

การสะสมโลหะหนักในเนื้อเยื่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในทะเล: พะยูน โลมา และวาฬ

ธาริณี ผดุงศักดิ์ชัยกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวาริชศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

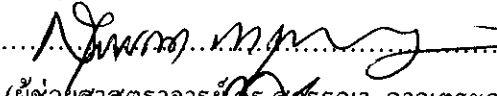
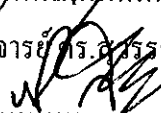
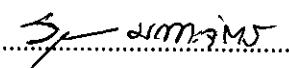
พฤษภาคม 2548

ISBN 974-502-303-5

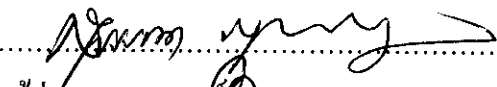
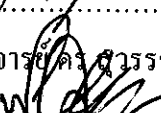
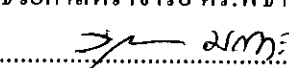
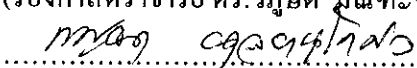
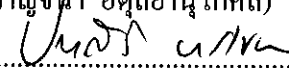
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ ธาริณี ผดุงศักดิ์ชัยกุล ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวาริชศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

.....  ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประชัน ภาณุตระกูล)
.....  กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชาญ สว่างวงศ์)
.....  กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิญญิต มั่นทะจิตร)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....  ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประชัน ภาณุตระกูล)
.....  กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชาญ สว่างวงศ์)
.....  กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิญญิต มั่นทะจิตร)
.....  กรรมการ
(คุณกาญจนา อุดุลยานุโกศล)
.....  กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปภาศิริ บาร์เนท)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวาริชศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....  คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประทุม ม่วงมี)
วันที่...13...เดือน...พฤษภาคม...พ.ศ. 2548

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ ระดับบัณฑิตศึกษา
จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
ประจำภาคต้น ปีการศึกษา 2547

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณ ภาณุตระกูล ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชาญ สว่างวงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิญญิต มั่นทะจิตร และคุณกาญจนา อุดยานุโกศล กรรมการที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้องในการค้นคว้าหาความรู้ และ ประสพการณ์ในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วน เอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา และสถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง จังหวัดภูเก็ต ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์สำหรับตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวาริชศาสตร์ทุกท่านที่กรุณาให้คำปรึกษา และความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ คุณปิยะรัตน์ อุตส่าห์พานิช คุณทศวรรณ ขาวสีจาน คุณมยุรา ประยูรพันธ์ คุณลลิตา เชาวเรืองฤทธิ์ คุณรัตนพร วิภาตะกลั๊ส และคุณปัญญาพร สฤษฏีชัยนันทา รวมทั้งพี่ ๆ และเพื่อน ๆ ทุกท่านในรุ่นที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์และเป็นกำลังใจด้วยดีเสมอมา

สุดท้ายผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่ และคุณพ่อ รวมทั้งน้องชายที่เป็นกำลังใจ สำคัญยิ่งให้ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ธาริณี ผดุงศักดิ์ชยกุล

44910602: สาขาวิทยาศาสตร์; วท.ม. (วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต)

คำสำคัญ: โลหะหนัก/สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในทะเล/การสะสม

ธาริณี ผดุงศักดิ์ชยกุล: การสะสมโลหะหนักในเนื้อเยื่อของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในทะเล: พะยูน โลมา และวาฬ (HEAVY METALS ACCUMULATION IN MARINE MAMMAL TISSUES) อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์: สุวรรณภา ภาณุตระกูล, D.Sc., พิชายู สว่างวงศ์, Ph.D., วิญญิต มั่นตะจิตร์, Ph.D. 145 หน้า. ปี พ.ศ. 2548. ISBN 974-502-303-5

การศึกษากการสะสมของโลหะหนักคือ โปรอท แคดเมียม ตะกั่วและสังกะสี ในอวัยวะต่าง ๆ (บลิบเบอร์ กล้ามเนื้อ ปอด หัวใจ ไต ตับ และม้าม) ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในทะเล ได้แก่ พะยูน โลมา และวาฬ ซึ่งสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่ใช้ในการศึกษารั้งนี้ พบเกยตื้นในบริเวณชายฝั่งทะเล อันดามัน และฝั่งทะเลอ่าวไทย และทำการย่อยตัวอย่างเนื้อเยื่อด้วยกรดไนตริกเข้มข้นที่กลั่นแล้ว และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยใช้เครื่อง Microwave laboratory ยี่ห้อ Milestone รุ่น mls 1200 mega และนำสารละลายที่ได้จากการย่อยตัวอย่างเนื้อเยื่อไปตรวจวัดหาปริมาณโปรอทด้วยเครื่อง Atomic Fluorescence Spectrophotometry (เทคนิค Cold vapor) และตรวจวัดหาปริมาณโลหะหนักอื่น ๆ ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrometry (AAS) โดยพบว่า ปริมาณการสะสมโลหะหนัก คือ โปรอท แคดเมียม ตะกั่ว และสังกะสี ในอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในทะเล มีปริมาณการสะสมของโลหะหนักสูงในตับ และไต เนื่องมาจาก ตับ และไต เป็นอวัยวะที่มีบทบาทสำคัญในการสะสมโลหะหนัก โดยพบว่า ในสัตว์ทั้ง 3 ชนิด วาฬมีปริมาณการสะสมโปรอทและสังกะสีสูงที่สุด ส่วนพะยูนมีปริมาณการสะสมแคดเมียมและตะกั่วสูงที่สุด นอกจากนี้ในกลุ่มของวาฬและโลมาที่ใช้ในการศึกษารั้งนี้ พบว่า วาฬชนิดที่มีฟัน (toothed whales) ซึ่งหมายถึง โลมาและวาฬบางชนิด จะมีปริมาณการสะสมโลหะหนักสูงกว่ากลุ่มวาฬชนิดที่ไม่มีฟัน (baleen whales) ซึ่งในการศึกษารั้งนี้ คือ วาฬบรูด้า เนื่องมาจากลำดับการกินอาหารที่ซับซ้อนแตกต่างกัน ความสามารถในการสะสมโลหะหนักจึงต่างกัน และพบว่า โปรอท เป็นโลหะที่มีรูปแบบการสะสมและมีความเป็นพิษสูงขึ้นผ่านทางห่วงโซ่อาหาร ชัดเจนที่สุดมากกว่าโลหะอื่น ๆ ที่ทำการศึกษาในรั้งนี้ นอกจากนี้ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่ใช้ในการศึกษารั้งนี้ที่พบเกยตื้นจากฝั่งทะเลอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามันมีปริมาณการสะสมโลหะหนักแตกต่างกัน ซึ่งความแตกต่างนี้ เนื่องมาจากหลายสาเหตุ เช่น การสะสมโลหะหนักในอาหารของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ลักษณะการกินอาหาร ชนิดของอาหาร แหล่งที่อยู่อาศัย สิ่งแวดล้อม ขนาด และเพศของสัตว์ และจำนวนตัวอย่างของสัตว์แต่ละชนิดที่ใช้ในการศึกษารั้งนี้

44910602: MAJOR: AQUATIC SCIENCE; M.Sc. (AQUATIC SCIENCE)

KEYWORDS: HEAVY METALS/MARINE MAMMALS/ACCUMULATION

TARINEE PHADUNGSAKCHAYAKUL: HEAVY METALS ACCUMULATION
IN MARINE MAMMAL TISSUES: DUONGS, DOLPHIN AND WHALES. THESIS

ADVISOR: SUWANNA PANUTRAKUL, D.Sc., PICHAN SAWANGWONG, Ph.D.,

VIPUSIT MUNTHAJITRA, Ph.D. 145 P. 2005. ISBN 974-502-303-5

Accumulation of heavy metals in different organs (blubber, muscle, lung, heart, liver, kidney and spleen) of dugongs, dolphins and whales have been studied. These marine mammals were found stranded on shore of the Andaman Sea and the Gulf of Thailand. The tissue samples were digested with concentrated distilled nitric acid and hydrogen peroxide in a Microwave digester (Milestone model mls 1200 mega). The determination of mercury was carried out by Atomic Fluorescence Spectrometry (Cold vapor technique) whereas the determination of other heavy metals were carried out by Atomic Absorption Spectrometry (AAS). In all groups of studied marine mammals, the highest concentration of all the heavy metals was found in liver and kidney tissues. This suggested that the maximum accumulation of heavy metals took place in these organs (liver and kidney). Whale showed the highest concentration of mercury and zinc whereas dugong showed the highest concentration of cadmium and lead. Toothed whales (dolphins and some kind of whales) accumulated significantly higher heavy metals than baleen whales (Brydes whales). This might be caused by different feeding habit and accumulation capability. Mercury showed the clearest bio-magnification through food chains. Heavy metal concentrations in marine mammals from the Gulf of Thailand and the Andaman sea showed some differentiation which might be caused by heavy metal concentrations in their food, feeding habit, types of food, habitat environment, size and sex and number in the samples of each marine mammal studied.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	4
สมมติฐานการวิจัย.....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
ชีววิทยาเบื้องต้นของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในทะเล.....	6
การลดลงของประชากรสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในทะเล.....	8
ปรอทและความเป็นพิษในสิ่งแวดล้อม.....	11
การสะสมและการแพร่กระจายของปรอท.....	17
การถ่ายทอดผ่านทางห่วงโซ่อาหาร.....	24
แคดเมียม.....	26
ตะกั่ว.....	27
สังกะสี.....	28
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	30
อุปกรณ์และสารเคมี.....	30
วิธีดำเนินการ.....	31
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	33

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการทดลอง.....	39
การสะสมปรอทในพะยูน.....	39
การสะสมปรอทในโลมา.....	45
การสะสมปรอทในวาฬ.....	50
การสะสมแคดเมียมในพะยูน.....	56
การสะสมสังกะสีในโลมา.....	61
การสะสมแคดเมียมในวาฬ.....	67
การสะสมสังกะสีในพะยูน.....	72
การสะสมสังกะสีในโลมา.....	77
การสะสมสังกะสีในวาฬ.....	83
การสะสมตะกั่วในพะยูน.....	88
การสะสมตะกั่วในโลมา.....	92
การสะสมตะกั่วในวาฬ.....	97
5 อภิปรายผลการทดลอง.....	103
ปริมาณการสะสมโลหะหนักในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในทะเล.....	103
การสะสมโลหะหนักในอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในทะเล.....	109
การเปรียบเทียบการสะสมโลหะหนักในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในทะเลที่พบ จากฝั่งทะเลอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามัน.....	113
การสะสมโลหะหนักผ่านทางห่วงโซ่อาหารของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในทะเล.....	114
สรุปผลการศึกษา.....	120
บรรณานุกรม.....	121
ภาคผนวก.....	131
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	145

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของปรอท.....	11
2 การวิเคราะห์ความเข้มข้นของปรอทในสารมาตรฐาน DORM-2.....	34
3 การวิเคราะห์ความเข้มข้นของแคดเมียมในสารมาตรฐาน DORM-2.....	34
4 การวิเคราะห์ความเข้มข้นของตะกั่วในสารมาตรฐาน DORM-2.....	35
5 การวิเคราะห์ความเข้มข้นของสังกะสีในสารมาตรฐาน DORM-2.....	35
6 ค่า Detection limit ของตัวอย่างเนื้อเยื่อที่ใช้ในการวิเคราะห์.....	36
7 รายละเอียดตะกั่วที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้.....	37
8 รายละเอียดโคบอลต์และวาฟที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้.....	38
9 การสะสมปรอทในอวัยวะต่าง ๆ ของตะกั่ว.....	133
10 การสะสมปรอทในอวัยวะต่าง ๆ ของโคบอลต์.....	134
11 การสะสมปรอทในอวัยวะต่าง ๆ ของวาฟ.....	135
12 การสะสมแคดเมียมในอวัยวะต่าง ๆ ของตะกั่ว.....	136
13 การสะสมแคดเมียมในอวัยวะต่าง ๆ ของโคบอลต์.....	137
14 การสะสมแคดเมียมในอวัยวะต่าง ๆ ของวาฟ.....	138
15 การสะสมสังกะสีในอวัยวะต่าง ๆ ของตะกั่ว.....	139
16 การสะสมสังกะสีในอวัยวะต่าง ๆ ของโคบอลต์.....	140
17 การสะสมสังกะสีในอวัยวะต่าง ๆ ของวาฟ.....	141
18 การสะสมตะกั่วในอวัยวะต่าง ๆ ของตะกั่ว.....	142
19 การสะสมตะกั่วในอวัยวะต่าง ๆ ของโคบอลต์.....	143
20 การสะสมตะกั่วในอวัยวะต่าง ๆ ของวาฟ.....	144

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 วัฏจักรทางชีวภาพของสารปรอทในสิ่งแวดล้อม.....	15
2 การที่สารพิษเข้าสู่ร่างกายแล้วจะไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย.....	22
3 ปริมาณการสะสมปรอทในอวัยวะของพะยูนจากฝั่งอ่าวไทย.....	40
4 ปริมาณการสะสมปรอทในอวัยวะของพะยูนจากฝั่งอันดามัน.....	41
5 ปริมาณการสะสมปรอทในอวัยวะของพะยูนทุกตัวจากการศึกษาครั้งนี้.....	43
6 ปริมาณการสะสมปรอทเปรียบเทียบในพะยูนทุกตัวจากการศึกษาครั้งนี้.....	43
7 ปริมาณการสะสมปรอทในพะยูนเปรียบเทียบระหว่างอ่าวไทยกับอันดามัน.....	44
8 ปริมาณการสะสมปรอทในพะยูนเปรียบเทียบระหว่างเพศผู้และเพศเมีย.....	44
9 ปริมาณการสะสมปรอทในอวัยวะของโลมาจากฝั่งอ่าวไทย.....	45
10 ปริมาณการสะสมปรอทในอวัยวะของโลมาจากฝั่งอันดามัน.....	46
11 ปริมาณการสะสมปรอทในโลมาแต่ละชนิดจากการศึกษาครั้งนี้.....	48
12 ปริมาณการสะสมปรอทในอวัยวะของโลมาจากฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน.....	49
13 ปริมาณการสะสมปรอทในโลมาเปรียบเทียบระหว่างอ่าวไทยกับอันดามัน.....	49
14 ปริมาณการสะสมปรอทในโลมาเปรียบเทียบระหว่างเพศผู้และเพศเมีย.....	50
15 ปริมาณการสะสมปรอทในอวัยวะของวาฬจากฝั่งอ่าวไทย.....	51
16 ปริมาณการสะสมปรอทในอวัยวะของวาฬจากฝั่งอันดามัน.....	52
17 ปริมาณการสะสมปรอทในวาฬแต่ละชนิดจากการศึกษาครั้งนี้.....	53
18 ปริมาณการสะสมปรอทในอวัยวะของวาฬทุกตัวจากการศึกษาครั้งนี้.....	54
19 ปริมาณการสะสมปรอทในวาฬเปรียบเทียบระหว่างอ่าวไทยกับอันดามัน.....	54
20 ปริมาณการสะสมปรอทในวาฬเปรียบเทียบระหว่างเพศผู้และเพศเมีย.....	55
21 ปริมาณการสะสมปรอท เปรียบเทียบในสัตว์ทั้ง 3 ชนิด.....	55
22 ปริมาณการสะสมแคดเมียมในอวัยวะของพะยูนจากฝั่งอ่าวไทย.....	57
23 ปริมาณการสะสมแคดเมียมในอวัยวะของพะยูนจากฝั่งอันดามัน.....	58
24 ปริมาณการสะสมแคดเมียมในอวัยวะของพะยูนทุกตัวจากการศึกษาครั้งนี้.....	59
25 ปริมาณการสะสมแคดเมียมเปรียบเทียบในพะยูนทุกตัวจากการศึกษาครั้งนี้.....	60
26 ปริมาณการสะสมแคดเมียมในพะยูนเปรียบเทียบระหว่างอ่าวไทยกับอันดามัน.....	60
27 ปริมาณการสะสมแคดเมียมในพะยูนเปรียบเทียบระหว่างเพศผู้และเพศเมีย.....	61

ภาพที่	หน้า
28 ปริมาณการสะสมแคดเมียมในอวัยวะของโลมาจากฝั่งอ่าวไทย.....	62
29 ปริมาณการสะสมแคดเมียมในอวัยวะของโลมาจากฝั่งอันดามัน.....	63
30 ปริมาณการสะสมแคดเมียมในโลมาแต่ละชนิดจากการศึกษาครั้งนี้.....	65
31 ปริมาณการสะสมแคดเมียมในอวัยวะของโลมาจากฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน.....	66
32 ปริมาณการสะสมแคดเมียมในโลมาเปรียบเทียบระหว่างอ่าวไทยกับอันดามัน.....	66
33 ปริมาณการสะสมแคดเมียมในโลมาเปรียบเทียบระหว่างเพศผู้และเพศเมีย.....	67
34 ปริมาณการสะสมแคดเมียมในอวัยวะของวาฬจากฝั่งอ่าวไทย.....	68
35 ปริมาณการสะสมแคดเมียมในอวัยวะของวาฬจากฝั่งอันดามัน.....	69
36 ปริมาณการสะสมแคดเมียมในวาฬแต่ละชนิดจากการศึกษาครั้งนี้.....	70
37 ปริมาณการสะสมแคดเมียมในอวัยวะของวาฬทุกตัวจากการศึกษาครั้งนี้.....	70
38 ปริมาณการสะสมแคดเมียมในวาฬเปรียบเทียบระหว่างอ่าวไทยกับอันดามัน.....	71
39 ปริมาณการสะสมแคดเมียม เปรียบเทียบในสัตว์ทั้ง 3 ชนิด.....	72
40 ปริมาณการสะสมสังกะสีในอวัยวะของพะยูนจากฝั่งอ่าวไทย.....	73
41 ปริมาณการสะสมสังกะสีในอวัยวะของพะยูนจากฝั่งอันดามัน.....	74
42 ปริมาณการสะสมสังกะสีในอวัยวะของพะยูนทุกตัวจากการศึกษาครั้งนี้.....	75
43 ปริมาณการสะสมสังกะสีเปรียบเทียบในพะยูนทุกตัวจากการศึกษาครั้งนี้.....	76
44 ปริมาณการสะสมสังกะสีในพะยูนเปรียบเทียบระหว่างอ่าวไทยกับอันดามัน.....	76
45 ปริมาณการสะสมสังกะสีในพะยูนเปรียบเทียบระหว่างเพศผู้และเพศเมีย.....	77
46 ปริมาณการสะสมสังกะสีในอวัยวะของโลมาจากฝั่งอ่าวไทย.....	78
47 ปริมาณการสะสมสังกะสีในอวัยวะของโลมาจากฝั่งอันดามัน.....	79
48 ปริมาณการสะสมสังกะสีในโลมาแต่ละชนิดจากการศึกษาครั้งนี้.....	81
49 ปริมาณการสะสมสังกะสีในอวัยวะของโลมาจากฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน.....	81
50 ปริมาณการสะสมสังกะสีในโลมาเปรียบเทียบระหว่างอ่าวไทยกับอันดามัน.....	82
51 ปริมาณการสะสมสังกะสีในโลมาเปรียบเทียบระหว่างเพศผู้และเพศเมีย.....	83
52 ปริมาณการสะสมสังกะสีในอวัยวะของวาฬจากฝั่งอ่าวไทย.....	84
53 ปริมาณการสะสมสังกะสีในอวัยวะของวาฬจากฝั่งอันดามัน.....	85
54 ปริมาณการสะสมสังกะสีในวาฬแต่ละชนิดจากการศึกษาครั้งนี้.....	86
55 ปริมาณการสะสมสังกะสีในอวัยวะของวาฬทุกตัวจากการศึกษาครั้งนี้.....	86
56 ปริมาณการสะสมสังกะสีในวาฬเปรียบเทียบระหว่างอ่าวไทยกับอันดามัน.....	87

ภาพที่	หน้า
57 ปริมาณการสะสมสังกะสี เปรียบเทียบในสัตว์ทั้ง 3 ชนิด.....	87
58 ปริมาณการสะสมตะกั่วในอวัยวะของพะยูนจากฝั่งอ่าวไทย.....	88
59 ปริมาณการสะสมตะกั่วในอวัยวะของพะยูนจากฝั่งอันดามัน.....	89
60 ปริมาณการสะสมตะกั่วในอวัยวะของพะยูนทุกตัวจากการศึกษาครั้งนี้.....	91
61 ปริมาณการสะสมตะกั่วเปรียบเทียบในพะยูนทุกตัวจากการศึกษาครั้งนี้.....	91
62 ปริมาณการสะสมตะกั่วในอวัยวะของโลมาจากฝั่งอ่าวไทย.....	92
63 ปริมาณการสะสมตะกั่วในอวัยวะของโลมาจากฝั่งอันดามัน.....	93
64 ปริมาณการสะสมตะกั่วใน โลมาแต่ละชนิดจากการศึกษาครั้งนี้.....	95
65 ปริมาณการสะสมตะกั่วในอวัยวะของโลมาจากฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน.....	96
66 ปริมาณการสะสมตะกั่วในโลมาเปรียบเทียบระหว่างอ่าวไทยกับอันดามัน.....	96
67 ปริมาณการสะสมตะกั่วในโลมาเปรียบเทียบระหว่างเพนซุและเพนเมีย.....	97
68 ปริมาณการสะสมตะกั่วในอวัยวะของวาฬจากฝั่งอ่าวไทย.....	98
69 ปริมาณการสะสมตะกั่วในอวัยวะของวาฬจากฝั่งอันดามัน.....	99
70 ปริมาณการสะสมตะกั่วในวาฬแต่ละชนิดจากการศึกษาครั้งนี้.....	100
71 ปริมาณการสะสมตะกั่วในอวัยวะของวาฬทุกตัวจากการศึกษาครั้งนี้.....	101
72 ปริมาณการสะสมตะกั่วในวาฬเปรียบเทียบระหว่างอ่าวไทยกับอันดามัน.....	101
73 ปริมาณการสะสมตะกั่ว เปรียบเทียบในสัตว์ทั้ง 3 ชนิด.....	102