

## ประเมินการปนเปื้อนของสารโลหะหนักและความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสสารปนเปื้อนในการบริโภคปลาจากหนองเล็งเป็ย จังหวัดขอนแก่น

สุพรรณษา เกียรติสยาม<sup>1</sup> และ สุนิสา ชายเกลี้ยง<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>ห้องปฏิบัติการกลาง คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

<sup>2</sup>ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

### บทคัดย่อ

แหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบจากทั้งน้ำเสียและการเกษตรจนมีปริมาณโลหะหนักตกค้าง ทำให้เกิดการสะสมของสารพิษในปลา ที่ส่งผลให้ผู้บริโภคมีโอกาสเสี่ยงต่อการได้รับสารพิษที่มีการปนเปื้อนได้ การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเข้มข้นของสารโลหะหนักที่ปนเปื้อนในปลาและคาดการณ์ความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชาชนจากการบริโภคปลาที่มีสารโลหะตกค้างจากหนองเล็งเป็ย จังหวัดขอนแก่น ทำการศึกษาโดยสุ่มเก็บตัวอย่างปลาตะเพียน (7 ตัวอย่าง) และปลานิล (11 ตัวอย่าง) จากหนองเล็งเป็ย มาทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารโลหะหนักตกค้างโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมตรี (AAS) และประเมินโอกาสเสี่ยงต่อการได้รับสารโลหะหนักจากการบริโภคปลา ผลการศึกษาพบการปนเปื้อนของสารตะกั่วสูงเกินมาตรฐานอาหาร (1 mg/kg) ทั้งในปลาตะเพียนและปลานิล ที่ความเข้มข้นเฉลี่ย  $2.71 \pm 0.78$  mg/kg และ  $2.11 \pm 1.13$  mg/kg ตามลำดับ แต่ไม่พบการปนเปื้อนของสารโลหะอื่นที่เกินมาตรฐาน ผลการประเมินโอกาสเสี่ยงต่อการได้รับตะกั่วจากการบริโภคปลาโดยทั่วไป 0.284 กก./มือ พบว่าการบริโภคปลา  $\geq 3$  วัน/สัปดาห์ และความถี่  $\geq 2$  มื้อ/วัน จะมีความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสารตะกั่วที่ปนเปื้อนในปลาเข้าสู่ร่างกาย ดังนั้นผู้บริโภคปลาที่ปนเปื้อนสารตะกั่วที่เกินมาตรฐานจากหนองน้ำล้นเล็งเป็ย จึงมีโอกาสเสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากการสัมผัสสารตะกั่วเข้าสู่ร่างกายเพิ่มขึ้นตามปริมาณการบริโภค ผลการศึกษานี้เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในวงกว้างเพื่อประเมินความเสี่ยงต่อการได้รับสารตะกั่วที่ปนเปื้อนในปลา ซึ่งมาจากแหล่งน้ำล้นที่รองรับน้ำเสียที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน

**คำสำคัญ:** ความเสี่ยงต่อสุขภาพ โลหะหนัก ปลา

**\*Corresponding author:**

สุนิสา ชายเกลี้ยง

ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

E-mail: csunis@kku.ac.th

## Assessment on Heavy Metals Contamination and Health Risk of Contaminant Exposure from Consumptions of Fish in Loeng Puay Marsh at Khon Kaen Province

---

Supansa Kiatsayomphu<sup>1</sup> and Sunisa Chaiklieng<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Central laboratory, Faculty of Public Health, Khon Kaen University

<sup>2</sup>Department of Environmental Health Science, Faculty of Public Health, Khon Kaen University

### Abstract

Drainage and run off from agriculture and waste water in the watershed is one pollution source for the heavy metal accumulation in the aquatic fishes which might lead to human health risk of heavy metal exposure from fish consumptions. This study aimed to examine the concentration of heavy metal contamination in fishes from Loeng Puay marsh at Khon Kaen Province and to assess the potential for contaminant-induced health risk from fish consumptions. Fish samples were collected by random sampling of *Common Silver Barb* (n=7) and *Tilapia Nilotica* (n=11). Heavy metal concentrations were analyzed by using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS), and health risk potentials of contaminant exposures were assessed. Results showed that the concentrations of lead were exceeded the Thai food contaminated standard of Public Health Ministry (1 mg/kg) in both *Common Silver Barb* and *Tilapia Nilotica*, which were  $2.71 \pm 0.78$  mg/kg and  $2.11 \pm 1.13$  mg/kg, respectively. The concentrations of copper, manganese and cadmium were lower than the standard. The results from risk estimation of lead exposure from the consumption, at least 0.284 kg/meal, 2 meals/day and 3 days/week of *Common Silver Barb* or *Tilapia Nilotica* were potential for adverse health effect, compared to the provisional tolerable weekly intake. It can be concluded that consumers have the potential health risk to lead exposure by consumptions of contaminated fishes from the overflow Loeng Puay marsh depending on eating quantity. Therefore, the polluted fish is one source that allows consumers to expose to lead and there should be further investigations of the health risk to lead exposure from variously relative sources of contaminated fishes.

**Keywords:** Health risk, Heavy metal, Fish

\*Corresponding author:

Sunisa Chaiklieng

Department of Environmental Health Science, Faculty of Public Health, Khon Kaen University

E-mail: csunis@kku.ac.th

## บทนำ

ความเจริญก้าวหน้าทางอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีของมนุษย์ทำให้มีการนำโลหะหนักมาใช้ในกระบวนการผลิตมากขึ้น ทำให้เกิดการแพร่กระจายของโลหะออกสู่สภาพแวดล้อมมากขึ้น ซึ่งในที่สุดของเสียก็จะถูกพัดพาและไหลไปรวมกันอยู่ในแหล่งน้ำ ทำให้เกิดการแพร่กระจายไปสู่ตะกอนพื้นดินรวมทั้งสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น<sup>1</sup> โลหะหนักหากมีการกระจายสู่สิ่งแวดล้อมแล้วจะไม่สามารถย่อยสลายได้โดยกระบวนการธรรมชาติแต่สามารถเข้าไปสะสมอยู่ในร่างกายสิ่งมีชีวิตได้ เมื่อโลหะหนักปนเปื้อนสู่แหล่งน้ำจะสะสมในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต หรืออยู่ในรูปของอนุภาค และสะสมอยู่ในดินตะกอน พืชจะดูดซึมโลหะหนักจากดิน น้ำ และอากาศเข้าไปสะสมในพืช สิ่งมีชีวิต เช่น สัตว์น้ำและปลา เนื่องจากสารประกอบอินทรีย์โลหะเป็นสารพิษ และสามารถถ่ายทอดสู่ระบบห่วงโซ่อาหารได้<sup>2</sup> ปลาเป็นสัตว์ที่จัดอยู่ในลำดับขั้นสูงในสายใยอาหารของแหล่งน้ำ ปลาจึงจัดเป็นดัชนีทางชีวภาพที่สำคัญในการบ่งชี้คุณภาพน้ำ ซึ่งจะได้รับผลกระทบโดยตรงหรือโดยอ้อม เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงปัจจัยทางกายภาพและเคมีในสภาพแวดล้อม<sup>3</sup>

หนองเล็งเปื้อยเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติประชาชนบริเวณใกล้เคียงใช้ประโยชน์จากหนองเล็งเปื้อยในการประมงโดยมีการจับปลาเพื่อเป็นอาหารและนำไปขายที่ตลาดเป็นประจำทุกวัน พื้นที่โดยรอบบริเวณหนองเล็งเปื้อยเป็นแหล่งชุมชนและพื้นที่เกษตรกรรมมีการใช้ปุ๋ยเคมีและสารปราบศัตรูพืชซึ่งอาจจะทำให้หนองเล็งเปื้อยได้รับการปนเปื้อนโลหะหนักจากน้ำเสียจากครัวเรือนและน้ำเสียจากแหล่งเกษตรกรรม หนองเล็งเปื้อยมีเส้นทาง

น้ำต่อจากบึงทุ่งสร้าง ซึ่งทำหน้าที่รับน้ำทิ้งจากบึงทุ่งสร้างและคลองร่องเหมือง น้ำที่ล้นจากบึงทุ่งสร้างจะไหลไปสู่หนองเล็งเปื้อย ดังนั้นคุณภาพน้ำในบึงทุ่งสร้างซึ่งรับน้ำเสียบางส่วนจากเทศบาลนครขอนแก่นจึงส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน ซึ่งในเดือนตุลาคม 2539 พบว่าคุณภาพน้ำในบึงทุ่งสร้างมีค่าตะกั่วเกินมาตรฐานซึ่งอาจเกิดจากการชะล้างตะกั่วจากของเสียในชุมชน และตะกั่วจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชบางชนิดจากพื้นที่เกษตร ดัชนีคุณภาพน้ำของบึงทุ่งสร้างพบว่าจัดอยู่ในแหล่งน้ำประเภทที่ 5 เกิดภาวะมลพิษไม่เหมาะสมสำหรับใช้ประโยชน์เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จากนั้นในปี 2545 พบตะกั่วสะสมในปลานิลมีค่าสูงกว่ามาตรฐานโลหะหนักในอาหาร และปริมาณการสะสมตะกั่วในแพลงก์ตอน ปลานิล และปลาช่อนมีมากกว่าน้ำถึง 721, 63 และ 15 เท่า ตามลำดับ<sup>4</sup> ในปี 2551 และ 2552 คุณภาพน้ำในลำห้วยพระคือบริเวณสะพานบ้านเล็งเปื้อยก็ยังพบว่าแหล่งน้ำยังมีความเสื่อมโทรม<sup>5</sup> ดังนั้นหากศึกษาวิจัยถึงความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชาชนจากการบริโภคปลาที่มีโลหะหนักตกค้างจากหนองเล็งเปื้อย ซึ่งเป็นแหล่งประมงที่ชุมชนก็จะเป็ประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการวางแผนการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อสุขภาพของประชาชนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักที่ตกค้างในปลาและประเมินโอกาสเสี่ยงต่อสุขภาพของการได้รับสารโลหะหนักจากการบริโภคปลาจากหนองเล็งเปื้อย จังหวัดขอนแก่น

### วิธีการทดลอง

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงสำรวจแบบภาคตัดขวาง (Cross sectional Study) โดยทำการศึกษาเบื้องต้น เพื่อหาปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักจากตัวอย่างปลาที่ชาวบ้านยกยอจับได้จากบริเวณหนองเล็งเปื่อยในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2554 สุ่มเก็บตัวอย่างปลาที่ประชาชนบริเวณนั้นจับมาได้เพื่อวิเคราะห์ได้แก่ ปลาตะเพียนจำนวน 7 ตัวอย่าง และปลานิลจำนวน 11 ตัวอย่าง โดยใช้เฉพาะส่วนเนื้อที่กินได้ การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างปลา ดำเนินการตามวิธีของ FAO/SIDA (1983)<sup>7</sup> โดยใช้วิธี Wet ashing ด้วย  $H_2O_2$  ผสมกรด  $HNO_3$  แล้ววัดหาความเข้มข้นด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer นำผลที่ได้ไปประเมินปริมาณโลหะหนักที่ได้รับจากการบริโภค โดยใช้สมการและแทนค่าตัวแปรที่แนะนำโดยองค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อม หรือ US Environmental Protection Agency; US.EPA (1989)<sup>8</sup> ในการคำนวณปริมาณสิ่งคุกคามที่ได้รับจากการรับประทานปลาที่ปนเปื้อนในผู้ที่อยู่อาศัย มีสูตรดังนี้

$$I = \frac{CF \times IR \times FI \times EF \times ED}{BW \times AT} \quad \text{สมการที่ (1)}$$

### กำหนดให้

I = ปริมาณสิ่งคุกคามที่ได้รับ Intake  
(mg/kg/day or  $\mu$ g/kg/week)

CF = ความเข้มข้นเฉลี่ยของสิ่งคุกคามในปลา  
Chemical Concentration in Fish (mg/kg)

IR = อัตราการรับประทาน Ingestion Rate  
(kg/meal)

FI = สัดส่วนการรับประทานอาหารที่ปนเปื้อน  
Fraction Ingested from Contaminated Source

### ไม่มีหน่วย

EF = ความถี่ของการสัมผัส Exposure Frequency  
(meals/ year)

ED = ระยะเวลาที่สัมผัส Exposure Duration (year)

BW = น้ำหนักของร่างกาย Body Weight (kg)

AT = ระยะเวลาที่ใช้ในการหาค่าเฉลี่ย Averaging time; period over which exposure is averaged (day)

### ค่าตัวแปรที่แนะนำโดยองค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อม<sup>8</sup>

CF = ใช้ตามค่าที่วัดได้หรือจากแบบจำลอง

IR = 0.284 kg/meal (เปอร์เซ็นต์โทลล์ที่ 95 สำหรับปลาแม่น้ำ) และจะคำนวณโดยใช้การผันแปรจำนวนมื้อ/วัน เพื่อต้องการประเมินความถี่ของการบริโภคปลาต่อการเกิดความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักในการบริโภคได้แก่ 1 meal/day (IR=0.284 kg/meal), 2 meals/day (IR=0.284x2 = 0.568 kg/meal) และ 3 meals/day (IR= 0.284x3 = 0.852 kg/meal)

FI = ใช้ค่าตามรูปแบบการสัมผัสโดยพิจารณาลักษณะของแต่ละท้องถิ่น

EF = ใช้ค่าตามรูปแบบการสัมผัสขึ้นกับลักษณะประชากรของแต่ละท้องถิ่น 48 days/year (ค่าเฉลี่ยรายหัวสำหรับปลาและหอย) และจะคำนวณโดยใช้การผันแปร จำนวนวัน/ปี เพื่อต้องการประเมินความถี่ของการบริโภคปลาต่อการเกิดความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักในการบริโภค ได้แก่ 3 days/week (EF=365/7x3 = ประมาณ 156 days/year), 5 days/week (EF=365/7x5

= ประมาณ 260 days/year) และ 7 days/week หรือ ทุก วัน (EF=365 days/year)

ED = 30 years (เป็นค่าที่เปอร์เซ็นต์ที่ 90 สำหรับการอาศัยในที่แห่งใดแห่งหนึ่ง)  
 BW = 70 kg BW (ค่าเฉลี่ยในผู้ใหญ่)  
 AT = ใช้ค่าตามรูปแบบการสัมผัสสำหรับผลที่ไม่ใช่มะเร็ง (ได้แก่ ED x 365 วัน/ปี)

ประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพโดยการเปรียบเทียบสัดส่วนของปริมาณการได้รับสัมผัสโลหะหนักต่อค่ามาตรฐานของปริมาณสารที่ร่างกายสามารถทนรับได้ต่อสัปดาห์ตลอดชีวิตแล้วไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ หรือ Provisional tolerable weekly intake (PTWI) ขององค์การอนามัยโลก โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives and Contaminants; JECFA (1997)<sup>9</sup> ถ้าได้ค่าสัดส่วนมากกว่า 1 แสดงว่า ปริมาณสารโดยเฉลี่ยที่ร่างกายได้รับนั้นอยู่เกินมาตรฐานหรือถือว่าอยู่ในระดับที่ไม่ปลอดภัยต่อสุขภาพ

#### ตัวอย่างการคำนวณโดยใช้อัตราการบริโภค 2 มื้อ/วัน 3 วัน/สัปดาห์

การประเมินความเสี่ยงต่อการได้รับสัมผัสตะกั่วจากการบริโภคปลาตะเพียนจากหนองเลิงเปือย จังหวัดขอนแก่น ที่มีตะกั่วปนเปื้อน (CF) 2.71 mg/kg อัตราการบริโภคปลา (IR) 0.284 kg/meal จำนวน 2 meals/day (IR = 0.284x2 = 0.568 kg/day หรือ 0.568x7 day = 3.976 kg/week) สัดส่วนการบริโภค (FI) 0.5 ความถี่ของการบริโภค (EF) 3 days/week (EF = 365/7x3 = ประมาณ 156 days/year) ระยะเวลาที่บริโภค (ED) 30 year โดย

ผู้บริโภคน้ำหนักตัว (BW) 70 kg ระยะเวลาที่ใช้ในการหาค่าเฉลี่ย (AT) 30 year x 365 days/year  
 จำนวนปริมาณตะกั่วที่ได้รับจากการบริโภคปลาตะเพียนที่ปนเปื้อนตามสมการที่ (1) จะได้

$$I = \frac{[(2.71 \text{ mg/kg}) \times (3.976 \text{ kg/week}) \times 0.5 \times (156 \text{ days/year}) \times 30 \text{ years}]}{[70 \text{ kg BW} \times (30 \text{ year} \times 365 \text{ days/year})]}$$

$$I = 0.03289 \text{ mg/kg/week}$$

$$I = 32.89 \text{ } \mu\text{g/kg/week}$$

การประเมินความเสี่ยงต่อการได้รับสัมผัสตะกั่วจากการบริโภคปลาตะเพียน

$I/PTWI = 32.89/25 = 1.32$  ได้ค่าสัดส่วนมากกว่า 1 แสดงว่า ปริมาณตะกั่วโดยเฉลี่ยที่ร่างกายได้รับนั้นอยู่เกินค่า PTWI สำหรับตะกั่วที่เท่ากับ 25  $\mu\text{g/kg BW}$  หรือถือว่าอยู่ในระดับที่ไม่ปลอดภัยต่อสุขภาพ

#### ผลการทดลอง

ในการศึกษานี้ได้กำหนดขอบเขตการศึกษาเฉพาะความเสี่ยงของการได้รับโลหะหนักจากวิถีทางเข้าสู่ร่างกายโดยการบริโภคปลาจากหนองเลิงเปือย จังหวัดขอนแก่น โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในปลา ผลการวิเคราะห์ในปลาตะเพียนและปลานิลพบว่าการตกค้างของตะกั่วสูงสุด (ตารางที่ 1) ซึ่งปริมาณความเข้มข้นของตะกั่วทั้งในปลาตะเพียนและปลานิลมีค่าเกินมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ.2529)<sup>10</sup> ซึ่งกำหนดไว้ไม่เกิน 1 mg/kg โดยปลาตะเพียนมีค่าตะกั่วเกินมาตรฐานในทุกตัวอย่างที่ศึกษา (จำนวน 7 ตัวอย่าง) และปลานิลมีค่าตะกั่วเกินมาตรฐานจำนวน 8 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 11 ตัวอย่าง คิดเป็น

ร้อยละ 73 ส่วนปริมาณความเข้มข้นของทองแดง แมงกานีส โครเมียม และแคดเมียมยังมีค่าไม่เกินมาตรฐาน จึงทำการประเมินความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสตะกั่วจากการบริโภคโดยคำนวณปริมาณการได้รับสัมผัสตะกั่วในปลาจากหนองเล็งเปื้อย และเปรียบเทียบกับค่า PTWI สำหรับตะกั่วที่เท่ากับ 25 ไมโครกรัม/กก.น้ำหนักตัว (ตารางที่ 2 และรูปที่ 1 รูปที่ 2)

### วิจารณ์ผลการทดลอง

การพบตะกั่วปนเปื้อนระดับสูงในปลาที่เก็บจากหนองเล็งเปื้อย อาจเกิดจากการสะสมของตะกั่วในจากน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมที่ไหลล้นมาจากบึงทุ่งสร้างมาสู่ปลา การศึกษานี้ได้ทำการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณ โลหะหนักในน้ำบริเวณหนองเล็งเปื้อยด้วย (ไม่ได้แสดงผลในที่นี้) ซึ่งพบว่าจุดรับน้ำเข้าซึ่งเป็นบริเวณรับน้ำทิ้งจากบึงทุ่งสร้างและจุดน้ำออกบริเวณใกล้สะพานบ้านเล็งเปื้อยที่มีการสัญจร พบว่าปริมาณทองแดง แมงกานีส โครเมียม และแคดเมียมในน้ำมีค่าไม่เกินมาตรฐาน แต่ปริมาณตะกั่วมีค่าเท่ากับ 0.080 mg/l และ 0.065 mg/l ตามลำดับ ซึ่งเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537)<sup>14</sup> ซึ่งกำหนดค่าตะกั่วไม่เกิน 0.05 mg/l ตะกั่วที่ปนเปื้อนในน้ำอาจไปปนเปื้อนในน้ำใต้ดินและพื้นดิน เมื่อพืชหรือสัตว์ดูดซึมหรือดื่มน้ำเข้าไปก็จะสะสมไว้ตามส่วนต่างๆ หากมนุษย์บริโภคพืชหรือสัตว์ก็จะได้รับสารตะกั่วเข้าไปด้วย<sup>14</sup> ทำให้พบตะกั่วปนเปื้อนระดับสูงในปลาตะเพียนและปลานิลจากหนองเล็งเปื้อย และมีค่าสูงกว่ามาตรฐาน โลหะหนักในอาหาร นอกจากนี้แล้วนิสัยการกินอาหารของ

ปลาอาจทำให้ปลาได้รับตะกั่วผ่านการบริโภคและเกิดการสะสมในตัวปลาได้ ซึ่งโลหะหนักเป็นสารอนินทรีย์ที่จัดเป็นสารมลพิษทางน้ำ โลหะที่มีความถ่วงจำเพาะมากกว่าน้ำ 5 เท่าขึ้นไป มีอัตราการขยายตัวค่อนข้างช้า ทำให้สะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นานในรูปของตะกอน สิ่งมีชีวิตในน้ำจะได้รับโลหะหนักจากน้ำ พืช น้ำ สัตว์น้ำ ปลาตะเพียนขาววัยอ่อนจะกินสาหร่ายเซลล์เดียวและแพลงก์ตอนขนาดเล็ก ส่วนพวกปลาตะเพียนขนาด 3 – 5 นิ้ว กินพวกพืชน้ำ เช่น แหนเป็ด สาหร่ายพวงชะโด ผักบุ้งสำหรับปลาขนาดใหญ่สามารถกินใบพืชบก เช่น ใบมันเทศ ใบมันสำปะหลัง หญ้าขน ฯลฯ<sup>16</sup> ส่วนปลานิลกินอาหารได้ทุกชนิด เช่น ไรน้ำ ตะไคร่น้ำ ตัวอ่อนของแมลงและสัตว์น้ำเล็ก<sup>17</sup> ซึ่งการศึกษาปริมาณการสะสมตะกั่วในสิ่งมีชีวิตผ่านลำดับขั้นการบริโภคในบริเวณหนองเล็งเปื้อย พบว่า ปริมาณการสะสมในแพลงก์ตอน > ปลานิล > ปลาช่อน และตะกั่วมีการสะสมและเพิ่มขยายในสิ่งมีชีวิตผ่านลำดับขั้นการบริโภค โดยปริมาณตะกั่วในแพลงก์ตอน มีค่าเฉลี่ย 21.65±4.37 mg/kg สูงกว่าในน้ำถึง 721 เท่า<sup>4</sup> สอดคล้องกับรายงานการสะสมของตะกั่วในแพลงก์ตอนซึ่งจัดว่าเป็นผู้ผลิตและผู้บริโภค ลำดับต้นของระบบนิเวศว่ามีปริมาณการสะสมตะกั่วสูงกว่าในปลากินเนื้อและปลากินพืช<sup>18</sup> และการสะสมของตะกั่วในสาหร่ายจากคลองแม่ข่าจังหวัดเชียงใหม่ ที่มีค่าเท่ากับ 0.018-53.95 µg/g ซึ่งเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน<sup>19</sup> นอกจากนี้ในพื้นที่ที่พบว่าแพลงก์ตอนและผักตบชวามีการปนเปื้อนเหล็กและตะกั่วในปริมาณที่สูง จะพบว่าปลาและหอยในพื้นที่นั้นจะมีการสะสมตะกั่วในปริมาณสูงเช่นเดียวกัน โดยเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในสิ่งมีชีวิตพบว่าแพลงก์ตอนมีการ

สะสมโครเมียม เหล็ก ตะกั่ว แมงกานีส นิกเกิลและสังกะสี สูงกว่าสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น<sup>20</sup> นอกจากนี้ยังพบว่าแพลงก์ตอนพืชกลุ่มสาหร่ายสีเขียวชนิด *Scenedesmus dimorphus* สามารถนำไปใช้ในการบำบัดน้ำเสียที่มีตะกั่วปนเปื้อนได้<sup>21</sup>

การปนเปื้อนของตะกั่วในปลาอาจเกิดเนื่องจากปลาสามารถรับตะกั่วที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำและดินตะกอนเข้าสู่ร่างกายได้โดยตรง ดังรายงานการพบปริมาณตะกั่วในปลาจากแหล่งน้ำต่าง ๆ เช่น พบปริมาณ โลหะหนักตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง และสังกะสีในปลานิล (20 ตัวอย่าง) จากระบบบำบัดน้ำเสียเทศบาลนครขอนแก่น ซึ่งพบว่ามีค่าสูงจนอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้และเมื่อเทียบกับมาตรฐานสารโลหะหนักปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์อาหารที่ร่างกายได้รับใน 1 วัน<sup>22</sup> นอกจากนี้จากการศึกษาการแพร่กระจายของโลหะหนักบางชนิดในปลาจากทะเลสาบ Qarun ฟาร์มปลาเอกชน และแม่น้ำ Sanhour ในประเทศอียิปต์ พบว่าความเข้มข้นของตะกั่วในปลามีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับสูงกว่าค่าที่ยอมให้มีได้<sup>22</sup> โดยมีการพบความเข้มข้นของตะกั่วในกล้ามเนื้อปลาชนิด *Aurata Sparus*, *Dicentrarchus Labrax* และ *Cephalus Mugil* ที่สูงกว่ากำหนด แต่ไม่พบความเข้มข้นที่อันตรายในเหงือก ตับและรังไข่ ของปลาและไม่พบโลหะหนักชนิดอื่นคือ แคดเมียม, ทองแดง, สังกะสีและเหล็กในทุกส่วน<sup>24</sup> เช่นเดียวกับการศึกษาในไทย ในปลาจากอ่าวไทย<sup>25</sup> ปลาจากสะพานปลาเขาสามมุขและสะพานปลาอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี และตลาดปากน้ำ จังหวัดสมุทรปราการ<sup>26</sup> พบว่ามีการสะสมตะกั่วสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณแคดเมียม โครเมียม ทองแดง เหล็ก ตะกั่ว แมงกานีส พรอท ซีลีเนียม

และสังกะสี ดังนั้นเนื้อปลาจึงเป็นเป็นแหล่งตะกั่วที่สำคัญ จากการสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารบริโภค เช่น สุ่มตัวอย่างเนื้อปลาลิ้นหมาจากบริเวณสะพานปลาแหลมฉบังระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน 2546 พบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของตะกั่วอยู่ในช่วง 0.2020-3.0786  $\mu\text{g/g wet wt.}$  ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงกว่ามาตรฐานที่อนุญาตให้มีได้ในอาหารทะเลตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข<sup>27</sup> ในผลิตภัณฑ์อาหารระหว่างปี พ.ศ.2548-2550 (จากจำนวน 1,266 ตัวอย่าง) พบว่าปริมาณสารตะกั่วในกระเพาะปลาตากแห้ง และปลาหมึกแห้งเกินมาตรฐาน 4 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 0.3<sup>28</sup> ปลากระพงขาวที่จำหน่ายในตลาดล่าง อ.เมือง จ.นครปฐม พบปริมาณ โลหะหนักตะกั่วเกินมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุขที่กำหนดไว้เช่นกัน<sup>29</sup>

ผลการประเมินโอกาสเสี่ยงต่อการได้รับตะกั่วโดยใช้ค่าตัวแปรที่แนะนำโดยองค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อม<sup>8</sup> จากการบริโภคปลาโดยทั่วไป 0.284 กก./มือ พบว่าค่าที่คำนวณได้ในปลาตะเพียนและปลานิลยังมีค่าไม่เกิน PTWI โดยมีค่าเท่ากับ 0.20 และ 0.16 ของค่า PTWI ตามลำดับ จึงไม่น่าก่อปัญหาในการบริโภคปลาเหล่านี้ แต่เนื่องจากผู้บริโภคอาจยังได้รับตะกั่วจากการบริโภคอาหารกลุ่มอื่น และน้ำดื่ม ดังนั้นต้องระวังในการเลือกบริโภคปลาที่มีการปนเปื้อนของตะกั่วในปริมาณมากเกินมาตรฐาน ซึ่งเมื่อประเมินโอกาสเสี่ยงโดยใช้การผันแปรจำนวนมือ/วันได้แก่ 1, 2 และ 3 มือ/วัน และผันแปร จำนวนวัน/ปี ได้แก่ ประมาณ 3, 5 และ 7 วัน/สัปดาห์ จะพบว่าการบริโภคปลา  $\geq 3$  วัน/สัปดาห์ และความถี่  $\geq 2$  มือ/วัน จะมีความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสารตะกั่วที่ปนเปื้อนในปลาเข้าสู่ร่างกาย ดังนั้นผู้ที่บริโภคปลาและผลิตภัณฑ์

จากปลาที่ปนเปื้อนสาร โลหะหนักอาจมีความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสารตะกั่วเข้าสู่ร่างกาย โดยขึ้นอยู่กับปริมาณการบริโภคดังแสดงให้เห็นในการศึกษานี้ว่าการบริโภคปลาที่ปนเปื้อนตั้งแต่ 6 มื้อต่อสัปดาห์เป็นต้นไปมีโอกาสเสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากสารตะกั่วตกค้างในปลาจากหนองเล็งเปื่อย แต่ทั้งนี้จำนวนกลุ่มตัวอย่างมีค่อนข้างน้อย ซึ่งอาจจะเป็นข้อจำกัดในการศึกษาครั้งนี้ อย่างไรก็ตามข้อมูลนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการเฝ้าระวังการบริโภคปลาจากแหล่งน้ำที่อาจมีสารตะกั่วปนเปื้อน และเพื่อให้เป็นประโยชน์ต่อการอ้างอิงในการศึกษาต่อไปจึงควรมีการเพิ่มจำนวนตัวอย่างที่ศึกษา โดยมีตัวอย่างมาจากแหล่งน้ำอื่นที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันในหลายพื้นที่

### สรุปผล

จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างปลาตะเพียนและปลานิลที่เก็บมาจากหนองเล็งเปื่อยที่มีการรับน้ำทิ้งที่ไหลล้นมาจากบึงทุ่งสร้างซึ่งรับน้ำเสียบางส่วนจากเทศบาลนครขอนแก่น มีการปนเปื้อนของสารตะกั่วในระดับที่เกินมาตรฐานกำหนดในอาหาร และผลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการบริโภคปลาที่ปนเปื้อนสารตะกั่ว พบว่าผู้บริโภคมีความเสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากสารตะกั่วที่ปนเปื้อนในปลา เมื่อมีความถี่ของการบริโภคที่สูงตั้งแต่ 2 มื้อต่อวัน และ 3 วันต่อสัปดาห์ขึ้นไป (หรือ 6 มื้อต่อสัปดาห์) ดังนั้นจึงควรมีการวางแผนการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดี เพื่อสุขภาพของประชาชนผู้บริโภคสัตว์น้ำจากแหล่งธรรมชาติที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนสารพิษ อันจะส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยในห่วงโซ่การผลิตอาหารของประเทศต่อไป

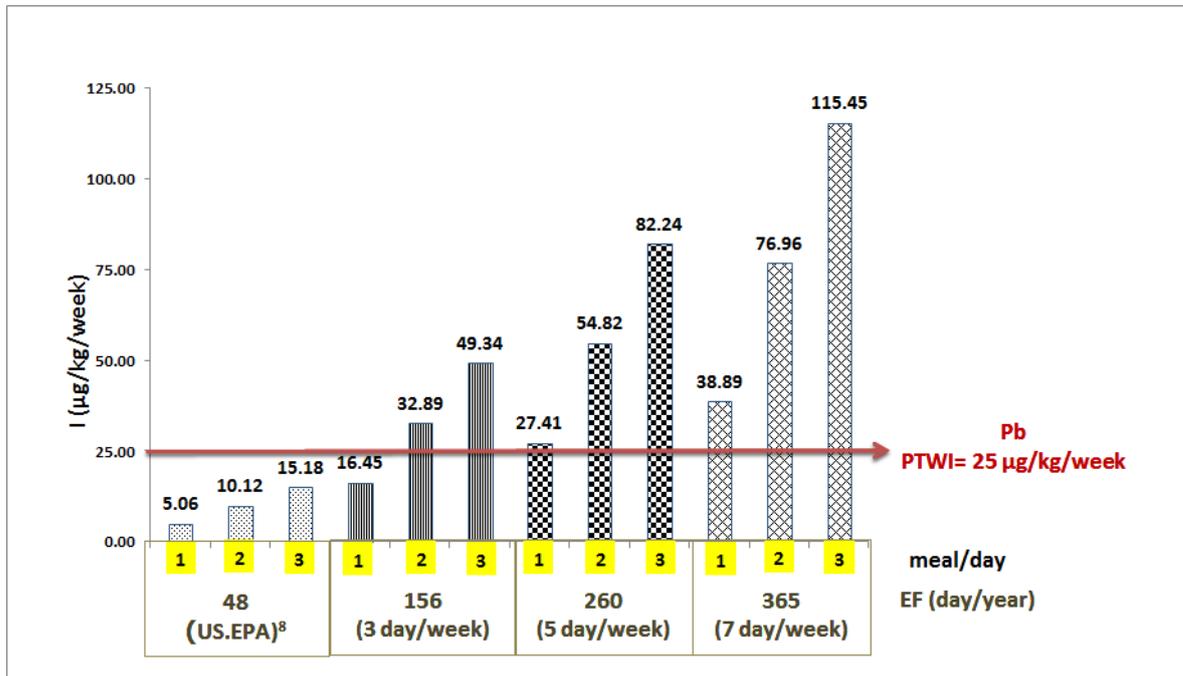
**ตารางที่ 1** ปริมาณโลหะหนักในปลาตะเพียนและปลานิลจากหนองเล็งเปื้อย จังหวัดขอนแก่นเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานต่างๆ

Heavy Metal	ปริมาณโลหะหนักจากปลา ในหนองเล็งเปื้อย (mg/kg)		ประกาศ กระทรวง สาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ.2529) <sup>10</sup>	มาตรฐานของโลหะหนักในอาหาร (mg/kg)		
	ปลา ตะเพียน (mean±SD)	ปลานิล (mean±SD)		The Canadian Food and Drug Directorate (Uthe and Bligh, 1971) <sup>11</sup>	FAO, 1983 <sup>12</sup>	FDA, 2001 <sup>13</sup>
Pb	2.71 ± 0.78	2.11 ± 1.13	1.00	10.00	-	1.50 (Crustacea) 1.70 (Molluscan bivalves)
Cu	0.81 ± 0.24	0.67 ± 0.22	20.00	100.00	30	-
Mn	0.61 ± 0.72	1.15 ± 0.74	-	-	-	-
Cr	0.15 ± 0.10	0.33 ± 0.27	-	-	-	12.00 (Crustacea) 13.00 (Molluscan bivalves)
Cd	0.08 ± 0.03	0.09 ± 0.12	-	10.00	0.50	3.00 (Crustacea) 4.00 (Molluscan bivalves)

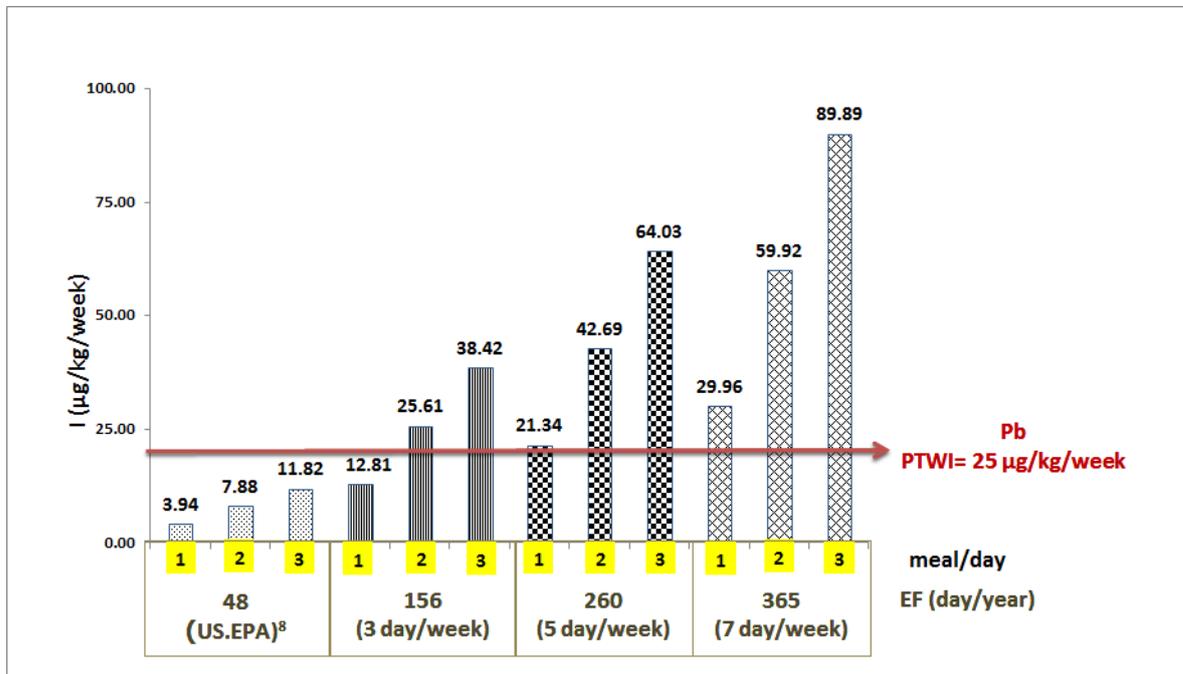
ตารางที่ 2 การประเมินความเสี่ยงต่อการสัมผัสตะกั่วจากการบริโภคปลาจากหนองเล็งเป็ย จังหวัดขอนแก่น โดยใช้ในการผันแปรความถี่ของการสัมผัสจากจำนวนมือที่บริโภคต่อปี

ความถี่ของการสัมผัส (EF; วัน/ปี)	จำนวน มือ/วัน	ปลาตะเพียนจากหนองเล็งเป็ย ที่มีตะกั่วปนเปื้อน 2.71 mg/kg			ปลานิลจากหนองเล็งเป็ย ที่มีตะกั่วปนเปื้อน 2.11 mg/kg		
		Intake	Risk Assessment		Intake	Risk Assessment	
		(µg/kg/week)	I /PTWI	Risk	(µg/kg/week)	I / PTWI	Risk
48	1	5.06	0.20	No Risk	3.94	0.16	No Risk
	2	10.12	0.41	No Risk	7.88	0.32	No Risk
	3	15.18	0.61	No Risk	11.82	0.47	No Risk
156 (ประมาณ 3 วัน/สัปดาห์)	1	16.45	0.66	No Risk	12.81	0.51	No Risk
	2	32.89	1.32	<b>Risk</b>	25.61	1.02	<b>Risk</b>
	3	49.34	1.97	<b>Risk</b>	38.42	1.54	<b>Risk</b>
260 (ประมาณ 5 วัน/สัปดาห์)	1	27.41	1.10	<b>Risk</b>	21.34	0.85	No Risk
	2	54.82	2.19	<b>Risk</b>	42.69	1.71	<b>Risk</b>
	3	82.24	3.29	<b>Risk</b>	64.03	2.56	<b>Risk</b>
365 (7 วัน/สัปดาห์)	1	38.89	1.54	<b>Risk</b>	29.96	1.20	<b>Risk</b>
	2	76.96	3.08	<b>Risk</b>	59.92	2.40	<b>Risk</b>
	3	115.45	4.62	<b>Risk</b>	89.89	3.60	<b>Risk</b>

หมายเหตุ Risk หมายถึง  $I /PTWI > 1$  และ No Risk หมายถึง  $I /PTWI \leq 1$  เมื่อค่า PTWI สำหรับตะกั่ว เท่ากับ  $25 \mu\text{g}/\text{kg BW}$



รูปที่ 1 ปริมาณการได้รับสัมผัสตะกั่วจากการบริโภคปลาทะเียนจากหนองเล็งเป็ย จังหวัดขอนแก่น ที่มีตะกั่วปนเป็น 2.71 mg/kg โดยใช้ในการผันแปรความถี่ของการสัมผัสจากจำนวนมือที่บริโภคต่อปี



รูปที่ 2 ปริมาณการได้รับสัมผัสตะกั่วจากการบริโภคปลานิลจากหนองเล็งเป็ย จังหวัดขอนแก่น ที่มีตะกั่วปนเป็น 2.11 mg/kg โดยใช้ในการผันแปรความถี่ของการสัมผัสจากจำนวนมือที่บริโภคต่อปี

### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณชาวบ้านหนองเล็งเปื้อน ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือในการจับปลา มาวิเคราะห์ และขอขอบพระคุณผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือเป็นอย่างดีในการสำรวจพื้นที่ และเก็บตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

1. ชินชาติ โปร่งสระ. ปริมาณโลหะหนักบางชนิด (แคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว และสังกะสี) ในสัตว์ทะเลที่เป็นอาหารบริเวณชายฝั่งโครงการบำบัดน้ำเสียแหลมผักเบี้ย จังหวัดเพชรบุรี. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2543.
2. สังข์ เวสาร์ชตระกูล. การลดปริมาณตะกั่วในน้ำเสียโดยใช้ผักตบชวาที่ปรับสภาพ. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยมหิดล; 2540.
3. นันทนา คชเสนี. คู่มือการปฏิบัติการนิเวศวิทยา น้ำจืด. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2536.
4. ปิยะภรณ์ ดวงมนตรี. การสะสมโลหะหนักในสิ่งมีชีวิตผ่านลำดับขั้นการบริโภคในแหล่งน้ำ. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2545.
5. อุไรวรรณ อินทร์ม่วง, พณา พักอ่อน, ชรรยง อินทร์ม่วง และคณะ. การศึกษาคุณภาพน้ำของบึงทุ่งสร้าง. *วารสารการส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม* 2541; 21: 22-5.
6. สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดขอนแก่น. แผนปฏิบัติการเพื่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในระดับจังหวัดของจังหวัดขอนแก่น ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2552. ขอนแก่น: สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จังหวัดขอนแก่น; 2552.
7. FAO/SIDA. Manual of methods in aquatic environment research. Part 9. Analyses of metals and organochlorines in fish. FAO Fisheries / Technical paper 1983; 212: 33.
8. US. Environmental Protection Agency. Risk assessment guidance for superfund volume I human health evaluation manual (part A). EPA/540/1-89/002 December 1989.
9. Joint FAO/WHO Food standards programme. Report of the twenty-eighth session of the codex committee on food additives and contaminants. Codex alimentarius commission twenty-second session. Geneva, 23-28 June 1997.
10. กระทรวงสาธารณสุข. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน. ราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่มที่ 103 ตอนที่ 23. (ลงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2529).
11. Uthe JF, EG. Bligh. Preliminary survey of heavy metal contamination of Canadian freshwater fish. *J Fish Res Board Can* 1971, 28: 786-8.

12. FAO. Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products. FAO fishery circular, 1983; 464: 5-100
13. FDA. Chapter 9: Environmental chemical contaminants and pesticides. In: U.S. food and drug administration, editors. Fish and fisheries products hazards and controls guidance. 3<sup>rd</sup> ed. Florida: University of Florida, 2001.
14. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 111 ตอนที่ 16ง วันที่ 24 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2537).
15. กรมอนามัย.สถานการณ์และผลกระทบต่อสุขภาพจากการทำเหมืองแร่. Available at: <http://www.anamai.moph.go.th.>, accessed March 4, 2011.
16. วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. ปลาชนิด. Available at: <http://th.wikipedia.org/wiki.> accessed March 4, 2011.
17. \_\_\_\_\_. การเลี้ยงปลาตะเพียนขาว. Available at: <http://www.fisheries.go.th/sf-naratiwas/tapian.html.>, accessed March 4, 2011.
18. ปิยะนารถ ตุ่มวอน. การสะสมโลหะหนักในสิ่งมีชีวิตและการแปรผันในระยะยาวของคุณภาพน้ำบริเวณอ่าวไทยตอนใน. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2539.
19. วุฒินันท์ ศิริรัตนวารังกูร. ความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่าย การปนเปื้อนของตะกั่วในสาหร่ายและตะกอนดิน และความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำในคลองแม่ข่า จังหวัดเชียงใหม่. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2542.
20. เรื่องโรจน์ บุญสูง. การสะสมและการแพร่กระจายของโลหะหนักบางชนิดในน้ำดินและสิ่งมีชีวิตในคลองภาษีเจริญ. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยมหิดล; 2547.
21. สุนิรัตน์ เรื่องสมบูรณ์. การดูดซับตะกั่วและแคดเมียมจากน้ำเสียโดยใช้ *Scenedesmus dimorphus* เป็นตัวดูดซับ. *วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง* 2547; 12(1): 42-7.
22. อภิพงษ์ อภิรมย์, อุไรวรรณ อินทร์ม่วง, รัชชชัย เนียรวิฑูรย์ และคณะ. ปริมาณสารมลพิษและโลหะหนักในแหล่งน้ำเพื่อการพักผ่อนหย่อนใจในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น. *วารสารวิจัย มข.* 2543; 4: 70-80.
23. Mansour SA, Sidky MM. Ecotoxicological Studies. 3. Heavy metals contaminating water and fish from Fayoum Governorate, Egypt. *Food Chemistry* 2002; 78: 15-22.
24. Meltem DM, Göksu ZL, Özak AA. Investigation of heavy metal levels in economically important fish species captured from the Tuzla lagoon. *Food Chemistry* 2007; 102: 415-21.
25. ชุติมา วงศ์สุขสิน. การวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียม โครเมียม ทองแดง เหล็ก ตะกั่ว แมงกานีส ปรอท ซีลีเนียมและสังกะสีในสัตว์

- ทะเลบางชนิดจากอ่าวไทยโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโทรโฟโตเมตรี. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2542.
26. ชุตติมา กุคู่สมุทร, ทิพย์วัลย์ คำเหม็ง. การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่ว โครเมียมและปรอทในสัตว์ทะเลบางชนิดบริเวณอ่าวไทยด้านจังหวัดชลบุรี และ สมุทรปราการ. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2542.
27. บุญมี ปัญญากรณ์, รุจิรา พงศ์พลูทอง, เอนก โสภณ และคณะ. ความเข้มข้นของโลหะหนักบางชนิดในเนื้อปลาลิ้นหมา (*Cynoglossus bilineatus*) ที่จับได้จากบริเวณชายฝั่งทะเลแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43: สาขาประมง สาขาการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร; 2548: 535-39.
28. พิพัฒน์ นพคุณ, กาญจนา พันธุ์เวช, สุพัฒน์ แสงสวย. ตะกั่วในผลิตภัณฑ์อาหาร (พ.ศ.2548-2550). *วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์* 2550; 3: 218-26.
29. จริยา จงสถาปัตย์ศิลป์, สุวิมล เรืองศรี, พรรณทิพย์ แสงสุขเอี่ยม และคณะ. การหาปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในปลากะพงขาวโดยเทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโทรโฟโตเมทรี. *วารสารวิชาการราชภัฏตะวันตก* 2552; 2: 21-30.