

ปริมาณโลหะหนักในปลาช่อนที่ได้รับผลกระทบจากน้ำชะมูลฝอย ในสภาพการเพาะเลี้ยง

Heavy Metal Concentration in Snakehead Fish (*Channa striata*)

Affected by Landfill Leachate in Aquaculture

เมทินี อินทยศ¹ ลำไย ณีรัตน์พันธุ์¹ บัณฑิตย์ เต็งเจริญกุล² และมานพ ศรีอุทธา³



บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าการละลายของออกซิเจนในน้ำ ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี ค่าการนำไฟฟ้า และการปนเปื้อนของโลหะหนัก 9 ชนิด ได้แก่ สารหนู ตะกั่ว แคดเมียม โครเมียม ทองแดง เหล็ก แมงกานีส นิกเกิล และสังกะสีในน้ำ ตะกอนดิน และปลาช่อนบริเวณแหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบจากน้ำชะมูลฝอยเทศบาลนครขอนแก่น เก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนดินจำนวน 6 ตัวอย่าง และปลาช่อนที่เพาะเลี้ยงในกระชังระยะเวลา 3 เดือน จำนวน 5 ตัวอย่าง นำมาวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักด้วยเครื่อง Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) ผลการศึกษาคุณภาพน้ำพบว่าทุกพารามิเตอร์มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ปริมาณแคดเมียม โครเมียม ทองแดง เหล็ก แมงกานีส นิกเกิล ตะกั่ว และสังกะสี ในน้ำและตะกอนดินมีค่าไม่เกินมาตรฐาน ส่วนสารหนูมีค่าเกินมาตรฐานทั้งในน้ำ และตะกอนดิน ปริมาณโลหะหนักในปลาช่อนมีค่าไม่เกินมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน

คำสำคัญ : โลหะหนัก น้ำชะมูลฝอย ปลาช่อน

ABSTRACT

In this study, the researchers analyze the water quality i.e. temperature, potential of hydrogen (pH), dissolved oxygen (DO), biochemical oxygen demand (BOD), electrical conductivity (EC), and concentrations of nine heavy metals i.e. arsenic (As), lead (Pb), cadmium (Cd), chromium (Cr), copper (Cu), steel (Fe), manganese (Mn), nickel (M), and zinc (Zn) in water, sediments, and *Channa striata* in the reservoir affected by landfill leachate from Khon Kaen City Municipality. Six samples of water and sediments were collected as well as five samples of *C. striata* bred in floating baskets for three months. The heavy metal concentrations were analyzed using inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES). The study of the water quality showed that all the parameters were at the standard level of surface water source type 3. The quantities of Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, and Zn in the water as well as in the sediments did not exceed the

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² สาขาวิชาอายุรศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

³ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (วิทยาเขตหนองคาย)

standards. However, As exceeded the standards in the water and in the sediments. The heavy metal concentrations in *C. striata* did not exceed the standards for food with contaminants.

Keywords: heavy metal, leachate, snakehead fish

บทนำ

การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรทำให้เกิดการใช้ทรัพยากร (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2554) ส่งผลให้เกิดปัญหามลพิษที่มีปริมาณเพิ่มขึ้น และไม่มีการคัดแยกก่อนทิ้ง ไม่มีการนำมูลฝอยมาใช้ประโยชน์ใหม่ (รุ่งกิจ, 2554) จนกลายเป็นปัญหาสำคัญต่อละชุมชนทั่วประเทศ (กรมควบคุมมลพิษ, 2553)

ขอนแก่น เป็น จังหวัด สำคัญ ของ ภาค ตะวันออกเฉียงเหนือของไทยเป็นเมืองที่ตั้งของมหาวิทยาลัยขอนแก่น จากจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น ทั้งคนท้องถิ่นและนักศึกษาทำให้ปริมาณมูลฝอยเพิ่มมากขึ้นด้วย พื้นที่กำจัดมูลฝอยในความรับผิดชอบของเทศบาลนครขอนแก่น บ้านคำบอน มีพื้นที่รวม 98 ไร่ กำจัดมูลฝอยโดยวิธีฝังกลบ เริ่มใช้งานมาตั้งแต่ปี 2511 โดยมีการออกแบบอายุการใช้งานพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยไว้ 20 ปี ปัจจุบันใช้งานมาแล้ว 50 ปี ได้มีการฝังกลบมูลฝอยเต็มพื้นที่ฝังกลบแล้วและมีปริมาณมูลฝอยตกค้าง ประมาณ 800,000 ตัน (เทศบาลนครขอนแก่น, 2560) จึงมีความเป็นไปได้ที่พื้นที่ฝังกลบมูลฝอยดังกล่าวจะเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษและแพร่กระจายออกสู่พื้นที่บริเวณใกล้เคียงโดยปะปนมากับน้ำชะมูลฝอย ปัญหาที่เกิดจากน้ำชะมูลฝอย มักเป็นการปนเปื้อนออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก ได้แก่ การปนเปื้อนลงสู่ตะกอนดิน แหล่งน้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน น้ำชะมูลฝอยเป็นน้ำเสียที่มีความสกปรกสูงเนื่องจากประกอบด้วยสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ เชื้อโรค โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โลหะหนัก เช่น สารหนู แคดเมียม ตะกั่ว โครเมียม และทองแดง ซึ่งโลหะหนักเหล่านี้ล้วนเป็นสารก่อให้เกิดมะเร็งทั้งสิ้น โลหะหนักดังกล่าวยังสามารถสะสมในสิ่งมีชีวิตผ่านทางระบบห่วงโซ่อาหาร และก่อให้เกิดการเพิ่มขยายทางชีวภาพ เมื่อมีการสัมผัสในระยะเวลาที่

ยาวนาน (Asaolu and Olaofe, 2005; Olowu et al., 2010) ทำให้เกิดอันตรายต่อระบบนิเวศทางน้ำ (Ashraj, 2005; Blaber, 2000; Brewer, 2010; Farombi et al., 2007) ดังการศึกษาการสะสมโลหะหนักในสิ่งมีชีวิตที่ได้รับผลกระทบจากน้ำชะมูลฝอย บริเวณพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยของเทศบาลนครขอนแก่น พบว่าปลาช่อนมีปริมาณปรอทและตะกั่วเกินมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน และในกบหนอง พบว่าตะกั่วมีค่าเกินมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน (พิมลพร, 2557; อุไรวรรณ, 2559) ปริมาณโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมจะมีการปนเปื้อนทั้งในน้ำ ตะกอนดิน และสะสมในสิ่งมีชีวิต สามารถส่งผลกระทบต่อมนุษย์เมื่อนำสัตว์ที่สะสมโลหะหนักอยู่มาบริโภคอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพทั้งแบบเรื้อรัง (chronic) เช่น เกิดโรคมะเร็ง และการกลายพันธุ์ของเซลล์ หรือแบบเฉียบพลัน (acute) หากได้รับในปริมาณมาก ในระยะเวลาสั้น แต่ไม่ทราบระยะเวลาการสัมผัสของโลหะหนัก แบบเรื้อรัง เนื่องจากการเกิดพิษเรื้อรัง (chronic toxicity) จะต้องใช้เวลานานในการศึกษา ระยะเวลาตั้งแต่ 3 เดือนที่รับสัมผัสสารพิษขึ้นไป (OECD, 2009) จึงทำให้เกิดสมมติฐานงานวิจัยหากนำปลาช่อนมาเลี้ยงในกระชังในแหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบจากน้ำชะมูลฝอย เพื่อให้ได้รับสัมผัสโลหะหนักในระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น จะเกิดการสะสมโลหะหนักในปลาช่อนเกินค่ามาตรฐานหรือไม่

ปลาช่อนจำศีลเป็นปลาน้ำจืดเศรษฐกิจที่สำคัญ และจัดเป็นประเภทสัตว์กินเนื้อ (carnivorous) ตลอดช่วงชีวิตมีการเจริญเติบโตอยู่ในแหล่งน้ำ เมื่อมีสารพิษเจือปนลงสู่แหล่งน้ำ ปลาช่อนจะดูดซึมสารพิษเข้าไปในตัว โดยผ่านทางเหงือกและทางผิวหนัง และเกิดการตอบสนองต่อความเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม พฤติกรรมดังกล่าวส่งผลให้ปลาช่อนอาจได้รับผลกระทบจากการปนเปื้อนของน้ำชะมูลฝอยในแหล่ง

ซึ่งในปัจจุบันการเพาะเลี้ยงปลาช่อนในกระชังเป็นที่นิยมและแพร่หลายกันอย่างมากในจังหวัดขอนแก่น ดังนั้นปลาจึงถูกนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในการประเมินสุขภาพของระบบนิเวศทางน้ำได้ (Farkas et al., 2002; Aneur et al., 2015) จากสภาพปัญหาดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะทำการศึกษาคูณภาพน้ำเบื้องต้น ปริมาณโลหะหนักในน้ำ ตะกอนดิน และปลาช่อน (*Channa striata*) ที่เลี้ยงในกระชังระยะเวลา 3 เดือนที่ได้รับสัมผัสโลหะหนัก ในแหล่งน้ำห่างจากแหล่งฝังกลบมูลฝอย 100 เมตร และได้รับผลกระทบจากน้ำชะมูลฝอย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษาและจุดเก็บตัวอย่าง

ดำเนินการศึกษาในพื้นที่บริเวณใกล้เคียงแหล่งฝังกลบมูลฝอยของเทศบาลนครขอนแก่น ดังภาพที่ 1 ตั้งอยู่ที่หมู่บ้านคำบอน ตำบลโนนท่อน อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น จากแหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบจากน้ำชะมูลฝอย มีระยะห่างจากแหล่งฝังกลบมูลฝอย 100 เมตร โดยสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนดินจำนวน 6 ตัวอย่าง และปลาช่อนที่เพาะเลี้ยงในกระชังเป็นระยะเวลา 3 เดือน จำนวน 5 ตัวอย่าง



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษาและแหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบจากน้ำชะมูลฝอยบริเวณแหล่งฝังกลบขยะชุมชนเทศบาลนครขอนแก่น

2. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

เก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพน้ำของบริเวณพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยของเทศบาลนครขอนแก่นโดยการศึกษาพารามิเตอร์คุณภาพน้ำทั้ง 5 พารามิเตอร์ ได้แก่ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าการละลายของออกซิเจนในน้ำ ค่าการนำไฟฟ้า และค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Lumb et al., 2006)

3. ปริมาณโลหะหนักในน้ำ ตะกอนดิน และปลาช่อน

3.1 ปริมาณโลหะหนักในน้ำ

ปีเตรน้ำตัวอย่าง 25 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ และเติมกรดไนตริก 1.25 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปย่อยบนเครื่องกวนสารให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เมื่อครบเวลานำออกมาทิ้งให้เย็น และปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นปราศจาก

ไอออน แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 (United States Environmental Protection Agency, 1996; Chand and Prasad, 2013) นำตัวอย่างที่ได้ไปตรวจวัดปริมาณโลหะหนักด้วยเครื่อง ICP-OES (Roehrich, 2016)

3.2 ปริมาณโลหะหนักในตะกอนดิน

นำตัวอย่างตะกอนดินมาตากให้แห้ง บดและร่อนในตะแกรงขนาด 500 ไมโครเมตร จากนั้นชั่งตัวอย่างตะกอนดิน 1 กรัม ใส่ในขวดย่อยกันกลม เติมกรดไฮโดรคลอริก 15 มิลลิลิตร กรดไนตริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 10 มิลลิลิตร นำไปย่อยโดยใช้ชุดย่อยดิน เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาทิ้งให้เย็น และปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออน จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 (Abbruzzini et al., 2014)

นำตัวอย่างที่ได้ไปตรวจวัดปริมาณโลหะหนักด้วยเครื่อง ICP-OES (Roehrich, 2016)

3.3 ปริมาณโลหะหนักในปลาช่อน

ชั่งตัวอย่างเนื้อเยื่อแห้งของปลาช่อน 1 กรัม ใส่ในบีกเกอร์เติมกรดไนตริก 5 มิลลิลิตร และเติมกรดซัลฟิวริก 5 มิลลิลิตร รอจนเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ จากนั้นนำไปย่อยบนเครื่องกวนสารให้ความร้อนเป็นเวลา 30 นาที ครบเวลานำออกมาทิ้งให้เย็น แล้วนำไปเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 10 มิลลิลิตร ทีละ 2-3 หยด (รอจนเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์) นำไปย่อยบนเครื่องกวนสารให้ความร้อน ต่อเป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง ในระหว่างการย่อยเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 2 รอบ รอบละ 10 มิลลิลิตร และย่อยต่ออีก 45-60 นาที และปรับปริมาตรเป็น 25 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออน แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 (Yang et al., 2013; Hashim et al., 2014) นำตัวอย่างไปตรวจวัดปริมาณโลหะหนักด้วยเครื่อง ICP-OES (Roehrich, 2016)

การศึกษาโลหะหนักทั้ง 9 ชนิด ได้แก่ สารหนู (As) ตะกั่ว (Pb) แคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) ทองแดง (Cu) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) นิกเกิล (Ni) และสังกะสี (Zn) ค่าต่ำสุดที่เครื่องจะสามารถตรวจวัดได้ (limit of detection: LOD) ที่ 0.006, 0.005, 0.001, 0.001, 0.002, 0.002, 0.002, 0.001, 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิต และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่ออธิบายคุณภาพน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรดต่าง ค่าการละลายของ ออกซิเจนในน้ำ ค่าการนำไฟฟ้า และค่าความต้องการ ออกซิเจนทางชีวเคมี ปริมาณโลหะหนักในน้ำ ตะกอนดิน และปลาช่อนเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและ เกษตรกรรม และมาตรฐานอาหารปนเปื้อน โดยใช้ โปรแกรม Excel 2016

ผลการวิจัย

1. คุณภาพน้ำ บริเวณแหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบ จากน้ำชะมูลฝอย

คุณภาพน้ำ บริเวณแหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบ จากน้ำชะมูลฝอย พบว่าค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีมีค่าเท่ากับ 3.88 ± 0.33 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานเนื่องจากค่ามาตรฐานต้องไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนค่าอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรดต่าง ค่าการนำไฟฟ้า และค่าการละลายของออกซิเจนในน้ำ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ซึ่งอุณหภูมิมีค่า 29.5 ± 0.75 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดต่างมีค่า 7.36 ± 0.25 ค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง $2,930 \pm 12.65$ ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และค่าการละลายของออกซิเจนในน้ำ 5.94 ± 0.97 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณภาพน้ำเบื้องต้นบริเวณแหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบจากน้ำชะมูลฝอย (n=6)

พารามิเตอร์คุณภาพน้ำ	แหล่งน้ำที่ได้รับ	
	ผลกระทบ จากน้ำชะมูลฝอย	ค่ามาตรฐาน ⁽¹⁾
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	29.50±0.75	-
ค่าความเป็นกรดต่าง	7.36±0.25	5.0-9.0
ค่าการละลายของออกซิเจนในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	5.94±0.97	≥4
ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	3.88±0.33	< 2
ค่าการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร)	2,930±12.65	-

⁽¹⁾ ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 การใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภคบริโภค และเกษตรกรรม

2. ปริมาณโลหะหนักในน้ำ ดิน และปลาช่อน

2.1 ปริมาณโลหะหนักในน้ำ

ปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบจากน้ำชะมูลฝอย เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน พบว่าสารหนู มีค่าเท่ากับ 0.027±0.007 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานเนื่องจากค่ามาตรฐานต้องไม่เกิน 0.01

มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนแคดเมียม โครเมียม ทองแดง เหล็ก แมงกานีส นิกเกิล ตะกั่ว และ สังกะสี พบว่าปริมาณโลหะหนักทั้ง 8 ชนิดมีค่าไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 การใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณโลหะหนักแหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบจากน้ำชะมูลฝอย (n=6)

โลหะหนัก	ปริมาณโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อลิตร)	
	แหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบจากน้ำชะมูลฝอย	ค่ามาตรฐาน ⁽²⁾
สารหนู	0.027±0.007	0.01
ตะกั่ว	0.018±0.004	0.05
แคดเมียม	0.001±0.001	0.05
โครเมียม	0.017±0.001	0.05
ทองแดง	0.015±0.005	0.1
เหล็ก	0.980±0.140	-
แมงกานีส	0.408±0.032	1.0
นิกเกิล	0.078±0.045	0.1
สังกะสี	0.467±0.254	1.0

⁽²⁾ มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 การใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภคบริโภค และเกษตรกรรม ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2535 เรื่องกำหนดคุณภาพน้ำผิวดิน

2.2 ปริมาณโลหะหนักในตะกอนดิน เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม ตามพระราชบัญญัติ
 ปริมาณโลหะหนักในตะกอนดินบริเวณ ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535
 แหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบจากน้ำชะมูลฝอย แคดเมียม ยกเว้นสารหนู มีค่าเท่ากับ 8.616 ± 3.755 มิลลิกรัมต่อ
 โครเมียม ทองแดง เหล็ก แมงกานีส นิกเกิล ตะกั่ว และ กิโลกรัม ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานเนื่องจากค่ามาตรฐาน
 สังกะสีมีค่าไม่เกินมาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์ ต้องไม่เกิน 3.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณโลหะหนักในตะกอนดิน ในแหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบจากน้ำชะมูลฝอย (n=6)

โลหะหนัก	ปริมาณโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	
	แหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบจากน้ำชะมูลฝอย	ค่ามาตรฐาน ⁽³⁾
สารหนู	8.616 ± 3.755	≤ 3.9
ตะกั่ว	60.948 ± 16.965	≤ 400
แคดเมียม	3.009 ± 1.627	≤ 37
โครเมียม	120.151 ± 23.565	≤ 300
ทองแดง	ND	-
เหล็ก	$28,353.443 \pm 8,486.938$	-
แมงกานีส	449.101 ± 123.071	≤ 1800
นิกเกิล	36.912 ± 8.144	≤ 1600
สังกะสี	369.648 ± 142.714	-

⁽³⁾ มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 เรื่องกำหนดคุณภาพดิน, ND = Not detected (<LOD)

2.3 ปริมาณโลหะหนักในปลาช่อน ปริมาณโลหะ ปลาช่อนทั้ง 9 ชนิด มีค่าเฉลี่ยไม่เกินมาตรฐานอาหารที่
 หนักในปลาช่อนบริเวณแหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบจาก มีสารปนเปื้อน ดังตารางที่ 4
 น้ำชะมูลฝอย พบว่าปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนใน

ตารางที่ 4 ปริมาณโลหะหนักในปลาช่อน บริเวณแหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบจากน้ำชะมูลฝอย (n=5)

โลหะหนัก	ปริมาณโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	
	แหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบจากน้ำชะมูลฝอย	ค่ามาตรฐาน ⁽⁴⁾
สารหนู	1.113±0.207	2
ตะกั่ว	0.284±0.062	1
แคดเมียม	0.028±0.009	0.05
โครเมียม	0.713±0.011	2
ทองแดง	0.760±0.147	20
เหล็ก	32.842±14.938	-
แมงกานีส	1.809±0.338	-
นิกเกิล	0.282±0.075	-
สังกะสี	24.060±1.241	100

⁽⁴⁾มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 พ.ศ. 2529

สรุปและวิจารณ์ผล

คุณภาพน้ำ บริเวณแหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบจากน้ำชะมูลฝอยของเทศบาลนครขอนแก่น พบว่า อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรดด่าง ค่าการละลายของออกซิเจนในน้ำ และค่าการนำไฟฟ้า มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ส่วนค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีมีค่าเกินมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 เนื่องจากแหล่งน้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงปลาช่อนอยู่ห่างจากแหล่งฝังกลบมูลฝอยประมาณ 50 เมตร จึงทำให้ได้รับการปนเปื้อนจากน้ำชะมูลฝอยที่มีสารอินทรีย์มากจนทำให้ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีมีค่าสูงตามไปด้วย

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณการปนเปื้อนโลหะหนักในน้ำและตะกอนดินบริเวณแหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบจากน้ำชะมูลฝอยของเทศบาลนครขอนแก่น แคดเมียม โครเมียม ทองแดง เหล็ก แมงกานีส นิกเกิล ตะกั่ว และสังกะสี มีค่าไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินและมาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม ส่วนสารหนู มีค่าเกินมาตรฐานทั้งในน้ำ และตะกอนดิน ซึ่งสารหนูเป็นสารที่พบได้จากกิจกรรมของสถานที่กำจัดมูลฝอยเทศบาลนครขอนแก่น ส่งผลทำให้สารหนูปนเปื้อนออกสู่สิ่งแวดล้อมมากขึ้น แต่เตอร์รี นาฬิกาดีจิตอล การปนเปื้อนดังกล่าวอาจจะ

มีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ ถ้าหากได้รับสารหนูโดยตรงหรือทางอ้อม เนื่องจากเป็นบริเวณใกล้เคียงพื้นที่เกษตรของชุมชน ทำให้ปัญหาเหล่านี้เป็นสิ่งที่คนในชุมชนมีความกังวลมากกว่าจะมีสารพิษจากแหล่งฝังกลบปนเปื้อนมาสู่สิ่งแวดล้อมที่เป็นแหล่งหาอาหารในท้องถิ่นของชุมชนได้

ปริมาณโลหะหนักที่พบในน้ำบริเวณแหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบจากน้ำชะมูลฝอยของเทศบาลนครขอนแก่นพบว่า $Fe > Zn > Mn > Ni > As > Pb > Cr > Cu > Cd$ พบมากที่สุดคือ เหล็ก สังกะสี และแมงกานีส เพราะเป็นธาตุที่พบได้ทั่วไปในธรรมชาติ แต่เมื่อมีการปนเปื้อนของสารพิษอาจทำให้ธาตุเหล่านี้มีปริมาณเพิ่มขึ้นได้ สิ่งมีชีวิตมีความต้องการธาตุเหล่านี้ในปริมาณน้อย แต่ถ้าขาดในระยะเวลานานหรือมีมากเกินไปก็จะมีผลกระทบต่อพัฒนาการของร่างกายได้ ส่วนนิกเกิล สารหนู ตะกั่ว ทองแดง และแคดเมียม เป็นกลุ่มโลหะหนักที่ทำให้เกิดภาวะเป็นพิษได้ แม้จะได้รับในปริมาณน้อยก็ทำให้เกิดพิษที่รุนแรงได้ปริมาณโลหะหนักในตะกอนดินพบว่า $Fe > Mn > Zn > Cr > Pb > Ni > As > Cd > Cu$ และปริมาณโลหะหนักในปลาช่อนพบว่า $Fe > Zn > Mn > As > Cu > Cr > Pb > Ni > Cd$ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำ ตะกอนดินและปลาช่อนพบว่าปริมาณโลหะหนักในตะกอนดิน > ปลาช่อน > น้ำ

ซึ่งปริมาณโลหะหนักส่วนใหญ่ไม่เกินค่ามาตรฐาน อย่างไรก็ตามแม้ปริมาณโลหะหนักไม่เกินค่ามาตรฐานแต่ก็มีความจำเป็นต้องเฝ้าระวังให้มีการจัดการมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล เพื่อป้องกันน้ำชะมูลฝอยที่ปนเปื้อนโลหะหนักออกสู่สิ่งแวดล้อม เนื่องจากในอนาคตการสะสมอาจจะเพิ่มสูงขึ้นจากการจัดการน้ำชะมูลฝอยที่ไม่ได้มาตรฐาน และอาจจะส่งผลกระทบต่อรุนแรงมากขึ้นทั้งต่อคุณภาพน้ำ ดิน พืช สิ่งมีชีวิตอื่น รวมถึงผลกระทบต่อประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณโดยรอบแหล่งฝังกลบมูลฝอยที่ยังมีการใช้ประโยชน์จากน้ำผิวดิน น้ำใต้ดินในการอุปโภค บริโภค รวมถึงการจับสัตว์น้ำมาบริโภค

แม้ว่าการวิจัยครั้งนี้ปริมาณโลหะหนักในปลาช่อนจะมีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน แต่จากแนวโน้มปริมาณโลหะหนักจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นหากปลาช่อนได้รับการสัมผัสในระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น (OECD, 2009) นอกจากนี้โลหะหนักแล้วในน้ำชะมูลฝอยยังมีสารพิษกลุ่มอื่น เช่น ซัลไฟด์ แอมโมเนีย เพอร์ริสอออน กรดไขมันที่ระเหยได้ และสารประกอบฮิวมิก (Humic Substance) (Chain and DeWalle, 1976) ที่อาจจะก่อเกิดมลพิษให้กับทั้งแหล่งน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน การสะสมในพืชและสัตว์ (Nannoni et al., 2015) และความเสี่ยงที่อาจจะได้รับสารพิษเหล่านี้เข้าสู่ร่างกายโดยผ่านทางห่วงโซ่อาหารของมนุษย์และเป็นภัยคุกคามต่อสุขภาพ (Wang et al., 2012) โดยเฉพาะชุมชนท้องถิ่นที่มีวิถีชีวิตดั้งเดิมจับสิ่งมีชีวิตกลุ่มปลาหรือสิ่งมีชีวิตอื่นที่มีการปนเปื้อนมาบริโภคเป็นอาหาร ซึ่งโลหะหนักบางชนิดสามารถให้ทั้งคุณและโทษต่อสิ่งมีชีวิต ขึ้นกับชนิดของสิ่งมีชีวิตและปริมาณที่ได้รับเข้าไป อย่างไรก็ตามปริมาณโลหะหนักที่มากเกินไปจะสร้างสิ่งแวดล้อมที่เป็นพิษทั้งต่อพืช สัตว์ และมนุษย์ด้วย พื้นที่ฝังกลบมูลฝอยของเทศบาลนครขอนแก่นจึงเกิดความเสี่ยงต่อการเกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมโดยรอบพื้นที่แหล่งฝังกลบ น้ำชะมูลฝอยจำเป็นต้องได้รับการบำบัดก่อนที่จะปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม (He et al., 2006) การจัดการน้ำชะมูลฝอยจึงเป็นประเด็นสำคัญที่สุดในการจัดการขยะ (Vrhovac et al., 2013) ระดับและการกระจายของสารปนเปื้อนจึงควรมีการตรวจสอบ ศึกษา และประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมจากกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง

กับการจัดการมูลฝอยในหลุมฝังกลบ (Biswa et al., 2010) เพื่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกลุ่มวิจัยสารพิษปลัสด์และสัตว์น้ำ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ทุนสนับสนุนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. 2553. คู่มือการจัดการซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพมหานคร. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2554. การจัดการขยะมูลฝอยโดยชุมชน. กรุงเทพฯ. กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- เทศบาลนครขอนแก่น. 2560. ข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม. ที่มา <http://www.kkmuni.go.th>. 7 กุมภาพันธ์ 2562.
- พิมลพร พรหมสิทธิ์. 2557. การประเมินความผิดปกติของโครโมโซมปลาช่อนในแหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบจากน้ำชะมูลฝอย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- รุ่งกิจ บูรณ์เจริญ. 2554. การจัดการขยะฐานศูนย์: กรณีศึกษาโรงเรียนจอมพระประชาสรรค์ อำเภอจอมพระ จังหวัดสุรินทร์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม. บัณฑิตวิทยาลัย. สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- อุไรวรรณ ภูนาพลอย. 2559. การประเมินความผิดปกติของโครโมโซมกบหนอง (*Fejervarya limnocharis*) ที่ได้รับผลกระทบจากน้ำชะมูลฝอย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- Abbruzzini, T.F., Silva, C.A, Aparecida de Andrade D, Japiassú de Oliveira and Carneiro, W. 2014. Influence of digestion methods on the recovery of iron, zinc, nickel, chromium, cadmium and lead contents in 11 organic residues. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 38(1): 166-176.
- Ameur, W.B., El Megdiche, Y., de Lapuente, J., Barhoumi, B., Trabelsi, S., Ennaceur, S. et al. 2015. Oxidative stress, genotoxicity and histopathology biomarker responses in *Mugil cephalus* and *Dicentrarchus labrax* gill exposed to persistent pollutants. A field study in the Bizerte Lagoon: Tunisia. *Chemosphere*. 135: 67-74.
- Asaolu, S.S. and Olaofe, O. 2005. Biomagnification's of some heavy and essential metals in sediment, fishes and crayfish from Ondo State Coastal Region, Nigeria. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research*. 48(2): 96-102.
- Ashraf, W. 2005. Accumulation of heavy metals in kidney and heart tissues of *Epinephelus microdon* fish from the Arabian Gulf. *Environmental Monitoring and Assessment*. 101(1): 311-316.
- Biswas, A.K., Kumar, S., Babu, S.S., Bhattacharya, J.K. and Chakrabarti, T. 2010. Studies on environmental quality in and around municipal solid waste dumpsite. *Resources Conservation and Recycling*. 55:129-134.
- Blaber, S.J.M. 2000. *Tropical Estuarine Fishes: Ecology, Exploitation and Conservation*. 1st ed. Blackwell Science. Oxford.
- Brewer, G.J. 2010. Copper toxicity in the general population. *Clinical neurophysiology*. 121(4): 459-460. DOI: 10.1016/j.clinph.2009.12.015.
- Chand V. and Prasad S. 2013. ICP-OES assessment of heavy metal contamination in tropical marine soils: a comparative study of two digestion techniques. *Microchem Journal*. 111: 53-61.
- Chain, E.S.K. and DeWalle, F. B. 1976. Sanitary landfill leachates and their treatments. *Journal of the Environmental Engineering Division. ASCE*. 102 (2): 411-431.
- Farkas, A., Salanki, J., and Specziar, A. 2002. Relation between growth and the heavy metal concentration in organs of bream *Abramis brama L.* populating Lake Balaton. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 43(2): 236-243.
- Farombi, E.O., Adelowo, O.A. and Ajimoko, Y.R. 2007. Biomarkers of oxidative stress and heavy metal levels as indicators of environmental pollution in African Cat fish (*Clarias gariepinus*) from Nigeria ogunriver. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 4(2): 158-165.
- Hashim, R., Song, T., Muslim, N. and Yen, T. 2014. Determination of heavy metal levels in fishes from lower reach of the Kelantan river, Kelantan, Malaysia. *Tropical Life Sciences Research*. 25(2): 21-39.
- He, P.J., Xue, J.F., Shao, L.M., Lia, G.J. and Lee, D.J. 2006. Dissolved organic matter (DOM) in recycled leachate of bioreactor landfill. *Water Research*. 40(7): 1465-1473.

- Lumb, A., Halliwell, D., Sharma, T. 2006. Application of water quality index to monitor water quality: a case of the Mackenzie river basin, Canada. *Environmental Monitoring and Assessment*. 113: 411-429. DOI: 10.1007/s10661-005-9092-6.
- Nannoni, F., Mazzeo, R., Protano, B.G. and Santolini, R. 2015. Bioaccumulation of heavy elements by *Armadillidium vulgare* (Crustacea, Isopoda) exposed to fallout of a municipal solid waste landfill. *Ecological Indicators*. 49: 24-31.
- OECD. 2009. Subchronic Inhalation Toxicity: 90-Day Study. Test Guideline No. 413. OECD Guidelines for the Testing of Chemicals. 1st ed. OECD: Paris.
- Olowu, R.A., Ayejuyo, O.O., Adewuji, G.O., Adejoro, I.A., Denloye, A.A.B., Babatunde, A. O. et al. 2010. Determination of heavy metals in fish tissues, water and sediment from Epe and Badagry Lagoons, Lagos, Nigeria. *E-Journal of Chemistry*. 7(1): 215-221.
- Roehrich, A.M. 2016. ICP guide: ICP-OES detection limits. ICP Training_000.pdf, (pp.5). Available online at: www.perkinelmer.com/atomicspectroscopy.
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA). 1996. Acid Digestion of Sediment, Sludges and Solids: 3050 method B Washington, D.C. USEPA.
- Vrhovac, V.G., Orešč, V., Gajski, G., Geric, G., Ruk, D. and Kollar, R. et al. 2013. Toxicological characterization of the landfill leachate prior/after chemical and electrochemical treatment: A study on human and plant cells. *Chemosphere*. 93: 939-945.
- Wang, C., Liu, S., Zhao, Q., Deng, L. and Dong, S. 2012. Spatial variation and contamination assessment of heavy metals in sediments in the Manwan Reservoir, Lancang River. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 82: 32-39.
- Yang, L., Li, Y., Xj, G., Ma, X., and yan, Q., 2013. Comparison of dry ashing, wet ashing and microwave digestion for determination of trace elements in *Periostracum serpentis* and *Periostracum cicadae* by ICP-AES. *Journal of the Chilean Chemical Society*. 58:18761879. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-970720130>.