

สำนักเกษตร มหาวชิราวุธ

ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

ปริมาณสารหนูรวมในน้ำและดินตะกอน จากลำคลองและชายฝั่งทะเล

โดยรอบนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง

รินระวี พูลเกษม

12 ก.ค. 2555
323062

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

มิถุนายน 2556

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก ศูนย์ความเป็นเลิศด้านอนามัย
สิ่งแวดล้อม พืชวิทยาและการบริหารจัดการสารเคมี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอแสดงความขอบคุณ
เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณการแนะนำแนวทางที่ถูกต้องและการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องจากอาจารย์ที่
ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา ภาณุตระกูล ประธานกรรมการและคณะกรรมการ
ดร.วิมลพร ไวยนิกิ และ ดร.อภิญา นวคุณ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำเป็นอย่างดี ผู้วิจัยรู้สึก
ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความขอบคุณ คุณชนชนก อรุณเลิศ และคุณธนศพล วงศ์นรา เจ้าหน้าที่ของ
สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ คุณรัตน มั่นประสิทธิ์ ผู้อำนวยการและเจ้าหน้าที่
กลุ่มชีวประวัติน้ำทะเล ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก (ระยอง)
กรมประมง ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในเรื่องการกำหนดจุดเก็บและดำเนินการเก็บตัวอย่างใน
พื้นที่โดยรอบนิคม ฯ มาบตาพุด และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของภาควิชาวาริชศาสตร์ โครงการ
บัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และน้องนิสิตที่เกี่ยวข้องทุกคนที่ช่วยงานเป็นอย่างดี
มาโดยตลอดตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง งานในห้องปฏิบัติการรวมถึงการทำแผนที่ทาง
ภูมิศาสตร์ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

และสุดท้ายขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และทุก ๆ คนที่มีส่วนช่วยจนทำให้วิทยานิพนธ์
ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

รินระวี พูลเกษม

52910166: สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม; วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

คำสำคัญ: สารหนูรวม/ แหล่งน้ำ/ ดินตะกอน/ ลำคลอง/ ชายฝั่งทะเล/ นิคมอุตสาหกรรม

มาบตาพุด/ จังหวัดระยอง

รินระวี พูลเกษม: ปริมาณสารหนูรวมในน้ำและดินตะกอน จากลำคลองและชายฝั่งทะเล โดยรอบนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง (TOTAL ARSENIC IN WATER AND SEDIMENT FROM CANALS AND COASTAL AREA AROUND MAPTAPHUT INDUSTRIAL ESTATE, RAYONG PROVINCE) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: สุวรรณ ภาณุตระกูล, D.Sc., 116 หน้า. ปี พ.ศ. 2556.

ทำการศึกษาปริมาณและการแพร่กระจายของสารหนูรวมในน้ำบ่อต้นบ่อบาดาล น้ำผิวดิน น้ำทะเล และดินตะกอน (ขนาด <125 ไมโครเมตร) จากพื้นที่โดยรอบนิคม ฯ มาบตาพุด พบว่าปริมาณสารหนูรวมในน้ำบ่อต้นและบ่อบาดาล มีค่าอยู่ในช่วง <0.015–15.15 ไมโครกรัมต่อลิตรซึ่งทั้งหมดยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้เพื่อการบริโภค (เกณฑ์อนุโลมสูงสุด) ปริมาณสารหนูรวมในน้ำผิวดินจากคลองพูน ชากหมาก ห้วยใหญ่ และทับมามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.90 ± 15.73 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยร้อยละ 32 ของตัวอย่างน้ำผิวดินมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ยกเว้นตัวอย่างทั้งหมดจากคลองทับมามีอยู่ห่างเขตนิคม ฯ มากกว่าคลองอื่นยังมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ฯ ปริมาณสารหนูรวมในดินตะกอนจากทั้ง 4 กลุ่มคลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.86 ± 13.14 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) โดยส่วนใหญ่ของตัวอย่างดินตะกอน (ร้อยละ 72.97) มีค่าเกินร่างเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพดินตะกอนแหล่งน้ำผิวดินของประเทศไทย ทั้งนี้ดินตะกอนจากทุกสถานีในคลองชากหมากซึ่งไหลผ่านพื้นที่อุตสาหกรรมในเขตนิคม ฯ มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน ฯ ปริมาณสารหนูรวมในน้ำทะเลจากชายฝั่งทะเลบริเวณนิคม ฯ มาบตาพุดจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 และ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.19 ± 0.55 และ 0.93 ± 0.20 ไมโครกรัมต่อกรัมลิตร ตามลำดับ ตัวอย่างน้ำทะเลทั้งหมดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง ปริมาณสารหนูรวมในดินตะกอนชายฝั่งทะเลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.34 ± 3.81 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) โดยร้อยละ 13 ของตัวอย่างดินตะกอนชายฝั่งมีค่าเกินร่างเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพดินตะกอนชายฝั่งทะเลของประเทศไทย ปริมาณสารหนูรวมในน้ำทะเลและดินตะกอนชายฝั่งมีค่าสูงในตัวอย่างจากปากคลองชากหมากและมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อระยะห่างฝั่งเพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) ซึ่งให้เห็นว่าสารหนูในน้ำและดินตะกอนชายฝั่งทะเลในพื้นที่นิคม ฯ น่าจะมีแหล่งที่มาจากกิจกรรมบนแผ่นดินและยังพบว่าปริมาณสารหนูรวมในดินตะกอนชายฝั่งมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) เมื่อปริมาณสารหนูรวมในน้ำทะเลและค่า % Ignition loss หรือปริมาณสารอินทรีย์

ในดินตะกอนมีค่าเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าการสะสมตัวของสารหนูในดินตะกอนชายฝั่งทะเลถูกควบคุมโดยปริมาณสารหนูในน้ำทะเล และปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

52910166: MAJOR: ENVIRONMENTAL SCIENCE; M.Sc.
(ENVIRONMENTAL SCIENCE)

KEYWORDS: TOTAL ARSENIC/ WATER/ SEDIMENT/ CANALS/ COASTAL
AREA/ MAPTAPHUT INDUSTRIAL ESTATE/ RAYONG
PROVINCE

RINRAWEE POOLKASEM: TOTAL ARSENIC IN WATER AND
SEDIMENT FROM CANALS AND COASTAL AREA AROUND MAPTAPHUT
INDUSTRIAL ESTATE, RAYONG PROVINCE. ADVISORY COMMITTEE:
SUWANNA PANUTRAKUL, D.Sc., 116 P. 2013.

Total arsenic (As) concentration and its distribution in shallow and deep wells water, surface water, seawater and sediment ($<125\ \mu\text{m}$) samples from around Map Ta Phut industrial estate area were studied. Total As concentration in shallow and deep wells water varied between $<0.015\text{--}15.15\ \mu\text{g/L}$, all of the samples were within the maximum allowable limit of the ground water quality standard for drinking purpose. Mean concentration of total As in surface water from Payoon, ChakMak, HouyYai and TabMa canals was $11.90\pm 15.73\ \mu\text{g/L}$. Thirty two percentage of the samples contained total As higher than the surface water quality standard. Total As content in all of the surface water sample from TabMa canal, which located far from the industrial area, was within the surface water quality standard. Mean concentration of total As content in sediment from the 4 canals was $20.86\pm 13.14\ \mu\text{g/g}$ (dry wt.) Most of canal's sediment samples (73%) contain total As content higher than draft sediment quality guidelines for Thailand, especially ChakMak canal, which located within Map Ta Phut industrial estate, in which all sediment samples contain total As higher than the standard. Mean total As concentration in seawater from coastal area around Map Ta Phut industrial estate from the 1st and 2nd sampling was 1.19 ± 0.55 and $0.93\pm 0.20\ \mu\text{g/L}$, respectively. All of the seawater samples contained total As content within the coastal seawater quality standard. Mean total As content in sediment from coastal area was $6.34\pm 3.81\ \mu\text{g/g}$ (dry wt.). Thirteen percentage of the coastal sediment contained total As content higher than the draft marine and coastal sediment quality guidelines for Thailand. The highest total As content was found in seawater and sediment sample from the mouth of ChakMak canal. Results were also showed that total As content in seawater and coastal sediment was significantly ($P < 0.05$) decreased with increasing distance from shore. This information indicates that activities on land may be the major source of As in coastal seawater and sediment in the area around Maptaphut industrial estate. In addition, total As concentration in coastal sediment was found to significantly ($P < 0.01$) increased with increasing As concentration in seawater and % ignition loss in sediment. This mean accumulation of As in coastal sediment was controlled by As content in seawater and organic content in sediment.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
สมมติฐานของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
สถานที่ศึกษาวิจัย.....	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
ลักษณะทั่วไปของสารหนู.....	7
การปนเปื้อนของสารหนูสู่สิ่งแวดล้อม.....	8
การแพร่กระจายของสารหนูในน้ำใต้ดิน แหล่งน้ำผิวดินและในทะเล.....	9
การแพร่กระจายของสารหนูในดินตะกอน.....	13
การแพร่กระจายของสารหนูในสิ่งมีชีวิต.....	13
ความเป็นพิษของสารหนู.....	14
การวิเคราะห์สารหนูด้วยเทคนิค HG-AAS.....	17
ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบริเวณนิคม ฯ มาบตาพุด จังหวัดระยอง.....	20
การปนเปื้อนสารหนู ในเขตนิคม ฯ มาบตาพุด.....	22
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	24
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	28
3.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี.....	28
3.2 การเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอน.....	30

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.3 วิธีการเตรียมตัวอย่างและการวิเคราะห์.....	38
3.3.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานสารหนู.....	38
3.3.2 การเตรียมตัวอย่างน้ำบ่อตื้น/ น้ำบาดาล น้ำทะเลและน้ำผิวดิน.....	39
3.3.3 การเตรียมตัวอย่างดินตะกอน.....	40
3.3.4 การตรวจสอบความถูกต้องของเทคนิควิเคราะห์สารหนูในน้ำและ ดินตะกอน.....	41
3.3.5 การหาค่า % Ignition loss หรือปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน (ขนาด <125 ไมโครเมตร).....	43
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	44
4 ผลการวิจัย.....	45
4.1 ผลการศึกษาคุณภาพน้ำบ่อตื้น/ บ่อบาดาล บริเวณนิคม ฯ มาบตาพุด.....	45
4.1.1 คุณภาพน้ำทั่วไป ของน้ำบ่อน้ำตื้นและบ่อบาดาล.....	45
4.1.2 ปริมาณสารหนูในน้ำบ่อตื้นและบ่อบาดาล.....	45
4.2 ผลการศึกษาคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน บริเวณเขตนิคม ฯ มาบตาพุด.....	47
4.2.1 คุณภาพน้ำทั่วไป แหล่งน้ำผิวดิน.....	47
4.2.2 ปริมาณสารหนูในแหล่งน้ำผิวดินจากลำคลองในเขตนิคม ฯ มาบตาพุด.....	48
4.3 คุณภาพดินตะกอนจากลำคลอง บริเวณเขตนิคม ฯ มาบตาพุด.....	57
4.3.1 ลักษณะทั่วไปของดินตะกอน.....	58
4.3.2 ปริมาณสารหนูรวมและค่า % Ignition loss ในดินตะกอน (ขนาด <125 ไมโครเมตร) จากลำคลอง บริเวณนิคม ฯ มาบตาพุด.....	59
4.3.3 สหสัมพันธ์ระหว่างค่า % Ignition loss กับความเข้มข้นของสารหนูรวม ในดินตะกอน (ขนาด <125 ไมโครเมตร) จากลำคลอง.....	65
4.4 ผลการศึกษาคุณภาพน้ำ จากชายฝั่งทะเลหน้านิคม ฯ มาบตาพุด ครั้งที่ 1.....	67
4.4.1 คุณภาพน้ำทะเลทั่วไป (ครั้งที่ 1).....	67
4.4.2 ปริมาณสารหนูในน้ำทะเล (ครั้งที่ 1).....	67
4.5 ผลการศึกษาคุณภาพน้ำ จากชายฝั่งทะเลหน้านิคม ฯ มาบตาพุด ครั้งที่ 2.....	71

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4.5.1 คุณภาพน้ำทะเลทั่วไป (ครั้งที่ 2).....	71
4.5.2 ปริมาณสารหนูในน้ำทะเล (ครั้งที่ 2).....	71
4.6 คุณภาพดินตะกอนจากบริเวณชายฝั่งทะเลหน้าันคม ฯ มาบตาพุด.....	74
4.6.1 ลักษณะทั่วไปของดินตะกอน	74
4.6.2 ปริมาณสารหนูรวมและค่า % Ignition loss ในดินตะกอน (ขนาด <125 ไมโครเมตร) จากชายฝั่งทะเลหน้าันคม ฯ มาบตาพุด	74
4.6.3 สหสัมพันธ์ระหว่างค่า % Ignition loss กับความเข้มข้นของสารหนูรวม ในดินตะกอน (ขนาด <125 ไมโครเมตร) จากบริเวณชายฝั่งทะเล.....	78
5 อภิปรายและสรุปผล.....	80
5.1 ปริมาณสารหนูรวมในน้ำบ่อดินและบ่อบาดาล พื้นที่นิคม ฯ มาบตาพุด.....	80
5.2 ปริมาณและการแพร่กระจายของสารหนูรวมในน้ำและดินตะกอนจากลำคลอง	82
5.2.1 ปริมาณและการแพร่กระจายของสารหนูรวมในแหล่งน้ำผิวดิน.....	82
5.2.2 ปริมาณและการแพร่กระจายของสารหนูรวมในดินตะกอน จากลำคลอง	84
5.2.3 การแพร่กระจายและความเป็นไปได้ของแหล่งกำเนิดของสารหนูรวมใน น้ำและดินตะกอน จากลำคลอง.....	86
5.3 ปริมาณและการแพร่กระจายของสารหนูรวมในน้ำและดินตะกอน จาก ชายฝั่งทะเล.....	92
5.3.1 ปริมาณและการแพร่กระจายของสารหนูรวมในน้ำทะเล.....	92
5.3.2 ปริมาณและการแพร่กระจายของสารหนูรวมในดินตะกอน จาก ชายฝั่งทะเล.....	93
5.3.3 การแพร่กระจายและความเป็นไปได้ของแหล่งที่มาของสารหนูรวมใน น้ำและดินตะกอน จากชายฝั่งทะเล.....	95
5.4 ข้อเสนอแนะ.....	97
บรรณานุกรม.....	100
ภาคผนวก.....	111
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	116

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	แสดงปริมาณสารหนูที่พบในสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ (Background Concentration). 11
2	แสดงปริมาณความเข้มข้นของสารหนูที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม..... 12
3	แสดงเกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัยของสารหนูที่ยอมให้มีได้ในน้ำดื่ม อาหารทะเล และ เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล น้ำผิวดินและดินตะกอนของประเทศไทย..... 16
4	แสดงจุดพิกต์ทางภูมิศาสตร์ ของสถานีเก็บน้ำใต้ดิน จากบ่อน้ำตื้น และบ่อน้ำบาดาล บริเวณนิคม ฯ มาบตาพุด..... 32
5	แสดงจุดพิกต์ทางภูมิศาสตร์ ของสถานีเก็บน้ำผิวดินและดินตะกอนจาก 4 ลำคลอง บริเวณนิคม ฯ มาบตาพุด..... 33
6	แสดงจุดพิกต์ทางภูมิศาสตร์ ของสถานีเก็บน้ำทะเล (ครั้งที่ 1) หน้านิคม ฯ มาบตาพุด.. 35
7	แสดงจุดพิกต์ทางภูมิศาสตร์ ของสถานีเก็บน้ำทะเล (ครั้งที่ 2) และดินตะกอน หน้า นิคม ฯ มาบตาพุด..... 37
8	แสดงค่า Limit of Detection และค่า Limit of Quantification ของการวิเคราะห์ปริมาณ สารหนูรวม ด้วยเครื่อง HG AFS และ HG AAS..... 41
9	แสดงค่า % Recovery ของการวิเคราะห์ปริมาณสารหนูรวม ในน้ำและดินตะกอน..... 42
10	คุณภาพน้ำบ่อน้ำตื้นและบ่อน้ำบาดาล บริเวณนิคม ฯ มาบตาพุด..... 46
11	ช่วงและค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำบางประการในแหล่งน้ำผิวดินจาก 4 ลำคลอง บริเวณ นิคม ฯ มาบตาพุด..... 48
12	ช่วงและค่าเฉลี่ยของปริมาณสารหนูรวมในน้ำผิวดิน บริเวณนิคม ฯ มาบตาพุด..... 56
13	ลักษณะทั่วไปของดินตะกอนแต่ละสถานีใน 4 กลุ่มคลอง จากการสังเกตก่อนทำการ ร่อนด้วยตะแกรงขนาด 125 ไมโครเมตร..... 57
14	ช่วงและค่าเฉลี่ยของปริมาณสารหนูรวม (ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง; µg/g dry wt) และค่า % Ignition loss ในดินตะกอนจาก 4 กลุ่มคลอง บริเวณนิคม ฯ มาบตาพุด..... 62
15	คุณภาพน้ำทะเล ชายฝั่งหน้านิคม ฯ มาบตาพุด (ครั้งที่ 1)..... 70
16	คุณภาพน้ำทะเล ชายฝั่งหน้านิคม ฯ มาบตาพุด (ครั้งที่ 2, ไม่มีสถานี MP20)..... 73
17	ค่า % Ignition loss ในดินตะกอนจากชายฝั่งทะเลหน้านิคม ฯ มาบตาพุด..... 79

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
18 ความเข้มข้นของสารหนูในน้ำใต้ดิน แหล่งน้ำผิวดิน น้ำทะเลและดินตะกอนจาก การศึกษาครั้งนี้และพื้นที่ต่าง ๆ	98
19 คุณภาพน้ำผิวดินและดินตะกอนจากแต่สถานีในลำคลองพูน.....	112
20 คุณภาพน้ำผิวดินและดินตะกอนจากแต่สถานีในลำคลองซากหมาก.....	113
21 คุณภาพน้ำผิวดินและดินตะกอนจากแต่สถานีในลำคลองห้วยใหญ่.....	114
22 คุณภาพน้ำผิวดินและดินตะกอนจากแต่สถานีในลำคลองทับมา.....	115

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
3-1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน (น้ำบ่อตื้น/ บ่อบาดาล) บริเวณนิคม ฯ มาบตาพุด.....	31
3-2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำผิวดินและดินตะกอน จากลำคลองบริเวณนิคม ฯ มาบตาพุด.....	33
3-3 จุดเก็บตัวอย่างน้ำทะเล (ครั้งที่ 1) บริเวณหน้านิคม ฯ มาบตาพุด.....	35
3-4 จุดเก็บตัวอย่างน้ำทะเล (ครั้งที่ 2) และดินตะกอน บริเวณหน้านิคม ฯ มาบตาพุด.....	38
4-1 ระดับความเข้มข้นของสารหนูรวมในน้ำบ่อตื้นและบ่อบาดาล บริเวณนิคม ฯ มาบตาพุด.....	47
4-2 ระดับความเข้มข้นของสารหนูรวมในน้ำผิวดิน จากคลองทับมา.....	54
4-3 ระดับความเข้มข้นของสารหนูรวมในน้ำผิวดิน จากคลองพูน.....	54
4-4 ระดับความเข้มข้นของสารหนูรวมในน้ำผิวดิน จากคลองห้วยใหญ่.....	55
4-5 ระดับความเข้มข้นของสารหนูรวมในน้ำผิวดิน จากคลองชากหมาก.....	55
4-6 ปริมาณสารหนูรวมในน้ำผิวดิน จากแต่ละลำคลอง.....	56
4-7 ระดับความเข้มข้นของสารหนูรวมในดินตะกอน จากคลองทับมา.....	63
4-8 ระดับความเข้มข้นของสารหนูรวมในดินตะกอน จากคลองพูน.....	63
4-9 ระดับความเข้มข้นของสารหนูรวมในดินตะกอน จากคลองห้วยใหญ่.....	64
4-10 ระดับความเข้มข้นของสารหนูรวมในดินตะกอน จากคลองชากหมาก.....	64
4-11 ปริมาณสารหนูรวมในดินตะกอน จากแต่ละลำคลอง.....	65
4-12 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า % Ignition loss กับปริมาณสารหนูรวมในดินตะกอน จาก 4 ลำคลอง.....	66
4-13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า % Ignition loss กับปริมาณสารหนูรวมในดินตะกอน จาก คลองห้วยใหญ่.....	67
4-14 ปริมาณสารหนูรวมในน้ำทะเล (ครั้งที่ 1) บริเวณชายฝั่งหน้านิคม ฯ มาบตาพุด.....	69
4-15 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารหนูรวมในน้ำทะเล (ครั้งที่ 1) กับระยะห่างฝั่ง.....	69
4-16 ปริมาณสารหนูรวมในน้ำทะเล (ครั้งที่ 2) บริเวณชายฝั่งหน้านิคม ฯ มาบตาพุด.....	72
4-17 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารหนูรวมในน้ำทะเล (ครั้งที่ 2) กับระยะห่างฝั่ง.....	74
4-18 ปริมาณสารหนูรวมในดินตะกอน จากชายฝั่งทะเลหน้านิคม ฯ มาบตาพุด.....	76

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
4-19 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารหนูรวมในดินตะกอน จากชายฝั่งทะเลกับระยะห่างฝั่ง.....	76
4-20 ปริมาณสารหนูรวมในน้ำและดินตะกอน จากชายฝั่งทะเลหน้านิคม ฯ มาบตาพุด.....	77
4-21 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า % Ignition loss กับปริมาณสารหนูรวมในดินตะกอน จากชายฝั่งทะเลหน้านิคม ฯ มาบตาพุด.....	78

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University