เชียงใหม่สัตวแพทยสาร 2556; 11(3): 247-261

บทความต้นฉบับ

การศึกษาเบื้องต้นเพื่อหาระดับตะกั่วในเลือดของนกนางนวลธรรมดา (*Larus brunnicephalus*) สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน และตะกอนดิน ณ สถานที่พักตากอากาศบางปู จังหวัดสมุทรปราการ

เบญจพล หล่อสัญญาลักษณ์[1], ปิยภรณ์ เอี่ยมเจริญ[2], ภัทรพงศ์ จักรทอง[2], อภิญญา สุจิรารัตน์[2], อมรรัตน์ อุ่นอมรชัยกุล[2], พิษณุ ตุลยกุล[3,*]

[1]หน่วยสัตว์ป่า โรงพยาบาลสัตว์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม
[2]นิสิตชั้นปีที่ 6 คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม
[3]ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุขศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม

บทคัดย่อ สถานที่พักตากอากาศบางปู จังหวัดสมุทรปราการ เป็นพื้นที่ที่ล้อมรอบด้วยนิคมอุตสาหกรรมหลายประเภท ที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนตะกั่วในสิ่งแวดล้อม และสัตว์ที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น ดังนั้นการตรวจระดับตะกั่วในเลือดนกนางนวลธรรมดา (Brown-headed gull; *Larus brunnicephalus*) สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน และตะกอนดิน เป็นหนึ่งในตัวชี้วัดทางชีวภาพของการปนเปื้อนตะกั่วในสิ่งแวดล้อมบริเวณสถานที่พักตากอากาศบางปูได้ ในการทดลองนี้ได้ทำการจับนกนางนวลธรรมดาที่อาศัยบริเวณสถานที่พักตากอากาศบางปูแล้วเจาะเลือดในเดือนมกราคม 2555 จำนวน 16 ตัวอย่าง และเก็บตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน และตะกอนดินจาก 3 ตำแหน่ง จำนวน 3 ครั้งในเดือนตุลาคม 2554 เดือนมกราคม และพฤษภาคม 2555 ผลตรวจพบว่าระดับตะกั่วในเลือดของนกนางนวลธรรมดามีค่าระหว่าง 1.38 ถึง 3.78 µg/dL ระดับตะกั่วที่พบในเนื้อเยื่อของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินอยู่ในช่วง 14.18 ถึง 499.50 µg/kg และพบว่าตะกอนดินมีระดับตะกั่วอยู่ในช่วง 8.47 ถึง 15.51 mg/kg เมื่อหาความสัมพันธ์ระดับตะกั่วกับน้ำหนักตัวของนกพบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างกัน (Pearson correlation = -0.19, p-value>0.05) ผลการศึกษาแสดงถึงระดับตะกั่วในเลือดนกนางนวลธรรมดาไม่อยู่ในระดับที่เป็นพิษ นอกจากนั้นก็พบว่าระดับตะกั่วในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน และตะกอนดิน มีค่าไม่เกินมาตรฐาน ดังนั้นจึงควรเก็บข้อมูลและหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดทางชีวภาพเหล่านี้ในระยะยาวต่อไป **เชียงใหม่สัตวแพทยสาร 2556; 11(3): 247-261**

คำสำคัญ: นกนางนวลธรรมดา, ตะกั่ว, สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน, ตะกอนดิน, สถานที่พักตากอากาศบางปู จังหวัดสมุทรปราการ

ติดต่อสำเนาบทความได้ที่ : พิษณุ ตุลยกุล ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุขศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนนครปฐม 73140, E-mail addresses: fvetpnt@ku.ac.th ได้รับบทความวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2556

บทนำ

การอพยพย้ายถิ่นของนกเกิดขึ้นเป็นประจำตามฤดูกาลที่เปลี่ยนไป เมื่อถิ่นที่อยู่อาศัยบริเวณซีกโลกเหนือมีอุณหภูมิลดลงไม่เหมาะแก่การดำรงชีวิต นกเหล่านี้ก็เริ่มอพยพลงมาทางใต้ เส้นทางอพยพย้ายถิ่นของนกมีเส้นทางหลัก 9 เส้นทาง (Boere and Stroud, 2006) ซึ่งประเทศไทยถูกจัดว่าเป็นหนึ่งในที่หยุดพักที่สำคัญของการอพยพของนกหลายชนิดโดยเฉพาะบริเวณอ่าวไทยตอนในซึ่งเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติตามเกณฑ์ของอนุสัญญาแรมซาร์ (มงคล และวัลยา, 2549)

สถานที่พักตากอากาศบางปู จังหวัดสมุทรปราการเป็นสถานที่พักตากอากาศที่มีชื่อเสียงแห่งหนึ่ง ตั้งอยู่บริเวณอ่าวไทยตอนในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาซึ่งเป็นจุดที่สามารถพบนกอพยพได้เป็นจำนวนมากในฤดูกาลอพยพย้ายถิ่นเพราะพื้นที่มีความอุดมสมบูรณ์ด้วยทรัพยากรชีวภาพที่หลากหลาย อย่างไรก็ตามสถานที่แห่งนี้กลับถูกล้อมรอบด้วยนิคมอุตสาหกรรมซึ่งประกอบด้วยโรงงานอุตสาหกรรมหลายประเภทดังรูปที่ 1

โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มีการใช้สารเคมีอย่างกว้างขวางในขบวนการผลิต เช่น กลุ่มโรงงานฟอกย้อม กลุ่มโรงงานฟอกหนัง กลุ่มโรงงานอาหารสัตว์ กลุ่มโรงงานผลิต สิ่งทอ เป็นต้น (ระบบเครือข่ายสารสนเทศด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย, 2550; การสำรวจของกรีนพีซ, 2546; การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2553) โดยปัญหาสำคัญที่เป็นผลตามมาจากการใช้สารเคมีในโรงงานต่างๆ เหล่านี้ คือ ปัญหาน้ำเน่าเสียจากการปล่อยน้ำเสียและโลหะหนักจากโรงงานอุตสาหกรรมภายในนิคมลงสู่ลำคลองภายในนิคม โดยลำคลองที่ไหลผ่านนิคมเหล่านี้ทุกสายจะไหลลงสู่อ่าวไทยซึ่งลำคลองเหล่านี้บางสายจะผ่านบริเวณสถานที่พักตากอากาศบางปูด้วย ถึงแม้ว่าภายในนิคมจะมีระบบการบำบัดน้ำเสียส่วนกลางของนิคมซึ่งอยู่ในความดูแลของบริษัทเอกชนที่ได้รับการคัดเลือกจากนิคมอุตสาหกรรมประเทศไทย (กนอ.) แต่จากการศึกษาเรื่องมลพิษสิ่งแวดล้อมที่นิคมอุตสาหกรรมบางปูของกรีนพีซ พบว่ามีการปนเปื้อนของมลพิษในตะกอนดินในลำคลองที่ไหลผ่านนิคม นอกจากนี้ยังพบโลหะหนักที่เป็นพิษตกค้างอยู่ในระดับสูง โดยโลหะหนักที่พบปนเปื้อนปริมาณสูงได้แก่ ตะกั่ว และสังกะสี ซึ่งมีการปนเปื้อนสูงกว่าระดับที่มีอยู่ในธรรมชาติถึง 100 เท่า และ 125 เท่าตามลำดับ (การสำรวจของกรีนพีซ, 2546) เนื่องจากโลหะหนักเหล่านี้เป็นธาตุที่คงตัว ไม่สามารถแตกสลายเป็นสารประกอบที่เป็นพิษน้อยลงในสิ่งแวดล้อมได้ (ศิริวรรณ, 2544; อภิรดี, 2545; การสำรวจของกรีนพีซ, 2546) เมื่อโลหะหนักเหล่านี้ถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำแล้ว โลหะหนักจะถูกดูดซับโดยสารอินทรีย์ที่อยู่ในแหล่งน้ำ แล้วตกตะกอนสะสมอยู่ในตะกอนดิน ทำให้มีการสะสมโลหะหนักเหล่านี้ในสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะในตะกอนดินเป็นปริมาณสูง

รูปที่ 1 แสดงแผนที่ของบริเวณสถานที่พักตากอากาศบางปูและบริเวณใกล้เคียงโดยพื้นที่ที่ล้อมรอบด้วยเส้นสีแดงเป็นบริเวณนิคมโรงงานอุตสาหกรรมบางปูและพื้นที่ที่ล้อมรอบด้วยเส้นสีเขียวคือสถานที่พักตากอากาศบางปู

ที่มา: ดัดแปลงจาก Google map, 2012

นกนางนวลธรรมดา (Brown-headed gull; *Larus brunnicephalus*) เป็นหนึ่งในนกอพยพกลุ่มนกนางนวลที่อพยพมาเพื่อแสวงหาแหล่งหากินในช่วงฤดูหนาว มีแหล่งผสมพันธุ์อยู่ในเอเชียตอนกลางเริ่มจากแถบประเทศเติร์กเมนิสถาน ทาจิกิสถาน เนปาล จนถึงทางตอนใต้ของมองโกเลีย แหล่งทำรังวางไข่ที่สำคัญอยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศทาจิกิสถาน เกาะในทะเลสาบคาราคัล ในประเทศคีร์กีซสถาน ภาคตะวันตกเฉียงเหนือของอินเดีย ทิเบต ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือของจีน (มงคล และวัลยา, 2552) โดยทำรังวางไข่ในช่วงเดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนกรกฎาคม เมื่อสิ้นสุดฤดูผสมพันธุ์ทำรังวางไข่แล้ว จะอพยพตามแนวชายฝั่งทะเลจากแถบประเทศอาหรับ ภูฏาน เนปาล ปากีสถาน อุซเบกิสถาน บังคลาเทศ อินเดีย ศรีลังกา มาถึงอินเดีย จีน จนถึงเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Baillie et al., 2004) โดยประเทศไทยเป็นหนึ่งในจุดหมายปลายทางหลักของนกอพยพกลุ่มนกนางนวลชนิดต่างๆ โดยเฉพาะนกนางนวลธรรมดา ซึ่งในบางปีสามารถพบได้มากกว่า 5,000 ตัว และจะอพยพมาถึงประเทศไทยในสถานที่พักตากอากาศบางปู จังหวัดสมุทรปราการ ในเดือนตุลาคมและจะบินกลับไปช้าที่สุดในเดือนพฤษภาคม (มงคล และวัลยา, 2549) และพบว่าอาหารของนกเหล่านี้ ได้แก่ สัตว์หน้าดินชนิดต่างๆ

ตะกั่วถือว่าเป็นโลหะหนักชนิดหนึ่งที่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าพิษของตะกั่วในสัตว์ปีกมีการกล่าวถึงอย่างกว้างขวาง (Olsen and Orosz, 2000) โดยเฉพาะอย่างยิ่งพิษของตะกั่วในนกน้ำที่หากินตามธรรมชาติ (Degernes, 2008) โดยจะเป็นพิษอย่างเรื้อรัง ในขณะที่นกเลี้ยงจะเป็นพิษอย่างเฉียบพลันมากกว่า (Olsen and Orosz, 2000) พิษของตะกั่วที่สำคัญที่พบในสัตว์ปีก ได้แก่ การส่งผลต่อการส่งกระแสประสาท และทำลายเซลล์ค้ำจุนเซลล์ประสาท (glial cell) มีผลทำให้เกิดโลหิตจางเนื่องจากตะกั่วเข้าไปรบกวนกระบวนการสร้างฮีม (heme) และลดอายุขัยของเซลล์เม็ดเลือดแดง เพราะตะกั่วที่เข้าสู่ร่างกายแล้วจะถูกดูดซึมผ่านทางเยื่อบุทางเดินอาหาร และปริมาณ 90% ของตะกั่วที่ถูกดูดซึมจะอยู่ในเซลล์เม็ดเลือดแดง นอกจากนี้ตะกั่วสามารถกระจายตัวในเนื้อเยื่ออ่อน (soft tissue) ทั่วร่างกายได้อีกด้วย (Puschner and Poppenga, 2009)

การศึกษานี้ได้เล็งเห็นความสำคัญของระดับตะกั่วที่ตกค้างอยู่ในพื้นที่บริเวณนิคมอุตสาหกรรมบางปูและสถานที่พักตากอากาศบางปู ซึ่งมีแนวโน้มที่จะส่งผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมบริเวณสถานที่พักตากอากาศ 95 บางปู จังหวัดสมุทรปราการ ดังนั้นวัตถุประสงค์การศึกษาครั้งนี้เพื่อหาระดับตะกั่วในเลือดของนกนางนวลธรรมดา สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน และตะกอนดิน บริเวณพื้นที่สถานที่พักตากอากาศบางปู จังหวัดสมุทรปราการ และใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดตัวชี้วัดทางชีวภาพเพื่อประเมินระดับตะกั่วสำหรับการวางแผนแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในบริเวณนิคมอุตสาหกรรมบางปูและบริเวณสถานที่พักตากอากาศบางปู จังหวัดสมุทรปราการต่อไป

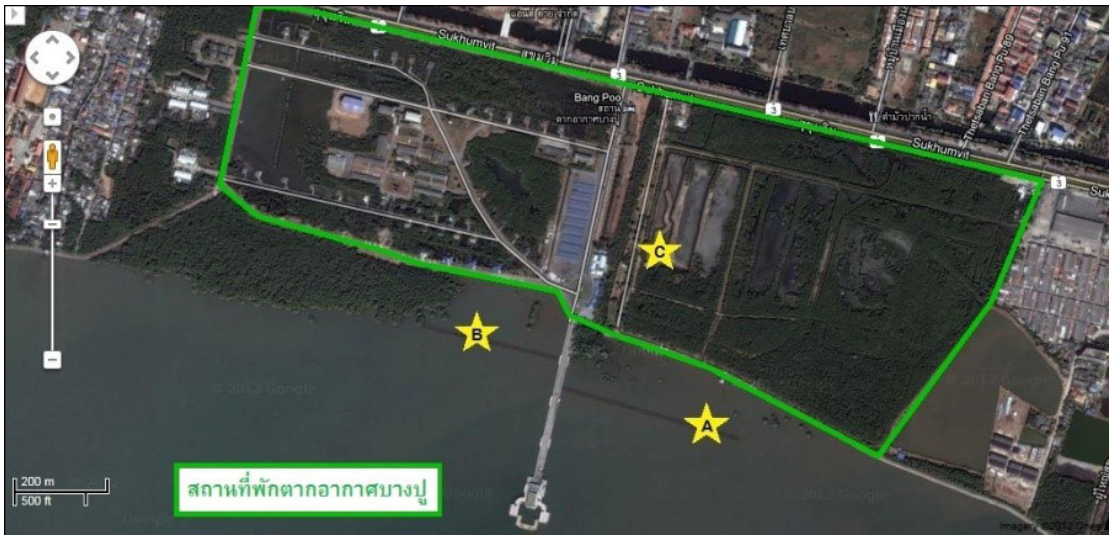
อุปกรณ์และวิธีการ

การเลือกพื้นที่ศึกษาในการเก็บตัวอย่าง

กำหนดตำแหน่งในการเก็บตัวอย่าง 3 ตำแหน่ง ได้แก่ ตำแหน่ง A, B และ C (รูปที่ 2) โดยตำแหน่ง A และ B เป็นตำแหน่งแหล่งอาศัยและแหล่งอาหารของนกนางนวลธรรมดา ห่างจากชายฝั่งประมาณ 100 เมตร ตำแหน่ง C เป็นตำแหน่งที่พักอาศัยของนกนางนวลธรรมดาในช่วงน้ำทะเลขึ้น แต่เดิมเคยเป็นนากุ้ง

การเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างเลือดจากนกนางนวลธรรมดา เก็บตัวอย่างในเดือนมกราคมปี 2555 ซึ่งเป็นช่วงเวลาเดียวกับการจับนกนางนวลเพื่อตรวจหาเชื้อไวรัสไข้หวัดนกประจำปี โดยได้รับความร่วมมือจากกรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช ในบริเวณสถานที่พักตากอากาศบางปู จังหวัดสมุทรปราการ โดยใช้ตาข่ายดักจับ ชั่งน้ำหนัก และเก็บตัวอย่างเลือดจากหลอดเลือดบริเวณปีกและขา (superficial wing vein, brachial vein หรือ



รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่าง โดยตำแหน่ง A และ ตำแหน่ง B ห่างจากชายฝั่ง 100 เมตร และตำแหน่ง C เป็นตำแหน่งที่เคยเป็นนากุ้งซึ่งเป็นแหล่งพักอาศัยในช่วงตอนกลางวันของนกนางนวลธรรมดา
ที่มา: ดัดแปลงจาก Google map, 2012

medial metatarsal vein) โดยเก็บตัวอย่างเลือดปริมาตร 1 มิลลิลิตรต่อตัวใส่ในหลอดเก็บเลือดที่เคลือบด้วย heparin และนำไปแช่เย็นทันที

การเก็บตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 ครั้ง ในช่วงฤดูอพยพ ได้แก่ เดือนตุลาคมปี 2554 เดือนมกราคมปี 2555 และ เดือนพฤษภาคมปี 2555 ตามลำดับ โดยในแต่ละครั้งทำการเก็บ 5 ตัวอย่างต่อ 1 ตำแหน่ง

การเก็บตัวอย่างตะกอนดิน ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 ครั้งในช่วงเวลาเดียวกับการเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดิน แต่เก็บตัวอย่างเฉพาะสัตว์หน้าดินโดยทำการเก็บครั้งละ 5 ตัวอย่างต่อ 1 ตำแหน่งแล้วนำมาผสมรวมกันและใช้ปริมาณในการหาระดับตะกั่วตำแหน่งละ 1 กิโลกรัม

การตรวจทางห้องปฏิบัติการ

นำตัวอย่างเลือดนกนางนวลและสัตว์หน้าดินไปตรวจหาระดับตะกั่วโดยวิธีวัดการดูดกลืนแสงของอะตอม (Atomic absorption spectroscopy; AAS) โดยทำการบดสัตว์หน้าดินให้ละเอียดแล้วตู้อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ นำตัวอย่างไปอบในตู้อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นส่งไปตรวจระดับตะกั่วโดยวิธี Inductively coupled plasma spectrometry (ICPS) ตามวิธีมาตรฐาน (US EPA 3052,1996)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำระดับตะกั่วในเลือดของนกนางนวล ตะกอนดิน และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่ได้จากตำแหน่ง A B และ C มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ ทำการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนและค่าความสัมพันธ์โดยใช้ Independent t-test และ Pearson correlation analysis โดยใช้โปรแกรม Microsoft excel 2007 ร่วมกับโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Statistical Package for the Social Science (SPSS) version 17

ผลการทดลอง

จากการเก็บตัวอย่างเลือดนกนางนวลธรรมดา สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน และตะกอนดินจากสถานที่พักตากอากาศบางปู จังหวัดสมุทรปราการ ทั้งหมด 3 ตำแหน่ง 3 ช่วงเวลา ได้แก่วันที่ 10 ตุลาคม 2554 วันที่ 19 มกราคม 2555 และวันที่ 26 พฤษภาคม 2555 เพื่อศึกษาหาระดับตะกั่วในตัวอย่างต่างๆ ได้ผลการตรวจวิเคราะห์ระดับตะกั่วดังนี้

1. <u>ระดับตะกั่วในเลือดของนกนางนวลธรรมดา</u>

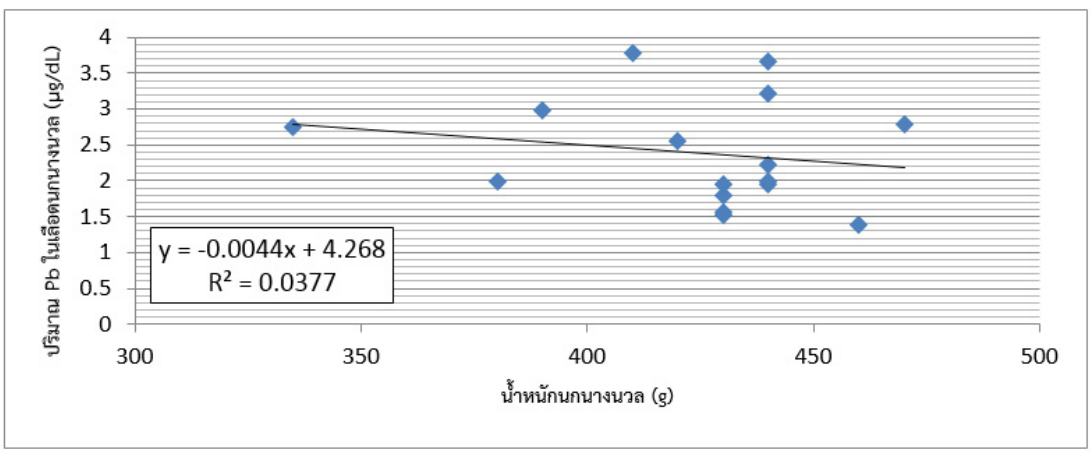
การศึกษาระดับตะกั่วในเลือดของนกนางนวลธรรมดาจากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 16 ตัวอย่างพบว่าระดับตะกั่วในเลือดนกนางนวลธรรมดาอยู่ในช่วง 1.38 ถึง 3.78 µg/dl (ค่าเฉลี่ย 2.38±0.75 µg/dl) โดยระดับตะกั่วของนกนางนวลแต่ละตัวแสดงในตารางที่ 1 และเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของตะกั่วในเลือดนกดังแสดงรูปที่ 5 นอกจากนี้เมื่อนำค่าระดับตะกั่วที่ตรวจพบในเลือดของนกนางนวลธรรมดามาหาความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวของนกนางนวลธรรมดาโดยการคำนวณหาค่า Pearson correlation พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน (Pearson correlation = -0.19, p-value>0.05) โดยผลการศึกษาระดับตะกั่วในเลือดของนกนางนวลธรรมดาแสดงในรูปที่ 3

ตารางที่ 2 แสดงระดับตะกั่ว (ug/dL) ของนกนางนวลแต่ละตัว

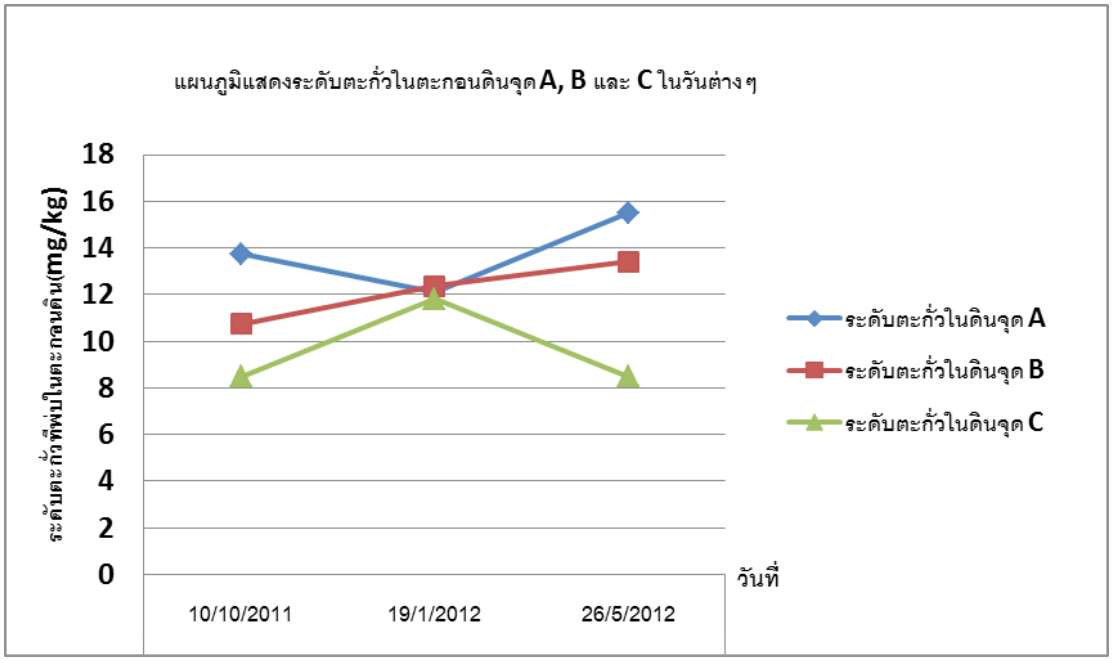
ลำดับ	ระดับตะกั่ว (ug/dL)
1	2.75
2	2.98
3	1.8
4	3.78
5	2.56
6	2.22
7	1.95
8	1.99
9	1.38
1	1.57
2	3.21
3	3.67
4	1.99
5	1.53
6	2.79
7	1.95

2. <u>การสะสมตะกั่วในเนื้อเยื่อของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน</u>

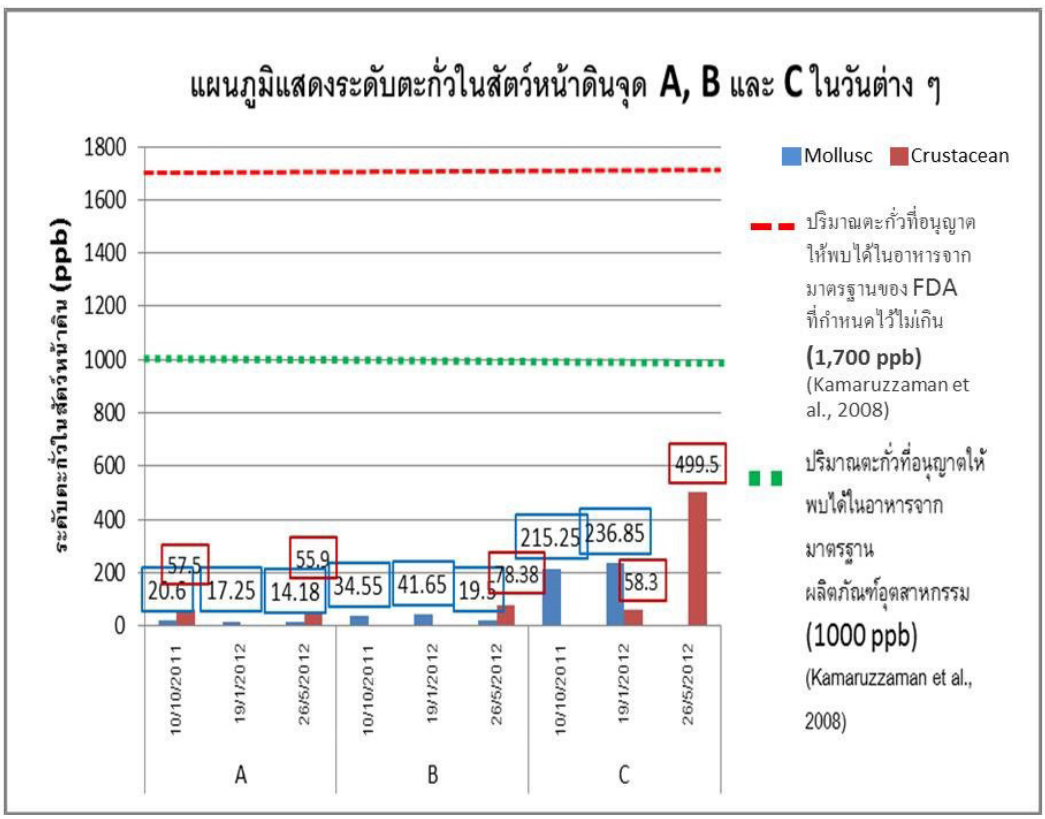
การศึกษาระดับตะกั่วในเนื้อเยื่อของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินจากจุดต่างๆ ได้ตัวอย่างจากสัตว์หน้าดินกลุ่ม crustacean ได้แก่ ปู และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินกลุ่ม mollusc ได้แก่ หอย ผลพบว่าตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินกลุ่ม crustacean พบปริมาณ



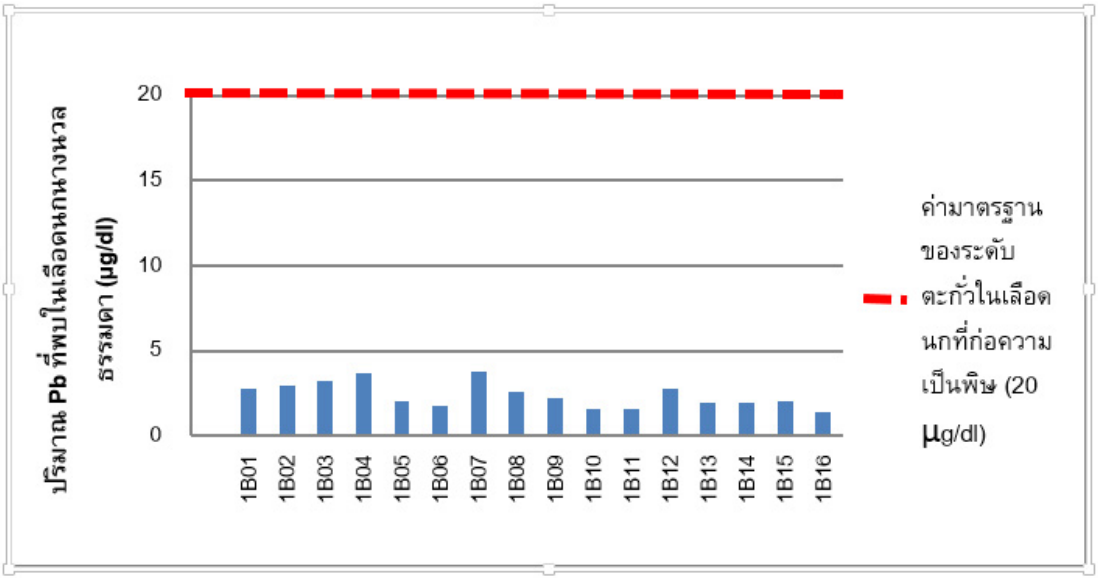
รูปที่ 3 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของตะกั่วในเลือดและน้ำหนักของนกนางนวลธรรมดา



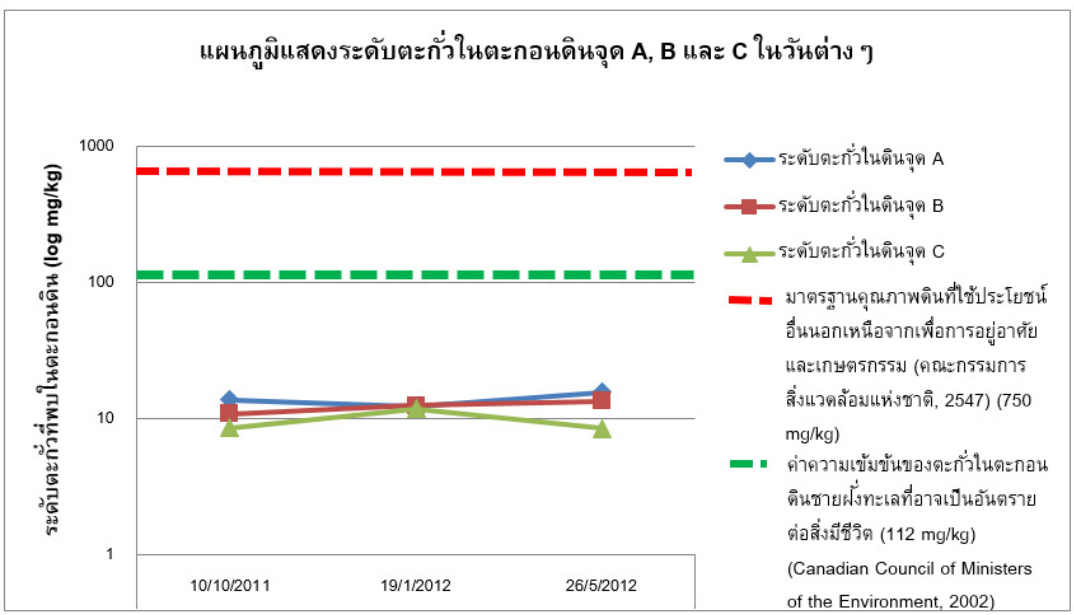
รูปที่ 4 แผนภูมิแสดงระดับตะกั่วในตะกอนดินจุด A, B และC ในวันต่างๆ



รูปที่ 5 แผนภูมิแสดงระดับตะกั่วในเลือดของนกนางนวลธรรมดาเปรียบเทียบกับ ค่ามาตรฐานของระดับตะกั่วในเลือดของนก ที่ไม่เกิน 20 µg/dl



รูปที่ 6 แผนภูมิแสดงระดับโลหะหนักตะกั่วที่พบในสัตว์หน้าดินจำแนกเป็นประเภทของสัตว์ที่พบ ณ จุด A, B และ C ในวันต่างๆ เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานปริมาณตะกั่วที่อนุญาตให้พบได้ในอาหารจากมาตรฐานของ FDA ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 1,700 ppb (เส้นประสีแดง) และค่ามาตรฐานปริมาณตะกั่วที่อนุญาตให้พบได้ในอาหารจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 1,000 ppb (เส้นประสีเขียว)



รูปที่ 7 แผนภูมิแสดงระดับตะกั่วในตะกอนดินจุด A, B และC ในวันต่างๆ เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์อื่นนอกเหนือจากเพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรมที่กำหนดไว้ที่ 750 mg/kg (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2547) และค่าความเข้มข้นของตะกั่วในตะกอนดินชายฝั่งทะเลที่อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต (Canadian Council of Ministers of the Environment, 2002) ที่กำหนดไว้ไม่เกิน112 mg/kg

ตะกั่วสะสมอยู่ในปริมาณ 14.18 ถึง 236.85 µg/kg น้ำหนักแห้ง โดยที่ตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินกลุ่ม crustacean ในวันที่ 19 มกราคม 2555 ณ ตำแหน่ง B พบการสะสมของตะกั่วในเนื้อเยื่อมากที่สุด ในขณะที่ตัวอย่างสัตว์หน้าดินกลุ่ม crustacean ในวันที่ 26 พฤษภาคม 2555 ณ ตำแหน่ง A มีการสะสมตะกั่วในเนื้อเยื่อต่ำที่สุด ตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินกลุ่ม mollusc พบการสะสมตะกั่วในเนื้อเยื่ออยู่ในช่วง 55.90 ถึง 499.50 µg/kg น้ำหนักแห้ง โดยที่ตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินกลุ่ม mollusk ณ ตำแหน่ง A พบการสะสมตะกั่วต่ำที่สุด ในขณะที่ตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินกลุ่ม mollusk วันเดียวกัน ณ ตำแหน่ง C พบการสะสมตะกั่วในเนื้อเยื่อสูงที่สุด รายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 6

3. <u>การศึกษาระดับตะกั่วในตะกอนดิน</u>

ในตะกอนดินพบการปนเปื้อนของตะกั่วอยู่ในช่วง 8.47 ถึง 15.51 mg/kg โดยที่ตะกอนดินวันที่ 26 พฤษภาคม 2555 ในจุด A มีการปนเปื้อนของตะกั่วสูงที่สุด ในขณะที่ตะกอนดินในจุด C มีการปนเปื้อนของตะกั่วต่ำที่สุด สำหรับรายละเอียดผลการศึกษาการปนเปื้อนของตะกั่วในตะกอนดินในแต่ละตัวอย่างแสดงในรูปที่ 4 และเปรียบเทียบกับกำหนดค่ามาตรฐานต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 7

การอภิปรายผลการศึกษา

ระดับตะกั่วในเลือดของนกนางนวลธรรมดา

การได้รับสารตะกั่วทางการกิน เป็นทางหลักที่สำคัญในการได้รับสารพิษจากตะกั่วในนก ในตระกูลนกน้ำการกินเศษตะกั่วหรือลูกตะกั่วเป็นเรื่องที่เกิดขึ้นได้ทั่วไป เนื่องจากมีความคล้ายคลึงกับก้อนกรวดขนาดเล็ก ซึ่งในนกนั้น ก้อนกรวดจะมีความจำเป็นในการช่วยบดอาหารในกระเพาะบด (gizzard) นกจะมีความไวต่อสารตะกั่วมากกว่าสัตว์ชนิดอื่นๆ เนื่องจากมีมวลของร่างกายที่น้อย และไม่สามารถจัดการกับสารพิษได้ดี นกมีความสามารถในการเก็บกินวัตถุขนาดเล็กๆ ได้ทั้งชิ้น เช่น ตะกั่วที่จมอยู่ในน้ำ มีนกหลายชนิดได้รับผลกระทบจากตะกั่วและนกบางชนิดมีความไวต่อสารตะกั่วมาก ซึ่งได้แก่ เป็ด ห่าน หงส์ นกกระเรียน นกยาง นกกระทุงและนกอินทรี (Nadis, 2008) เป็นต้น ถึงแม้ว่าจะมีหลายแหล่งที่นกอาจได้รับสารตะกั่ว แต่การกินตะกั่วที่จมอยู่ในน้ำหรือถูกยิงโดยกระสุนที่เป็นตะกั่วเป็นสาเหตุหลักในการได้รับสารพิษจากตะกั่วในนก

จากการเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อศึกษาระดับตะกั่วในนกนางนวลธรรมดา โดยเก็บตัวอย่างในวันที่ 19 มกราคม 2555 พบว่าระดับตะกั่วในเลือด (blood lead) จะอยู่ในช่วง 1.38 – 3.78 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร เฉลี่ย 2.38±0.75 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร และระดับตะกั่วในเลือดสัตว์ปีกที่สูงเกิน 40-60 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร บ่งบอกได้ว่าสัตว์ตัวนั้นกำลังเกิดความเป็นพิษจากตะกั่วขึ้น (Ritchie et al., 1994) จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่านกนางนวลมีโอกาสเสี่ยงที่จะได้รับสารพิษจากตะกั่วทางการกินในระดับต่ำ

แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นระดับตะกั่วในเลือดนกนางนวลก็มีปัจจัยหลายปัจจัยมาเกี่ยวข้อง ทั้งจากแหล่งหากินช่วงก่อนอพยพ อาหารที่กิน และแหล่งหากินในช่วงอพยพ รวมถึงสารตะกั่วสามารถอยู่ได้หลายรูปแบบในดิน น้ำและอากาศ ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ สภาวะอากาศ ทิศทางลม ลักษณะของพื้นผิวของดินและขนาดอนุภาคของตะกั่ว ทั้งหมดที่กล่าวมาล้วนมีอิทธิพลต่อการดูดซับสารตะกั่ว อาทิเช่น ลักษณะของผิวดินที่ขรุขระหรือที่ๆ มีใบไม้ทับถมกันหนาแน่นจะสะสมสารตะกั่วได้มากกว่าพื้นผิวดินที่เรียบถึง 8 เท่า ในสภาพที่แห้ง สารตะกั่วจะกระจายอยู่ใกล้กับแหล่งต้นกำเนิด ขณะที่ในสภาพที่เปียกตะกอนดินจะพาสารตะกั่วไปได้ไกล และขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมที่ระยะเวลาต่างกันสารตะกั่วอนินทรีย์จะสามารถปนเปื้อนในสัตว์ได้จากการหายใจ การกิน และการดูดซับผ่านผิวหนัง ในทางตรงกันข้าม สารตะกั่วอินทรีย์มีการแพร่กระจายได้น้อยในสิ่งแวดล้อม แต่สามารถดูดซึมผ่านทางผิวหนังได้ (Pattee, 2003)

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน

ในการศึกษานี้พบว่าสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินทั้งหมด 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม crustacean และ mollusca กลุ่ม crustacean ที่พบได้แก่ ปู และ กุ้ง กลุ่ม mollusca ที่พบคือ หอย สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินกลุ่ม crustacean พบปริมาณตะกั่วสะสมอยู่ในปริมาณ 14.18 ถึง 236.85 µg/kg น้ำหนัก ตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินกลุ่ม mollusc พบการสะสมตะกั่วในเนื้อเยื่ออยู่ในช่วง 55.90 ถึง 499.50 µg/kg น้ำหนักแห้ง อย่างไรก็ตามระดับตะกั่วเฉลี่ยที่พบในสัตว์หน้าดิน ณ ตำแหน่ง A, B และ C ในวันต่างๆ มีระดับต่ำกว่าเมื่อนำระดับตะกั่วเฉลี่ยที่พบในสัตว์หน้าดิน ณ ตำแหน่ง A, B และ C เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานปริมาณตะกั่วที่อนุญาตให้พบได้ในอาหารจากมาตรฐานของ FDA ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 1,700 µg/kg และค่ามาตรฐานปริมาณตะกั่วที่อนุญาตให้พบได้ในอาหารจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมที่กำหนดไว้ไม่เกิน 1,000 µg/kg

เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าในประเทศไทยเคยมีการศึกษาระดับตะกั่วในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินมาบ้างดังเช่น การศึกษาของ Everaarts และ Swennen (1987) ที่ทำการศึกษาระดับโลหะหนักในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินและตะกอนดินจากพื้นที่ชายฝั่งในประเทศไทยและประเทศมาเลเซีย พบว่าระดับตะกั่วในหนอนกลุ่ม polychaete และหอยสองฝามีระดับของตะกั่วสูงสุด ซึ่งพบระหว่าง 16.70 - 20.80 µg/g น้ำหนักแห้ง และ 12.00 – 18.40 µg/g น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ซึ่งเป็นระดับที่สูงเกินมาตรฐานของอาหารที่องค์การอนามัยโลกกำหนดไว้ โดยระดับตะกั่วในปูและหอยที่องค์การอนามัยโลกกำหนดไว้ (maximum admissible level in crabs and mollusk) ไม่ควรเกิน 2.50 และ 10.00 µg/g น้ำหนักแห้งตามลำดับ สำหรับระดับตะกั่วในปูและกุ้งพบว่ามีค่าระหว่าง 0.70 – 5.60 µg/g น้ำหนักแห้ง

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินถูกนำมาใช้ในการเฝ้าระวังผลกระทบของโลหะหนักในระบบนิเวศแหล่งน้ำอย่างกว้างขวาง เนื่องจากเหตุผลต่างๆ ดังนี้ การที่สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินดำรงชีวิตอาศัยอยู่ในระบบนิเวศนั้นตลอดเวลาจึงมีการสัมผัสสภาวะต่างๆ ของสิ่งแวดล้อมโดยรอบแน่นอนโดยไม่มีผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลมาเกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถแสดงผลกระทบจากมลพิษทั้งในปัจจุบันและในอดีต สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินยังมีหลากหลายชนิด จึงมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีในสิ่งแวดล้อมไม่เหมือนกัน ชีพจักรของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินนั้นยาวนานจึงเหมาะแก่การศึกษา เป็นต้น (Mitchell, 2009) ซึ่งความเสี่ยงที่จะได้รับตะกั่วสะสมและผลเสียต่อสุขภาพจากระดับตะกั่วในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในนกอพยพขึ้นกับพฤติกรรมการหากิน อาหารที่ชอบ และระยะเวลาในการพักอาศัย (Everaarts and Swennen, 1987)

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินสามารถได้รับโลหะหนักจากหลายแหล่ง ทั้งแหล่งน้ำผิวดิน ตะกอนดิน น้ำในช่องว่างตะกอนดิน และอาหาร โลหะหนักจากน้ำผิวดินและน้ำในช่องว่างตะกอนดินจะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายผ่านทางเหงือก และเนื้อเยื่อภายนอกลำตัว สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินยังสามารถได้รับโลหะหนักผ่านทางการกินอาหารที่ปนเปื้อนได้ ซึ่งแหล่งอาหารของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินได้แก่ สาหร่าย (algae) สัตว์เกาะติด (periphyton) เศษซากอินทรีย์ (detritus) และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดเล็กอื่นๆ การศึกษาหลายการศึกษาแสดงให้เห็นว่าในระบบนิเวศแหล่งน้ำที่ปนเปื้อนโลหะหนักนั้นพบการปนเปื้อนโลหะหนักในอาหารของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินเหล่านี้เป็นปริมาณมาก นอกจากนั้นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินยังสามารถกินตะกอนดินที่ปนเปื้อนเข้าไปโดยไม่ตั้งใจระหว่างหาอาหารอีกด้วย โดยโลหะหนักมีผลต่อสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินทั้งระดับรายตัว (เช่น ก่อให้เกิดการตาย การเจริญเติบโตลดลง ประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ลดลง) และระดับประชากร (เช่น ความหนาแน่น และความหลากหลายประชากรลดลง ประชากรสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินเปลี่ยนชนิดไป) (U.S. Fish and Wildlife Service, 2000)

ตะกอนดิน

ผลการตรวจวิเคราะห์ระดับตะกั่วในตะกอนดินพบว่าตะกอนดินทั้ง 3 ตำแหน่งจากการเก็บตัวอย่างตะกอนดิน 3 วันรวมทั้งหมด 9 ตัวอย่าง มีระดับตะกั่วอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์อื่นนอกเหนือจากเพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2547) ที่กำหนดมาตรฐานระดับตะกั่วสำหรับดินที่ใช้ประโยชน์อื่นนอกเหนือจากเพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรมไว้ที่ 750 mg/kg และนอกจากนี้ยังพบว่าระดับตะกั่วในตะกอนดินที่พบอยู่ในระดับที่ไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต (Canadian Council of Ministers of the Environment, 2002) ที่กำหนดค่าความเข้มข้นของตะกั่วในตะกอนดินชายฝั่งทะเลที่อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตไว้ที่ 112 mg/kg ถึงแม้ว่าผลการวิเคราะห์ตะกั่วในตะกอนดินจะพบว่าระดับตะกั่วอยู่ในระดับที่ไม่เกินมาตรฐาน และอยู่ในระดับที่ไม่เกินค่าที่ทำให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต แต่ก็พบว่าตะกั่วที่พบในตะกอนดินแต่ละจุดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ แสดงให้เห็นถึงโอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนของตะกั่วในตะกอนดินบริเวณสถานตากอากาศบางปูในระดับที่สูงขึ้นเรื่อยๆ จนอาจพบระดับตะกั่วปนเปื้อนในระดับที่เกินมาตรฐานได้ในอนาคต

เมื่อเปรียบเทียบกับระดับตะกั่วในตะกอนดินที่เคยตรวจพบที่จังหวัดปัตตานี และจังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าระดับตะกั่วในตะกอนดินบริเวณสถานตากอากาศบางปูนั้นมีระดับที่ต่ำกว่า โดยที่ปากแม่น้ำปัตตานีตรวจพบระดับตะกั่วถึง 242 µg/g น้ำหนักแห้ง ตะกอนดินที่บ้านดาโต๊ะ จังหวัดปัตตานีพบระดับตะกั่ว 95 µg/g น้ำหนักแห้ง และที่อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี (40 µg/g น้ำหนักแห้ง) (Everaarts and Swennen, 1987)

นอกจากนี้เมื่อทำการเปรียบเทียบระดับตะกั่วในตะกอนดินพบว่าตะกั่วในตะกอนดินที่ตำแหน่ง A ไม่แตกต่างจากตะกั่วในตะกอนดินของตำแหน่ง B และจุด C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งที่หากสังเกตจากผลการทดลองจะพบว่าตำแหน่ง A มีระดับตะกั่วปนเปื้อนในตะกอนดินสูงกว่าตำแหน่ง B และสูงกว่าตำแหน่ง C และยังไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระดับตะกั่วในตะกอนดินวันที่ 10 ตุลาคม 2554 19 มกราคม และ 26 พฤษภาคม 2555 การที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระดับตะกั่วในตะกอนดิน 3 ตำแหน่งนี้อาจเกิดจากจำนวนครั้งในการเก็บตัวอย่างน้อย หรือระยะเวลาที่ทำการทดลองที่สั้นเกินไป ซึ่งโดยปกติแล้วการสะสมของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ดังนั้นเมื่อเก็บตัวอย่างแล้วอาจส่งผลให้ไม่เห็นความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระดับตะกั่วที่พบในตะกอนดินได้ที่เก็บตัวอย่างตะกอนดินแต่ละวันและอาจส่งผลให้ไม่เห็นความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระดับตะกั่วเฉลี่ยที่พบในตะกอนดินทั้ง 3 ตำแหน่งได้

จากการสังเกตผลการวิเคราะห์ระดับตะกั่วในตะกอนดินพบว่า ระดับตะกั่วในตะกอนดินบริเวณตำแหน่ง A อยู่ในระดับที่สูงกว่า B ทั้งที่เป็นบริเวณที่ห่างจากชายฝั่งประมาณ 100 เมตรเท่ากัน ถึงแม้จะไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม ซึ่งการพบตะกั่วในตะกอนดินตำแหน่ง A สูงกว่า B แสดงให้เห็นถึงปัจจัยที่เป็นผลทำให้ตะกั่วในตะกอนดินทั้ง 2 ตำแหน่งแตกต่างกัน ซึ่งปัจจัยหนึ่งอาจเป็นจำนวนต้นไม้ของตำแหน่ง A มีน้อยกว่า B ซึ่งต้นไม้สามารถที่จะดูดซับสารพิษและโลหะหนัก ซึ่งรวมทั้งตะกั่วได้ ซึ่งจุดนี้เองอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้พบการปนเปื้อนตะกั่วในตะกอนดินตำแหน่ง A สูงกว่า B ทั้งนี้อาจจำเป็นจะต้องมีการศึกษาระดับตะกั่วในตะกอนดินและในต้นไม้บริเวณสถานตากอากาศบางปูเพื่อเปรียบเทียบและดูแนวโน้มการสะสมตะกั่วในตะกอนดิน และศึกษาคุณสมบัติของต้นไม้ในการดูดซับตะกั่วในตะกอนดินเพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมบริเวณสถานตากอากาศบางปูต่อไปในอนาคต

การหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในเนื้อเยื่อของสัตว์หน้าดินกับระดับตะกั่วที่พบปนเปื้อนในตะกอนดินพบว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับที่สูงปานกลาง และความสัมพันธ์นี้ก็เป็นไปในแนวทางที่ลดลง กล่าวคือ เมื่อความเข้มข้นของตะกั่วในตะกอนดินยิ่งสูง ระดับตะกั่วที่พบในเนื้อเยื่อของสัตว์หน้าดินก็ยิ่งลดต่ำลง ทั้งที่จากการ

ศึกษาของ Ayas และคณะ (2007) และ Olomukoro และ Azubuike (2009) พบว่าความสัมพันธ์ของระดับตะกั่วที่พบในตะกอนดินกับระดับตะกั่วที่พบในเนื้อเยื่อของสัตว์หน้าดินและสัตว์น้ำเป็นไปในแนวทางที่สูงขึ้น เนื่องจากพฤติกรรมการกินอาหารของสัตว์หน้าดินกลุ่ม crustacean และ mollusc มีพฤติกรรมการกินอาหารแบบกรองอาหาร และอาหารของสัตว์หน้าดินเหล่านี้ส่วนใหญ่ก็อยู่บริเวณพื้นดิน ทำให้มีโอกาสที่จะได้รับโลหะหนักเหล่านี้และตะกอนดินได้สูง นอกจากนี้แหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์หน้าดินและอาหารของสัตว์หน้าดินเหล่านี้ก็มักอาศัยอยู่ในชั้นตะกอนดิน ซึ่งอาจทำให้สัตว์เหล่านี้พบการสะสมของตะกั่วในร่างกายได้ และมีโอกาสที่จะพบการสะสมตะกั่วในร่างกายของสัตว์หน้าดินเหล่านี้สูงขึ้นเรื่อยๆ ตามทิศทางการเพิ่มสูงขึ้นของตะกั่วที่พบในตะกอนดิน แต่จากการศึกษาในครั้งนี้พบความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในตะกอนดินกับระดับตะกั่วในเนื้อเยื่อสัตว์หน้าดินที่เป็นไปในแนวทางที่ลดลงอาจเป็นผลมาจากสภาพตะกอนดินในแต่ละบริเวณที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะตำแหน่ง C ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ตะกั่วในตะกอนดินและในเนื้อเยื่อสัตว์หน้าดินพบว่าตะกอนดินในตำแหน่ง C มีระดับตะกั่วปนเปื้อนอยู่ในระดับต่ำ แต่ในเนื้อเยื่อของสัตว์หน้าดินมีระดับตะกั่วปนเปื้อนอยู่ในระดับที่สูง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้การคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในตะกอนดินกับในเนื้อเยื่อของสัตว์หน้าดินเป็นไปในแนวทางที่ลดลงได้ ซึ่งปัจจัยหนึ่งที่ทำให้พบระดับตะกั่วในตะกอนดินตำแหน่ง C อยู่ในระดับต่ำในขณะที่ระดับตะกั่วในเนื้อเยื่อของสัตว์หน้าดินอยู่ในระดับที่สูงอาจเป็นผลมาจากคุณสมบัติของตะกอนดินจุดนี้ที่มีสารกลุ่มที่สามารถจับตัวกับตะกั่วจนเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่ไม่สามารถเข้าสู่ร่างกายของสิ่งมีชีวิตในน้ำและสัตว์หน้าดินได้หรือเข้าสู่ร่างกายได้น้อย ทำให้ตะกั่วในดินสามารถเข้าสู่ร่างกายของสัตว์หน้าดินได้ในปริมาณที่สูงกว่าจุดอื่นๆ ทำให้การคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างตะกั่วในตะกอนดินกับในเนื้อเยื่อของสัตว์หน้าดินเป็นไปในแนวทางที่ลดลงได้ ซึ่งสารกลุ่มที่มีความสำคัญต่อการทำนายความเป็นพิษของสารอันตรายกลุ่มโลหะหนักได้แก่ ซัลไฟด์ในตะกอนดินโดยเฉพาะที่อยู่ในรูปเหล็กซัลไฟด์ (FeS) และแมงกานีสซัลไฟด์ (MnS) หรือที่รวมเรียกว่า Acid Volatile Sulfides (AVS) เนื่องจากซัลไฟด์ที่จับกับเหล็กและแมงกานีสสามารถแตกตัวได้ง่ายและมาจับกับโลหะหนัก ที่มีค่าอิออน +2 ได้ เช่น Ca, Cd, Pb, Ni, Cu และ Zn (วราง คณา และกาญจนา, 2554) ดังนั้นถึงแม้จะพบว่ามีตะกั่วสะสมในตะกอนดินอยู่ในความเข้มข้นที่ไม่สูงเกินมาตรฐานดังเช่นในกรณีการศึกษาครั้งนี้ก็ตาม แต่ถ้าหากในตะกอนดินบริเวณนั้นมีสารที่จับกับโลหะหนักอยู่น้อยหรือมีอยู่ในปริมาณที่ต่ำ ก็อาจพบการสะสมของโลหะหนักในเนื้อเยื่อของสัตว์หน้าดินที่สูงได้ดังเช่นในกรณีตะกอนดินและสัตว์หน้าดินที่ตำแหน่ง C จากการศึกษาในครั้งนี้ ซึ่งการที่โลหะหนักสามารถเข้าสู่ร่างกายของสัตว์หน้าดินและสัตว์น้ำได้มากนี้เอง ก็อาจส่งผลทำให้เกิดความเป็นพิษต่อร่างกายของสัตว์หน้าดินเหล่านั้น หรือแม้กระทั่งสัตว์และคนที่บริโภคสัตว์หน้าดินที่มาจากแหล่งนี้ตามมาได้

อย่างไรก็ตามการศึกษานี้เป็นเพียงการศึกษาเบื้องต้นที่สำรวจระดับตะกั่วในสิ่งแวดล้อม และพบเพียงว่าระดับตะกั่วในสัตว์หน้าดิน และตะกอนดิน มีค่าไม่เกินมาตรฐาน ดังนั้นจึงควรมีการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดทางชีวภาพเหล่านี้ในการศึกษาครั้งต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คุณหทัยรัชต์ หาญอนันตชัย คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล คุณวัลยา ไชยภักดี อ.สพ.ญ.สุภาเพ็ญ ศรีพิบูลย์ สพ.ญ. สิรินาฎ ชัยชนะทอง เจ้าหน้าที่กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช และ หน่วยสัตว์ป่า โรงพยาบาลสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

เอกสารอ้างอิง

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2553). ข้อมูลโรงงานแยกตามพื้นที่: กทม.และภาคกลาง. สืบค้นจาก http://www2.diw.go.th/factory/ tumbol.asp

กระทรวงสาธารณสุข. (2529). ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 98 พ.ศ.2529 เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน. สืบค้นจาก http://newsser.fda.moph.go.th/food/file/Laws/Notification%20of%20Ministry%20of%20PublicHealth/Law03P98.pdf

การสำรวจของกรีนพีซ. (2546). มลพิษสิ่งแวดล้อมที่นิคมอุตสาหกรรมบางปู สมุทรปราการ. สืบค้นจาก http://www.greenpeace.org/ seasia/th/Global/seasia/report/2008/2/bang-pu-industrial-estate-pollution.pdf.

ประทีป มีวัฒนา. (2541). การศึกษาปริมาณโลหะหนักในนกบางชนิด บริเวณแหลมผักเบี้ย จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประสิทธิ์ ชิ้มเจริญ และสายสุนีย์ จักษุอินทร์. (2546). สถานการณ์โลหะหนักในตะกอนดินและเนื้อเยื่อสัตว์บริเวณชายฝั่งทะเลของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ.

ปิยรัตน์ อุตส่าห์พานิช. (2548). ปรอทรวมในดินตะกอนบริเวณชายฝั่งทะเลนิคมอุตสาหกรรมบางปู จ.สมุทรปราการ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา.

มงคล ไชยภักดี และวัลยา ไชยภักดี. (2552). การศึกษาประชากรและการแพร่กระจายของนกนางนวลธรรมดา (*Larus brunnicephalus*) ในประเทศไทย. ในผลงานวิจัยและรายงานความก้าวหน้างานวิจัยประจำปี 2551. น.99-106. กรุงเทพฯ: กลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. ระบบเครือข่ายสารสนเทศด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย. (2550). นิคมอุตสาหกรรมบางปู. สืบค้นจาก http://teenet.tei.or.th/tumMenuMain.html

วรางคณา วิเศษมณี ลี และกาญจนา หริ่มเพ็ง. (2554). ความเป็นพิษเฉียบพลันและการกลายพันธุ์จากสารมลพิษรวมในน้ำและตะกอนดิน กรณีศึกษา คลองชวดหมัน จังหวัดสมุทรปราการ. วารสาร มฉก. วิชาการ. 14: 153-173.

วัลยา ชนิตตาวงศ์ และมงคล ไชยภักดี. (2548). นกอพยพในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

ศิริวรรณ ลาภทับทิมทอง. (2544). การสะสมของโลหะหนักบางชนิดในหอยเศรษฐกิจบริเวณชายฝั่งทะเลของอ่าวไทยและทะเลอันดามัน. วารสารวิชาการสภาอาจารย์ มหาวิทยาลัยบูรพา. 1(1): 27-48.

ศุภวัตร กาญจน์อติเรกลาภ. (2542). การปนเปื้อนของโลหะหนักในสัตว์ทะเลบางชนิดบริเวณชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย. ระยอง: ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก.

สุจารี บุรีกุล. (2548). การปนเปื้อนโครเมียมในระบบนิเวศชายฝั่งทะเล บริเวณบางปู อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุดชาย กำเนิดมณี. (2540). การศึกษาปริมาณโลหะหนักในดิน น้ำ ดินตะกอน และหญ้าขน (Brachiaria mutica) บริเวณลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุนันท์ ทวยเจริญ วัลลพ คุ้มสภา และสุนิตย์ ปัทถาพงษ์. (2537). ปริมาณสารโลหะหนักตกค้างในหอยหลอด ในน้ำทะเล และในดินตะกอนบริเวณแหล่งเลี้ยงตัวหอย จ.สมุทรสงคราม. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งสมุทรสาคร กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง.

สุภาพร แป้งทา และพันธวัศ สัมพันธ์พานิช. (2553). การใช้สับปะรดเป็นตัวชี้วัดความเป็นพิษของโครเมียมและตะกั่วที่ปนเปื้อนในดิน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

หน่วยศึกษาและเฝ้าระวังมลพิษทางน้ำ กรีนพีซเอเชียตะวันออกเฉียงใต้. (2551). กรณีศึกษาสารพิษปนเปื้อนในแหล่งน้ำบริเวณตำบลบางปูจังหวัดสมุทรปราการ. สืบค้นจาก http://www.greenpeace.org/seasia/th/Global/seasia/report/2008/8/ water-sample-results-bangpu.pdf.

อนุกูล บูรณประทีปรัตน์. (2551). การไหลเวียนของกระแสน้ำในอ่าวไทยตอนบน: การทบทวนงานวิจัย. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 13(1): 75-83.

อภิรดี เมืองเดช. (2545). ปริมาณโลหะหนักในหอยแครง (Anadara granosa) บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ในการประชุมทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ สาขาการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 40 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 4-7 กุมภาพันธ์ 2545.

อริศรา เจริญปัญญาเนตร. (2552). รายงานสรุปผลการศึกษาพื้นที่และแหล่งน้ำที่เสี่ยงต่อการเกิดมลพิษทางน้ำ ในประเทศไทย. สืบค้นจาก http://greenpeace.org .

โอภาส ขอบเขตต์. (2543). หนังสือชุดนกในประเทศไทย,เล่ม 3. กรุงเทพฯ: สารคดี.

Ayas, Z. et al. (2007). Heavy metal accumulation in water, sediments and fishes of Nallihan Bird Paradise, Turkey. Journal of Environmental Biology. 28(3): 545-549.

Baillie, J.E.M., Taylor, C.H., and Stuart, S.N. (2004). 2004 IUCN Red List of Threatened Animals. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, United Kingdom.

Boere, G.C. and Stroud, D.A. (2006). The flyway concept: what it is and what it isn't. In: G.C. Boere, C.A. Galbraith and D.A. Stroud (eds). Waterbirds around the world. The Stationery Office, Edinburgh, UK. pp. 40-47.

Brigden, K., Labunska, I. and Santillo, D. (2010). Investigation of hazardous chemical discharges from two textile manufacturing facilities, and chemical contamination of nearby canals connecting to the lower Chao Phraya River, Thailand, Available From http://greenpeace.org/seasia/th/Global/seasia/binaries/ 2010/7/water-sampling-report-eng.pdf.

Burger, J. and Gochfeld, M. (1993). Lead and behavioral development in young herring gull: effects of timing of exposure on individual recognition. Fundamental and applied toxicology. 21: 187–195.

Burger, J. and Gochfeld, M. (1994). Behavioral impairments of lead-injected young herring gulls in nature. Fundamental and applied toxicology. 23: 553–561.

Burger, J. and Gochfeld, M. (1995). Effects of varying temporal exposure to lead on behavioral development in herring gull (Larus argentatus) chicks. Pharmacology, biochemistry, and behavior. 52: 601–608.

Degernes, L.A. (2008). Waterfowl Toxicology: A review. The veterinary clinics of North America. Exotic animal practice. 11: 208-300.

Franson, J.C. (1990). Interpretation of tissue lead residues in birds other than waterfowl. In Furness RW, Rainbow PS (Eds.), Heavy metals in the marine environment. CRC Press. Boca Raton FL. 265–281.

Hungspreugs, M. and Yuangthong, C. (1983). A history of metal pollution in the Upper Gulf of Thailand. Marine Pollution Bulletin. 14: 465– 469.

Jager, L. P., Rijnierse, F. V. J., Esselink, H., & Baars, A. J. (1996). Biomonitoring with the BuzzardButeo buteo in the Netherlands: Heavy metals and sources of variation. Journal für Ornithologie, 137(3), 295–318. doi:10.1007/BF01651071

Kamaruzzaman, B. Y., Ong, M. C., Zaleha, K., & Shahbudin, S. (2008). Levels of Heavy Metals in Green-Lipped Mussel Perna veridis (Linnaeus) from Muar Estuary, Johore, Malaysia. Pakistan Journal of Biological Sciences, 11(18), 2249–2253. doi:10.3923/pjbs.2008.2249.2253

Kim, E. Y., Ichihashi, H., Saeki, K., Atrashkevich, G., Tanabe, S., & Tatsukawa, R. (1996). Metal accumulation in tissues of seabirds from Chaun, northeast Siberia, Russia. Environmental pollution (Barking, Essex: 1987), 92(3), 247–252.

Kim, J. and Koo, T-H. (2008). Heavy Metal Concentration in Feathers of Korean Shorebirds. Arch Environ Contam Toxicol. 55: 122-128.

Kim, J., Shin, J-R. and Koo, T-H. (2009). Heavy Metal Distribution in Some Wild Birds from Korea. Archives of environmental contamination and toxicology. 56: 317-324.

Mitchell, J.W. (2009). An assessment of lead mine pollution using macro-invertebrates at Greenside Mines, Glenridding. Earth & E-nvironment. 4: 27-57.

Olomukoro J.O. and Azubuike C.N. (2009). Heavy Metals and Macroinvertebrate Communities in Bottom Sediment of Ekpan Creek, Warri, Nigeria. Jordan Journal of Biological Sciences. 2(1): 1-8.

Olsen, G.H. and Orosz, S.E. (2000). Manual of Avian Medicine. St.Louis: Mosby.

Puschner, B. and Poppenga, R.H. (2009). Lead and Zinc Intoxication in Companion Birds. Compendium : continuing education for veterinarians. 31(1): E1-12.

Rashed, M.N. 2001. Cadmium and Lead levels in fish (Tilapia nilotica) tissues as biological indicator for lakewater pollution. Environmental Monitoring and Assessment. 68: 75–89.

Rojanavipart, P. (1990). The effects of marine pollution on fisheries in the inner Gulf of Thailand. In: Oceanography and Marine Pollution: An ASEAN EC Perspective. Proceeding of the ASEAN-EC Seminar/ Workshop on Marine Sciences, 12–16 April 1987, Manila, Philippines, pp. 215–224.

Solomons, W. and Förstner, U. (1984). Metals in the hydrocycle. Berlin: Springer-Verlag.

Thompson, D.R. and Downing, J.E. (1999). Site-Specific Heavy Metal Concentrations in Blood of South Island Pied Oystercatchers Haematopus ostralegus finschi the Auckland Region, New Zealand. Marine Pollution Bullein. 38(3): 202-206.

U.S. Fish and Wildlife Service. (2000). Report of Injury Assessment and Injury Determination: Coeur d' Alene Basin Natural Resource Damage Assessment. Chapter 8: Benthic Macro-invertebrate.

Voravit C. and Piamsak M. (2003). Water pollution and habitat degradation in the Gulf of Thailand. Marine Pollution Bulletin. 47: 43–51.

A Preliminary Study of Lead Levels in Brown-headed Gulls (*Larus brunnicephalus*), Marine Benthic Macroinvertebrates and Precipitate in Bangpu Recreation Center, Samut Prakan Province

Benchapol Lorsunyaluck[1], Piyaporn Eiamcharoen[2], Pattarapong Jakthong[2], Apinya Sujirarat[2], Amornrat Ounamornchaikul[2], Phitsanu Tulayakul[3,*]

[1]Wildlife Unit, Kasetsart University Veterinary Teaching Hospital, Kamphaengsaen Campus, NakhonPathom

[2]Sixth- year veterinary student, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, NakhonPathom

[3]Department of Veterinary Public Health, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, NakhonPathom

Abstract Bangpu Recreation Center, Samut Prakan Province is surrounded by Bangpu Industrial Estate which is investigated to be risky of lead contamination in environment. In this study, Brown-headed gulls (*Larus brunnicephalus*), marine benthic macroinvertebrates and precipitate were used as bio-indicators of lead pollution. Lead levels were measured in 16 whole blood samples of Brown-headed gulls in October 2011. Marine benthic macroinvertebrates and precipitate were collected and measured for lead concentrations in October 2011, January and May 2012. Blood lead levels were relatively low ranging from 1.38 to 3.78 µg/dL. Lead levels in marine benthic macroinvertebrates and precipitate ranged from 14.18 to 499.50 ppb and 8.47 to 15.51 mg/kg respectively. There was no correlation between blood lead levels and bird weights (Pearson correlation = -0.19, p-value>0.05). Results showed that blood lead levels in Brown-headed gulls are not considered a lead toxicity level and lead levels in marine benthic macroinvertebrates and precipitate are below the standard level. This is only a preliminary study and further study of long term data collection and relationships between these bio-indicators is necessary.

Keywords: Brown-headed gull (*Larus brunnicephalus*), Lead, Marine Benthic macroinvertebrates, Precipitate, Bangpu Recreation Center, Samut Prakan Province