การตรวจหาโลหะหนักในหอยเศรษฐกิจจังหวัดจันทบุรี

Determination of heavy metals in economically important bivalve, Chanthaburi Provice

ศุทธินี เมฆประยูร[1*], จักรพันธ์ โพธิพัฒน์[2]
Sutthinee Mekprayoon[1*], Jakkapan Potipat[2]

Received: 27 April 2022 ; **Revised**: 27 June 2022 ; **Accepted**: 1 August 2022

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณโลหะหนักทองแดง สังกะสี ตะกั่ว และแคดเมียมในหอยแครง หอยแมลงภู่ และหอยนางรม จากจันทบุรี ดำเนินการเก็บตัวอย่างจากตลาดน้ำพุ ตลาดเจริญสุข ตลาดนัดเขาไร่ยา ท่าเรือแหลมสิงห์ และท่าเรือขลุง ในฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม 2563) และฤดูฝน (เดือนกันยายน 2563) ด้วยวิธีการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบเปียก (AOAC, 2005) จากการศึกษาพบปริมาณทองแดง ตะกั่ว และแคดเมียมมีค่าอยู่ในช่วง 2.087-28.413, 0.003-0.034 และ 0.032-0.846 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (น้ำหนักเปียก) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) กำหนดให้มีปริมาณทองแดง สังกะสี ตะกั่ว และแคดเมียม มีค่าไม่เกิน 20, 100, 0.5 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (น้ำหนักเปียก) ตามลำดับ ขณะที่ปริมาณสังกะสีในหอยนางรมในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานอาหาร ค่าขีดจำกัดการตรวจวัดของทองแดง สังกะสี ตะกั่ว และแคดเมียม มีค่าเท่ากับ 0.0040, 0.025, 0.0016 และ 0.0028 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ค่าร้อยละการกลับคืนของสารละลายมาตรฐานทองแดง สังกะสี ตะกั่ว และแคดเมียม มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 81-98 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การประเมินความปลอดภัยในการบริโภคหอยเศรษฐกิจที่มีการปนเปื้อนโลหะหนักยังคงอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย

คำสำคัญ: โลหะหนัก หอยแครง หอยแมลงภู่ หอยนางรม จังหวัดจันทบุรี

Abstract

Copper, zinc, lead and cadmium were determined in blood cockles, mussels and oysters from Chanthaburi provice in dry and wet seasons. These samples were collected from the Namphu market, Charoen Suk market, Khao Rai Ya Local Market, Laem Sing pier, and Khlung pier during dry and wet seasons in 2020.

The samples were digested by the wet degradation method (AOAC, 2005). The results showed that the concentrations of copper, lead and cadmium in edible bivalves mollusks were 2.087-28.413, 0.003-0.034, and 0.032-0.846 mg kg^{-1} (Wet weight) respectively, and were lower than the standard limitation in sea food of the Ministry of Public Health (20, 100, 0.5 and 2.0 of copper, zinc, lead, and cadmium, respectively). The concentration of zinc in oysters in the wet season were higher than the standard limitation. The method detection limit of copper, zinc, lead and cadmium was 0.0040, 0.025, 0.0016 and 0.0028 mg kg^{-1}, respectively and the recoveries range was from 81-98. However, the safety assessments of heavy metals gained from consuming bivalves mollusks samples indicate safe levels.

Keywords: Heavy metals, Blood Cockles, Mussels, Oysters, Chanthaburi

[1] อาจารย์, ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี 22000
[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์, ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี 22000
[1] Lecturer, Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, Chanthaburi 22000
[2] Assist. Prof., Department of Environmental Science, Faculty of Science and Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, Chanthaburi 22000
* Corresponding author; Dr.Sutthinee Mekprayoo, Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, Chanthaburi 22000 Email: sutthinee.m@rbru.ac.th

บทนำ

เนื่องจากจังหวัดจันทบุรีเป็นจังหวัดทางชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย เป็นพื้นที่ที่อุดมสมบูรณ์ทางเศรษฐกิจ มีผู้คนอาศัยอยู่มาก จึงมีการขยายตัวของแหล่งชุมชนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้สภาพแวดล้อมมีความเสื่อมโทรมและถูกทำลาย จากการปล่อยของเสีย ขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูลและโลหะหนักต่างๆ ลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะสัตว์ที่อาศัยอยู่ตามชายฝั่งทะเล เช่น กุ้ง หอย ปู ปลา ฯลฯ (Velusamy *et al*., 2014) ในปัจจุบันหอยได้รับความนิยมในการบริโภคมากขึ้น โดยเฉพาะหอยที่มีเนื้อที่นุ่ม และมีเนื้อในปริมาณมาก ส่งผลให้หอยที่หาจากแหล่งทะเลมีจำนวนไม่เพียงพอต่อการบริโภค จึงทำให้เกิดการเพาะเลี้ยงหอย เพื่อการค้าและการส่งออก หอยจึงกลายเป็นสัตว์เศรษฐกิจ แต่เนื่องจากหอยเป็นสัตว์ที่หากินตามโคลนตมผิวหน้าดินในทะเล กินซากพืช ซากสัตว์เป็นอาหาร จึงทำให้หอยที่นำมาบริโภคเกิดการปนเปื้อน เช่น โลหะหนัก และเชื้อโรคที่สะสม ซึ่งจะทำให้ผู้บริโภคเกิดอาการอาหารเป็นพิษ ถ้าสะสมอยู่ในร่างกายมนุษย์จะเกิดเป็นโรคร้ายแรงได้ โดยเฉพาะในหอยสองฝา เช่น หอยแครง หอยแมลงภู่ และหอยนางรมที่พบการปนเปื้อนของโลหะหนัก เช่น ตะกั่ว ปรอท สารหนู และแคดเมียม เชื้อแบคทีเรียก่อโรคอาหารเป็นพิษ เช่น เชื้อวิบริโอ คอเลอเร (*Vibrio cholerae*) เป็นต้น (กระทรวงสาธารณสุข, 2559)

โลหะหนักสามารถเข้าสู่ร่างกายได้โดยการสัมผัส การหายใจ และการรับประทาน ซึ่งมีความเป็นพิษต่อร่างกาย เป็นสาเหตุของการเจ็บป่วย เช่น โรควิลสัน ไข้ควันโลหะ พิษจากโลหะหนักเป็นปัญหาสำคัญของประเทศ โดยเฉพาะในพื้นที่เขตอุตสาหกรรมภาคตะวันออก แต่จากข้อมูลจำนวนผู้ป่วยจากพิษของโลหะหนักที่ถูกรายงาน พบว่ามีค่อนข้างน้อย เนื่องจากการวินิจฉัยค่อนข้างยากและผู้ป่วยอาจไม่แสดงอาการช่วงแรกๆ หรืออาการที่ไม่จำเพาะ (ศุภลักษณ์ พวงสุวรรณ, 2557)

การปนเปื้อนของโลหะหนักในทรัพยากรสัตว์น้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหอยสองฝา ซึ่งจัดเป็นดัชนีบ่งชี้มลพิษในสิ่งแวดล้อมได้ดีกว่าสัตว์น้ำประเภทอื่นๆ เนื่องจากกินอาหารโดยการกรองจากน้ำทะเล การหายใจเข้าออกและมีน้ำผ่านเข้าออกร่างกายตลอดเวลา (แววตา ทองระอา และคณะ, 2557) อีกทั้งหอยสองฝามีวงจรชีวิตอยู่บริเวณดินตะกอน ไม่เคลื่อนที่ไปไหน หอยสองฝาจึงมีโอกาสสะสมโลหะหนักได้มาก (Cajaraville *et al*., 2000; Funes *et al*., 2006; Abdullah *et al*., 2007) นอกจากนี้การศึกษาปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของหอยสองฝา พบว่างานวิจัยของ ณัฐวร ขันธิกุล และคณะ (2020) มีการปนเปื้อนทองแดงและสังกะสีในดินตะกอนบริเวณอ่าวไทยสูงขึ้นจากการศึกษาของ ฉลวย มุสิกะ และคณะ (2014) หากนำมาบริโภคอาจเป็นอันตรายร้ายแรงได้ เมื่อสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อเป็นเวลานานจะส่งผลต่อร่างกาย เช่น ต่อระบบประสาท ตับ ไต ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย และเป็นสารก่อมะเร็งปอดได้ (สุวัจน์ ธัญรส, 2549)

ดังนั้น งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาหอยเศรษฐกิจที่คนไทยนิยมบริโภคเป็นอาหาร ได้แก่ หอยแครง หอยแมลงภู่ และหอยนางรม เพื่อตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนของโลหะหนัก ได้แก่ ทองแดง สังกะสี ตะกั่ว และแคดเมียม ซึ่งมีความเป็นพิษต่อร่างกายมนุษย์และเป็นสาเหตุของการเจ็บป่วย โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณโลหะหนักที่พบในฤดูแล้งและฤดูฝน เพื่อลดความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการบริโภคหอยที่ปนเปื้อนของโลหะหนัก และเพื่อนำไปสู่การกำหนดมาตรการป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพและการบริหารจัดการทรัพยากรสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศชายฝั่งต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนัก ทองแดง สังกะสี ตะกั่ว และแคดเมียมในหอยเศรษฐกิจ
2. เพื่อเป็นข้อมูลในการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพในการบริโภคหอยที่มีการปนเปื้อนโลหะหนัก

วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา

การเก็บตัวอย่างหอย โดยวิธีการสุ่มเก็บอย่างง่ายจากจุดเก็บตัวอย่างจำนวน 5 จุด ในจังหวัดจันทบุรี ได้แก่

จุดที่ 1 ตลาดน้ำพุ

จุดที่ 2 ตลาดเจริญสุข

จุดที่ 3 ตลาดนัดเขาไร่ยา

จุดที่ 4 ท่าเรือแหลมสิงห์ พิกัด 12°29’31’’N, 102°04’08’’E

จุดที่ 5 ท่าเรือขลุง พิกัด 12°26’21’’N, 102°13’06’’E

ในการศึกษาครั้งนี้เลือกเก็บตัวอย่างหอยแครง หอยแมลงภู่ และหอยนางรม ซึ่งเป็นหอยที่คนไทยนิยมรับประทานและสามารถหาซื้อได้ง่าย โดยมีระยะเวลาการเก็บตัวอย่างหอยแครง หอยแมลงภู่ และหอยนางรม ในฤดูแล้งของเดือนมีนาคม 2563 และฤดูฝนของเดือนกันยายน 2563

2. วิธีการเก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างหอยสองฝาทั้ง 3 ชนิด จาก ตลาดน้ำพุ ตลาดเจริญสุข ตลาดนัดเขาไร่ยา ท่าเรือแหลมสิงห์ และท่าเรือขลุง จังหวัดจันทบุรี ในแต่ละที่เก็บ 2 ฤดู คือ ฤดูแล้ง

(เดือนมีนาคม 2563) และฤดูฝน (เดือนกันยายน 2563) โดยทำการเก็บตัวอย่างหอยทั้ง 3 ชนิดๆ ละ 1 กิโลกรัม และคัดเลือกตัวอย่างหอยที่มีขนาดใหญ่ใกล้เคียงกันมาศึกษา นำตัวอย่างหอยมาล้างให้สะอาด แกะเอาเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อแช่ไว้ในที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ประมาณ 1-2 วัน เพื่อนำเข้าสู่กระบวนการเตรียมตัวอย่างต่อไป

3. การเตรียมตัวอย่างหอยสองฝา

เตรียมตัวอย่างตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (2005) นำตัวอย่างหอยมาสับให้ละเอียด ชั่งน้ำหนัก 5.0XXX กรัม จำนวน 3 ซ้ำ หลังจากนั้นนำมาใส่ในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่น 2.5 มิลลิลิตร เติมกรดไนตริกเข้มข้น (Nitric Acid, HNO_3) จำนวน 2.5 มิลลิลิตร และกรดซัลฟิวริกเข้มข้น (Sulfuric Acid, H_2SO_4) จำนวน 2.5 มิลลิลิตร ย่อยบนเตา ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที หรือสารละลายตัวอย่างใส แล้วทิ้งให้เย็น จากนั้นนำมากรองด้วยกระดาษกรองยี่ห้อ Whatman เบอร์ 540 แล้วปรับปริมาตรเป็น 25 มิลลิลิตร ทั้งนี้เครื่องแก้วทั้งหมดที่ใช้ในการทดลองผ่านการทำความสะอาดด้วย 10% HNO_3 โดยการวิเคราะห์ปริมาณทองแดงและสังกะสีที่ความยาวคลื่น 324.8 และ 213.9 นาโนเมตร ตามลำดับ ซึ่งเป็นธาตุที่จำเป็นต่อร่างกายสิ่งมีชีวิตด้วยเครื่อง Flame Atomic Absorption Spectrophotometer (FAAS) รุ่น 3110, Perkin Elmer อัตราส่วนของแก๊สอะเซทาลีนต่อออกซิแดนต์ เท่ากับ 1:3 และวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วและแคดเมียมเป็นธาตุที่ไม่จำเป็นที่มีปริมาณน้อย โดยไอโซโทปของธาตุแคดเมียมมีมวลต่อประจุเท่ากับ 114 และไอโซโทปของธาตุตะกั่วมีมวลต่อประจุที่ 206, 207 และ 208 วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) รุ่น Plasma Quant MS Elite บริษัท Analytikjena ใช้แก๊สไฮโดรเจนเป็นแก๊สเชื้อเพลิง อัตราการไหลของพลาสมาเท่ากับ 9 ลิตรต่อนาที (Figure 1)

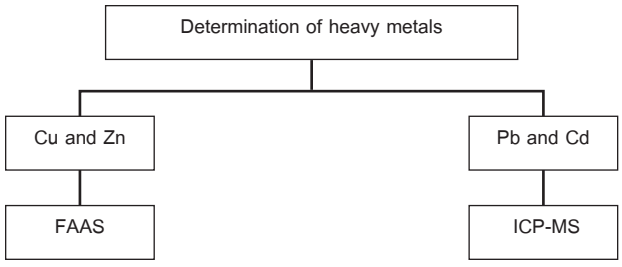

Figure 1 Analysis of heavy metals by FAAS and ICP-MS

4. การทดสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ (Analytical Method Validation)

ทำการศึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ ให้มีความถูกต้อง แม่นยำ โดยมีรายละเอียด ได้แก่ ค่าร้อยละการกลับคืนมา (% Recovery) และการทดสอบขีดจำกัดการตรวจวัด (Method Detection Limit, MDL)

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ปริมาณทองแดง สังกะสี ตะกั่ว และแคดเมียมในหอยแครง หอยแมลงภู่ และหอยนางรม จากตลาดน้ำพุ ตลาดเจริญสุข ตลาดนัดเขาไร่ยา ท่าเรือแหลมสิงห์ และท่าเรือขลุง จังหวัดจันทบุรี โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ ในฤดูแล้ง เดือนมีนาคม 2563 และฤดูฝน เดือนกันยายน 2563 (Table 1)

Table 1 The average wet weight of heavy metals of Blood Cockles, Mussels and Oysters in dry and wet seasons from Chanthaburi province (n=3)

Stations	Season	Bivalve tissue samples	Heavy metals (mg kg^{-1}-wet weight)			
			Cu	Zn	Pb	Cd
Namphu market	Dry	Blood Cockles	2.180±0.0374	11.70±0.3298	0.007±0.0012	0.059±0.0036
		Mussels	2.087±0.0906	7.668±0.2201	0.008±0.0017	0.035±0.0033
		Oysters	8.751±0.1100	54.58±0.0336	0.011±0.0021	0.483±0.0332
	Wet	Blood Cockles	4.439±0.0355	23.14±0.1636	0.014±0.0021	0.072±0.0045
		Mussels	3.843±0.0478	17.97±0.2559	0.021±0.0025	0.067±0.0041
		Oysters	28.41±0.3051	231.8±2.2647	0.023±0.0045	0.648±0.0232

Table 1 The average wet weight of heavy metals of Blood Cockles, Mussels and Oysters in dry and wet seasons from Chanthaburi province (n=3) (cont.)

Stations	Season	Bivalve tissue samples	Heavy metals (mg kg^{-1}-wet weight)			
			Cu	Zn	Pb	Cd
Charoen Suk market	Dry	Blood Cockles	2.255±0.0547	16.77±0.3644	0.008±0.0037	0.053±0.0049
		Mussels	2.177±0.1517	7.029±0.1809	0.007±0.0039	0.032±0.0045
		Oysters	11.47±0.2786	91.67±1.5551	0.015±0.0081	0.574±0.0434
	Wet	Blood Cockles	4.593±0.302	23.01±0.3112	0.017±0.0041	0.112±0.0066
		Mussels	24.385±0.2679	19.66±0.7317	0.016±0.0029	0.069±0.0069
		Oysters	25.92±0.4415	252.3±3.8178	0.034±0.0057	0.846±0.0609
KhaO Rai Ya Local Market	Dry	Blood Cockles	2.204±0.1230	13.18±0.1838	0.007±0.0034	0.071±0.0054
		Mussels	2.157±0.0587	11.38±0.2246	0.004±0.0021	0.038±0.0062
		Oysters	9.261±0.1220	64.48±0.5216	0.016±0.0054	0.431±0.0118
	Wet	Blood Cockles	4.428±0.0398	22.61±0.3655	0.016±0.0050	0.087±0.0069
		Mussels	3.516±0.0362	7.21±0.3317	0.008±0.0046	0.062±0.0049
		Oysters	27.35±0.4124	224.8±5.1545	0.027±0.0062	0.635±0.0355
Laem Sing pier	Dry	Blood Cockles	3.118±0.0957	10.04±0.5177	0.004±0.0021	0.054±0.0080
		Mussels	3.105±0.1334	8.634±0.4548	0.005±0.0025	0.033±0.0051
		Oysters	7.952±0.1880	42.57±0.6557	0.010±0.0039	0.386±0.0152
	Wet	Blood Cockles	4.402±0.0474	19.48±0.5123	0.012±0.0037	0.063±0.0092
		Mussels	4.341±0.1236	15.62±0.5016	0.008±0.0024	0.056±0.0033
		Oysters	24.36±0.6963	175.9±3.6175	0.019±0.0041	0.545±0.0551
Khlung pier	Dry	Blood Cockles	2.924±0.1366	9.434±0.0956	0.004±0.0037	0.058±0.0079
		Mussels	3.175±0.1283	8.193±0.1353	0.003±0.0029	0.047±0.0102
		Oysters	7.262±0.1834	36.72±1.331	0.013±0.0029	0.273±0.0537
	Wet	Blood Cockles	3.332±0.2686	18.94±0.6818	0.008±0.0027	0.069±0.0079
		Mussels	3.303±0.2171	17.16±0.5311	0.007±0.0024	0.058±0.0053
		Oysters	21.76±1.0130	167.2±6.2976	0.018±0.0054	0.430±0.0759

Table 2 The permission standard limit in of heavy metal in seafood of the international organization

The international organization	Heavy metals (mg kg^{-1}-wet weight)				Reference
	Cu	Zn	Pb	Cd	
Ministry of Public Health, Thailand	20	100	0.5	2.0	PCD (1999)
WHO	30	100	2.0	1.0	WHO (1982)
Brazilian Ministry of Health	150	250	10	5.0	Heidari *et al*. (2013)
FAO	30	30	0.5	0.005	FAO (1983)
FAO/WHO	30	150	1.5	0.5	FAO/WHO (1984)

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาพบปริมาณทองแดงในหอยแครง หอยแมลงภู่ และหอยนางรมมีค่าอยู่ในช่วง 2.180-4.593, 2.087-4.385 และ 7.262-28.413 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (น้ำหนักเปียก) ตามลำดับ พบปริมาณตะกั่วในหอยแครง หอยแมลงภู่ และหอยนางรมมีค่าอยู่ในช่วง 0.004-0.017, 0.003-0.021 และ 0.010-0.034 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (น้ำหนักเปียก) ตามลำดับ พบปริมาณแคดเมียมในหอยแครง หอยแมลงภู่ และหอยนางรมมีค่าอยู่ในช่วง 0.033-0.087, 0.032-0.072 และ 0.273-0.846 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (น้ำหนักเปียก) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) (Table 2) ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับ สุภาน้อย ทรัพย์สินเสริม และคณะ (2563) และ Potipat *et al*. (2015) ในขณะที่พบปริมาณ

สังกะสีในหอยแครง หอยแมลงภู่ และหอยนางรมมีค่าอยู่ในช่วง 9.434-23.138, 7.029-19.664 และ 36.721-252.34 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (น้ำหนักเปียก) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) ที่ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทั้งนี้ผลการศึกษาสอดคล้องกับทิพย์วรรณ แซ่มา (2551) และ Potipat *et al.* (2015) ที่รายงานว่า ปริมาณสังกะสีจะพบมากในอาหารทะเลโดยเฉพาะหอยนางรม

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณทองแดง สังกะสี ตะกั่ว และแคดเมียมในหอยแครง หอยแมลงภู่ และหอยนางรม จากตลาดน้ำพุ ตลาดเจริญสุข ตลาดนัด เขาไร่ยา ท่าเรือแหลมสิงห์ และท่าเรือขลุง จังหวัดจันทบุรี ในฤดูแล้งของเดือนมีนาคม และฤดูฝนของเดือนกันยายน 2563 พบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของทองแดง สังกะสี ตะกั่ว และแคดเมียมในหอยแครง หอยแมลงภู่ และหอยนางรมในฤดูฝนมีการสะสมโลหะหนักมากกว่าฤดูแล้ง เนื่องจากในฤดูฝน กระแสน้ำมีการพัดพาโลหะหนักจากแหล่งต่าง ๆ เช่น พื้นที่ทำการเกษตร ประมง โรงงานอุตสาหกรรม และเหมืองแร่ ไหลลงสู่แหล่งน้ำซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของหอยเศรษฐกิจ (Figure 2)

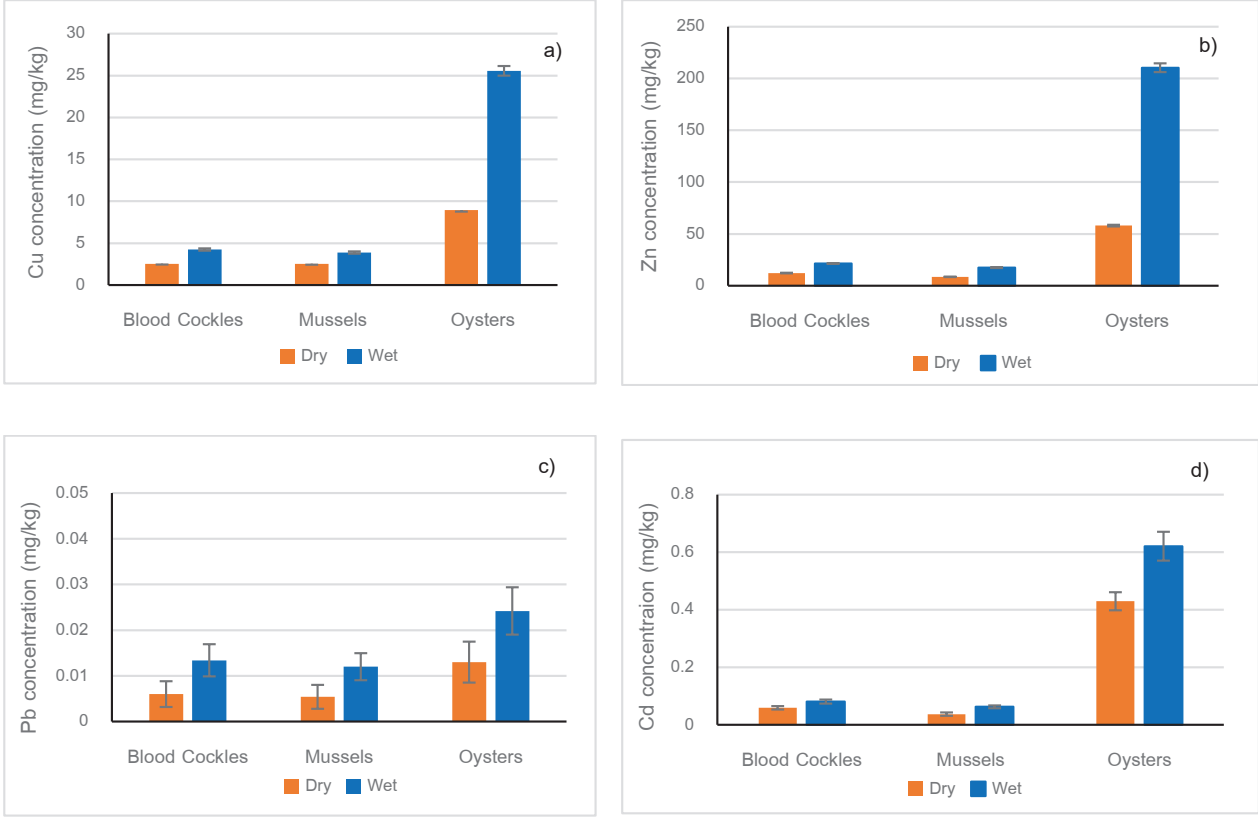

Figure 2 The average concentration of a) Cu b) Zn c) Pb and d) Cd in Blood Cockles, Mussels and Oysters in dry and wet seasons from Chanthaburi province

จาก Figure 2 ชี้ให้เห็นว่าฤดูฝนมีการสะสมของโลหะหนักมากกว่าฤดูแล้ง เนื่องจากอิทธิพลของกระแสน้ำมีการพัดพาโลหะหนักจากการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตชายฝั่งทะเลของจันทบุรี ได้แก่ พื้นที่การเพาะเลี้ยงกุ้ง (45.3%), นาข้าว (24.5%), สวนผลไม้ (14.2%), ป่าชายเลน (6.1%), สวนยางพารา (4.9%) และป่าดงดิบ (3.5%) (Raine, 1994) อีกทั้งการขยายตัวของเมืองอย่างแพร่หลายกิจกรรมท่องเที่ยวและนันทนาการอย่างต่อเนื่องเพิ่มขึ้นทั้งพื้นที่ชายทะเลและริมฝั่งแม่น้ำจันทบุรี มาสะสมในแหล่งอาศัยของหอย อีกทั้งพฤติกรรมการกินอาหารโดยการกรองของหอย จึงสามารถกรองเอาโลหะหนักเข้าไปสะสมในเนื้อเยื่อได้สูง (แววตา ทองระอา และคณะ, 2557) นอกจากนี้ยังพบว่ามีปริมาณสังกะสีในหอยนางรมในช่วงฤดูฝนมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) อย่างไรก็ตามการนำหอยนางรมมาบริโภคยังคงมีความปลอดภัย เนื่องจากมีรายงานของพิพัฒน์ นพคุณ (2541) ได้ทำการสำรวจพฤติกรรมการบริโภค (Dietary survey) พบว่า คนไทยบริโภคปลาและอาหารทะเลเฉลี่ยเพียงวันละ 34.8 กรัมต่อคนเท่านั้น แต่ถ้ารับประทานเป็นประจำ โดยเฉพาะหอยนางรมและหอยแมลงภู่ และมีปัจจัยเสี่ยงด้านอื่นๆ เช่น

สูบบุหรี่ การทำงานที่ต้องสัมผัสโลหะหนักดังกล่าว อาจส่งผลให้มีความปลอดภัยลดลง (ทิพย์วรรณ แซ่มา, 2551)

นอกจากนี้ดำเนินการศึกษาความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ โดยทำการทดลองและคำนวณหาค่าขีดจำกัดการตรวจวัดและร้อยละการกลับคืน (Table 3) สำหรับการทดสอบขีดจำกัดการตรวจวัด ทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงของ Blank จำนวน 10 ขวด ขวดละ 3 ซ้ำ และการทดสอบร้อยละการกลับคืน ทำการเติมสารละลายมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นและปริมาตรที่แน่นอนลงในตัวอย่างๆ ละ 3 ซ้ำ

Table 3 Method Detection Limit (MDL) and Recoveries for the determination of Cu, Zn, Pb and Cd

Elements	MLD (mg kg^{-1})	%Recovery
Cu	0.0040	92-98
Zn	0.025	92-95
Pb	0.0016	81-86
Cd	0.0028	91-93

ผลการศึกษาพบว่าค่าขีดจำกัดการตรวจวัด ของทองแดง สังกะสี ตะกั่ว และแคดเมียม มีค่าเท่ากับ 0.0040, 0.025, 0.0016 และ 0.0028 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ค่าร้อยละการกลับคืนของสารละลายมาตรฐานทองแดง สังกะสี ตะกั่ว และแคดเมียม มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 81-98 ซึ่งอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ของมาตรฐานทางอาหารและยา (AOAC, 2002) กำหนดให้ร้อยละการกลับคืนมีค่าที่ยอมรับได้อยู่ในช่วงร้อยละ 80-115 แสดงว่าวิธีการวิเคราะห์นี้มีความถูกต้องแม่นยำ

สรุปผลการวิจัย

การปนเปื้อนทองแดง สังกะสี ตะกั่ว และแคดเมียม ในหอยแครง หอยแมลงภู่ และหอยนางรม จากตลาดน้ำพุ ตลาดเจริญสุข ตลาดนัดเขาไร่ยา ท่าเรือแหลมสิงห์ และท่าเรือขลุง จังหวัดจันทบุรี ในฤดูแล้งของเดือนมีนาคม และฤดูฝนของเดือนกันยายน 2563 พบว่าทองแดง ตะกั่ว และแคดเมียมมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) ในขณะที่ปริมาณสังกะสีในหอยนางรมในช่วงฤดูฝนมีค่ามากกว่ามาตรฐาน เนื่องจากอิทธิพลของกระแสน้ำที่พัดพาโลหะหนักจากแหล่งต่างๆ สะสมบริเวณที่อยู่อาศัยของหอยเศรษฐกิจ รวมถึงการกินอาหารโดยการกรองของหอยจึงสามารถกรองเอาโลหะหนักเข้าไปสะสมในเนื้อเยื่อได้

ดังนั้น เพื่อลดความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการบริโภคหอยนางรมควรบริโภคในปริมาณที่พอเหมาะ ไม่บริโภคต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลานานๆ รวมถึงไม่มีปัจจัยเสี่ยงด้านอื่นๆ เช่น ปัญหาสุขภาพหรือปัจจัยจากการสัมผัสโลหะหนักดังกล่าวจากแหล่งอื่นจะไม่ส่งผลที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค ตลอดจนไม่ปรากฏผู้ที่ได้รับอันตรายหรือผู้ป่วยเป็นโรคพิษเฉียบพลันโลหะสังกะสีจากการบริโภคหอยสองฝาดังกล่าว นอกจากนี้ข้อมูลความเข้มข้นของโลหะหนักสามารถเป็นดัชนีชี้วัดการปนเปื้อนของสารมลพิษที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมตามแนวชายฝั่งของภาคตะวันออกและการกำหนดมาตรฐานความปลอดภัยต่อการบริโภคสัตว์น้ำต่อไปในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำการวิเคราะห์หาการปนเปื้อนของโลหะหนักในหอยอื่นๆ เพิ่มเติม ที่นอกเหนือจากหอยที่มาจากทะเล เพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องด้านการประเมินความเสี่ยงที่ได้รับจากการรับประทานหอยที่ปนเปื้อนโลหะหนัก

2. ควรมีการศึกษาปริมาณโลหะหนักในน้ำ ดิน ตะกอน และสัตว์เศรษฐกิจอื่นๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเปรียบเทียบปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนัก ซึ่งสามารถนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐาน เพื่อบ่งชี้ถึงระดับการปนเปื้อนของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมทางทะเล ที่มีผลกระทบต่อทรัพยากรทางทะเลและสุขภาพของประชาชนได้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนเครื่องมือและสารเคมีจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และศูนย์วิจัยและพัฒนานวัตกรรมสินค้าเกษตรและอาหารภาคตะวันออก คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. (2529). *พระราชบัญญัติโลหะหนักในอาหาร.* กระทรวงสาธารณสุข.

ณัฐวร ขันธิกุล, เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์ และณิศรา ถาวรโสตร์. (2020). การเปลี่ยนแปลงของปริมาณโลหะหนักในดินตะกอน ตามฤดูกาลและพื้นที่บริเวณพื้นที่อ่าวไทยตอนใน. *Thai Science and Technology Journal*. https://doi: 10.14456/tstj.2020.138.

ทิพย์วรรณ แซ่มา. (2553). การปนเปื้อนโลหะหนักในหอยสองฝาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ บริเวณดอนหอยหลอด จังหวัดสมุทรสงคราม. *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48* (หน้า 191-198).

พิพัฒน์ นพคุณ. (2541). แคดเมียมในอาหารทะเล. *วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 40* (3), 341-345.

แววตา ทองระอา ฉลวย มุสิกะ วันชัย วงสุดาวรรณ และ อาวุธ หมั่นหาผล. (2557). การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพในการได้รับโลหะหนักจากการบริโภคอาหารทะเลบริเวณชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 19* (2), 39-54.

ศุภลักษณ์ พวงสุวรรณ. (2557). *ปริมาณโลหะหนักบางชนิดในปลาทูน่าบริเวณแนวสันเขาใต้น้ำ 90° E*. [วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต,มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์].

สุภาน้อย ทรัพย์สินเสริม ประทุมวัลย์ เจริญพร ภัสราภา แก้วเนิน และนิศานาถ ตัณฑัยย์. (2563). *ปริมาณโลหะหนัก สารชีวพิษ และเชื้อ Escherichia coli ในหอยสองฝาของประเทศไทย*. กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุวัจน์ ธัญรส. (2549). *โลหะหนัก, มลพิษทางทะเลและชายฝั่ง*. โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

Abdullah, M.H., Sidi, J., & Aris, A.Z. (2007). Heavy metals (Cd, Cu, Cr, Pb and Zn) in Meretrix Roding, water and sediments from estuaries in Sabah, North Borneo. Inter *Journal of Environmental and Science Education*, *2* (3), 69-74.

AOAC. (2005). *Official method of analysis (*15th ed.), *Arlington: The Association of Official Analytical Chemists*.

Cajaraville, M.P., Bebianno, M.J., Blasco, J., Porte, C., Sarasquete, C., & Viarenge, A. (2000). The use of biomarkers to assess the impact of pollution in coastal environments of the ierian peninsula: a practical approach. *Science of the Total Environment Journal, 247*, 295-311.

FAO. (1983). *Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products. FAO Fishery Circular No.464.* Food and Agricultrue Organizaton.

Funes, V., Alhama, J., Navas, J.I., Lopez-Barea, J., & Peinado, J. (2006). Ecotoxicological effects of metal pollution in two mollusk species from the Spanish south atlantic littoral. *Journal of Environmental Pollution, 139*, 214-223.

Heidari, B., Bakhtiari, A.R., & Shirneshan, G. (2013). Concentrations of Cd, Cu, Pb and Zn in soft tissue of oyster (Saccostrea cucullata) collected form the Lengeh Port coast, Persian Gulf, Iran: A comparison with the permissible limits for public health. *Food Chemistry, 141*, 3014-19.

Musika, C., Wongsudawan, W. and Thongra- ar, W. (2014). Distribution and accumulation of heavy metals in sediments of the Inner Gulf of Thailand, *Proceedings of the 4th Marine Science: Blue Ocean Science*, 569-580. Prince of Songkla University, Songkla,

PCD. (2015). *The report of the water pollution situation and management year 1998-1999. Ministry of Natural Resources and Envoronment*. Thailand.

Potipat, J., Tangkrock-olan, N., Helander, H.F. (2015). Bioconcentration factor (BCF) and depuration of heavy metals of oysters (*Saccostrea cucullata*) and mussles (*Perna viridis*) in the river basins of coastal area of Chantaburi provice, Gulf of Thailand. *EnvironmentAsia, 8* (2), 118-128.

Raine, R.M. (1994). Current land use and changes in land use over time in the coastal zone of Chanthaburi Province, Thailand. *Biological Conservation, 67* (3), 201-04.

Velusamy, A., Kumar, P.S., Ram, A., & Chinnadurai, S. (2014). Bioaccumulation of heavy metals in commercially important marine fishes from Mumbai harbor, India. *Journal of Marine Pollution Bulletin, 81*, 218-224.

WHO. (1984) *List of maximum levels recommended for contaminants by the joint FAO/WHO codex alimentarius commission. Second Series.* WHO.

WHO. (1982). *Toxicological evaluation of certain food additives*. World Health Organization.