 0.634
ปลาสีกุนตาโต	3.998	4.921	6.141	6.469	3.604-8.029	5.343 ± 1.346
ปลาหลังเขียว	5.366	4.951	7.000	7.698	4.109-8.488	6.214 ± 1.221
ปลาอินทรี	4.056	5.020	4.846	5.900	3.496-6.386	4.938 ± 0.714
ปูม้า	29.441	25.167	23.324	25.543	16.740-32.806	25.785 ± 4.181
เฉลี่ย	-	-	-	-	0.765-32.806	8.760 ± 6.180

2. ปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ในน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักทั้ง 4 ธาตุ คือ แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ในน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ซึ่งปริมาณโลหะหนักแต่ละธาตุที่สะสมในน้ำทะเลมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 แคดเมียม

ปริมาณแคดเมียมที่สะสมในน้ำทะเลทั้ง 10 จุด ในแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.012-0.117 ไมโครกรัม/ลิตร ค่าเฉลี่ย 0.032 ± 0.026 ไมโครกรัม/ลิตร (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ปริมาณแคดเมียมเฉลี่ย และค่าพิสัย (ไมโครกรัม/ลิตร) ในน้ำทะเล 10 จุด จากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554

จุดเก็บตัวอย่าง	ก.พ. 54	เม.ย. 54	พ.ค. 54	ก.ค. 54	ค่าพิสัย	ค่าเฉลี่ย
321	0.061	0.021	0.014	0.016	0.014-0.061	0.028 ± 0.022
345	0.117	0.018	0.021	0.018	0.018-0.117	0.044 ± 0.049
347	0.110	0.013	0.012	0.013	0.012-0.110	0.037 ± 0.049
371	0.057	0.024	0.013	0.014	0.013-0.057	0.027 ± 0.021
373	0.056	0.082	0.015	0.012	0.012-0.082	0.041 ± 0.034
395	0.048	0.018	0.054	0.014	0.014-0.054	0.034 ± 0.020
397	0.050	0.059	0.012	0.014	0.012-0.059	0.034 ± 0.024
399	0.039	0.029	0.012	0.013	0.012-0.039	0.023 ± 0.013
420	0.037	0.027	0.013	0.018	0.013-0.037	0.024 ± 0.012
422	0.050	0.027	0.012	0.017	0.012-0.050	0.027 ± 0.017
เฉลี่ย	0.063	0.032	0.018	0.015	0.012-0.117	0.032 ± 0.026

2.2 ตะกั่ว

ปริมาณตะกั่วที่สะสมในน้ำทะเลทั้ง 10 สถานี ในแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.115-3.634 ไมโครกรัม/ลิตร ค่าเฉลี่ย 0.660 ± 0.828 ไมโครกรัม/ลิตร (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ปริมาณตะกั่วเฉลี่ย และค่าพิสัย (ไมโครกรัม/ลิตร) ในน้ำทะเล 10 จุด จากแหล่งประมง บริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554

จุดเก็บตัวอย่าง	ก.พ. 54	เม.ย. 54	พ.ค. 54	ก.ค. 54	ค่าพิสัย	ค่าเฉลี่ย
321	0.309	0.287	0.164	0.682	0.164-0.682	0.361±0.224
345	0.654	0.311	0.869	0.240	0.240-0.869	0.519±0.295
347	0.413	0.404	0.356	0.280	0.280-0.413	0.363±0.061
371	0.398	0.262	0.410	0.325	0.262-0.410	0.349±0.069
373	0.477	0.586	0.188	0.297	0.188-0.586	0.387±0.178
395	0.637	0.347	2.747	0.164	0.164-2.747	0.974±1.198
397	3.460	0.354	0.166	0.227	0.166-3.460	1.052±1.607
399	1.407	0.800	0.222	0.139	0.139-1.407	0.642±0.589
420	1.472	0.991	0.115	0.198	0.115-1.472	0.694±0.652
422	3.634	0.948	0.234	0.206	0.206-3.634	1.256±1.622
เฉลี่ย	1.286	0.529	0.547	0.276	0.115-3.634	0.660±0.828

2.3 ทองแดง

ปริมาณทองแดงที่สะสมในน้ำทะเลทั้ง 10 สถานี ในแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.310-20.718 ไมโครกรัม/ลิตร ค่าเฉลี่ย 1.852±3.334 ไมโครกรัม/ลิตร (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ปริมาณทองแดงเฉลี่ย และค่าพิสัย (ไมโครกรัม/ลิตร) ในน้ำทะเล 10 จุด จากแหล่งประมง บริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554

จุดเก็บตัวอย่าง	ก.พ. 54	เม.ย. 54	พ.ค. 54	ก.ค. 54	ค่าพิสัย	ค่าเฉลี่ย
321	0.547	2.785	2.047	0.403	0.403-2.785	1.446±1.162
345	1.151	0.916	1.997	0.582	0.582-1.997	1.162±0.604
347	0.700	7.433	1.656	0.344	0.344-7.433	2.533±3.313
371	0.617	2.697	3.153	0.395	0.395-3.153	1.716±1.412
373	2.415	1.147	1.000	0.371	0.371-2.415	1.233±0.857
395	0.695	3.197	20.718	0.687	0.687-20.718	6.324±9.668
397	1.115	0.670	0.613	0.310	0.310-1.115	0.677±0.332
399	0.823	3.572	0.618	0.665	0.618-3.572	1.420±1.438
420	0.790	1.235	0.504	1.082	0.504-1.235	0.903±0.324
422	2.260	0.746	0.941	0.470	0.470-2.260	1.104±0.794
เฉลี่ย	1.111	2.440	3.325	0.531	0.310-20.718	1.852±3.334

2.4 สังกะสี

ปริมาณสังกะสีที่สะสมในน้ำทะเลทั้ง 10 สถานี ในแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.796-7.919 ไมโครกรัม/ลิตร ค่าเฉลี่ย 2.380 ± 1.386 ไมโครกรัม/ลิตร (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ปริมาณสังกะสีเฉลี่ย และค่าพิสัย (ไมโครกรัม/ลิตร) ในน้ำทะเล 10 จุด จากแหล่งประมง บริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554

จุดเก็บตัวอย่าง	ก.พ. 54	เม.ย. 54	พ.ค. 54	ก.ค. 54	ค่าพิสัย	ค่าเฉลี่ย
321	1.465	3.428	1.072	3.944	1.072-3.944	2.477 ± 1.421
345	2.270	0.511	1.235	2.086	1.235-2.511	2.026 ± 0.555
347	1.292	2.093	3.349	2.205	1.292-3.349	2.235 ± 0.847
371	1.604	1.821	3.562	1.925	1.604-3.562	2.228 ± 0.899
373	2.476	5.747	1.762	0.951	0.951-5.747	2.734 ± 2.103
395	2.183	1.742	7.919	1.018	1.018-7.919	3.216 ± 3.172
397	2.325	4.458	0.796	1.748	0.796-4.458	2.332 ± 1.551
399	2.220	1.947	1.740	1.735	1.735-2.220	1.911 ± 0.229
420	1.945	1.833	2.804	4.648	1.833-4.648	2.808 ± 1.301
422	1.521	2.545	1.567	1.727	1.521-2.545	1.840 ± 0.478
เฉลี่ย	1.930	2.813	2.581	2.199	0.796-7.919	2.380 ± 1.386

3. เปรียบเทียบปริมาณการสะสมแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ในสัตว์น้ำแต่ละชนิด และในน้ำทะเล บริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา

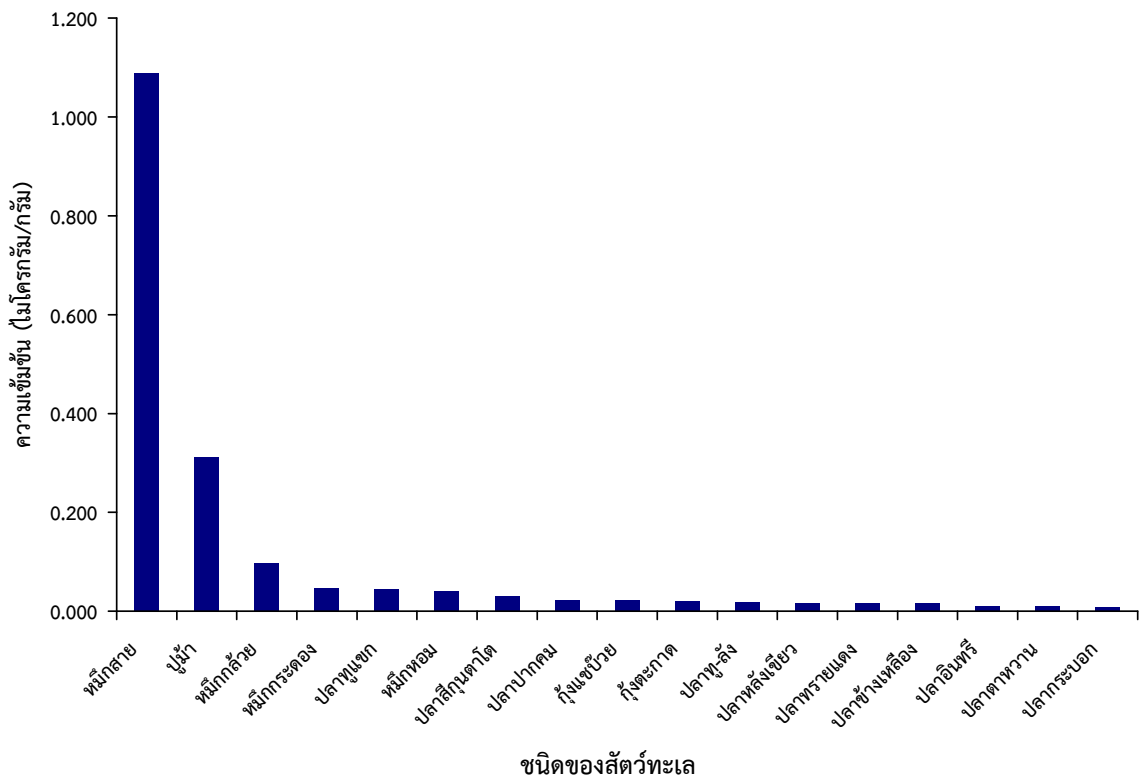
จากข้อมูลปริมาณของแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ในสัตว์น้ำ จำนวน 17 ชนิด นำมาเปรียบเทียบสัตว์น้ำแต่ละชนิดมีการสะสมโลหะหนักมากน้อยเพียงใด มีรายละเอียดดังนี้

3.1 แคดเมียม

การสะสมแคดเมียมในสัตว์น้ำที่เป็นสัตว์เศรษฐกิจบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา จำนวน 17 ชนิด มีปริมาณเฉลี่ยรวม 0.070 ± 0.265 ไมโครกรัม/กรัม พบว่า หมึกสายมีปริมาณสะสมเฉลี่ยในตัวสูงถึง 1.088 ไมโครกรัม/กรัม รองลงมาพบในปูม้า 0.311 ไมโครกรัม/กรัม พบน้อยสุดในปลากระบอก 0.008 ไมโครกรัม/กรัม และกราฟแท่งแสดงปริมาณแนวโน้มของแคดเมียมที่พบในสัตว์น้ำแต่ละชนิดเรียงจากมากไปหาน้อย (ภาพที่ 3) เมื่อเปรียบเทียบการสะสมแคดเมียมในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำที่ศึกษากับค่ามาตรฐานประเทศไทย กระทรวงสาธารณสุข (2529) และสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2548) ได้กำหนดให้มีแคดเมียมในอาหารทุกชนิดได้ไม่เกิน 1.000 ไมโครกรัม/กรัม ซึ่งก็พบว่า หมึกกล้วย หมึกกระดอง หมึกหอม ปลาทรายแดง ปลาดาทู ปลากากคม กุ้งตะกาด กุ้งแชบ๊วย ปลาทุ-ลิ่ง ปลาข้างเหลือง ปลาทุ-แขก ปลากระบอก ปลาสิ่กุนตาโต ปลาหลังเขียว ปลาอินทรี และปูม้า มีปริมาณแคดเมียมต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ยกเว้นในหมึกสาย มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ามาตรฐานเล็กน้อย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสมชาย และคณะ (2551) ศึกษาปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำจากเรือประมงอวนลาก และอวนล้อมจับบริเวณน่านน้ำไทย พบว่า หมึกสาย ฝั่งอ่าวไทย ค่าพิสัย 0.025-3.561 ไมโครกรัม/กรัม ค่าเฉลี่ย 0.667 ± 0.931 ไมโครกรัม/กรัม และพบว่าหมึกสายในบริเวณอ่าวไทยตอนล่าง ค่าพิสัย

0.093-3.561 ไมโครกรัม/กรัม ค่าเฉลี่ย 1.376 ± 1.381 ไมโครกรัม/กรัม ในอดีต อัยยา และคณะ (2535) ได้ศึกษาการสะสมของแคดเมียมในหมึกกล้วย หมึกสาย และหมึกกระดอง โดยเก็บตัวอย่างจากอ่าวไทยตั้งแต่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ถึง สุราษฎร์ธานี ผลการศึกษาพบว่า หมึกกล้วย และ หมึกกระดอง มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 0.500 ไมโครกรัม/กรัม แต่ในหมึกสาย มีการสะสมเฉลี่ยสูงถึง 4.700 ไมโครกรัม/กรัม เช่นกัน นั้นแสดงว่า หมึกสายมีการสะสมแคดเมียมสูงกว่าในหมึกชนิดอื่นๆ เนื่องจากเป็นหมึกที่อาศัยอยู่บริเวณหน้าดิน กินสัตว์เป็นอาหาร เช่น ปลาตัวเล็ก สัตว์พวกกุ้ง กุ้ง ปู และหมึก แคดเมียมเข้าสู่ตัวหมึกผ่านทางโซ่อาหาร (Froese and Pauly, 2009) ซึ่งปริมาณการสะสมโลหะหนักในสัตว์น้ำนั้น ได้มีผู้ทำการศึกษาทั้งในห้องปฏิบัติการและภาคสนามพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมของโลหะหนักในสัตว์ชนิดต่างๆ ได้แก่ ลักษณะการกินอาหาร ชนิดของอาหารที่กินสิ่งแวดล้อมบริเวณที่อยู่อาศัย เพศ ตลอดจนถึงความสามารถในการควบคุมปริมาณโลหะหนักในสัตว์แต่ละชนิดไม่ให้สูงจนอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ (Canli and Alti, 2003) จากการศึกษาของ Douben (1989) พบว่าอัตราการสะสมของโลหะหนักในปลาจะคงที่เมื่อมีการเจริญเติบโตได้ระยะหนึ่ง และจะเริ่มลดลงหลังจากนั้น แต่ปริมาณสะสมอาจไม่ลดลงถ้าสิ่งแวดล้อมบริเวณที่ปลาอาศัยอยู่มีการสะสมของโลหะหนักในปริมาณค่อนข้างสูง

สำหรับค่ามาตรฐานจากต่างประเทศ เช่น ค่ามาตรฐานกำหนดไว้ 2.000 ไมโครกรัม/กรัม ของ The National Health and Medical Research Council ประเทศแคนาดา (Eustace, 1974) ประเทศมาเลเซีย กำหนดค่ามาตรฐานการปนเปื้อนของสารแคดเมียมในอาหารไม่เกิน 1.000 ไมโครกรัม/กรัม (Shazili *et al.*, 1995) ประเทศออสเตรเลียภายใต้หน่วยงานที่ชื่อ The Tasmanian Public Health Regulation กำหนดไว้ 5.5 ไมโครกรัม/กรัม (Thrower and Eustace, 1973) อย่างไรก็ตาม การปนเปื้อนของแคดเมียมในสัตว์น้ำบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ทั้ง 15 ชนิด มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานของคณะกรรมการยุโรป (EU, 2006) ซึ่งกำหนดให้ปลาทั่วไปมีแคดเมียมปนเปื้อนได้ไม่เกิน 0.050 ไมโครกรัม/กรัม ของน้ำหนักเปียก



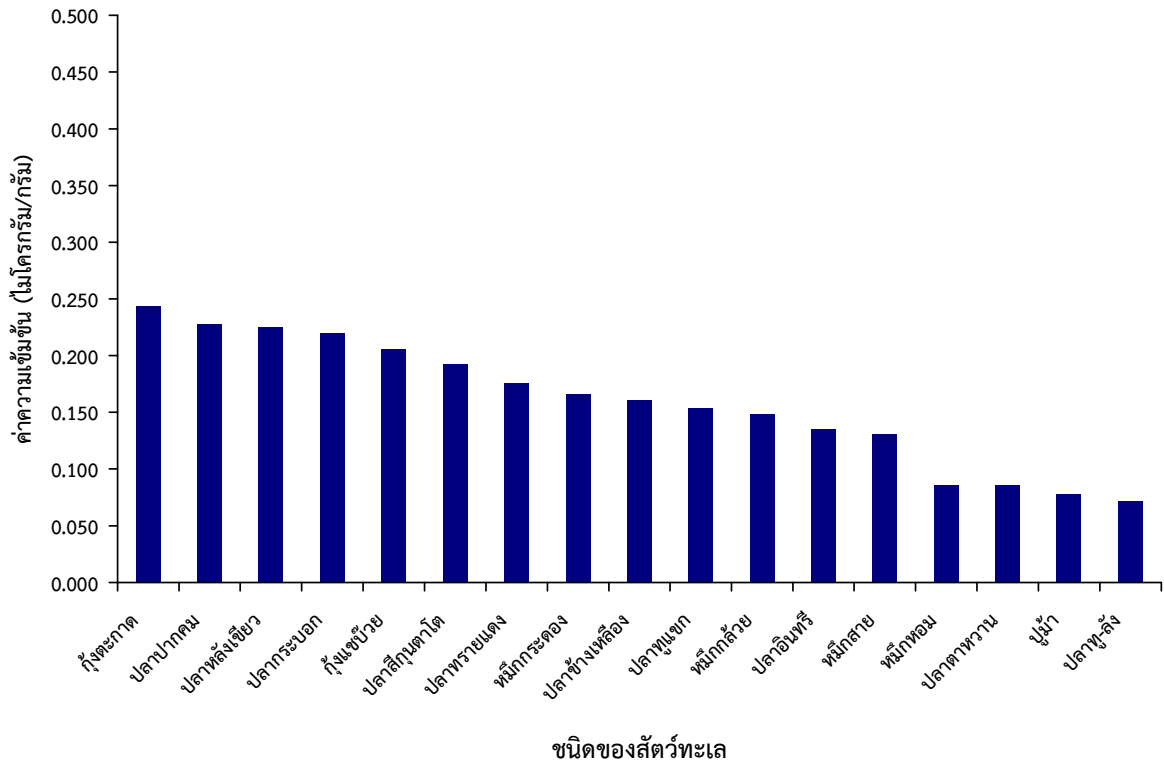
ภาพที่ 3 ปริมาณแคดเมียมที่สะสมในสัตว์น้ำบางชนิดจากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554

ผลการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของแคดเมียมในน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา พบว่ามีพบว่ามีพิสัยอยู่ในช่วง 0.012-0.117 ไมโครกรัม/ลิตร และค่าเฉลี่ย 0.032 ± 0.026 ไมโครกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นค่าที่ยังต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลในเขตน่านน้ำไทย ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดค่าแคดเมียมในน้ำทะเลไว้ไม่เกิน 5.000 ไมโครกรัม/ลิตร (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2550) โดยที่น้ำทะเลในบริเวณดังกล่าว ยังมีความปลอดภัยจากแคดเมียม

3.2 ตะกั่ว

การสะสมตะกั่วในสัตว์น้ำที่เป็นสัตว์เศรษฐกิจบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา จำนวน 17 ชนิด มีปริมาณเฉลี่ยรวม 0.162 ± 0.219 ไมโครกรัม/กรัม ซึ่งพบว่า กุ้งทะเล ปลาปากคม ปลาหลังเขียว ปลากระบอก และกุ้งแชบ๊วย มีปริมาณสะสมเฉลี่ยสูง เท่ากับ 0.244 0.228 0.225 0.220 และ 0.206 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ พบน้อยสุดในปลาทุ-ลึง 0.072 ไมโครกรัม/กรัม จากกราฟแท่งแสดงปริมาณแนวโน้มของตะกั่วที่พบในสัตว์น้ำแต่ละชนิดเรียงจากมากไปหาน้อย (ภาพที่ 4) ซึ่งการสะสมโลหะหนักของสัตว์น้ำแต่ละชนิด แต่ละช่วงเวลามีค่าแตกต่างกัน เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำนั้นๆ การสะสมโลหะหนักในสัตว์น้ำส่วนใหญ่จะได้อาจมาจากการกินอาหารมากกว่าการดูดซึมโลหะหนักจากในแหล่งน้ำ (Renfro *et al.*, 1975) ตัวอย่างเช่น จากการศึกษาของแวตตา และคณะ (2530) เรื่องการหาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในปลาทะเลที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจที่ได้จากสะพานปลาบ้านเพ จังหวัดระยอง พบปริมาณเฉลี่ยของตะกั่ว 0.036 ไมโครกรัม/กรัม ซึ่งมีค่าต่ำกว่าผลการศึกษาในสัตว์น้ำครั้งนี้มาก แต่การศึกษาของพัชรา (2531) เรื่องการสะสมของโลหะหนักปริมาณน้อยในสัตว์น้ำบางชนิดที่จับได้บริเวณอ่าวระยอง พบว่าสัตว์น้ำในกลุ่มปลา มีตะกั่วสะสมเฉลี่ย 0.930 ไมโครกรัม/กรัม กลุ่มปลาหมึกเฉลี่ย 1.910 ไมโครกรัม/กรัม เป็นแหล่งประมงอ่าวไทยฝั่งตะวันออก กับอ่าวไทยตอนกลาง มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน นอกจากนี้ผลจากการศึกษาเรื่องปริมาณการสะสมสารปรอท และสารตะกั่วในสัตว์น้ำจากแหล่งน้ำต่างๆ ในภาคใต้ ของณรงค์ และอรุณโชติ (2529) พบปริมาณเฉลี่ยของตะกั่วในหมึกกล้วยมีค่า 0.787 ไมโครกรัม/กรัม ซึ่งมีค่าสูงกว่าผลการศึกษาในครั้งนี้ เช่นกัน สำหรับค่ามาตรฐานในการปนเปื้อนของตะกั่วในประเทศไทยตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน กำหนดไว้ไม่เกิน 1.000 ไมโครกรัม/กรัม เว้นแต่อาหารที่มีตะกั่วปนเปื้อนตามธรรมชาติในปริมาณสูง ให้มีได้ตามที่ได้รับความคิดเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (กระทรวงสาธารณสุข, 2529) โดยทั่วไปประเทศต่างๆ จะกำหนดระดับการปนเปื้อนไว้ระหว่าง 0.500-2.000 ไมโครกรัม/กรัม ส่วนค่ามาตรฐานระหว่างประเทศของ CODEX กำหนดค่าไว้ 2.000 ไมโครกรัม/กรัม

ผลการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของตะกั่วในน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา พบว่ามีพิสัยอยู่ในช่วง 0.115-3.634 ไมโครกรัม/ลิตร และค่าเฉลี่ย 0.660 ± 0.828 ไมโครกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นค่าที่ยังต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลในเขตน่านน้ำไทย ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดค่าตะกั่วในน้ำทะเลไว้ไม่เกิน 8.500 ไมโครกรัม/ลิตร (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2550) โดยที่น้ำทะเลในบริเวณดังกล่าวยังมีความปลอดภัยจากตะกั่ว



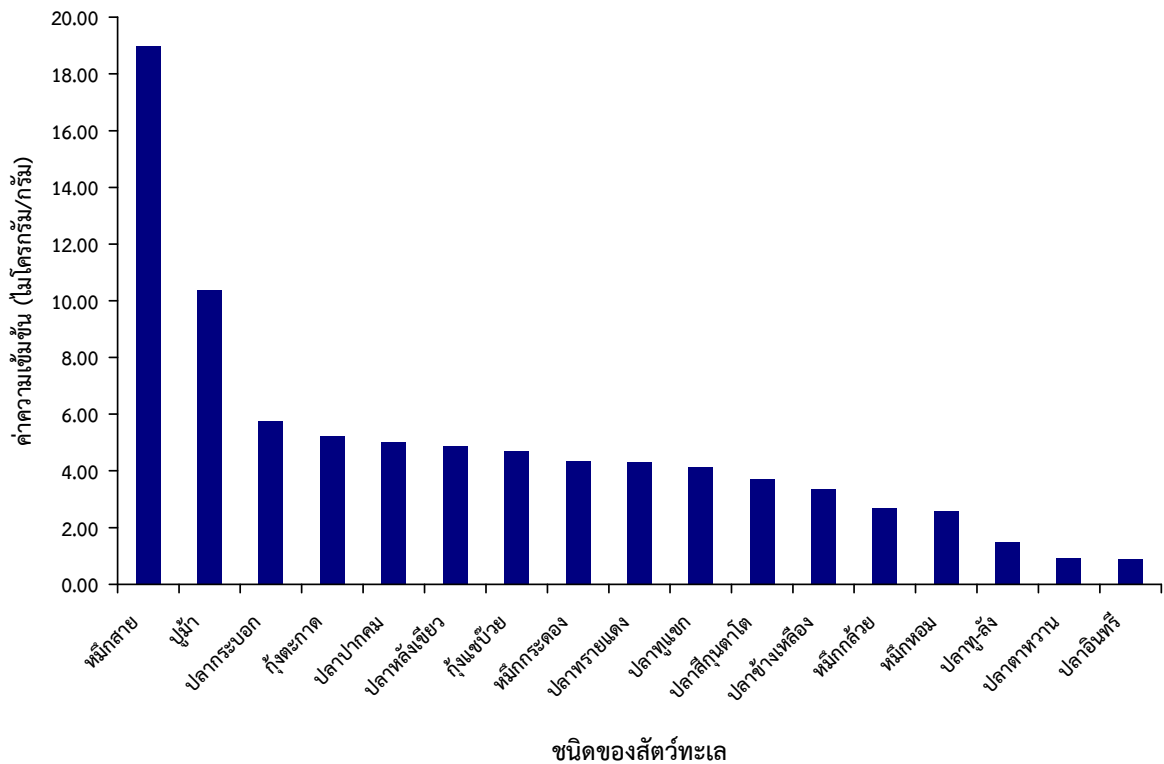
ภาพที่ 4 ปริมาณตะกั่วที่สะสมในสัตว์น้ำบางชนิดจากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554

3.3 ทองแดง

การสะสมทองแดงในสัตว์น้ำที่เป็นสัตว์เศรษฐกิจ จำนวน 17 ชนิด พบค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.194-50.309 ไมโครกรัม/กรัม และค่าเฉลี่ย 4.437 ± 6.014 ไมโครกรัม/กรัม พบว่า หมึกสาย ปูน้ำ ปลากระบอก และ กุ้งตะกาด มีปริมาณทองแดงสะสมเฉลี่ยในตัวสูงกว่าสัตว์น้ำตัวอื่นๆ คือ 18.994 10.357 5.759 และ 5.220 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ พบน้อยสุดในปลาอินทรี 0.875 ไมโครกรัม/กรัม จากกราฟแท่งแสดงปริมาณแนวโน้มของทองแดงที่พบในสัตว์น้ำแต่ละชนิดเรียงจากมากไปหาน้อย (ภาพที่ 5) สัตว์น้ำที่อยู่หน้าดิน ยังคงมีค่าการสะสมทองแดงสูงกว่าสัตว์น้ำผิวน้ำ จากผลการศึกษาในครั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของสุวรรณี (2545) ในแหล่งประมงฝั่งอ่าวไทย พบปริมาณสะสมทองแดงเฉลี่ยในหมึกสาย 1.320 ไมโครกรัม/กรัม หมึกกระดอง 1.200 ไมโครกรัม/กรัม และหมึกกล้วย 0.940 ไมโครกรัม/กรัม ซึ่งมีค่าต่ำกว่าผลการศึกษาในครั้งนี้ ศุภวัตร และคณะ (2542) ทำการศึกษาในบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก พบปริมาณเฉลี่ยของทองแดงในกลุ่มปลาหมึก 21.560 ไมโครกรัม/กรัม และในกลุ่มปลา 2.510 ไมโครกรัม/กรัม และการศึกษาของพัชรา (2531) ในบริเวณอ่าวระยอง ในกลุ่มปลาหมึก 27.420 ไมโครกรัม/กรัม และในกลุ่มปลา 1.600 ไมโครกรัม/กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่ามีค่าต่ำกว่า แสดงว่า การปนเปื้อนจากทองแดงในแหล่งประมงนั้นเกิดจากทองแดงมีอยู่ระดับหนึ่งในสิ่งแวดล้อมแล้ว สัตว์น้ำอาจได้รับทั้งโดยตรงและโดยอ้อมจากน้ำทะเลผ่านทางอาหารที่กินเข้าไป และจากตะกอนดินท้องน้ำ แล้วเกิดการสะสมของทองแดงในเนื้อเยื่อของสัตว์น้ำตามระดับชั้นผู้บริโภคที่สูงขึ้นไปในห่วงโซ่อาหาร ในแหล่งประมงแต่ละแหล่งไม่ว่าจะเป็นอ่าวไทยฝั่งตะวันออก อ่าวไทยตอนกลาง หรืออ่าวไทยตอนล่าง การปนเปื้อนขึ้นอยู่กับปริมาณทองแดงที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำนั้น ซึ่งสัตว์น้ำแต่ละชนิดเป็นดัชนีหนึ่งที่จะบอกระดับการปนเปื้อนของทองแดงในแหล่งประมง หรือแหล่งน้ำธรรมชาติ ดังผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ สำหรับค่ามาตรฐาน

ของทองแดงในอาหาร ประเทศไทยกำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุข เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน กำหนดไว้ไม่เกิน 20.000 ไมโครกรัม/กรัม (กระทรวงสาธารณสุข, 2529) ดังนั้นสัตว์น้ำทั้ง 17 ชนิด มีความปลอดภัย สำหรับการบริโภค เนื่องจากมีค่าทองแดงต่ำกว่าค่ามาตรฐาน

ผลการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของทองแดงในน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา พบว่า พิสัยอยู่ในช่วง 0.310-20.718 ไมโครกรัม/ลิตร และค่าเฉลี่ย 1.852 ± 3.334 ไมโครกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นค่าที่ยังต่ำกว่า ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลในเขตน่านน้ำไทย ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดค่าทองแดง ในน้ำทะเลไว้ไม่เกิน 8.000 ไมโครกรัม/ลิตร (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2550) โดยที่น้ำทะเลในบริเวณ ดังกล่าวยังมีความปลอดภัยจากทองแดง



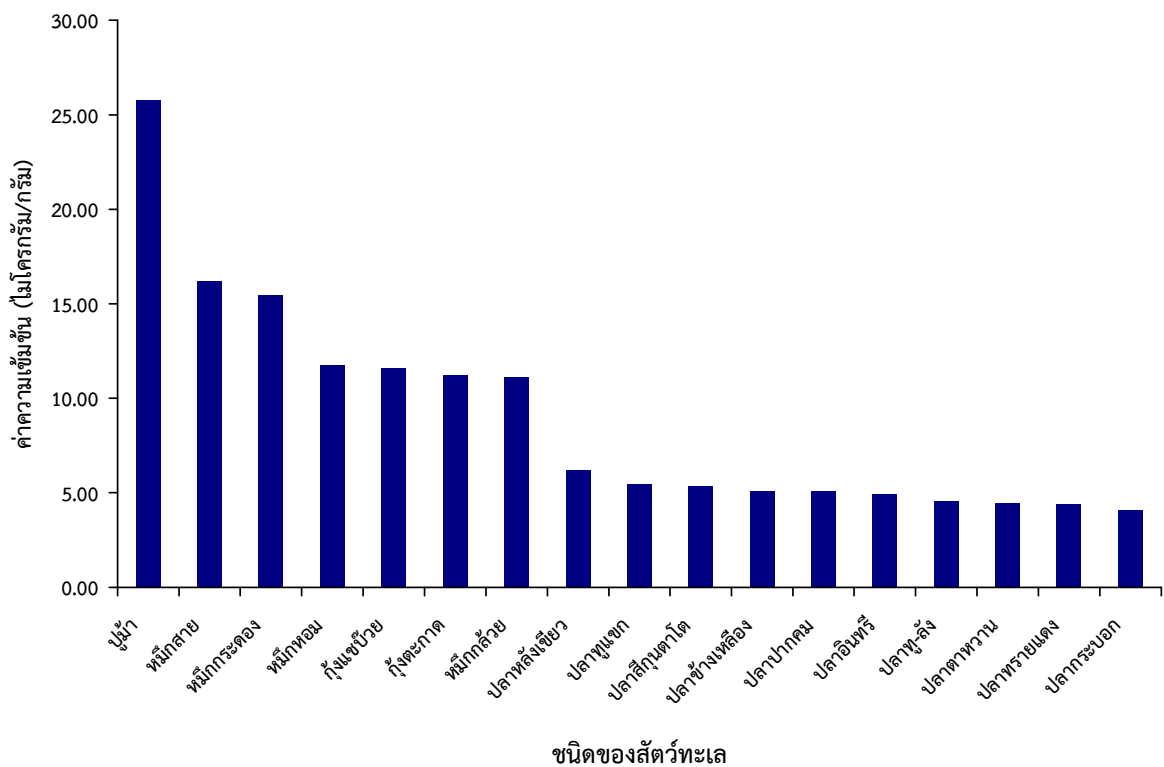
ภาพที่ 5 ปริมาณทองแดงที่สะสมในสัตว์น้ำบางชนิดจากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554

3.4 สังกะสี

การสะสมสังกะสีในสัตว์น้ำที่เป็นสัตว์เศรษฐกิจ จำนวน 17 ชนิด พบค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.765-32.806 ไมโครกรัม/กรัม และค่าเฉลี่ย 8.760 ± 6.180 ไมโครกรัม/กรัม พบว่า ปูม้า หมึกสาย และหมึกกระดอง มีปริมาณสังกะสีสะสมเฉลี่ยในตัวสูงกว่าสัตว์น้ำตัวอื่นๆ คือ 25.785 16.226 และ 15.444 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ พบน้อยที่สุดในปลากระบอก 4.077 ไมโครกรัม/กรัม จากกราฟแท่งแสดงปริมาณแนวโน้มของสังกะสี ที่พบใน สัตว์น้ำแต่ละชนิดเรียงจากมากไปหาน้อย (ภาพที่ 6) เมื่อเปรียบเทียบระดับการสะสมสังกะสีในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำ บริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลาที่ทำการศึกษารั้งนี้ กับค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยประเทศออสเตรเลีย และแคนาดา (Canada Food Standard) ซึ่งกำหนดให้มีสังกะสีได้ไม่เกิน 150 และ 100 ไมโครกรัม/กรัม น้ำหนักเปียก (Vizzini *et al.*, 2010) สำหรับค่ามาตรฐานของประเทศไทย กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุข เรื่องมาตรฐาน

อาหารที่มีสารปนเปื้อน กำหนดให้มีสังกะสีในผลิตภัณฑ์อาหารทุกชนิดได้ไม่เกิน 100.000 ไมโครกรัม/กรัม (กระทรวงสาธารณสุข, 2529) ดังนั้นผลจากการศึกษาในครั้งนี้ สัตว์น้ำทั้ง 17 ชนิด ยังมีค่าสะสมสังกะสีต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่องค์กรหรือหน่วยงานของแต่ละประเทศกำหนดไว้

ผลการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของสังกะสีในน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา พบว่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.796-7.919 ไมโครกรัม/ลิตร และค่าเฉลี่ย 2.380 ± 1.386 ไมโครกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นค่าที่ยังต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลในเขตน่านน้ำไทย ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดค่าสังกะสีในน้ำทะเลไว้ไม่เกิน 50.000 ไมโครกรัม/ลิตร (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2550) โดยที่น้ำทะเลในบริเวณดังกล่าวยังมีความปลอดภัยจากสังกะสี



ภาพที่ 6 ปริมาณสังกะสีที่สะสมในสัตว์น้ำบางชนิดจากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554

4. การประเมินค่าความปลอดภัย(Weekly Dietary Intake, WDI)) จากแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี จากการบริโภคสัตว์น้ำบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา

การประเมินค่า WDI ของแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ที่เข้าสู่ร่างกายของผู้บริโภคสัตว์น้ำจากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลาเป็นอาหารในเวลาหนึ่งสัปดาห์ นำมาเปรียบเทียบกับค่าที่ร่างกายของคนสามารถต้านทานการได้รับสารพิษชั่วคราวต่อสัปดาห์ ที่เรียกว่าค่า PTWI (Provisional Tolerable Weekly Intake) มีหน่วยเป็นไมโครกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักร่างกายต่อสัปดาห์ การประเมินความเสี่ยงในการได้รับปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในสัตว์น้ำแต่ละชนิดมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 แคลเดียม

จากการศึกษาของ FAO (2005) รายงานปริมาณการบริโภคเนื้อปลาหรืออาหารทะเลของคนไทยไว้เท่ากับ 85 กรัม/วัน หรือ 31.03 กิโลกรัม/ปี นำมาประมาณค่า WDI ของแคลเดียมที่เข้าสู่ร่างกายของผู้บริโภคสัตว์น้ำ เปรียบเทียบกับค่า PTWI ที่ร่างกายของผู้บริโภคสามารถต้านทานการได้รับพิษชั่วคราวของแคลเดียมเท่ากับ 350 ไมโครกรัม/สัปดาห์ และปริมาณที่ปลอดภัยแก่การบริโภคสัตว์น้ำแต่ละชนิด พบว่า หมึกสาย มีค่าสูงสุด 647.36 ไมโครกรัม/คน/สัปดาห์ รองลงมาพบในปูม้า หมึกกล้วย หมึกกระดอง ปลาหูแขก หมึกหอม ปลาสีกุนตาโต ปลาปากคม กุ้งแชบ๊วย กุ้งตะกาด ปลาทุ-ลั้ง ปลาหลังเขียว ปลาทรายแดง ปลาข้างเหลือง ปลาอินทรี ปลาตาหวาน และปลากระบอก ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับค่า PTWI ของแคลเดียม กำหนดค่าไว้ไม่เกิน 350 ไมโครกรัม/คน/สัปดาห์ จากผลการศึกษารั้ครั้งนี้ ในหมึกสาย ค่า WDI มีค่าสูงกว่าค่า PTWI การบริโภคหมึกสาย 85 กรัม/วัน มีความเสี่ยงต่อการได้รับพิษจากแคลเดียมชั่วคราวในเวลาหนึ่งสัปดาห์ ถ้าจะให้ปลอดภัยควรบริโภคหมึกสายจากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ไม่เกิน 45.96 กรัม/วัน สำหรับสัตว์น้ำอื่นๆ อีก 16 ชนิดมีความปลอดภัยจากการบริโภค ซึ่งปริมาณที่ปลอดภัยสำหรับการนำมาบริโภคนั้น มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณการปนเปื้อนของแคลเดียมในสัตว์น้ำนั้นๆ สามารถนำมาบริโภคได้ตั้งแต่ 160.77-6,250.00 กรัม/วัน เช่น ปลากระบอก สามารถบริโภคได้ถึง 6,250 กรัม/วัน ปลาตาหวาน สามารถบริโภคได้ถึง 5,555 กรัม/วัน ปลาอินทรีสามารถบริโภคได้ถึง 5,000 กรัม/วัน กุ้งตะกาด สามารถบริโภคได้ถึง 2,500 กรัม/วัน เป็นต้น สอดคล้องกับค่า HQ (Hazard Quotient) ค่าความเสี่ยงต่อร่างกายที่จะก่อให้เกิดโรค มีค่าอยู่ในช่วง 0.004-0.584 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่าปริมาณแคลเดียมที่ร่างกายได้รับอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ซึ่งในสภาวะประจำวันการบริโภคสัตว์น้ำแต่ละชนิดไม่เกิน 500 กรัม/คน/วัน ซึ่ง FAO (2005) รายงานปริมาณการบริโภคเนื้อสัตว์น้ำ หรืออาหารทะเลของคนไทยไว้เท่ากับ 85 กรัม/คน/วัน ยกเว้นชาวประมงที่มีอาชีพจับสัตว์น้ำจำเป็นต้องบริโภคสัตว์น้ำที่จับมาตัวเอง (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ปริมาณเฉลี่ยของแคลเดียม ในสัตว์น้ำแต่ละชนิด ค่า WDI HQ และปริมาณที่ปลอดภัยแก่การบริโภค สัตว์น้ำจากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554

สัตว์น้ำ	ค่าแคลเดียม	ค่า WDI	ค่า HQ	ปริมาณที่ปลอดภัยแก่การบริโภค
	(ไมโครกรัม/กรัม)	ไมโครกรัม/คน/ สัปดาห์		กรัม/วัน
หมึกกล้วย	0.097	57.72	0.052	515.46
หมึกกระดอง	0.046	27.37	0.025	1,086.96
หมึกหอม	0.040	23.80	0.021	1,250.00
หมึกสาย	1.088	647.36	0.584	45.96
ปลาทรายแดง	0.016	9.52	0.009	3,125.00
ปลาตาหวาน	0.009	5.36	0.005	5,555.56
ปลาปากคม	0.023	13.69	0.012	2,173.91
กุ้งตะกาด	0.020	11.90	0.011	2,500.00
กุ้งแชบ๊วย	0.022	13.09	0.012	2,272.73
ปลาทุ-ลั้ง	0.019	11.31	0.010	2,631.58
ปลาข้างเหลือง	0.015	8.93	0.008	3,333.33
ปลาหูแขก	0.044	26.18	0.024	1,136.36

ปลากระบอก	0.008	4.76	0.004	6,250.00
ปลาสีกุนตาโต	0.030	17.85	0.016	2,666.67
ปลาหลังเขียว	0.017	10.12	0.009	2,941.18
ปลาอินทรี	0.010	5.95	0.005	5,000.00
ปูม้า	0.311	185.05	0.167	160.77

4.2 ตะกั่ว

การประเมินค่า WDI ของตะกั่วที่เข้าสู่ร่างกายของผู้บริโภคสัตว์น้ำ จำนวน 17 ชนิด บริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา มีค่าอยู่ในช่วง 42.84-145.18 ไมโครกรัม/คน/สัปดาห์ พบว่า กุ้งตะกาด ปลาปากคม ปลาหลังเขียว และปลากระบอก อยู่ในกลุ่มมีค่าสูงใกล้เคียงกัน คือ 145.18 135.66 133.88 และ 130.90 ไมโครกรัม/สัปดาห์ ตามลำดับ รองลงมาพบในกุ้งแซบวัย ปลาสีกุนตาโต ปลาทรายแดง หมึกกระดอง ปลาข้างเหลือง ปลาทุแวก หมึกกล้วย ปลาอินทรี หมึกสาย หมึกหอม ปลาดาทหวาน ปูม้า และปลาทุ-ลั้ง ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับค่า PTWI ของตะกั่ว กำหนดไว้ไม่เกิน 1,250 ไมโครกรัม/คน/สัปดาห์ จากผลการศึกษารั้ครั้งนี้ ค่า WDI ในสัตว์น้ำทั้ง 17 ชนิด มีค่าต่ำกว่าค่า PTWI ดังนั้น การบริโภคสัตว์น้ำดังกล่าวจึงมีความปลอดภัยจากตะกั่ว สอดคล้องกับค่า HQ ความเสี่ยงต่อร่างกายที่จะก่อให้เกิดโรค มีค่าอยู่ในช่วง 0.010-0.033 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่าปริมาณตะกั่วที่ร่างกายได้รับอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค สำหรับปริมาณที่เหมาะสมและปลอดภัยจากการบริโภคสัตว์น้ำแต่ละชนิด สามารถบริโภคได้จำนวนตั้งแต่ 731.85-2,480.16 กรัม/วัน เช่น ปลาทุ-ลั้ง สามารถบริโภคได้ถึง 2,480 กรัม/วัน ปูม้า สามารถบริโภคได้ถึง 2,289 กรัม/วัน ปลาดาทหวาน สามารถบริโภคได้ถึง 2,076 กรัม/วัน หมึกหอม สามารถบริโภคได้ถึง 2,076 กรัม/วัน เป็นต้น (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 ปริมาณเฉลี่ยของตะกั่ว ในสัตว์น้ำแต่ละชนิด ค่า WDI HQ และปริมาณที่ปลอดภัยแก่การบริโภค สัตว์น้ำจากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554

สัตว์น้ำ	ค่าตะกั่ว	ค่า WDI	ค่า HQ	ปริมาณที่ปลอดภัยแก่การบริโภค
	(ไมโครกรัม/กรัม)	ไมโครกรัม/คน/ สัปดาห์		กรัม/วัน
หมึกกล้วย	0.148	88.06	0.020	1,206.56
หมึกกระดอง	0.166	98.77	0.022	1,075.73
หมึกหอม	0.086	51.17	0.012	2,076.41
หมึกสาย	0.131	77.95	0.018	1,363.14
ปลาทรายแดง	0.176	104.72	0.024	1,014.61
ปลาดาทหวาน	0.086	51.17	0.012	2,076.41
ปลาปากคม	0.228	135.66	0.031	783.21
กุ้งตะกาด	0.244	145.18	0.033	731.85
กุ้งแซบวัย	0.206	122.57	0.028	866.85
ปลาทุ-ลั้ง	0.072	42.84	0.010	2,480.16
ปลาข้างเหลือง	0.161	95.80	0.022	1,109.14
ปลาทุแวก	0.154	91.63	0.021	1,159.55

ปลากระบอก	0.220	130.90	0.030	811.69
ปลาสีกุนตาโต	0.193	114.84	0.026	925.24
ปลาหลังเขียว	0.225	133.88	0.030	793.65
ปลาอินทรี	0.135	80.33	0.018	1,322.75
ปูม้า	0.078	46.41	0.010	2,289.38

4.3 ทองแดง

การประเมินค่า WDI ของทองแดงที่เข้าสู่ร่างกายของผู้บริโภคสัตว์น้ำ จำนวน 17 ชนิด บริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา มีค่าอยู่ในช่วง 520.63-11,301.43 ไมโครกรัม/คน/สัปดาห์ พบว่า หมึกสาย มีค่าสูงสุด 11,301.43 ไมโครกรัม/สัปดาห์ รองลงมาพบในปูม้า ปลากระบอก กุ้งตะกาด ปลาปากคม ปลาหลังเขียว กุ้งแชบ๊วย หมึกกระดอง ปลาทรายแดง ปลาทุแขน ปลาสีกุนตาโต ปลาข้างเหลือง หมึกกล้วย หมึกหอม ปลาทุ-ลิ่ง ปลาดาทาหวาน และปลาอินทรี ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับค่า PTWI ของทองแดง กำหนดไว้ไม่เกิน 17,500 ไมโครกรัม/คน/สัปดาห์ จากผลการศึกษารั้งนี้ ค่า WDI ในสัตว์น้ำทั้ง 17 ชนิด มีค่าต่ำกว่าค่า PTWI ดังนั้น การบริโภคสัตว์น้ำดังกล่าวจึงมีความปลอดภัยจากทองแดง สอดคล้องกับค่า HQ ความเสี่ยงต่อร่างกายที่จะก่อให้เกิดโรค มีค่าอยู่ในช่วง 0.012-0.255 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่าปริมาณทองแดงที่ร่างกายได้รับอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค สำหรับปริมาณที่เหมาะสม และปลอดภัยจากการบริโภคสัตว์น้ำแต่ละชนิด สามารถบริโภคได้จำนวนตั้งแต่ 131.62-2,857.14 กรัม/วัน ตัวอย่างเช่น หมึกสาย สามารถบริโภคได้ 131.62 กรัม/วัน ปูม้า สามารถบริโภคได้ 241.38 กรัม/วัน แต่สำหรับปลาอินทรี สามารถบริโภคได้ถึง 2,857 กรัม/วัน ปลาดาทาหวาน สามารถบริโภคได้ถึง 2,674 กรัม/วัน ปลาทุ-ลิ่ง สามารถบริโภคได้ถึง 1,688 กรัม/วัน หมึกหอม สามารถบริโภคได้ถึง 964.51 กรัม/วัน เป็นต้น (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ปริมาณเฉลี่ยของทองแดง ในสัตว์น้ำแต่ละชนิด ค่า WDI HQ และปริมาณที่ปลอดภัยแก่การบริโภค สัตว์น้ำจากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554

สัตว์น้ำ	ค่าทองแดง	ค่า WDI	ค่า HQ	ปริมาณที่ปลอดภัยแก่การบริโภค
	(ไมโครกรัม/กรัม)	ไมโครกรัม/คน/ สัปดาห์		กรัม/วัน
หมึกกล้วย	2.676	1,592.22	0.036	934.23
หมึกกระดอง	4.356	2,591.82	0.058	573.92
หมึกหอม	2.592	1,542.24	0.035	964.51
หมึกสาย	18.994	11,301.43	0.255	131.62
ปลาทรายแดง	4.326	2,573.97	0.058	577.90
ปลาดาทาหวาน	0.935	556.33	0.013	2,673.80
ปลาปากคม	4.998	2,973.81	0.067	500.20
กุ้งตะกาด	5.220	3,105.90	0.070	478.93
กุ้งแชบ๊วย	4.687	2,788.77	0.063	533.39
ปลาทุ-ลิ่ง	1.481	881.20	0.020	1,688.05
ปลาข้างเหลือง	3.366	2,002.77	0.045	742.72

ปลาทุแวก	4.126	2,454.97	0.055	605.91
ปลากระบอก	5.759	3,426.61	0.077	434.10
ปลาสีกุนตาโต	3.709	2,206.86	0.050	674.04
ปลาหลังเขียว	4.876	2,901.22	0.065	512.72
ปลาอินทรี	0.875	520.63	0.012	2,857.14
ปูม้า	10.357	6,162.42	0.139	241.38

4.4 สังกะสี

การประเมินค่า WDI ของสังกะสีที่เข้าสู่ร่างกายของผู้บริโภคสัตว์น้ำ จำนวน 17 ชนิด บริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา มีค่าอยู่ในช่วง 2,425.82-15,342.08 ไมโครกรัม/คน/สัปดาห์ พบว่า ปูม้า มีค่าสูงสุด 15,342.08 ไมโครกรัม/สัปดาห์ รองลงมาพบในหมึกสาย หมึกกระดอง หมึกหอม กุ้งแชบ๊วย กุ้งตะกาด หมึกกล้วย ปลาหลังเขียว ปลาทุแวก ปลาสีกุนตาโต ปลาข้างเหลือง ปลาปากคม ปลาอินทรี ปลาทุ-ลิ่ง ปลาตาหวาน ปลาทรายแดง และปลากระบอก ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับค่า PTWI ของสังกะสี กำหนดไว้ไม่เกิน 35,000 ไมโครกรัม/คน/สัปดาห์ จากผลการศึกษารึ้นนี้ ค่า WDI ในสัตว์น้ำทั้ง 17 ชนิด มีค่าต่ำกว่าค่า PTWI ดังนั้น การบริโภคสัตว์น้ำดังกล่าวจึงมีความปลอดภัยจากสังกะสี และสอดคล้องกับค่า HQ ความเสี่ยงต่อร่างกายที่จะก่อให้เกิดโรค มีค่าอยู่ในช่วง 0.007-0.046 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่าปริมาณสังกะสีที่ร่างกายได้รับอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค สำหรับปริมาณที่เหมาะสมและปลอดภัยจากการบริโภคสัตว์น้ำแต่ละชนิด สามารถบริโภคได้จำนวนตั้งแต่ 193.91-1,226.39 กรัม/วัน ตัวอย่างเช่น ปูม้า สามารถบริโภคได้ 193.91 กรัม/วัน หมึกสาย สามารถบริโภคได้ 308.15 กรัม/วัน แต่สำหรับปลากระบอก สามารถบริโภคได้ถึง 1,226 กรัม/วัน ปลาทรายแดง สามารถบริโภคได้ถึง 1,134 กรัม/วัน ปลาตาหวาน สามารถบริโภคได้ถึง 1,117 กรัม/วัน เป็นต้น (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 ปริมาณเฉลี่ยของสังกะสี ในสัตว์น้ำแต่ละชนิด ค่า WDI HQ และปริมาณที่ปลอดภัยแก่การบริโภค สัตว์น้ำจากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554

สัตว์น้ำ	ค่าสังกะสี	ค่า WDI	ค่า HQ	ปริมาณที่ปลอดภัยแก่การบริโภค
	(ไมโครกรัม/กรัม)	ไมโครกรัม/คน/ สัปดาห์		กรัม/วัน
หมึกกล้วย	11.114	6,612.83	0.020	449.88
หมึกกระดอง	15.444	9,189.18	0.028	323.75
หมึกหอม	11.741	6,985.90	0.021	425.86
หมึกสาย	16.226	9,654.47	0.029	308.15
ปลาทรายแดง	4.408	2,622.76	0.008	1,134.30
ปลาตาหวาน	4.476	2,663.22	0.008	1,117.07
ปลาปากคม	5.073	3,018.44	0.009	985.61
กุ้งตะกาด	11.241	6,688.40	0.020	444.80
กุ้งแชบ๊วย	11.579	6,889.51	0.021	431.82
ปลาทุ-ลิ่ง	4.549	2,706.66	0.008	1,099.14

ปลาข้างเหลือง	5.104	3,036.88	0.009	979.62
ปลาหูแหก	5.481	3,261.20	0.010	912.24
ปลากระบอก	4.077	2,425.82	0.007	1,226.39
ปลาสีกุนตาโต	5.343	3,179.09	0.010	935.80
ปลาหลังเขียว	6.214	3,697.33	0.011	804.63
ปลาอินทรี	4.938	2,938.11	0.009	1,012.56
ปูม้า	25.785	15,342.08	0.046	193.91

สรุปผลการศึกษา

1. ปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสีในสัตว์น้ำกลุ่มปลา ปลาหมึก กุ้ง และปู จากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา มีดังนี้

1.1 แคดเมียม

ปริมาณแคดเมียมที่สะสมในสัตว์น้ำ มีค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.001-3.017 ไมโครกรัม/กรัม ค่าเฉลี่ย พบว่าหมึกสายมีค่าสูงสุด 1.088 ± 1.096 ไมโครกรัม/กรัม รองลงมาพบในปูม้า หมึกกล้วย และหมึกกระดอง มีค่าเฉลี่ย 0.3116 ± 0.466 0.097 ± 0.087 และ 0.046 ± 0.029 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ

1.2 ตะกั่ว

ปริมาณตะกั่วที่สะสมในสัตว์น้ำ มีค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.011-2.814 ไมโครกรัม/กรัม ค่าเฉลี่ย พบว่ากุ้งตะกาด มีค่าสูงสุด 0.244 ± 0.231 ไมโครกรัม/กรัม รองลงมาพบในปลาปากคม ปลาหลังเขียว และปลากระบอก มีค่า 0.228 ± 0.309 0.225 ± 0.263 และ 0.220 ± 0.212 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ

1.3 ทองแดง

ปริมาณทองแดงที่สะสมในสัตว์น้ำ มีค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.194-50.309 ไมโครกรัม/กรัม ค่าเฉลี่ย พบว่าหมึกสายมีค่าสูงสุด 18.994 ± 17.627 ไมโครกรัม/กรัม รองลงมาพบในปูม้า ปลากระบอก และกุ้งตะกาด มีค่า 10.357 ± 4.543 5.759 ± 5.682 5.220 ± 1.856 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ

1.4 สังกะสี

ปริมาณสังกะสีที่สะสมในสัตว์น้ำ มีค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.765-32.806 ไมโครกรัม/กรัม ค่าเฉลี่ย พบว่าปูม้ามีค่าสูงสุด 25.785 ± 4.181 ไมโครกรัม/กรัม รองลงมาพบในหมึกสาย หมึกกระดอง และหมึกหอม มีค่า 16.226 ± 6.683 15.444 ± 1.327 และ 11.741 ± 2.868 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ

2. ศึกษาปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ในตัวอย่างน้ำทะเล

น้ำทะเลในแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา มีปริมาณแคดเมียมที่สะสม ค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.012-0.117 ไมโครกรัม/ลิตร ค่าเฉลี่ย 0.032 ± 0.026 ไมโครกรัม/ลิตร ปริมาณตะกั่ว ค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.115-3.634 ไมโครกรัม/ลิตร ค่าเฉลี่ย 0.660 ± 0.828 ไมโครกรัม/ลิตร ปริมาณทองแดง ค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.310-20.718 ไมโครกรัม/ลิตร ค่าเฉลี่ย 1.852 ± 3.334 ไมโครกรัม/ลิตร ปริมาณสังกะสีที่สะสม ค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.796-7.919 ไมโครกรัม/ลิตร ค่าเฉลี่ย 2.380 ± 1.386 ไมโครกรัม/ลิตร

3. เปรียบเทียบปริมาณการสะสมแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ในสัตว์น้ำแต่ละชนิด และในน้ำทะเล

3.1 ในสัตว์น้ำ

1. แคดเมียม

หมึกสาย มีปริมาณแคดเมียมสะสมเฉลี่ยในตัวสูงถึง 1.088 ไมโครกรัม/กรัม พบน้อยสุดในปลากระบอก 0.008 ไมโครกรัม/กรัม สำหรับค่าปริมาณของแคดเมียมจากตัวอย่างสัตว์น้ำที่ทำการศึกษารั้งนี้ทั้งหมดยกเว้นในหมึกสายยังมีค่าที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งค่ามาตรฐานในการปนเปื้อนของแคดเมียมในสัตว์น้ำของประเทศไทย สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กำหนดปริมาณแคดเมียมในกลุ่มปลาหมึก ไม่เกิน 1.000 ไมโครกรัม/กรัม

2. ตะกั่ว

กุ้งตะกาด ปลาปากคม ปลาหลังเขียว ปลากระบอก และกุ้งแชบ๊วย มีปริมาณตะกั่วสะสมเฉลี่ยในตัวสูงใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 0.206-0.244 ไมโครกรัม/กรัม พบน้อยสุดในปลาทุ-ลึง 0.072 ไมโครกรัม/กรัม สำหรับค่ามาตรฐานในการปนเปื้อนของตะกั่ว ในประเทศไทยตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน กำหนดไว้ไม่เกิน 1.000 ไมโครกรัม/กรัม เว้นแต่อาหารที่มีตะกั่วปนเปื้อนตามธรรมชาติ ในปริมาณสูงให้มีได้ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

3. ทองแดง

หมึกสาย ปูม้า ปลากระบอก และกุ้งตะกาด มีปริมาณทองแดงสะสมเฉลี่ยในตัวสูงกว่าสัตว์น้ำตัวอื่นๆ คือ 18.994 10.357 5.759 และ 5.220 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ พบน้อยสุดในปลาอินทรี 0.875 ไมโครกรัม/กรัม สำหรับค่ามาตรฐานของทองแดงในอาหาร ประเทศไทยกำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน กำหนดไว้ไม่เกิน 20.000 ไมโครกรัม/กรัม ซึ่งสัตว์น้ำบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา มีความปลอดภัยสำหรับการบริโภค

4. สังกะสี

ปูม้า หมึกสาย และหมึกกระดอง มีปริมาณสังกะสีสะสมเฉลี่ยในตัวสูงกว่าสัตว์น้ำตัวอื่นๆ คือ 25.785 16.226 และ 15.444 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ พบน้อยสุดในปลากระบอก 4.077 ไมโครกรัม/กรัม สำหรับค่ามาตรฐานของสังกะสีในอาหาร ประเทศไทยกำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุข เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน กำหนดไว้ไม่เกิน 100.000 ไมโครกรัม/กรัม สัตว์น้ำบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา มีความปลอดภัยสำหรับการบริโภค

3.2 ในน้ำทะเล

1. แคดเมียม

แคดเมียมในน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา พบว่ามีค่าเฉลี่ย 0.032 ± 0.026 ไมโครกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นค่าที่ยังต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลในเขตน่านน้ำไทย ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดค่าแคดเมียมในน้ำทะเลไว้ไม่เกิน 5.000 ไมโครกรัม/ลิตร (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2550)

2. ตะกั่ว

ตะกั่วในน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา พบว่ามีค่าเฉลี่ย 0.660 ± 0.828 ไมโครกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นค่าที่ยังต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลในเขตน่านน้ำไทย ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดค่าตะกั่วในน้ำทะเลไว้ไม่เกิน 8.500 ไมโครกรัม/ลิตร (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2550)

3. ทองแดง

ทองแดงในน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา พบว่ามีค่าเฉลี่ย 1.852 ± 3.334 ไมโครกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นค่าที่ยังต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลในเขตน่านน้ำไทย ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดค่าทองแดงในน้ำทะเลไว้ไม่เกิน 8.000 ไมโครกรัม/ลิตร (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2550)

4. สังกะสี

สังกะสีในน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา พบว่ามีค่าเฉลี่ย 2.380 ± 1.386 ไมโครกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นค่าที่ยังต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลในเขตน่านน้ำไทย ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดค่าสังกะสีในน้ำทะเลไว้ไม่เกิน 50.000 ไมโครกรัม/ลิตร (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2550)

4. การประเมินค่าความปลอดภัยจากแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง สังกะสี ในการบริโภคสัตว์น้ำเป็นอาหาร

4.1 แคดเมียม

ปริมาณการบริโภคเนื้อปลาหรืออาหารทะเลของคนไทย เท่ากับ 85 กรัม/คน/วัน นำมาประมาณหาค่า WDI ของแคดเมียมที่เข้าสู่ร่างกายของผู้บริโภคสัตว์น้ำ พบว่า หมึกสาย มีค่าสูงสุด 647.36 ไมโครกรัม/คน/สัปดาห์ การบริโภคหมึกสาย 85 กรัม/วัน มีความเสี่ยงต่อการได้รับพิษจากแคดเมียมชั่วคราวในเวลาหนึ่งสัปดาห์ ถ้าจะให้ปลอดภัยควรบริโภคหมึกสายจากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ไม่เกิน 45.96 กรัม/วัน สำหรับสัตว์น้ำอื่นๆ อีก 16 ชนิด มีความปลอดภัยจากการบริโภค

4.2 ตะกั่ว

จากผลการศึกษาครั้งนี้ ค่า WDI ในสัตว์น้ำทั้ง 17 ชนิด บริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา มีค่าต่ำกว่าค่า PTWI ดังนั้นการบริโภคสัตว์น้ำดังกล่าวจึงมีความปลอดภัยจากตะกั่ว สำหรับปริมาณที่เหมาะสม และปลอดภัยจากการบริโภคสัตว์น้ำแต่ละชนิด สามารถบริโภคได้จำนวนตั้งแต่ 731.85-2,480.16 กรัม/วัน ตัวอย่างเช่น ปลาทุ-ลิ่ง สามารถบริโภคได้ถึง 2,480 กรัม/วัน ปูม้า สามารถบริโภคได้ถึง 2,289 กรัม/วัน ปลาตาหวาน สามารถบริโภคได้ถึง 2,076 กรัม/วัน เป็นต้น

4.3 ทองแดง

ค่า WDI ของทองแดงที่เข้าสู่ร่างกายของผู้บริโภคสัตว์น้ำ บริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา พบว่า หมึกสาย มีค่าสูงสุด 11,301.43 ไมโครกรัม/คน/สัปดาห์ ปริมาณที่ปลอดภัยแก่การบริโภคหมึกสาย ไม่ควรเกิน 131.62 กรัม/วัน รองลงมาปูม้า ไม่ควรเกิน 241.38 กรัม/วัน สำหรับสัตว์น้ำอื่นๆ เช่น ปลากระบอก กุ้งตะกาด ปลาปากคม ปลาหลังเขียว กุ้งแชบ๊วย หมึกกระดอง ปลาทรายแดง ปลาทุ-ลิ่ง ปลาสิกุลตาโต ปลาข้างเหลือง หมึกกล้วย หมึกหอม ปลาทุ-ลิ่ง ปลาตาหวาน และปลาอินทรี มีความปลอดภัยในการบริโภคเป็นอาหาร

4.4 สังกะสี

ค่า WDI ของสังกะสีที่เข้าสู่ร่างกายของผู้บริโภคสัตว์น้ำ บริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา พบว่า ปูม้า มีค่าสูงสุด 15,342.08 ไมโครกรัม/คน/สัปดาห์ ปริมาณที่ปลอดภัยแก่การบริโภคปูม้า ไม่ควรเกิน 193.91 กรัม/วัน รองลงมาหมึกสาย ไม่ควรเกิน 308.15 กรัม/วัน สำหรับสัตว์น้ำอื่นๆ เช่น หมึกกระดอง หมึกหอม กุ้งแชบ๊วย กุ้งตะกาด หมึกกล้วย ปลาหลังเขียว ปลาทุ-ลิ่ง ปลาสิกุลตาโต ปลาข้างเหลือง ปลาปากคม ปลาอินทรี ปลาทุ-ลิ่ง ปลาตาหวาน ปลาทรายแดง และปลากระบอกมีความปลอดภัยในการบริโภคเป็นอาหาร

ดังนั้นการประเมินความปลอดภัย หรือความเสี่ยง (HQ) พบว่าสัตว์น้ำทั้ง 17 ชนิด ที่จับได้ ในแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา มีค่า $HQ < 1$ ซึ่งหมายถึง ระดับการสะสมของโลหะหนักทั้ง 4 ธาตุ คือ แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ที่ร่างกายได้รับจากการบริโภคสัตว์น้ำดังกล่าวอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการบริโภค

ข้อเสนอแนะ

การปนเปื้อนของโลหะหนักในกลุ่มหมึกโดยเฉพาะแคดเมียมในหมึกสายมีค่าสูงกว่าในสัตว์น้ำอื่น นั้น เกิดจากสาเหตุอะไร การศึกษาครั้งนี้ พบมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่ามาตรฐานเล็กน้อย ขอเสนอว่าน่าจะดำเนินการศึกษาต่อตลอดห่วงโซ่อาหาร เพื่อหาสาเหตุของการปนเปื้อนจากแคดเมียม

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ นักวิชาการประมง เจ้าพนักงานประมง และเจ้าหน้าที่ประจำเรือสำรวจประมง 9 ตลอดจนพนักงานราชการของศูนย์ฯ ทุกท่านที่ช่วยเหลือในการออกไปเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำ น้ำทะเล และวิเคราะห์ตัวอย่าง รวมทั้งคณะกรรมการพิจารณาผลงานวิชาการของศูนย์ฯ ในการอ่าน ตรวจสอบ แก้ไข และตรวจสอบเอกสาร พร้อมทั้งให้คำแนะนำต่างๆ ในการจัดทำเป็นเอกสารวิชาการฉบับนี้ สำเร็จสมบูรณ์ไปด้วยดี ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงสาธารณสุข. 2529. เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) ลงวันที่ 21 มกราคม 2529. กระทรวงสาธารณสุข, กรุงเทพมหานคร. 2 หน้า.
- คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2550. กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 27 (พ.ศ. 2549) ลงวันที่ 26 ธันวาคม 2549, ราชกิจจานุเบกษา 1 กุมภาพันธ์ 2550 เล่ม 124 ตอนที่ 11 ง : 123-133.
- ณรงค์ ณ เชียงใหม่ และ อรุณโชติ คงพล. 2529. ปริมาณการสะสมสารปรอทและสารตะกั่วในสัตว์น้ำจากแหล่งน้ำต่างๆ ในภาคใต้. หน่วยเวชศาสตร์ชุมชน, คณะแพทยศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 17 หน้า.
- ประชาไท. 2556. ปัญหาแคดเมียมแม่ดาว ถึงเวลาที่ต้องทำความจริงให้ปรากฏ. <http://www.prachatai.com/05web/th/home/14415>. 17 พฤศจิกายน 2556.
- พงศ์เทพ วิวรรณเดชะ. 2547. การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ Health Risk Assessment. ไชเบอร์เพรส, กรุงเทพมหานคร. 184 หน้า.
- พัชรา เพ็ชรพิรุณ. 2531. การสะสมของโลหะหนักปริมาณน้อยในสัตว์น้ำบางชนิดที่จับได้บริเวณอ่าวระยอง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1. ศูนย์พัฒนาประมงทะเลฝั่งตะวันออก, กองประมงทะเล, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 18 หน้า.
- แววตา ทองระอา, พรทิพย์ ตัดตะวะศาสตร์, วิวรรณ สังขศิลา และ สุพจน์ จิตธรรมโม. 2530. การหาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในปลาทะเลที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจที่ได้จากสะพานปลาบ้านเพ จังหวัดระยอง. เอกสารงานวิจัย เลขที่ 26/2530. สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, วิทยาเขตบางแสน, จังหวัดชลบุรี. 19 หน้า.
- ศุภวัตร กาญจน์อติเรกลาภ, สุธิดา กาญจน์อติเรกลาภ, จุมพล สงวนสิน และ สมพงศ์ บันดีวิวัฒน์กุล. 2542. การปนเปื้อนของโลหะหนักในสัตว์น้ำบางชนิดบริเวณชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 69/2542. ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก, กองประมงทะเล, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 20 หน้า.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2548. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช.7005-2548. ปลาหมึก. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 27 หน้า.
- สมชาย วิบูลย์พันธ์, ไพรัช เกชาสิทธิ์, ชุมโชค สิงหราชัย, รัตนา มั่นประสิทธิ์ และ ทศพล กระจ่างดารา. 2551. ปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำจากเรือประมงอวนลาก และอวนล้อมจับบริเวณน่านน้ำไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2551. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 61 หน้า.
- สุภาพ มงคลประสิทธิ์, ส่งศรี มหาสวัสดิ์, ทวีศักดิ์ ทรงศิริกุล และ ไมตรี ดวงสวัสดิ์. 2526. การสะสมโลหะหนักในปลาที่เป็นอาหารในย่านป่าไม้ชายเลน. วารสารการประมง 36(6) : 541-547.
- สุวรรณี เฉินบำรุง. 2545. การปนเปื้อนของโลหะหนักในปลาหมึกบริเวณอ่าวไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 27/2545. ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนบน, กองประมงทะเล, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 44 หน้า.
- อัยยา กังสุวรรณ, พรณี คชราตรี และ มนุ โปธารส. 2535. การสะสมของแคดเมียมในหมึก. ใน : รายงานประจำปี 2535. กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ, กรมประมง. หน้า 313-323.

- Agusa, T., T. Kunito, A. Sudaryanto, I. Monirith, S. Kan-Atireklap, H. Iwata, A. Ismail, J. Sanguansin, M. Muchtar, T. S. Tana and S. Tanabe. 2007. Exposure assessment for trace elements from consumption of marine fish in Southeast Asia. *Environmental Pollution* 145 : 766-777.
- AOAC. 1990. Metal and other Elements at Trace Levels in Foods. In : Official Methods of Analysis of the Association of Official Chemists Agricultural Chemists; Contaminants; Drugs, Volume one. the Association of Official Chemists, Inc., Arlington, Virginia, USA. p. 237-273.
- Canli, M. and G. Alti. 2003. The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. *Environmental Pollution* 121 : 129-136.
- Douben, P. E. 1989. Lead and cadmium in stone loach (*Noemacheilus barbatulus* L.) from three rivers in Derbyshire. *Ecotox. Environ. Safe* 18 : 35-58.
- Elder, J. F., 1988. Metal biogeochemistry in surface-water systems A review of principles and Concepts. *U.S. Geological Survey Circular* 1013 : 43 pp.
- EU. 2006. European Commission Regulation. EC. No. 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Official journal of the European Union* 364 : 5-24.
- Eustace, I. J. 1974. Zinc, cadmium, copper and manganese in species of finfish and shellfish caught in the Derwent Estuary, Tasmania. *Aust.J.Mar.Fresh. Wat.Res.* : 209-220.
- FAO. 2005. Food security statistics. http://www.fao.org/faostat/foodsecurity/index_en.htm. October 22, 2012.
- Food Network Solution. 2010. Heavy metal. <http://www.Foodnetworksolution.com/wiki/word/2080/heavy-metal-โลหะหนัก>. September 19, 2013.
- Froese, R. and D. Pauly. 2009. Fish Base. World Wide Web electronic publication. <http://www.fishbase.org>. January 12, 2013.
- Galal-Gorchev, H. 1991. Dietary intake of pesticide residues, cadmium, mercury and lead. *Food Add. Cont.* : 793-806.
- JECFA. 2005. Summary of Evaluations Performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives–Cadmium. <http://www.inchem.org/documents/j>. September 20, 2013.
- Renfro, W. C., S. W. Fowler, M. Heyraud and J. La Rosa. 1975. Relative importance of food and water in long-term Zinc-65 accumulation by marine biota. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 32 : 1339-1345.
- Shazili, N. A. M., H. Mohd-lokman, M. K. A. Rashid, R. Yaacob, A. A. Shamsuddin and M. S. Razali. 1995. Trace metals contents in the fish and bivalves from east coast Malaysia. In : Proceedings of the International Seminar on Marine Fisheries Environment. 9-10 March 1995. Rayong, Thailand. p. 199-208.
- Thrower, S. J. and I. J. Eustace. 1973. Heavy metal accumulation in oysters grown in Tasmanian waters. *Food tech. Aust.* 25 : 546-553.

- U.S.-EPA. 1989. Risk Assessment Guidance for Superfund Volume 1 : Human Health Evaluation Manual Part A. http://www.epa.gov/oswer/riskassessment/ragsa/pdf/rag_a.pdf. December 25, 2012.
- U.S.-EPA. 1999. Integrated Risk Information System (IRIS) on Cadmium. Nation Center for Environmental Assessment, Office of Research and Development, Washington, DC. <http://www.epa.gov/iris/subst/0141.htm>. December 25, 2012.
- U.S.-EPA. 2005. Risk-Based Concentration Table, April, 2005. U.S.-EPA, Region 3, Philadelphia, PA. <http://www.epa.gov/reg3hwmd/risk/human/index.htm>. August 15, 2012.
- Vizzini, S., C. Tramati and A. Mazzola. 2010. Comparison of stable isotope composition and inorganic and organic contaminant levels in wild and farmed bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, in the Mediterranean Sea. *Chemosphere* 78(10) : 1236-1243.