การศึกษาความเข้มข้นโลหะหนัก (As, Cd, Cr, Hg, Ni และ Pb) สะสมในเนื้อเยื่อหอยสองฝาที่กินได้ บริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่รองรับน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี ในเขตตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี

เสถียรพงษ์ ขาวหิต[1*], เกษม จันทร์แก้ว[1], วศิน อิงคพัฒนากุล[2], อรอนงค์ ผิวนิล[1] และ อนุกรณ์ บุตรสันติ์[3]

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[2]วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยศิลปากร

[3]ภาควิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ

การศึกษาความเข้มข้นโลหะหนัก (As, Cd, Cr, Pb, Hg และ Ni) สะสมในเนื้อเยื่อหอยสองฝาที่กินได้จำนวน 6 ชนิด หอยแครง *(Anadara granasa),* หอยตลับชนิดที่ 1 *(Marcia hiantina*), หอยตลับชนิดที่ 2 *(Marcia marmorata*), หอยตลับชนิดที่ 3 *(Katelysia hiantina*), หอยตลับชนิดที่ 4 (*Katelysia marmorata)* และหอยเสียบ *(Phaxas attenuates*) บริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่รองรับน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรีมีการบำบัดน้ำเสียชุมเชนเมืองเพชรบุรีโดยใช้เทคโนโลยีง่ายๆและหลักการแบบธรรมชาติช่วยธรรม ชาติเมื่อทำการบำบัดน้ำเสียชุมชนแล้วจะทำการปล่อยน้ำที่ผ่านการบำบัดลงสู่ทะเลต่อ ไปทำการเก็บตัวอย่าง ช่วงน้ำทะเลลงต่ำสุดในเดือนกันยายน 2555 (ฤดูฝน) และมีนาคม 2556 (ฤดูร้อน) ผลการศึกษาหอยสองฝา 6 ชนิด พบว่าหอยตลับชนิดที่ 4 *(Katelysia marmorata*) มีการสะสมโลหะหนักค่ามากที่สุดคือสารหนู (As) เท่ากับ 0.04037 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หอยตลับชนิดที่ 1 *(Marcia hiantina*) ปริมาณการสะสมโลหะหนักน้อยที่สุดคือปรอท (Hg) เท่ากับ 0.00007 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทั้งนี้ชนิดของโลหะหนักและชนิดของหอยสองฝามีผลต่อความเข้มข้นโลหะหนักที่สะสมในเนื้อเยื่อหอยสองฝา ซึ่งจากการศึกษาพบว่าหอยสองฝา 6 ชนิดและน้ำหนักเท่ากันมีค่าโลหะหนักไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดสามารถที่จะรับประทานและไม่เป็น อันตรายต่อผู้บริโภค

คำสำคัญ: โลหะหนัก, กินได้, หอยสองฝา, ชายฝั่งทะเลที่รองรับน้ำทิ้ง, ระบบบำบัดน้ำเสีย

*** Corresponding author**

เสถียรพงษ์ ขาวหิต

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

E-mail: puiku_1213@hotmail.com

The Study of Heavy Metal Concentrations (As, Cd, Cr, Hg, Ni and Pb) in the Tissue of Edible Bivalves Mollusks Living within Coastal Area Receiving Effluent from Phetchaburi Municipal Wastewater Treatment System, Laem Phak Bia Sub District, Ban Laem District, Phetchaburi Province

Sateinpong Khowhit[1*], Kasem Chunkao[1], Wasin Inkapatanakul[2], Onanong Phewnil[1] and Anukorn Boutson[3]

[1] Department of Environment Science, Faculty of Environment, Kasetsart University
[2] International College, Silpakorn University
[3] Department of Marine Science, Faculty of Fisheries Kasetsart University

ABSTRACT

Heavy metal concentrations (As, Cd, Cr, Hg, Ni and Pb) in the tissue of six species of edible mollusks (ie. *Anadara granasa, Katelysia hiantina*, *Katelysia marmorata, Marcia hiantina*, *Marcia marmorata*, *Phaxas attenuatus*), in the specific coastal area of Laem Phak Bia Sub District, Ban Laem District, Phetchaburi province were studied. Accumulation of heavy metals may be occurred in mollusks from Phetchaburi municipal wastewater treatment system. This project used simple technology based upon the nature-by-nature purifying process, introduced by the wastewater treatment system within the filtration procedure. The sample collections were monitored and recorded at the lowest sea level in September 2012 (rainy season) and March 2013 (summer season). The highest average concentration of heavy metal was As that found in the mollusk *Katelysia marmorata* with 0.04037 milligrams/kilograms (As). The lowest average metal concentration was found to be mercury (Hg), with value of 0.00007 milligrams/kilograms (Hg) in the mollusk *Marcia hiantina*. From this study, six of the bivalves showed heavy metal accumulation within their tissues. However, these metal levels did not exceed the recommended standard levels and may not cause adverse human health effect after consumption.

Keywords: Heavy Metals, Edible, Bivalve, Coast Area Receiving Effluent, Wastewater Treatment

[*]**Conespondence author**
Sateinpong Khowhit
Department of Environment Science
Faculty of Environment, Kasetsart University
E-mail: puiku_1213@hotmail.com

บทนำ

เนื่องจากปัญหามลพิษทางน้ำได้ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการดำรงชีวิต และสุขภาพอนามัยของประชาชนเป็นอันมากและนับวันจะมีความทวีรุนแรงเพิ่มมากขึ้น เทศบาลเมืองเพชรบุรีเป็นเทศบาลขนาดใหญ่พื้นที่ 5.4 ตารางกิโลเมตรมีสภาพเป็นพื้นที่ราบลุ่มมีแม่น้ำเพชรบุรีไหลผ่านกลางเขตเทศบาลเป็นแม่น้ำที่มีความสำคัญทางประวัติศาสตร์ของชาติไทย และเป็นแม่น้ำแหล่งเดียวในประเทศไทยที่มีต้นน้ำและจุดปลายน้ำอยู่ในจังหวัดเพชรบุรี โดยมีชุมชนอาศัยตั้งอยู่ริมแม่น้ำเพชรบุรีมีการใช้น้ำของครัวเรือนตัวอย่างในเขตเทศบาลเมืองเพชรบุรีปริมาณการใช้น้ำเท่า กับ 60.55 ลิตรต่อคนต่อวัน และน้ำเสียเกิดจากกิจกรรมชุมชนที่ก่อให้เกิดโลหะหนัก เช่น เครื่อง ใช้ไฟฟ้า กระดาษอุตสาหกรรมพลาสติก อุตสาหกรรมการผลิตโซดาไฟและคลอรีน ยารักษาโรค หัวเทียน ไส้หลอดไฟฟ้า ขดลวด แม่พิมพ์ เครื่องสำอาง สีทาบ้าน สีน้ำมัน สีป้องกันสนิม น้ำมันหล่อลื่น กระดาษ ปุ๋ย สารเคมีกำจัดศัตรูพืช การล้างอัดรูปและการผลิตสิ่งทอ ปริมาณน้ำร้อยละ 95.06 ของการใช้ในภาคครัวเรือนถูกปล่อยลงท่อระบายน้ำทิ้งสาธารณะของเทศบาลส่งผลทำให้เกิดการเน่าเสียแม่น้ำเพชรบุรี ซึ่งจากปัญหาน้ำเน่าเสียแม่น้ำเพชรบุรี พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงมีพระราชประสงค์แก้ปัญหาน้ำเสียแม่น้ำเพชรบุรี ทำการจัดตั้งโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวด ล้อมฯ ปี 2533 โดยใช้หลักการใช้เทคโน โลยีที่ไม่ยุ่งยาก, นำไปใช้ได้ง่ายทุกพื้นที่และประหยัดค่า ใช้จ่ายภายใต้หลักการที่ว่าให้ธรรมชาติช่วยธรรม ชาติ[1-5]

หอยสองฝาเป็นที่นิยมใช้เป็นตัวประเมินตรวจสอบปัญหามลพิษทางน้ำด้านสิ่งแวดล้อมของแหล่งน้ำ โดยเฉพาะปัญหามลพิษทางด้าน โลหะหนักเนื่องจากหอยสองฝามีวงจรชีวิตอาศัยบริเวณพื้นที่นั้นๆไม่สามารถเคลื่อนที่ไปไหน, กินอาหารโดยการกรอง หายใจเข้า ออกและมีน้ำผ่านเข้าออกร่างกายตลอดเวลาจึงทำเกิดการสะสม โลหะหนักในเนื้อเยื่อ[6-11] เนื่องจากหอยสองฝาเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่สำคัญบริเวณน้ำที่ชายฝั่งทะเลของโครงการฯ และมีรายงานว่าชาวประมงมีการบริโภคหอยสองฝาเป็นจำนวน 300 ตัน/ปี อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับว่าโลหะหนักชนิดใดจะมีการสะสมในหอยสองฝาในแต่ละชนิดตลอดจนผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคหอยเหล่านี้

วัตถุประสงค์การวิจัย

ศึกษาความเข้มข้นโลหะหนัก (As, Cd, Cr, Pb, Hg และ Ni) สะสมในเนื้อเยื่อหอยสองฝาที่กินได้จำนวน 6 ชนิด

วิธีดำเนินการวิจัย

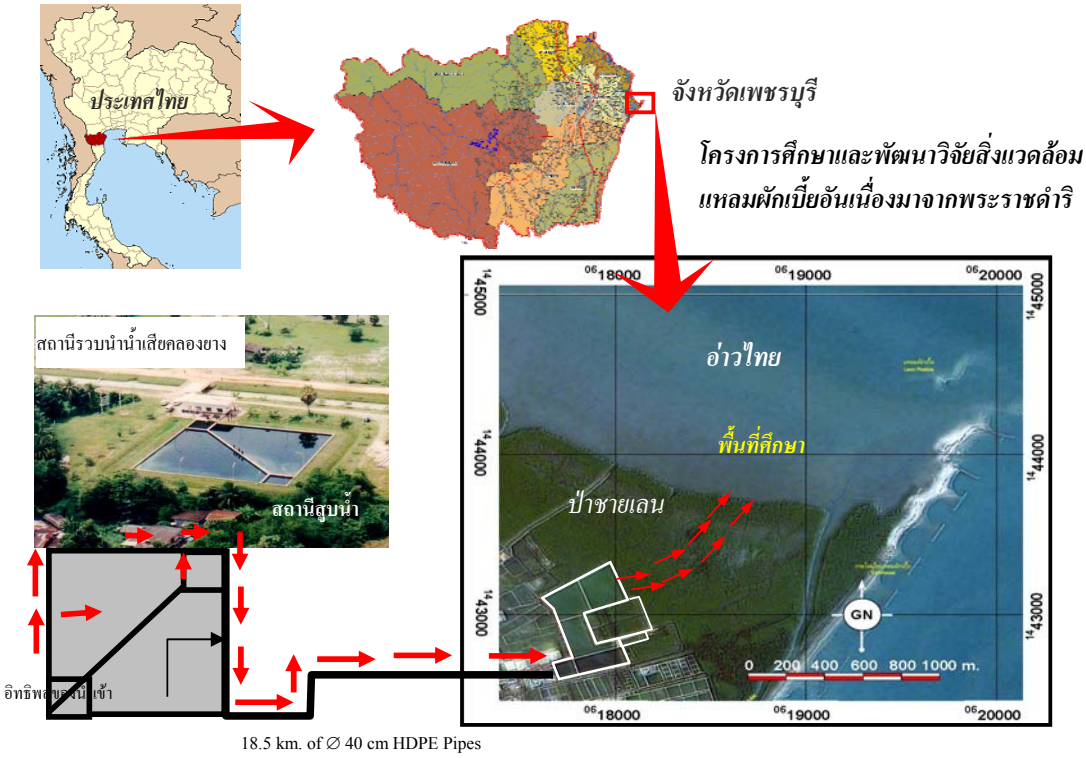
1. พื้นที่ศึกษา

ทำการศึกษาบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ตั้งอยู่บนพิกัด UTM 1442240 เหนือ ถึง 1443480 เหนือ และ 0617780 ตะวันออก ถึง 0619271 ตะวันออก ครอบคลุมพื้นที่ 551 ไร่ 45.6 ตารางวา ดังภาพที่ 1 โดยทำการรวบรวมน้ำเสียเทศบาลเมืองเพชรบุรีส่งผ่านท่อลำเลียงระยะทาง 18.5 กิโลเมตร เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียของโครงการฯ ใช้กระบวนทางธรรมชาติบำบัดน้ำเสียชุมชนเมืองเพชรบุรี

ประกอบด้วย 4 ระบบ คือ 1) บ่อบำบัด 2) พืชและหญ้ากรอง 3) พื้นที่ชุ่มน้ำเทียม และ 4) แปลงป่าชายเลนหลังจากนั้นก็ถูกปล่อยสู่ชายฝั่งทะเลต่อไป

2. การวางแผนการเก็บตัวอย่างหอยสองฝา

การเก็บหอยสองฝาในช่วงเวลาที่น้ำลงต่ำสุดบริเวณชายฝั่งทะเลโครงการศึกษาวิจัย และพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมา จากพระราชดำริ เดือนกันยายน 2555 (ฤดูฝน) และมีนาคม 2556 (ฤดูร้อน) นำตัวอย่างหอยที่เก็บได้ใส่ในถุงเก็บตัวอย่างที่เตรียมไว้แล้วทำการจำแนกชนิดหอยตามวิธี[13-16] ชั่งน้ำหนักหอยที่จำแนกตามชนิด (1 ชนิดต่อ 2 กิโลกรัม) นำหอยสองฝาจำนวน 2 กิโลกรัมที่ได้มาทำการแกะเปลือกแร่เนื้อและนำตัวอย่างเนื้อเยื่อหอยสองฝาทั้งหมดบรรจุใส่ถุงพลาสติก,ชั่งน้ำหนักเนื้อเยื่อและบรรจุในกล่องพลาสติกอุณหภูมิ -20 ^{O}C นำตัวอย่างหอยสองฝานำไปส่งวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติ Central Laboratory Thailand (ISO/IEC17025) ต่อไป



ภาพที่ 1 โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี

3. การวิเคราะห์ตัวอย่างหอยสองฝา

การศึกษาความเข้มข้นโลหะหนักในเนื้อเยื่อหอยสองฝาตามวิธีการ[17,18] ทำการวิเคราะห์โดยวิธี Inductively Couple Plasma-Mass Spectroscopy (ICP-MS) และ Inductively Couple Plasma Optical Emission Spectroscopy (ICP-OES) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์เนื้อเยื่อหอยสองฝา

ชนิดโลหะหนัก	วิเคราะห์
อาร์เซนิก (As)(mg/kg)	ICP-MS
แคดเมียม (Cd) (mg/kg)	ICP-MS
โครเมียม (Cr) (mg/kg)	ICP-MS
ปรอท (Hg) (mg/kg)	ICP-MS
ตะกั่ว (Pb) (mg/kg)	ICP-OES
นิกเกิล (Ni) (mg/kg)	ICP-MS

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณา (Descriptive Statistics)

ผลการวิจัย

ค่าความเข้มข้นของโลหะหนักสะสมในเนื้อเยื่อหอยสองฝา

1. หอยแครง *(Anadara granasa)*

ค่าความเข้มข้นโลหะหนักสะสมในเนื้อเยื่อหอยแครง *(Anadara granasa)* มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00003 - 0.01167 และค่าเฉลี่ย 0.00304 ± 0.00364 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสารหนู (As) พบมากที่สุดเท่ากับ 0.00917 รองลงมา ได้แก่ แคดเมียม (Cd) เท่ากับ 0.00577, นิกเกิล (Ni) เท่ากับ 0.00175, ตะกั่ว (Pb) เท่ากับ 0.00089, โครเมียม (Cr) เท่ากับ 0.00060 และ ปรอท (Hg) เท่ากับ 0.00009 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ดังตารางที่ 2

2. หอยตลับชนิดที่ 1 *(Katelysia hiantina*)

ค่าความเข้มข้นโลหะหนักสะสมในเนื้อเยื่อหอยตลับชนิดที่ 1 *(Katelysia hiantina*) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00003 - 0.01726 และค่าเฉลี่ย 0.00341 ± 0.00541 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่า เฉลี่ยสารหนู (As) พบมากที่สุดเท่ากับ 0.01458 รองลงมา นิกเกิล (Ni) เท่ากับ 0.00268, แคดเมียม (Cd) เท่ากับ 0.00151, โครเมียม (Cr) เท่ากับ 0.00092, ตะกั่ว (Pb) เท่ากับ 0.00067 และ ปรอท (Hg) เท่ากับ 0.00011 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตาม ลำดับ ดังตารางที่ 2

3. หอยตลับชนิดที่ 2 (*Katelysia marmorata)*

ค่าความเข้มข้นโลหะหนักสะสมในเนื้อเยื่อหอยตลับชนิดที่ 2 (*Katelysia marmorata)* มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00003 - 0.04358 และค่าเฉลี่ย 0.01059 ± 0.01428 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยคือสารหนู (As) พบมากที่สุดเท่ากับ 0.04037 รองลงมาได้แก่ นิกเกิล (Ni) เท่ากับ 0.00759, โครเมียม (Cr) เท่ากับ 0.00749, แคดเมียม (Cd) เท่ากับ 0.00532, ตะกั่ว (Pb) เท่ากับ 0.00242 และ ปรอท (Hg) เท่ากับ 0.00034 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ดังตารางที่ 2

4. หอยตลับชนิดที่ 3 *(Marcia hiantina*)

ค่าความเข้มข้นโลหะหนักสะสมในเนื้อ เยื่อหอยตลับชนิดที่ 3 *(Marcia hiantina*) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00003 - 0.01046 และค่าเฉลี่ย 0.00204 ± 0.00310 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมซึ่งมีค่าเฉลี่ยสารหนู (As) พบมากที่สุดเท่ากับ 0.00809 รองลงมา ได้แก่ นิกเกิล (Ni) เท่ากับ 0.00207, แคดเมียม (Cd) เท่ากับ 0.00112, โครเมียม (Cr) เท่ากับ 0.00059, ตะกั่ว (Pb) เท่ากับ 0.00036 และ ปรอท (Hg) เท่ากับ 0.00007 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นโลหะหนักสะสมในเนื้อเยื่อหอยสองฝา (mg/kg, wet wt) เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

ดัชนี	ฤดู	โลหะหนัก					
		สารหนู (As)	แคดเนียม (Cd)	โครเมียม (Cr)	ปรอท (Hg)	นิเกิล (Ni)	ตะกั่ว (Pb)
หอยแครง *(Anadara granasa)*	ฤดูฝน	0.01167	0.00593	0.00061	0.00014	0.00250	0.00096
	ฤดูร้อน	0.00666	0.00561	0.00058	0.00003	0.00100	0.00081
	ค่าเฉลี่ย	**0.00917**	**0.00577**	**0.00060**	**0.00009**	**0.00175**	**0.00089**
หอยตลับชนิดที่ 1	ฤดูฝน	0.01726	0.00161	0.00096	0.00019	0.00347	0.00069
(Katelysia hiantina)	ฤดูร้อน	0.01189	0.00141	0.00088	0.00003	0.00188	0.00064
	ค่าเฉลี่ย	**0.01458**	**0.00151**	**0.00092**	**0.00011**	**0.00268**	**0.00067**
หอยตลับชนิดที่ 2	ฤดูฝน	0.04358	0.00535	0.00756	0.00064	0.00992	0.00245
(Katelysia marmorata)	ฤดูร้อน	0.03716	0.00528	0.00741	0.00003	0.00526	0.00238
	ค่าเฉลี่ย	**0.04037**	**0.00532**	**0.00749**	**0.00034**	**0.00759**	**0.00242**
หอยตลับชนิดที่ 3	ฤดูฝน	0.01046	0.00133	0.00061	0.00011	0.00307	0.00040
(Marcia hiantina)	ฤดูร้อน	0.00571	0.00091	0.00057	0.00003	0.00106	0.00032
	ค่าเฉลี่ย	**0.00809**	**0.00112**	**0.00059**	**0.00007**	**0.00207**	**0.00036**
หอยตลับชนิดที่ 4	ฤดูฝน	0.02487	0.00293	0.00153	0.00033	0.00704	0.00094
(Marcia marmorata)	ฤดูร้อน	0.01791	0.00252	0.00150	0.00003	0.00315	0.00088
	ค่าเฉลี่ย	**0.02139**	**0.00273**	**0.00152**	**0.00018**	**0.00510**	**0.00091**
หอยเสียบ *(Phaxas attenuates*)	ฤดูฝน	0.01289	0.00066	0.00130	0.00018	0.00458	0.00156
	ฤดูร้อน	0.00798	0.00032	0.00126	0.00003	0.00324	0.00132
	ค่าเฉลี่ย	**0.01044**	**0.00049**	**0.00128**	**0.00011**	**0.00391**	**0.00144**
มาตรฐานกระทรวงสาธารสุข[19]		2			0.5	1	
Department of Health [20]			3		1		4
EC [21]			1		0.5		1.5
FSANZ [22]			2				2
FSVPS [23]			2		0.2		10
HKEPD [24]		10	2		0.5		6
MIFAFF [25]			2				
US FDA [26]			4				1.7
China [27]		1.0	0.1		0.3		0.5

5. หอยตลับชนิดที่ 4 *(Marcia marmorata)*

ค่าความเข้มข้นโลหะหนักสะสมในเนื้อเยื่อหอยตลับชนิดที่ 4 *(Marcia marmorata)* มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00003 - 0.02487 และค่าเฉลี่ย 0.00530 ± 0.00788 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสารหนู (As) พบมากที่สุดเท่ากับ 0.02139รองลงมานิกเกิล (Ni) เท่ากับ 0.00510, แคดเมียม (Cd) เท่ากับ 0.00273, โครเมียม (Cr) เท่ากับ 0.00152, ตะกั่ว (Pb) เท่ากับ 0.00091 และ ปรอท (Hg) เท่ากับ 0.00018 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตาม ลำดับ ดังตารางที่ 2

6. หอยเสียบ *(Phaxas attenuates)*

ค่าความเข้มข้นโลหะหนักสะสมในเนื้อเยื่อหอยเสียบ *(Phaxas attenuates)* มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00003 - 0.01289 และค่าเฉลี่ย 0.00294 ± 0.00388 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสารหนู (As) พบมากที่สุดเท่ากับ 0.01044 รองลงมานิกเกิล (Ni) เท่ากับ 0.00391, ตะกั่ว (Pb) เท่ากับ 0.00144, โครเมียม (Cr) เท่ากับ 0.00128, แคดเมียม (Cd) เท่ากับ 0.00049 และ ปรอท (Hg) เท่ากับ 0.00011 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ดังตารางที่ 2

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาเข้มข้นโลหะหนักสะสมในเนื้อเยื่อหอยสองฝา 6 ชนิด เมื่อทำการเปรียบเทียบค่ามาตรฐานกระทรวงสาธารสุข[19]และระดับนานาชาติ[20-27] ดังตารางที่ 2 จะพบว่าค่าโลหะหนักในเนื้อเยื่อหอยสองฝา 6 ชนิด สารหนูมีการสะสมในเนื้อหอยมากที่สุดและค่าที่พบต่ำกว่าค่ามาตรฐานอ้างอิง สามารถที่จะนำหอยสองฝา 6 ชนิด ไปรับประทานได้ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค น้ำเสียที่เกิดจากบ้านเรือนหรือกิจ กรรมชุมชนมีจะมีสารหนูเป็นส่วนประกอบมากที่สุดอยู่ในรูปของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์[28,29] สารหนูมีโครงสร้างทางเคมีซับซ้อนตัวโลหะหนักชนิดอื่นๆ ทำให้ไม่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพในน้ำทะเล ประกอบกับน้ำทะเลปริมาณสารหนูอยู่ระหว่าง 1.0-1.8 ไมโครกรัมต่อลิตรและจากการสึกกร่อนของพื้นผิวโลกหรือเปลือกโลกพบอยู่ 1.5-2 ppm[30-33] ซึ่งการศึกษาการสะสมโลหะหนักในเนื้อเยื่อหอยสองฝามีปริมาณการสะสมโลหะหนักแตกต่างกันขึ้นอยู่ชนิดของหอยสองฝาและชนิดของโลหะหนัก, ฤดูกาลรวมถึงลักษณะที่ตั้งพื้นที่ชายฝั่งทะเลนั้นๆ จะส่งผลต่อการสะสมโลหะหนักในเนื้อเยื่อหอยทั้งสิ้น[34-38] นอกจากนี้ผลจากการศึกษายังบ่งบอกถึงประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนที่ใช้วิธีธรรมชาติช่วยธรรมชาติสามารถที่จะบำบัดคุณภาพน้ำโลหะหนักที่เกิดจากชุมชนเมืองเพชรบุรีได้และน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วเมื่อปล่อยสู่ชายฝั่งทะเลไม่ส่งผลกระ ทบและเกิดมลภาวะทางสิ่งแวดล้อม

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาความเข้มข้นโลหะหนักในเนื้อเยื่อหอยสองฝา 6 ชนิด ที่มีน้ำหนักเท่ากันคือจำนวน 2 กิโลกรัม บริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่รองรับน้ำเสียชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้วจากชุม ชนเมืองเพชรบุรีพบมากที่สุด คือ หอยตลับชนิดที่ 2 (*Katelysia marmorata)* พบว่ามีค่าสารหนู (As) เท่ากับ 0.04037 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้อยที่สุดคือหอยตลับชนิดที่ 3 *(Marcia hiantina)* พบว่ามีค่าปรอท (Hg) เท่ากับ 0.00007 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เลยระดับที่ตรวจพบอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมูลนิธิชัยพัฒนาและโครงการศึกษาและวิจัยสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ที่สนับสนุนเงินทุนวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Reilly C. Metal Contamination of Food. Applied Science Publishers Ltd., London, 1980.
2. Berman E. Toxic Metals and their Analysis. Cambridge University Press, London, 1980.
3. Schroeder HW. Sampling and Analysis of Mercury and Its Compounds in Atmosphere. *Environ Sci Technol* 1982; 11(7): 394A-400A.
4. Stokinger HE. The metals, *In* F.A. Patty (ed.). *Industrial Hygiene and Toxicology*. Inter Science Publisher, New York 1963, 1073-1188.
5. LERD. Economized technology for garbage disposal and wastewater treatment by aquatic Plants. The King's Initiative Laem Phak Bia Environmental Research and Development Project at Laem Phak Biasub-district, Ban Laem district, Petchburi province, 1999.
6. Rashid AW, Wan VL, Abdullah MH. Accumulation and depuration of heavy metals in the hard clam (*Meretrix meretrix*) under laboratory conditions. *Tropical Life Sciences Research* 2009; 20(1): 17-24.
7. Bebianno MJ, Langston WJ. Induction of metallothionein synthesis in the gill and kidney of *Littorina littorea* exposed to cadmium. *J Mar Biol Assoc UK*1995; 75: 173-186.
8. Cajaraville MP, Bebianno MJ, Blasco J, *et al.* A. The use of biomarkers to assess the impact of pollution in coastal environments of the Iberian Peninsula: A practical approach. *Sci Total Environ* 2000; 247: 295-311.
9. Funes V, Alhama J, Navas JI, *et al.* Ecotoxicological effects of metal pollution in two mollusc species from the Spanish South Atlantic littoral. *Environ Pollut* 2006; 139: 214-223.
10. Abdullah MH, Sidi J, Aris AZ. Heavy Metals (Cd, Cu, Cr, Pb and Zn) in *Meretrix meretrix* Röding, Water and Sediments from Estuaries in Sabah, North Borneo. *Inter J Environ Sci Education* 2007; 2(3): 69-74.
11. Huang H, Wu JY, Wu JH. Heavy Metal Monitoring Using Bivalved Shellfish from Zhejiang Coastal Waters, East China Sea. *Environ Monit Assess* 2007; 129:315-320.
12. เสถียรพงษ์ ขาวหิต, วศิน อิงคพัฒนากุล, อรอนงค์ ผิวนิล, อนุกรณ์ บุตรสันติ์ และคณะ. ความชุกชุมของหอยบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่

รองรับน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรีในเขตตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี.การประชุมวิชาการครั้งที่ 52 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 4 - 7 กุมภาพันธ์ 2557, กรุงเทพมหานคร; 2557, 321-330.

13. Nateewathana A. Taxonomic Account of Commercial and Edble Mollusks, Excluding Cephalopods, of Thailand. *Phuket MarBiol Cen Res Bull* 1995;15: 93-116.
14. Poutiers JM. The Living Marine Resources of the Western Central Pacific. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes. Carpenter KE. Niem VH. (Eds). Volume 1. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 1998.
15. Robba E, Geronimo ID, Chaimanee N, *et al.* Holocene and Recent Shallow Softbottom Mollusks from the Northern Gulf of Thailand area: *Bivalvia Bol Malacol Roma* 2002; 38: 49-132.
16. Swennen C, Moolenbeek RG, Ruttanadakul N, *et al.* The Molluscsof the Southern Gulf of Thailand *:* The Biodiversity Research and Training Program, Bangkok, 2001.
17. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Method of Analysis. 15th ed., Arlington: The Association of Official Analytical Chemists, 2005.
18. APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (21st ed.).Washington, D.C.: American Public Health Association (APHA)., 2005.
19. กระทรวงสาธารณสุข. พระราชบัญญัติโลหะหนักในอาหาร.ประการกระทรวงสาธารณสุข. ฉบับที่ 98, 2529.
20. Department of Health (South Africa). *Regulation Relating to Maximum Levels for Metals in Foodstuffs :* Amendment. No. R, 2003; 358.
21. EC (European Commission). *Setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs*. Commission regulation (EC) No 1881/2006. Official Journal of the European Union, 2006.
22. FSANZ (Food Standards Australia New Zealand Authority). *Australian Government Publishing Service*, Canberra, 1996.
23. FSVPS (Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Surveillance). Available at http://www.fsvps.ru/fsvps/main.html?_language=en, accessed, Apr. 1, 2014 .
24. HKEPD (Hong Kong Environmental Protection Department). *Marine water quality in Hong Kong in 1997*. Government Printer Hong Kong, 1997.
25. MIFAFF (Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries). Available at http://eng.kfda.go.kr/index.php, accessed Apr. 1, 2014.

26. USFDA (Food & Drug Administration of the United States). *US Food and Drug Administration*. Shellfish Sanitation Branch, Washington, DC, 1990.
27. Zhang W B, Jin M, Zhou, Y. China's marine shellfish standard and heavy metal pollution index. *Mar. Sci. (Chinese)* 2004; 28: 72 -74.
28. Ramalho RS. Introduction to Wastewater Treatment Processes. Academic Press, Inc., New York, 1977.
29. Landner L. *Chemical in aquatic environment.* Springer-verlag, Berlin. 1989.
30. Andreae MO. and PN. Froelich. Arenic, antimony and germaium biogeochemistry in the Baltic Sea. *Tellus* 1984; 36B:101-117.
31. Anderson I. *Arsrapport for recipientundersokninger utanfor Ronnskarsverken 1979.* Cited by L. Lander. Chemical in aquatic environment. Springer-verlag, Berlin, 1980.
32. NAS. Medical and biology effects of environmrnt pollutants: Arsenic. National Academy of Sciences, Washington D.C., 1977.
33. Sander JG. Arsenic cycling in the marine system. *Mar. Environ. Res* 1980; 3(4):257-266.
34. Phillips DJH. The chemistries and environmental fates of trace metals and organochlorines in aquatic ecosystem. *Mar Pollut Bull* 1995; 31: 193-200.
35. Han BC, Jeng WL, Chen RY, *et al.* Estimation of target hazard quotients and potential health risks for metals by consumption of seafood in Taiwan. *Arch Environ Contam Toxicol* 1998; 35:711-720.
36. Hung TC, Jeng WL, Ling YC, *et al.* Distribution of Heavy Metals Along the Machu/Taiwan-Minjiang/China Estuarine and Coastal Waters, Sediments and Bivalves. *Toxicol Environ Chem* 1998; 67:83-103.
37. Jeng M-S, Jeng W-L, Hung T-C, *et al.* Mussel watch: A review of Cu and other metals in various marine organisms in Taiwan, 1991-98. *Environ Pollut* 2000; 110: 207-215.
38. Wang Y, Liang L, Shi J, *et al.* Study on the contamination of heavy metals and their correlations in mollusks collected from coastal sites along the Chinese Bohai Sea. *Environ Int* 2005; 31:1103-1113.