



## การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากโลหะหนักที่ปนเปื้อนในกุ้ง Health risk assessment of heavy metal contaminated in shrimp

เบญญาภา ธีระวิทย์เลิศ<sup>1\*</sup> นิลาวรรณ งามขำ<sup>1</sup> วรางคณา วิเศษมณี ลิ<sup>1</sup> ยิ่งเจริญ คุณกุลรัตน์<sup>1</sup>  
และ ธวัช เพชรไทย<sup>2</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์และสิ่งแวดล้อม  
มหาวิทยาลัยหัวเขี้ยวเฉลิมพระเกียรติ สมุทรปราการ 10540

<sup>2</sup> ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร 10220

Benyapa Theerawittayalert<sup>1\*</sup>, Nilawan Ngamkham<sup>1</sup>, Varangkana Visemanee Le<sup>1</sup>,  
Yingjarean Kusakulrat<sup>1</sup> and Tawach Prechthai<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Division of Environmental and Safety Management, Faculty of Public and Environmental Health,  
Huachiew Chalermprakiet University, Samutprakarn 10540

<sup>2</sup> Department of Environmental Health Sciences, Faculty of Public Health, Mahidol University,  
Bangkok 10220

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณการปนเปื้อนปรอท (Hg) สารหนู (As) แคดเมียม (Cd) และตะกั่ว (Pb) ในน้ำ ตะกอนดิน และกุ้ง รวมถึงการประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคกุ้ง โดยการเก็บตัวอย่างน้ำ ตะกอนดิน และกุ้ง ในบ่อเลี้ยงกุ้ง นำมาวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักดังกล่าวด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer พบว่าการปนเปื้อนปรอท สารหนู แคดเมียม และตะกั่วในน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $0.14 \pm 0.12$ ,  $0.32 \pm 0.14$ ,  $0.02 \pm 0.04$  และ  $0.02 \pm 0.03$  มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในขณะที่การปนเปื้อนในตะกอนดินมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $0.11 \pm 0.05$ ,  $11.63 \pm 1.39$ , น้อยกว่า  $0.000025$  และ  $1.02 \pm 0.03$  มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ การปนเปื้อนในตัวกุ้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $0.28 \pm 0.12$ , น้อยกว่า  $0.001$ , น้อยกว่า  $0.000025$  และ  $0.01 \pm 0.01$  มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และการปนเปื้อนในหัวกุ้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $0.25 \pm 0.08$ ,  $0.04 \pm 0.08$ , น้อยกว่า  $0.000025$  และน้อยกว่า  $0.000025$  มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ การประเมินความเสี่ยงจากการได้รับปรอท สารหนู แคดเมียม และตะกั่วพบว่ามีความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการบริโภคกุ้ง หรือปริมาณปรอท สารหนู แคดเมียม และตะกั่วที่ได้รับไม่มากพอที่จะก่อให้เกิดผลทางสุขภาพได้

คำสำคัญ: ปรอท สารหนู แคดเมียม ตะกั่ว การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ



## Abstract

This research was conducted to investigate heavy metal concentrations; namely mercury (Hg), arsenic (As), cadmium (Cd) and lead (Pb) which contaminated in the water, sediment and shrimp including risk assessment of the shrimp consumption. The water, sediment and shrimp in the pool shrimp farming were collected and analyzed with heavy metal concentration with the atomic absorption spectrophotometer. The results were found that these average concentrations of mercury, arsenic, cadmium and lead in the water were found to be  $0.14 \pm 0.12$ ,  $0.32 \pm 0.14$ ,  $0.02 \pm 0.04$  and  $0.02 \pm 0.03$  mg/l, respectively; while the average concentrations of these heavy metals in sediment were found to be  $0.11 \pm 0.05$ ,  $11.63 \pm 1.39$ ,  $<0.000025$  and  $1.02 \pm 0.03$  mg/kg, respectively. Heavy metal contaminations in shrimp had the average of  $0.28 \pm 0.12$ ,  $<0.001$ ,  $<0.000025$  and  $0.01 \pm 0.01$  mg/kg, respectively and the head of shrimp were contaminated heavy metal in the average of  $0.25 \pm 0.08$ ,  $0.04 \pm 0.08$ ,  $<0.000025$  and the  $<0.000025$  mg/kg, respectively. Risk assessment from the mercury, arsenic, cadmium and lead found that the their hazard quotient (HQ) in the range of 0.0003-0.3730, which indicated that the consumption of shrimp had no health risk or concentrations of mercury, arsenic, cadmium and lead were not enough to cause the health impact.

**Keywords:** Mercury, Arsenic, Cadmium, Lead, Hazard quotient

## บทนำ

การปนเปื้อนโลหะหนักเป็นสิ่งที่พบได้ง่ายในโลกแห่งความก้าวหน้าของอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะภาคอุตสาหกรรมที่อยู่รอบบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพน้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ [1] โลหะหนักเป็นสารเคมีที่มีโอกาสปนเปื้อนในบ่อเลี้ยงกุ้ง เนื่องจากในกระบวนการเลี้ยงกุ้งอาจมีการผันน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินในบริเวณใกล้เคียงในพื้นที่มาเป็นแหล่งน้ำในการเลี้ยงกุ้ง โดยแหล่งน้ำดังกล่าวอาจมีการปนเปื้อนจากแหล่งน้ำเสียจากชุมชนหรือ โรงงานอุตสาหกรรมที่มีการนำโลหะหนักมาใช้ในกระบวนการผลิต รวมถึงน้ำเสียจากการทำเกษตรกรรมต่าง ๆ ที่มีการใช้โลหะหนักในกิจกรรมต่าง ๆ เช่น ส่วนประกอบในสารปราบศัตรูพืชและปุ๋ยเคมี หรืออาจมีการปนเปื้อนจากธรรมชาติเดิมในพื้นที่ เช่นปรอท (Hg) สารหนู (As) แคดเมียม (Cd) และตะกั่ว (Pb) โดยโลหะหนักดังกล่าวไม่สามารถ

ย่อยสลายเองได้ตามธรรมชาติอาจมีการสะสมอยู่ในน้ำและตะกอนดิน ซึ่งการปนเปื้อนดังกล่าวอาจมีการสะสมในกุ้งและหากมีการปนเปื้อนโลหะหนักในปริมาณที่สูงอาจส่งผลต่อความปลอดภัยต่อผู้บริโภคได้ [2] โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งมีการประกอบอาชีพการเลี้ยงกุ้ง และมีผลิตภัณฑ์จากกุ้งที่เป็นที่รู้จักแพร่หลาย คือ กุ้งเหยียดซึ่งเป็นสินค้า OTOP ที่สำคัญในพื้นที่

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของปรอท สารหนู แคดเมียม และตะกั่วในน้ำ ตะกอนดิน และกุ้งที่ปนเปื้อนในบ่อเลี้ยงกุ้ง รวมทั้งนำข้อมูลเหล่านี้มาประเมินความเสี่ยงในการบริโภค เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการเฝ้าระวังอันตรายจากโลหะหนักที่ปนเปื้อนในบ่อเลี้ยงกุ้ง และอาจนำไปสู่การเฝ้าระวังความเสี่ยงที่อาจเกิดในอนาคต



## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 การเก็บตัวอย่างกึ่ง โดยที่กึ่งจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนหัวและส่วนตัว

1.2 การเก็บตัวอย่างน้ำ ในบ่อเลี้ยงกุ้ง ปริมาตร 1 ลิตร จำนวน 4 จุด การเก็บตัวอย่างน้ำในการทดลองครั้งนี้จะทำการเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วง และใช้เป็นตัวแทนของแหล่งน้ำเฉพาะเวลาและเฉพาะจุดที่เก็บเท่านั้น การเก็บตัวอย่างน้ำประยุกต์จากคู่มือปฏิบัติการเก็บตัวอย่างน้ำและตัวอย่างดินส่วนน้ำเสียเกษตรกรรม [3]

1.3 การเก็บตัวอย่างตะกอนดิน ทำการเก็บตะกอนดินโดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างชนิด Grab sampler แบบ Ekman Birge bottom samplers ตามบริเวณที่กำหนด โดยมีความลึก 1.5 เมตร บรรจุใส่ถุงพลาสติกก่อนที่จะนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการต่อไป

### 2. การเตรียมตัวอย่างเพื่อการย่อย

2.1 การเตรียมกึ่ง นำกึ่งมาล้างให้สะอาด แยกส่วนหัวและส่วนตัวออกจากกัน พร้อมกับชั่งน้ำหนักและบันทึกผลเป็นน้ำหนักเปียก นำไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน และนำไปชั่งน้ำหนักหลังอบ หลังจากนั้นนำไปบดให้ละเอียดบรรจุใส่ถุงพลาสติกเพื่อเตรียมย่อยตัวอย่างต่อไป

2.2 การเตรียมตะกอนดิน นำตะกอนดินไปตากแดด จนแห้งสนิทก่อนการนำไปอบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำไปบดให้ละเอียดบรรจุใส่ถุงพลาสติกเพื่อเตรียมย่อยตัวอย่างต่อไป

2.3 การเตรียมตัวอย่างน้ำ นำตัวอย่างน้ำมาตวงใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เพื่อเตรียมย่อยตัวอย่างต่อไป

### 3. วิธีการย่อยและการวิเคราะห์ตัวอย่าง

สำหรับการย่อยตัวอย่างน้ำ ตะกอนดิน หัวกึ่ง และตัวกึ่งจะต้องเตรียมเครื่องแก้วก่อนการย่อย โดยเครื่องแก้วทุกชิ้นจะทำการแช่ด้วยกรดไนตริก ความเข้มข้น 20

เปอร์เซ็นต์ ทิ้งไว้ประมาณ 1 วัน จากนั้นทิ้งไว้ให้แห้ง หรือนำไปอบด้วยอุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังมีการควบคุมการปนเปื้อนตัวอย่างด้วยการทำ blank และตัวอย่างทั้งหมดทำการย่อย 2 ซ้ำ รายละเอียดการย่อยตัวอย่างดังนี้

นำตัวอย่างกึ่งและตะกอนดินที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน มาบดให้เป็นผงละเอียด และชั่งน้ำหนักตัวอย่างละ 1 กรัม และตวงน้ำปริมาตร 50 มิลลิลิตร ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมนสารละลายกรด ไนตริกเข้มข้น ( $\text{HNO}_3$ ) ปริมาตร 20 มิลลิลิตร และสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (HCl) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ต้มย่อยด้วยความร้อนบนเตาไฟฟ้าอุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หรือจนกว่าตัวอย่างจะมีลักษณะใส ไม่มีตะกอน ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออน (standard method of the examination of water and wastewater) [4] และนำตัวอย่างที่ต้องการวัดปริมาณปรอท และสารหนูมาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer รุ่น iCE 3000 ยี่ห้อ Thermo Scientific โดยเทคนิค Vapour ความสามารถของเครื่องวิเคราะห์ได้ต่ำคือ ต่ำสุดกว่า 1 ไมโครกรัมต่อลิตร ทำการวัดปริมาณแคดเมียม และตะกั่วโดยวิเคราะห์ด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer รุ่น 640 ยี่ห้อ Varian โดยเทคนิค กราไฟต์เฟออร์เนสอะตอมิกแอบซอร์ปชัน (graphite furnace atomic absorption) โดยความสามารถของเครื่องวิเคราะห์ได้ต่ำคือต่ำสุดกว่า 0.025 ไมโครกรัมต่อลิตร

### 4. การวิเคราะห์ความเสี่ยง

การประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคกุ้งกรณีการได้รับปรอท สารหนู แคดเมียม และตะกั่วในปริมาณที่มีการปนเปื้อนอยู่ในเกณฑ์ที่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้บริโภค หากได้รับสารนั้นเข้าสู่ร่างกายอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน และเนื่องจากข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ความเสี่ยงเป็นข้อมูลที่เก็บเพียงครั้งเดียว จึงนำค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองซ้ำมาคำนวณ ดังสมการที่ 1 [5]



สมการที่ 1

$$\text{Intake (mg/kg-day)} = \frac{\text{CF} \times \text{IR}}{\text{BW}}$$

CF คือ ปริมาณปรอท สารหนู แคดเมียม และตะกั่ว ที่ปนเปื้อนในกึ่ง หน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg)

IR คือ ปริมาณกึ่งที่รับประทานในแต่ละมื้อ หน่วยเป็น กิโลกรัมต่อมื้อ (kg/meal)

BW คือ น้ำหนักตัว หน่วยเป็น กิโลกรัม (kg)

การอธิบายลักษณะของความเสี่ยงจากการบริโภค กุ้ง โดยพิจารณาจากผลการประเมินกรณีที่แล้วร้ายที่สุด ที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ อธิบายได้จากค่า HQ หรือ Hazard Quotient ซึ่งแสดงค่าสัดส่วนของตัวแปร ดังสมการที่ 2

สมการที่ 2

$$\text{HQ} = \text{Daily Intake/RfD}$$

Daily Intake คือ ปริมาณโลหะหนักที่เข้าสู่ร่างกาย หน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน (mg/kg-day)

RfD คือ ความเข้มข้นอ้างอิงของปรอท สารหนู แคดเมียม และตะกั่ว (reference dose) หน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน (mg/kg-day)

ถ้าค่า HQ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 แสดงว่าปริมาณ สารเคมีที่ได้รับไม่มากพอที่จะก่อให้เกิดผลทางสุขภาพได้ หรือไม่มีความเสี่ยงอย่างมีนัยสำคัญ (no significant risk) แต่ถ้าค่า HQ มากกว่า 1 แสดงว่าปริมาณสารปรอท สารหนู แคดเมียม และตะกั่วที่ได้รับเกินค่ามาตรฐานหรือถือว่าอยู่ใน ระดับที่ไม่ปลอดภัยต่อสุขภาพ มีความเสี่ยงสุขภาพจากการ สัมผัสสารเคมีทั้ง 4 ประเภทผ่านทางกรกิน

ผลการวิจัย

จากการศึกษาการปนเปื้อนปริมาณปรอท สารหนู แคดเมียมและตะกั่วในน้ำ ตะกอนดิน และกุ้ง พบว่ามีการ ปนเปื้อนของปรอทในตัวกุ้งมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ  $0.28 \pm 0.12$  มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือ หัวกุ้ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $0.25 \pm 0.08$  มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนในน้ำและ ตะกอนดินมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ  $0.14 \pm 0.12$  มิลลิกรัมต่อลิตร และ  $0.11 \pm 0.05$  มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนการ ปนเปื้อนสารหนูพบในดินมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ  $11.63 \pm 1.39$  มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือ ในน้ำ หัวกุ้ง และตัวกุ้ง มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ  $0.32 \pm 0.14$  มิลลิกรัมต่อลิตร  $0.04 \pm 0.08$  มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ  $< 0.05$  มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม ตามลำดับ การปนเปื้อนแคดเมียมพบในน้ำมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $0.02 \pm 0.04$  มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในดิน หัวกุ้ง และตัวกุ้ง มีค่า  $< 0.00125$  มิลลิกรัมต่อลิตร และการ ปนเปื้อน ตะกั่ว พบในดินมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $1.02 \pm 0.03$  มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือ น้ำ ตัวกุ้ง และ หัวกุ้งโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $0.02 \pm 0.03$  มิลลิกรัมต่อลิตร  $0.01 \pm 0.01$  และ  $< 0.00125$  มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่ง เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานพบว่า ปรอทในน้ำ สารหนู ในน้ำ และตะกอนดินเกินค่ามาตรฐาน ดังแสดงใน ตารางที่ 1 และ 2



ตารางที่ 1 ค่ามาตรฐานของโลหะหนักในกึ่ง น้ำ และตะกอนดิน

ชนิด	ค่ามาตรฐาน			
	Hg	As	Cd	Pb
กึ่ง (mg/kg) [6]	0.5	2	2	1
ตะกอนดิน (mg/kg) [7]	7	0.4	2	52
น้ำ (mg/l) [8]	0.002	0.01	0.05	0.05

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของโลหะหนักในกึ่ง น้ำ และตะกอนดิน

ชนิด	บ่อที่	ปริมาณ			
		Hg	As	Cd	Pb
ตัวกึ่ง (mg/kg)	1	0.35±0.10	<0.001	<0.000025	0.02±0.02
	2	0.21±0.05	<0.001	<0.000025	<0.000025
	3	0.32±0.22	<0.001	<0.000025	<0.000025
หัวกึ่ง (mg/kg)	1	0.32±0.03	<0.001	<0.000025	<0.000025
	2	0.29±0.16	0.07±0.13	<0.000025	<0.000025
	3	0.15±0.05	0.16±0.10	<0.000025	<0.000025
ตะกอนดิน (mg/kg)	1	0.13±0.02	15.84±1.39	<0.000025	1.01±0.03
	2	0.08±0.04	9.76±1.29	<0.000025	1.00±0.04
	3	0.13±0.08	9.28±1.48	<0.000025	1.04±0.01
น้ำ (mg/l)	1	0.18±0.13	0.46±0.08	0.03±0.04	0.02±0.03
	2	0.06±0.04	0.29±0.14	0.01±0.01	0.01±0.02
	3	0.19±0.19	0.21±0.18	0.04±0.06	<0.000025

## การประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคกึ่ง

การประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคกึ่งจะประเมินความเสี่ยงให้ออกมาเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ โดยใช้ลักษณะ ความเสี่ยงในกรณีผลกระทบแบบเรื้อรังของกรณี

ที่เลวร้ายของการได้รับปรอท สารหนู แคดเมียม และตะกั่วจากการบริโภคกึ่งโดยคำนวณจากสมการที่ 1 และสมการที่ 2 โดยกำหนดข้อมูลที่ใช้ในการประเมินดังแสดงในตารางที่ 3



ตารางที่ 3 ข้อมูลที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยง

ค่า	การแทนค่า		ความหมาย	แหล่งอ้างอิง
	หัวกึ่ง (mg/kg)	ตัวกึ่ง(mg/ kg)		
CF (Hg)	0.2626	0.2516	ปริมาณปรอท (Hg) ที่ปนเปื้อนอยู่ในกึ่ง	ผลการตรวจวัด
CF (As)	0.0500	0.0829	สารหนู (As) ที่ปนเปื้อนอยู่ในกึ่ง	ผลการตรวจวัด
CF (Cd)	0.0002	0.0002	แคดเมียม (Cd) ที่ปนเปื้อนอยู่ในกึ่ง	ผลการตรวจวัด
CF (Pb)	0.0053	0.0017	ตะกั่ว (Pb) ที่ปนเปื้อนอยู่ในกึ่ง	ผลการตรวจวัด
IR	0.085 kg/meal		ปริมาณการบริโภคกึ่งหรือ อาหาร ทะเลในแต่ละมื้อของคนไทย	FAQ, 2005 [9]
BW	63 kg		น้ำหนักเฉลี่ยของคนไทย ทั้งเพศชาย และหญิง	ข้อมูลประยุกต์จาก [10] มาตรฐาน Size Thai, 2552
RfD, (Hg)	0.002 mg/kg/day		ปริมาณที่ได้รับปรอทเข้าสู่ร่างกายได้ ทุกวัน โดยไม่ทำให้เกิดความผิดปกติใด ๆ ต่อสุขภาพอนามัย	US-EPA, 2008 [11]
RfD, (As)	0.0003 mg/kg/day		ปริมาณที่ได้รับสารหนูเข้าสู่ร่างกายได้ ทุกวันโดยไม่ทำให้เกิดความผิดปกติใด ๆ ต่อสุขภาพอนามัย	US-EPA, 2008 [11]
RfD, (Cd)	0.001 mg/kg/day		ปริมาณที่ได้รับแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายได้ ทุกวัน โดยไม่ทำให้เกิดความผิดปกติใด ๆ ต่อสุขภาพอนามัย	US-EPA, 2008 [11]
RfD, (Pb)	0.0035 mg/kg/day		ปริมาณที่ได้รับตะกั่วเข้าสู่ร่างกายได้ ทุกวัน โดยไม่ทำให้เกิดความผิดปกติใด ๆ ต่อสุขภาพอนามัย	US-EPA, 2008 [11]

จากผลการประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคกึ่ง พบว่าการปนเปื้อน ปรอท สารหนู แคดเมียม และตะกั่วใน กึ่งโดยแบ่งเป็นส่วนหัวและส่วนตัวนั้น ไม่มีความเสี่ยงต่อการ ปนเปื้อนโลหะหนักดังกล่าว เนื่องจากค่า HQ น้อยกว่า 1

แสดงว่าปริมาณสารเคมีที่ได้รับไม่มากพอที่จะก่อให้เกิดผล ทางสุขภาพได้ หรือไม่มีความเสี่ยงอย่างมีนัยสำคัญ (no significant risk) ซึ่งเมื่อพิจารณาจากค่า HQ อยู่ในช่วง 0.0003-0.3730 แสดงดังตารางที่ 4



## ตารางที่ 4 ความเสี่ยงจากการบริโภคกุ้ง

ส่วนต่างๆ ของอาหารทะเล	ค่า HQ			
	Hg	As	Cd	Pb
ตัวกุ้ง	0.1771	0.2249	0.0003	0.0020
หัวกุ้ง	0.1697	0.3730	0.0003	0.0007

## อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการปนเปื้อนปรอท สารหนู แคดเมียม และตะกั่วในน้ำ ตะกอนดิน และกุ้ง พบว่าในตะกอนดินมีปริมาณปรอท แคดเมียม และตะกั่วอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ในน้ำมีปริมาณแคดเมียมและตะกั่วอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และในตัวกุ้งและหัวกุ้งมีปริมาณปรอท สารหนู แคดเมียม และตะกั่วอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเช่นกัน ส่วนสารปรอทในน้ำ สารหนูในน้ำ และตะกอนดินมีค่าเกินมาตรฐาน อาจเนื่องจากในจังหวัดสมุทรปราการมีโรงงานอุตสาหกรรมมากกว่า 7,391 แห่ง นอกจากนี้ ยังเป็นศูนย์กลางการขนส่งทั้งทางอากาศ ทางบก และทางน้ำ จึงมีส่วนสนับสนุนให้นักลงทุนนิยมเข้ามาประกอบกิจการตั้งโรงงานอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก โดยมีอุตสาหกรรมการผลิตที่สำคัญ ได้แก่ ยานยนต์ และชิ้นส่วนรถยนต์ เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ผลิตภัณฑ์โลหะ ไฟฟ้าหรือชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ สิ่งทอ ผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป เคมีภัณฑ์หรือพลาสติก เป็นต้น [12] ซึ่งโรงงานอุตสาหกรรมจำนวนมากเหล่านี้หากมีการนำโลหะหนักดังกล่าวมาใช้โดยไม่มีการควบคุมหรือจัดการที่ดี ก็จะส่งผลให้โลหะหนักดังกล่าวถูกถ่ายเทออกสู่สิ่งแวดล้อมที่อาจอยู่ในรูปสิ่งเจือปนอยู่ในน้ำทั้งจากโรงงานอุตสาหกรรมทำให้เกิดการแพร่กระจายสู่แหล่งน้ำ ซึ่งสารหนูและตะกั่วเป็นพิษที่ไม่ถูกย่อยสลายหรือย่อยสลายได้ยากในธรรมชาติ จึงมีบางส่วนตกตะกอนสะสมอยู่ในดิน ดินตะกอนที่อยู่ในน้ำ รวมถึงการสะสมอยู่ในสัตว์น้ำมักพบโลหะหนักปนเปื้อนในตะกอนมากกว่าในน้ำเสมอ เพราะตะกอนมีประจุเป็นลบเป็นส่วนใหญ่ ส่วนโลหะหนักมีประจุเป็นบวกจึงมีความสามารถในการยึดกันได้ดีกว่าในน้ำ และสันนิษฐานว่ามีความเป็นไปได้ที่ความเป็นกรด-ด่างของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งจะมีสภาพเป็น

ด่าง ซึ่งเป็นกลไกที่สำคัญที่จะทำให้ปรอทและสารหนูตกตะกอนได้ง่าย และทับถมอยู่ที่ตะกอนลำน้ำ เกิดการจับกับอนุภาคของตะกอน ฉะนั้นการที่มันจะเข้าสู่สิ่งมีชีวิตจึงมีความเป็นไปได้น้อย และส่งผลให้ปรอทและสารหนูสะสมอยู่ในตะกอนและน้ำ รวมทั้งเข้าไปสะสมในกุ้งน้อย [13] โลหะเป็นสารที่คงตัวไม่สามารถสลายตัวได้ในกระบวนการธรรมชาติ ซึ่งในตะกอนดินมักจะมีระดับของสารหนูสูง [14] และเนื่องจากน้ำมีการเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาทำให้โลหะหนักสะสมในดินมากกว่าในแหล่งน้ำ ดังนั้นตะกอนดินมีบทบาทสำคัญในการกักเก็บโลหะหนักในแหล่งน้ำและเป็นแหล่งกำเนิดได้ด้วยเช่นกัน [15] สอดคล้องกับการทดลองนี้คือปริมาณปรอท สารหนู และตะกั่วในตะกอนดินมีปริมาณสูงกว่าในน้ำและในกุ้ง และการปนเปื้อนแคดเมียมในแหล่งน้ำเกิดจากการปล่อยน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ โดยเฉพาะโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้แคดเมียมในการชุบโลหะ แคดเมียมที่ปนเปื้อนในอาหารและในยาสูบเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะถูกดูดซึมในกระเพาะอาหารแล้วแพร่กระจายไปที่ตับ ม้าม และลำไส้ แม้ได้รับปริมาณน้อยแต่ต่อเนื่องแคดเมียมจะถูกสะสมไว้ในไต โรคที่เกิดจากพิษของแคดเมียมเรียกว่า โรคอิไต-อิไต (Itai Itai disease) ซึ่งในงานวิจัยนี้พบปรอท สารหนู แคดเมียม และตะกั่วในกุ้งในปริมาณที่น้อยมาก และยังไม่เกิดความเสี่ยงในการบริโภคแต่ควรมีการเฝ้าระวังอย่างต่อเนื่อง

จากการศึกษาการปนเปื้อนของสารปรอทและสารหนูพบว่าเกินค่ามาตรฐาน ส่วนแคดเมียมและตะกั่วในน้ำพบว่าไม่เกินค่ามาตรฐาน ส่วนตะกอนดินพบว่าปริมาณของสารหนูเกินค่ามาตรฐาน แต่ปรอท แคดเมียม และตะกั่วไม่เกินค่ามาตรฐาน และโลหะหนักดังกล่าวในกุ้งไม่เกินค่า



มาตรฐาน ทั้งนี้ในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไปควรทำการวิจัย โลหะหนักชนิดอื่น ๆ ในบริเวณพื้นที่ที่เป็นแหล่งชุมชน ประมง และแหล่งอุตสาหกรรม

### เอกสารอ้างอิง

1. รัตนา ทองย้อย, นาดยา จึงเจริญธรรม, พิระทิพย์ พิฆังคค. การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำคลองเคย และคลองอู่ตะเภาในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เพื่อจัดสร้างฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับการจัดการสิ่งแวดล้อม. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; 2541.
2. Bhattacharya, A.K., Mandal, S.N., & Das, S.K. . Heavy metals accumulation in water, sediment and tissues of different edible fishes in upper stretch of Gangetic West Bengal. Trends in Applied Sciences Research.2008 : 3, 61-68.
3. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. รายงานการดำเนินงานสำนักจัดการคุณภาพน้ำ (ประจำปี 2555). กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม; 2555.
4. APHA, AWWA and WPCF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20<sup>th</sup> ed. Washington, DC: American Public Health Association; 1998.
5. พงษ์เทพ วีวรรณเดชะ. การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ. เชียงใหม่: ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2547.
6. คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน (ฉบับที่ 8). [อินเทอร์เน็ต]. 2537 [เข้าถึงเมื่อ 29 ธ.ค. 2559]. เข้าถึงได้จาก: <http://hydrolaw.thaiwater.net/web/2016/06/15/ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม-8/>
7. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มาตรฐานตามประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์คุณภาพตะกอนดินชายฝั่ง. [อินเทอร์เน็ต]. 2558 [เข้าถึงเมื่อ 26 ธ.ค. 2559]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.slbkb.psu.ac.th/xmlui/bitstream/handle/2558/2316/เรื่อง%20กำหนดหลักเกณฑ์คุณภาพตะกอนดินชายฝั่งทะเล.pdf?sequence=1&isAllowed=y;2558>
8. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กองควบคุมอาหาร. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 273) เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน (ฉบับที่ 2). พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2552. [อินเทอร์เน็ต]. 2546 [เข้าถึงเมื่อ 29 ธ.ค. 2559]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.elib.fda.moph.go.th/fulltext2/กฎหมาย/กองควบคุมอาหาร/พรบ/.../รวมเล่ม%202556.pdf;2546>
9. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The state of food and agriculture. Rome: FAO Publishing Management Service; 2005.
10. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.). โครงการพิเศษและหน่วยบริการ โชน 4: Size Thailand. [อินเทอร์เน็ต]. 2552 [เข้าถึงเมื่อ 20 ธ.ค. 2559]. เข้าถึงได้จาก: [http://www.nstda.or.th/index.php?option=com\\_rsgallery2&page=inline&id=110&catid=6&limitstart=198](http://www.nstda.or.th/index.php?option=com_rsgallery2&page=inline&id=110&catid=6&limitstart=198)





11. United States Environmental Protection Agency. Risk assessment guidance for superfund volume I human health evaluation manual (Part A). Washington, D.C.: EPA Publication; 2008.
12. สำนักงานอุตสาหกรรม จังหวัดสมุทรปราการ. ชนิดโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดสมุทรปราการ. [อินเทอร์เน็ต]. 2558 [เข้าถึงเมื่อ 29 ม.ค. 2560]. เข้าถึงได้จาก: [http://osthailand.nic.go.th/masterplan\\_area/userfiles/file%20Download/Report%20Analysis%20Province/](http://osthailand.nic.go.th/masterplan_area/userfiles/file%20Download/Report%20Analysis%20Province/) รายงานวิเคราะห์สถานการณ์จังหวัดสมุทรปราการ.pdf อาทิตย์ มุกดาดี.
13. การกำจัดตะกั่วที่ปนเปื้อนในดินตะกอน. กรุงเทพฯ: สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม; 2555.
14. นันทวรรณ อุ่นจางวาง. การปนเปื้อนของสารหนูและตะกั่วในดินตะกอน บริเวณคลองอู่ตะเภา. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรทะเลและชายฝั่ง, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา; 2557.
15. Salomon W, Rooij de NM, Kerdijk H, Brill J. Sediment as a source of sediment. *Hydrobiologia* 1987;149(1);13-30.