

พะยูน วาฬ และโลมา เป็นสัตว์ทะเลเลี้ยงลูกด้วยน้ำนมที่มีภาวะความเสี่ยงในการสูญพันธุ์สูง มีช่วงชีวิตค่อนข้างยาวจึงมักถูกนำมาใช้เป็น indicator species สำหรับการติดตามตรวจสอบการสะสมของมลสารเพื่อให้ทราบถึงสภาวะการปนเปื้อนของมลสารในทะเล การศึกษาการสะสมของมลสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและโลหะหนักในพะยูนและโลมาในน่านน้ำไทยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการสะสมของมลสารดังกล่าวในเนื้อเยื่อส่วนต่างๆของพะยูนและโลมาจากฝั่งอ่าวไทยและทะเลอันดามัน เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการภาวะมลพิษของทะเลไทย การศึกษาครั้งนี้ได้เก็บตัวอย่างเนื้อเยื่ออวัยวะส่วนต่างๆจากซากพะยูนและซากโลมาที่พบตายเกยตื้นบนชายหาดทั้งฝั่งอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามันระหว่างปี พ.ศ. 2540 - 2546 นำตัวอย่างเนื้อเยื่ออวัยวะต่างๆมาวิเคราะห์สารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและโลหะหนัก ผลการศึกษาระดับการสะสมโลหะหนักในเนื้อเยื่อส่วนต่างๆของพะยูน (n=10) พบปรอท แคดเมียม สังกะสี ตะกั่ว ทองแดง และสารหนูอยู่ในช่วง <math><0.001-3.17, <0.01-20.77, 1.02-1001.7, <0.01-8.56, 0.03-438.20</math> และ <math><0.05-5.87</math> $\mu\text{g/g}$ น้ำหนักเปียกตามลำดับ พะยูนจากฝั่งอ่าวไทย (n=3) มีค่าเฉลี่ยของปรอท (0.224 ± 0.732 $\mu\text{g/g}$) แคดเมียม (4.67 ± 7.45 $\mu\text{g/g}$) ตะกั่ว (0.62 ± 1.97 $\mu\text{g/g}$) ทองแดง (36.75 ± 103.26 $\mu\text{g/g}$) และสารหนู (0.140 ± 0.258 $\mu\text{g/g}$) สูงกว่าค่าที่พบในพะยูนจากฝั่งทะเลอันดามัน (n=7) (ปรอท 0.028 ± 0.086 $\mu\text{g/g}$) (แคดเมียม 0.64 ± 2.18 $\mu\text{g/g}$) (ตะกั่ว 0.05 ± 0.04 $\mu\text{g/g}$) (ทองแดง 10.16 ± 29.42 $\mu\text{g/g}$) (สารหนู 0.136 ± 0.097 $\mu\text{g/g}$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับปริมาณสังกะสีในตัวอย่างพะยูนจากฝั่งอ่าวไทย (46.22 ± 45.47 $\mu\text{g/g}$) มีค่าไม่แตกต่างจากตัวอย่างพะยูนจากฝั่งทะเลอันดามัน (59.25 ± 160.08 $\mu\text{g/g}$) และพบว่าโลหะเกือบทุกชนิดมีการสะสมสูงที่สุดในเนื้อเยื่อตับ ยกเว้นตะกั่วที่พบมีการสะสมสูงที่สุดในไต สำหรับกระเพาะและชั้นไขมันใต้ผิวหนังของพะยูนพบการสะสมโลหะหนักชนิดต่างๆต่ำที่สุด

การสะสมสาร Butyltins ในตัวอย่างพะยูนพบ MBT และ DBT ในปริมาณที่สูงกว่า TBT ระดับการสะสมสาร Butyltins (BTs = MBT+DBT+TBT) ในพะยูนมีค่าในช่วง 23 – 4687 $\mu\text{g/kg}$ น้ำหนักเปียก โดยมีค่าเฉลี่ย 1290 ± 1675 $\mu\text{g/kg}$ พะยูนจากอ่าวไทยมีการสะสมสาร BTs โดยเฉลี่ย (2496 ± 2550 $\mu\text{g/kg}$) สูงกว่าพะยูนจากฝั่งทะเลอันดามัน (840 ± 2862 $\mu\text{g/kg}$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าเฉลี่ยของปริมาณสาร BTs ในพะยูนเพศผู้ (n=5) (1759 ± 2872 $\mu\text{g/kg}$) สูงกว่าค่าเฉลี่ยในพะยูนเพศเมีย (n=5) (875 ± 2820 $\mu\text{g/kg}$) และพบว่าปอดมีการสะสมสาร BTs ต่ำที่สุด (465 $\mu\text{g/kg}$) < ตับ < หัวใจ < ชั้นไขมัน < กล้ามเนื้อ < ไต ($2,165$ $\mu\text{g/kg}$)

สำหรับปริมาณสารออร์กาโนคลอรีนในพะยูนตรวจพบ Σ HCH (<0.20 - 52.48 mg/kg น้ำหนักเปียก) และ Σ DDT (<0.20 - 38.30 mg/kg) ในปริมาณสูงกว่าสารออร์กาโนคลอรีนตัวอื่นๆ เช่น heptachlor (<0.10 - 4.41 mg/kg), heptachlor epoxide (<0.09 - 4.46 mg/kg), aldrin (<0.08 - 4.34 mg/kg) และ endrin (<0.13 - 4.59 mg/kg) พบการสะสมสาร endrin ในพะยูนเพศผู้สูงกว่าพะยูนเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสารออร์กาโนคลอรีนอื่นๆไม่พบว่าแตกต่างกันระหว่างพะยูนเพศผู้และเพศเมีย โดยเฉลี่ยพบการสะสมสาร aldrin ในพะยูนจากฝั่งอันดามัน (1.42 ± 0.37 mg/kg) สูงกว่าพะยูนจากฝั่งอ่าวไทย (0.89 ± 0.45 mg/kg) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสารออร์กาโนคลอรีนชนิดอื่นๆไม่มีความแตกต่างกันระหว่างพะยูนจากฝั่งทะเลอันดามันและฝั่งอ่าวไทย และตรวจพบการสะสมของสาร Σ HCH aldrin และ endrin สูงที่สุดในเนื้อเยื่อหัวใจ ตับ และไต ซึ่งแตกต่างจากอวัยวะส่วนอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับสาร heptachlor epoxide มีการสะสมในหัวใจและปอดสูงกว่าในอวัยวะส่วนอื่นๆ ส่วนปริมาณ Σ DDT ไม่พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในอวัยวะทุกส่วนของพะยูนที่ศึกษา

พิษของปริมาณโลหะปรอท แคดเมียม สังกะสี ตะกั่ว ทองแดง และ สารหนูที่พบในตัวอย่างโลมา (n=13) ที่ศึกษาในครั้งนี้อยู่ในช่วง 0.014-50.3, <0.01-106.21, 5.36-139.9, <0.01-0.19, 0.035-169.98 และ <0.05 - 8.37 μ g/g น้ำหนักเปียก ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระดับการสะสมโลหะปรอท แคดเมียม สังกะสี ตะกั่ว ทองแดง และสารหนู ในเนื้อเยื่อส่วนต่างๆของโลมาพบว่า ตับเป็นอวัยวะที่พบการสะสมโลหะปรอท ทองแดง และสังกะสีสูงที่สุด ส่วนแคดเมียมพบสะสมสูงที่สุดในไต ตะกั่วพบสะสมมากที่สุดต่อมน้ำนมและไต สารหนูพบสะสมสูงสุดในม้ามและชั้นไขมันใต้ผิวหนัง การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของโลหะหนักในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมทุกชนิดที่ใช้ในการศึกษานี้พบว่าโลมาลายจุด (*Stenella attenuata*) มีค่าเฉลี่ยปรอท (5.19 ± 6.13 μ g/g) และแคดเมียม (13.16 ± 24.95 μ g/g) สูงที่สุด และแตกต่างจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมชนิดอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โลมาลายแถบ (*Stenella coeruleoalba*) มีค่าเฉลี่ยสารหนู (1.54 ± 2.24 μ g/g) สูงที่สุดและแตกต่างจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมชนิดอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พะยูนมีค่าเฉลี่ยสังกะสี (55.43 ± 136.76 μ g/g) ตะกั่ว (0.21 ± 1.09 μ g/g) และ ทองแดง (17.95 ± 61.9 μ g/g) สูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมชนิดอื่นๆ โลมาเผือกหลังโหนก (*Sousa chinensis*) และโลมาปากยาว (*Delphinus capensis*) เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมที่มักจะพบค่าเฉลี่ยโลหะหนักเกือบทุกชนิดต่ำที่สุด พะยูนและ โลมาหัวบาตรหลังเรียบ (*Neophocaena phocaenoides*) มีค่าเฉลี่ยปรอทต่ำที่สุด

สำหรับสาร MBT DBT TBT และ BTs ที่พบในโลมาอยู่ในช่วง 9.3-116.1, 2.0-588.3, <1-470.7 และ 16.5-1152.0 μ g/kg น้ำหนักเปียก ตามลำดับ พบปอดมีการสะสมสาร BTs ต่ำที่สุด (166 μ g/kg) < หัวใจ < ชั้นไขมัน < ตับ < กล้ามเนื้อ < ไต (757 μ g/kg) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสาร BTs ระหว่างพะยูนและโลมาพบว่า พะยูนมีระดับการสะสมสาร BTs

โดยเฉลี่ย ($1291 \pm 1675 \mu\text{g/g}$) สูงกว่าโลมา ทั้งนี้อาจเนื่องจากพะยูนเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมที่มีวงจรชีวิตอยู่บริเวณเขตน้ำตื้นใกล้ชายฝั่งซึ่งเป็นบริเวณที่ใกล้กับแหล่งกำเนิดของสารมลพิษต่างๆ สำหรับโลมาสายพันธุ์ต่างๆที่ศึกษาในครั้งนี้พบว่าการสะสมปริมาณสาร BTs เรียงลำดับจากน้อยไปหามากดังนี้ โลมาหัวบาตรหลังเรียบ (*Neophocaena phocaenoides*) ($45.1 \pm 28.8 \mu\text{g/g}$) < โลมาเผือกหลังโหนก (*Sousa chinensis*) ($46.0 \pm 58.6 \mu\text{g/g}$) < โลมาปากขวด (*Tursiops aduncus*) ($86.3 \pm 149.0 \mu\text{g/g}$) < โลมาลายแถบ (*Stenella coeruleoalba*) ($108.7 \pm 99.0 \mu\text{g/g}$) < โลมาลายจุด (*Stenella attenuata*) ($115.3 \pm 90.9 \mu\text{g/g}$) < โลมากระโดด (*Stenella longirostris*) ($152.0 \pm 122.7 \mu\text{g/g}$) < โลมาปากยาว (*Delphinus capensis*) ($279.1 \pm 488.2 \mu\text{g/g}$) ทั้งนี้ขึ้นกับลักษณะการกินอาหารและวงจรการใช้ชีวิตในทะเลของโลมาแต่ละสายพันธุ์

พิสัยของปริมาณสารออร์กาโนคลอรีนที่พบในตัวอย่างโลมา ($n=13$) จากน่านน้ำไทย มีดังนี้ ΣHCH ($<0.20 - 1343.1 \text{ mg/kg}$) ΣDDT ($<0.20 - 1439.6 \text{ mg/kg}$) heptachlor ($<0.10 - 27.95 \text{ mg/kg}$), heptachlor epoxide ($<0.09 - 118.9 \text{ mg/kg}$), aldrin ($0.08 - 175.6 \text{ mg/kg}$) และ endrin ($<0.13 - 39.53 \text{ mg/kg}$) โดยทั่วไปพบการสะสมของ ΣHCH และ ΣDDT ในปริมาณสูงกว่าออร์กาโนคลอรีนตัวอื่นๆในโลมาทุกตัว และในอวัยวะทุกส่วนของโลมาที่ทำการศึกษา โดยชั้นไขมันใต้ผิวหนังเป็นอวัยวะที่พบว่าการสะสมของสารออร์กาโนคลอรีนทุกตัวสูงที่สุด พบว่าโลมาหัวบาตรหลังเรียบ (*Neophocaena phocaenoides*) จากอ่าวไทยมีการสะสมปริมาณสาร aldrin (21.46 mg/kg), endrin (5.41 mg/kg), heptachlor epoxide (12.09 mg/kg) และ ΣHCH (156.06 mg/kg) โดยเฉลี่ยในปริมาณสูงกว่าโลมาสายพันธุ์อื่นและพะยูนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วน ΣDDT มีการสะสมในโลมาลายแถบ (*Stenella coeruleoalba*) (483.73 mg/kg) และ โลมากระโดด (*Stenella longirostris*) (408.97 mg/kg) จากฝั่งทะเลอันดามันโดยเฉลี่ยในปริมาณสูงกว่าโลมาสายพันธุ์อื่นและพะยูนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Dugongs, whales and dolphins are endangered marine mammals which have been threatened by an array of complex problems, including commercial fishing, global climate change and pollution. These animals are called indicator species, and broadly indicative of the condition of the marine environment due to their long life span. The aim of this study was to attempt to establish levels of persistent organochlorine compounds and heavy metals in dugongs and dolphins from the Gulf of Thailand and the Andaman Sea, in order to assess the marine environmental status of the Thai waters. Tissue samples were collected opportunistically from dugongs and dolphins reported stranded along the Gulf of Thailand and the Andaman Sea coast between 1997 and 2003. They were then analyzed for heavy metals and organochlorine pesticides. Concentrations of metals in dugongs (n=10) were found to be in the ranges of <math><0.001-3.17</math>, <math><0.01-20.77</math>, $1.02-1001.7$, <math><0.01-8.56</math>, $0.03-438.20$ and <math><0.05-5.87</math> $\mu\text{g/g}$ wet weight for Hg, Cd, Zn, Pb, Cu and As, respectively. The average concentrations of Hg(0.224 \pm 0.732 $\mu\text{g/g}$), Cd(4.67 \pm 7.45 $\mu\text{g/g}$), Pb(0.62 \pm 1.97 $\mu\text{g/g}$), Cu(36.75 \pm 103.26 $\mu\text{g/g}$) and As(0.140 \pm 0.258 $\mu\text{g/g}$) in dugongs (n=3) from the Gulf of Thailand were found to be significantly higher than those in dugongs (n=7) from the Andaman Sea (Hg:0.028 \pm 0.086 $\mu\text{g/g}$) (Cd: 0.64 \pm 2.18 $\mu\text{g/g}$) (Pb: 0.05 \pm 0.04 $\mu\text{g/g}$) (Cu: 10.16 \pm 29.42 $\mu\text{g/g}$) (As: 0.136 \pm 0.097 $\mu\text{g/g}$). The mean concentration of Zn in dugongs from the Gulf of Thailand (46.22 \pm 45.47 $\mu\text{g/g}$) was not significantly different from that of the Andaman Sea (59.25 \pm 160.08 $\mu\text{g/g}$). Most heavy metals were found highest in concentrations in the liver tissue, except for Pb which was found highest in the kidney. In general, stomach and blubber of dugongs were found to accumulate the lowest concentration levels of all metals analyzed.

Concentrations of MBT and DBT were found to be higher than that of TBT in the dugong samples. The concentration of total butyltin compounds (BTs = MBT+DBT+TBT) in dugongs ranged 23 – 4687 $\mu\text{g/kg}$ wet weight, with a mean concentration of 1290 \pm 1675 $\mu\text{g/kg}$. The mean concentration of BTs in dugongs from the Gulf of Thailand (2496 \pm 2550 $\mu\text{g/kg}$) was significantly higher than that from the Andaman

Sea ($840 \pm 2862 \mu\text{g/kg}$). The mean concentration of BTs in male dugongs ($n=5$) ($1759 \pm 2872 \mu\text{g/kg}$) was found to be higher than that of the females ($n=5$) ($875 \pm 2820 \mu\text{g/kg}$). It was found that lung accumulated the lowest BTs concentration ($465 \mu\text{g/kg}$) < liver < heart < blubber < muscle < kidney ($2,165 \mu\text{g/kg}$).

Organochlorine compounds in dugongs indicated higher concentrations of ΣHCH (<0.20 - 52.48 mg/kg wet weight) and ΣDDT (<0.20 - 38.30 mg/kg) than other organochlorines i.e. heptachlor (<0.10 - 4.41 mg/kg), heptachlor epoxide (<0.09 - 4.46 mg/kg), aldrin (<0.08 - 4.34 mg/kg) and endrin (<0.13 - 4.59 mg/kg). The mean concentration of endrin in male dugongs was found to be significantly higher than that in the females. The mean concentration of aldrin in dugongs from the Andaman Sea ($1.42 \pm 0.37 \text{ mg/kg}$) was significantly higher than dugongs from the Gulf of Thailand ($0.89 \pm 0.45 \text{ mg/kg}$). Concentrations of ΣHCH , aldrin and endrin were found to be highest in the heart, liver and kidney tissues of dugongs, whereas that for heptachlor epoxide was found to be highest in the heart and lung than in the other organs. However, no significant differences of ΣDDT concentrations were observed in all organs analyzed.

Concentrations of Hg, Cd, Zn, Pb, Cu and As in dolphin samples ($n=13$) were in the ranges of 0.014 - 50.3 , <0.01 - 106.21 , 5.36 - 139.9 , <0.01 - 0.19 , 0.035 - 169.98 and <0.05 - $8.37 \mu\text{g/g}$ wet weight, respectively. Comparisons were made among the concentration levels of Hg, Cd, Zn, Pb, Cu and As in various organ tissues of dolphins. It was found that the highest concentration of Hg, Cu and Zn in liver, Cd was in kidney, Pb was found highest in the mammary gland and kidney, and As was found highest in the spleen and blubber tissues. Comparison of heavy metal concentrations among dugong and dolphin samples under investigation indicated that spotted dolphin (*Stenella attenuata*) accumulated the highest concentration of Hg ($5.19 \pm 6.13 \mu\text{g/g}$) and Cd ($13.16 \pm 24.95 \mu\text{g/g}$) and were significantly higher than other species. Striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*) had the highest concentration of As ($1.54 \pm 2.24 \mu\text{g/g}$) and was significantly higher than other dolphin species. Dugongs showed the highest mean concentration of Zn ($55.43 \pm 136.76 \mu\text{g/g}$), Pb ($0.21 \pm 1.09 \mu\text{g/g}$) and Cu ($17.95 \pm 61.9 \mu\text{g/g}$). Indo-Pacific hump-backed dolphin (*Sousa chinensis*) and long-beaked common dolphin (*Delphinus capensis*) were the two dolphin species which accumulated the lowest concentration of most metals while dugongs and finless porpoise (*Neophocaena phocaenoides*) showed the lowest Hg concentration in their tissues.

Concentrations of MBT DBT TBT and BTs found in dolphins ranged 9.3-116.1, 2.0-588.3, <1-470.7 and 16.5-1152.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ wet weight, respectively. The lowest concentration of BTs was found in the lung (166 $\mu\text{g}/\text{kg}$) < heart < blubber < liver < muscle < kidney (757 $\mu\text{g}/\text{kg}$). It was found that dugongs accumulated higher concentration of BTs (1291 \pm 1675 $\mu\text{g}/\text{g}$) than dolphins. The difference was probably due to the fact that dugongs generally inhabit shallow marine areas, hence are closer to the pollution sources than dolphins. The lowest mean concentration of BTs was found in finless porpoise (*Neophocaena phocaenoides*) (45.1 \pm 28.8 $\mu\text{g}/\text{g}$) < Indo-Pacific hump-backed dolphin (*Sousa chinensis*) (46.0 \pm 58.6 $\mu\text{g}/\text{g}$) < bottlenose dolphin (*Tursiops aduncus*) (86.3 \pm 149.0 $\mu\text{g}/\text{g}$) < striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*) (108.7 \pm 99.0 $\mu\text{g}/\text{g}$) < spotted dolphin (*Stenella attenuata*) (115.3 \pm 90.9 $\mu\text{g}/\text{g}$) < spinner dolphin (*Stenella longirostris*) (152.0 \pm 122.7 $\mu\text{g}/\text{g}$) < long-beaked common dolphin (*Delphinus capensis*) (279.1 \pm 488.2 $\mu\text{g}/\text{g}$).

The concentration ranges of organochlorine compounds found in dolphin samples (n=13) were as follows: ΣHCH (<0.20-1343.1 mg/kg) ΣDDT (<0.20-1439.6 mg/kg) heptachlor (<0.10-27.95 mg/kg), heptachlor epoxide (<0.09-118.9 mg/kg), aldrin (<0.08-175.6 mg/kg) and endrin (<0.13 - 39.53 mg/kg). In general, ΣHCH and ΣDDT were higher in concentrations than other organochlorine compounds in all organs analyzed. All organochlorines were found to be at the highest concentration in the blubber. It was found that finless porpoise (*Neophocaena phocaenoides*) from the Gulf of Thailand accumulated significantly higher mean concentrations of aldrin (21.46 mg/kg), endrin (5.41mg/kg), heptachlor epoxide (12.09 mg/kg) and ΣHCH (156.06 mg/kg) than other dolphin species and dugongs. On the other hand, ΣDDT concentration in striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*) (483.73 mg/kg) and spinner dolphin (*Stenella longirostris*) (408.97 mg/kg) from the Andaman Sea showed significantly higher concentration than other dolphin species and dugongs.