

การประเมินคุณภาพน้ำและตะกอนท้องน้ำจากบริเวณกิจกรรมการเลี้ยงปลาในกระชังในลำน้ำพอง

Assessment of Water and Sediment in Cage Aquaculture in Namphong river

ณัฐสิมา โทจันทร์ (Natsima Tokhun)* ดร.ชูลีมาส บุญไทย อีวาย (Dr.Chuleemas Boonthai Twai)**

บทคัดย่อ

ลำน้ำพองเป็นแม่น้ำสายสำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หนึ่งในกิจกรรมการใช้ประโยชน์จากลำน้ำพอง คือ การเลี้ยงปลาในกระชัง ในปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่ได้รับการส่งเสริมให้เลี้ยงแบบพัฒนา ซึ่งเงื่อนไขเบื้องต้นที่เกษตรกรขาดความรู้ความเข้าใจคือ ผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกิจกรรมการเลี้ยงปลาในกระชัง ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ เพื่อตรวจสอบระบบการเลี้ยงปลาในกระชังและเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม โดยทำการตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมและโลหะหนักในลำน้ำพองที่เกิดจากกิจกรรมการเลี้ยงปลาในกระชัง ซึ่งแบ่งลำน้ำพองออกเป็น 3 ส่วน (ต้นกระชัง กลางกระชัง และท้ายกระชัง) และพื้นที่อ้างอิง (เขื่อนอุบลรัตน์) โดยสุ่มเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ ตะกอนท้องน้ำ อาหารปลา และปลาในกระชัง ผลการศึกษาคุณภาพน้ำพบว่า ช่วงฤดูและกิจกรรมการเลี้ยงปลามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ โดยช่วงฤดูน้ำน้อยและบริเวณกระชังปลาทำให้ค่า DO ต่ำสุด (2.93 mg/L) และค่า Orthophosphate สูงสุด (0.73 mg/L) ส่วนคุณภาพตะกอนท้องน้ำพบว่า ค่า pH ต่ำสุดที่บริเวณท้ายกระชัง ส่วนพารามิเตอร์อื่นๆ มีค่าค่อนข้างสูงเช่น อินทรีย์วัตถุ (OM) 1.17% ปริมาณความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) 8.63 me/soil 100 g โดยเฉพาะโลหะหนักมีปริมาณสูงสุดในช่วงฤดูน้ำน้อยสำหรับปริมาณโลหะหนัก ในอาหารปลามีการสะสมสูงกว่าในตัวปลานิล และเรียงลำดับจากมากไปน้อยคือ Zn>Cu>As>Cr>Pb>Cd ตามลำดับ ทั้งนี้ผลการศึกษาดังกล่าวควรนำมาเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการประเมินความเสี่ยงทางนิเวศวิทยาในแหล่งน้ำ และติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ ตะกอนท้องน้ำ และการเปลี่ยนแปลงเคลื่อนย้ายของมลสารที่เกี่ยวข้องกับการกิจกรรมการเลี้ยงปลาในกระชัง เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันอันตรายต่อผู้บริโภคและระบบนิเวศน้ำจืดให้ยั่งยืนต่อไป

ABSTRACT

Freshwater fish demand in Thailand is supported by in river cage aquaculture. Namphong river in Northeast of Thailand is an important location of cage aquaculture. Without knowledge of pre-impact conditions, it is difficult to determine the extent and magnitude of environmental change from undertaking in river aquaculture. The purposes of this study was to investigate cage aquaculture system and its relationship to environmental conditions, to determine the quality and quantity of pollutants produced by cages, to detect the fate of pollutants in the river water. The cage culture area was divided into three equal sections (comprising before, between and after cages) in Namphong river. Three cages were randomly selected from each section for measurement of water quality and determination of heavy metal in fish, feed and sediments. Different season and fish production activity effects on the change of water quality. Low dissolved oxygen concentration (2.93 mg/L) and high orthophosphate concentration (0.73 mg/L) were found in the dry season and associated with fish production activities. pH was lower but percent organic matter (OM) 1.17%, cation exchange capacity (CEC) 8.63 me/ soil 100 g and heavy metal concentration were found to be higher in the after fish cage categories than found at other times. Heavy metal concentration in fish feed and fish tissues were found to follow the order: zinc>copper>arsenic>chromium>lead>cadmium. This study suggested that monitoring of water, sediment quality and heavy metals fate associated with cage farming may be important in protecting human health, when cage aquaculture fish is consumed, and aquatic species in the freshwater ecosystem.

คำสำคัญ: คุณภาพน้ำ ตะกอนท้องน้ำ การเลี้ยงปลาในกระชัง โลหะหนัก

Key Words: Water quality, Sediment, Fish cage, Heavy metal

* คุษณัฐสิมา โทจันทร์ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

ลำน้ำพองเป็นแม่น้ำสายสำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งไหลไปรวมกันกับลำน้ำชีและลำน้ำมูล ดังนั้นปัญหามลพิษของลำน้ำพองจึงมีผลกระทบต่อลำน้ำทั้งสองด้วย หนึ่งในกิจกรรมการใช้ประโยชน์จากลำน้ำพองที่สำคัญคือการเลี้ยงปลาในกระชัง ในปัจจุบันส่วนใหญ่เกษตรกรได้รับการส่งเสริมให้เลี้ยงแบบพัฒนา มีการให้อาหารและอาหารเสริม ตลอดจนหาปฏิชีวนะเพื่อช่วยในการควบคุมโรคและเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่สูงในระหว่างการเลี้ยงที่สั้น ซึ่งหากให้อาหารและยาปฏิชีวนะในปริมาณที่มากและอัตราการย่อยสลายน้อยกว่าปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะเกิดการสะสมอยู่ในน้ำและตะกอนท้องน้ำ ภายใต้กระชังและบริเวณใกล้เคียง อาจเกิดผลกระทบต่อปลาในกระชังและรวมถึงสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนอกกระชัง เช่น ปลาและสิ่งมีชีวิตหน้าดินที่อาศัยอยู่แหล่งน้ำธรรมชาตินั้นๆ (สุขสมาน, 2553) ซึ่งการถ่ายเทของเสีย จากกิจกรรมการเลี้ยงปลาในกระชังสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในแหล่งน้ำจนไม่มีความเหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์อีก อาจมีการตายของสัตว์น้ำ สัตว์น้ำหยุดการแพร่พันธุ์ เป็นโรคและอ่อนแอ ตลอดจน มีการสะสมสารพิษในสิ่งมีชีวิตเนื่องจากสภาวะแวดล้อม เป็นพิษ (ประเทือง, 2534) ทั้งนี้การตกค้างของมลสาร ในตะกอนท้องน้ำจะมีค่าสูงกว่าในน้ำโดยเฉพาะ อย่างยิ่งโลหะหนักสามารถตกค้างในสิ่งแวดล้อมเป็น ระยะเวลาอันยาวนานที่สุดท้ายมนุษย์จะได้รับเข้าสู่ร่างกาย ทางห่วงโซ่อาหาร (food chain) แม้จะได้รับความเข้มข้นที่ต่ำแต่ร่างกายไม่สามารถขับโลหะหนัก ออกได้ทั้งหมด นอกจากนั้นมนุษย์ยังได้รับโลหะหนัก จากแหล่งอื่นด้วย เมื่อมีการสะสมโลหะหนักมากขึ้น จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ในระยะยาวได้ (อุไรวรรณและคณะ, 2541)

ผลการศึกษาปริมาณการสะสมโลหะหนักในน้ำตะกอนท้องน้ำโดย อุไรวรรณและคณะ (2541) กล่าวว่า ปริมาณ Zn, Cd, Cr, Pb, Cu พบสูงสุดในเดือนมกราคม

2542 ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาวมีการชะล้างของตะกอนน้อย จึงพบการสะสมโลหะหนักสูงสุดเมื่อเทียบกับฤดูกาลอื่น ชุดิมาและคณะ (2544) พบว่า จุดที่อยู่นอกลำน้ำพองมีปริมาณ Mn 120.59-1,071.43 mg/kg dry sediment และปริมาณสูงสุดที่ห้วยโจดในเดือนสิงหาคม ส่วน Pb 3.42-15.59 mg/kg dry sediment และปริมาณสูงสุดที่ห้วยโจดในเดือนเมษายน สำหรับผลการศึกษาการสะสมโลหะหนักในสิ่งมีชีวิตโดย ปิยะมาภรณ์ (2545) พบว่า ปริมาณ Pb สะสมในแพลงก์ตอน ปลาไน และปลาช่อนเฉลี่ย 21.65, 1.91 และ 0.47 mg/kg ตามลำดับ ซึ่งเป็นที่แน่ชัดว่ามีการสะสม Pb ในแพลงก์ตอน (ผู้บริโภคลำดับที่ 1) มีค่าสูงกว่าปลาไนและปลาช่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และพบว่า การสะสม Pb ในปลาไนมีค่าสูงกว่ามาตรฐานโลหะหนักอาหาร (ไม่เกิน 1 mg/kg)

จากที่กล่าวมาข้างต้น การประเมินคุณภาพน้ำและตะกอนท้องน้ำในลำน้ำพองที่เกิดการใช้ประโยชน์จากการเลี้ยงปลาในกระชัง ซึ่งเป็นการตรวจสอบระบบและเงื่อนไขเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมนั้น ควรนำมาเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการประเมินความเสี่ยงทางนิเวศพิษวิทยาในแหล่งน้ำ และตรวจสอบคุณภาพน้ำตะกอนท้องน้ำ และการเปลี่ยนแปลงเคลื่อนย้ายของ มลสารที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเลี้ยงปลาในกระชัง เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันอันตรายต่อผู้บริโภค และระบบนิเวศน้ำจืดให้ยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์

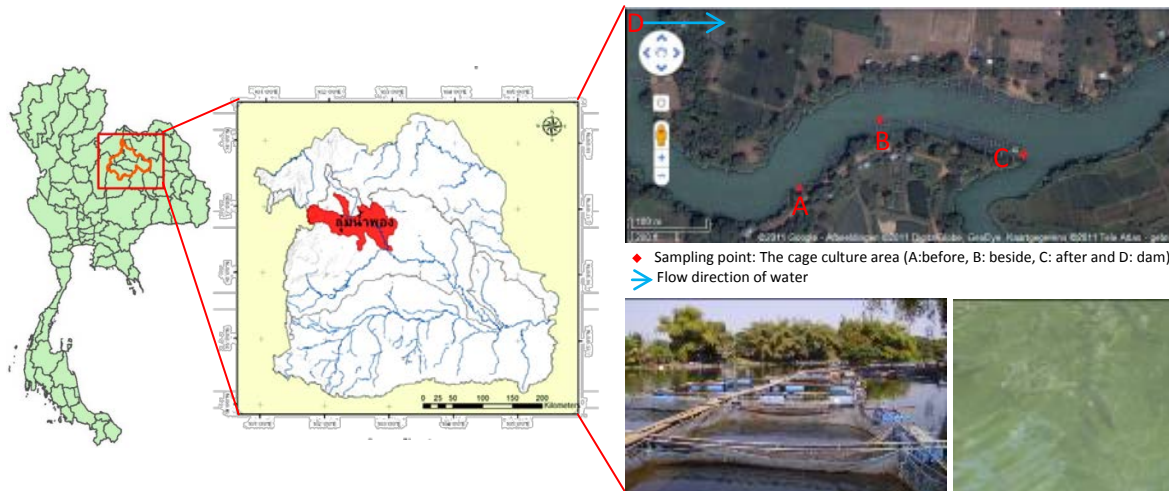
ศึกษาการประเมินคุณภาพน้ำและตะกอนท้องน้ำบริเวณกิจกรรมการเลี้ยงปลาในกระชังในลำน้ำพอง

วิธีการศึกษา

สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนท้องน้ำ (ภาพที่ 1) ในช่วงฤดูน้ำน้อยและน้ำหลาก พร้อมทั้งสุ่มเก็บตัวอย่างปลาไนในกระชังและอาหารสำหรับเลี้ยงปลา แล้วทำการวิเคราะห์ตัวอย่างตามวิธีมาตรฐาน 20th ed. 1998 APHA-

AWWA-WEF และ In house method based on EPA

3052



ภาพที่ 1 จุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำและตะกอนท้องน้ำในลำน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น
ที่มา: ดัดแปลงจาก <http://maps.google.co.th>

ผลการศึกษา

1. ผลการศึกษาคูณภาพน้ำและตะกอนท้องน้ำในลำน้ำพอง (ตารางที่ 1 และตารางที่ 2) จากผลการศึกษาคุณภาพน้ำดินเขื่อนอุบลรัตน์และบริเวณกิจกรรมการเลี้ยงปลาในกระชังของช่วงฤดูน้ำน้อยและน้ำหลากพบว่า ค่า pH 6.14-7.78, DO 2.93-5.80 mg/L, Hardness 25.3-41.3 mg/L as CaCO₃, Alkalinity 60-113 mg/L as CaCO₃, NH₃ 0.02-0.41 mg/L และ Orthophosphate 0.55-0.73 mg/L สำหรับ NH₃ และ Orthophosphate มีค่า เกินเกณฑ์มาตรฐานสำหรับสัตว์น้ำจืดเกือบทุกจุด และ ค่าดังกล่าวค่อนข้างสูงบริเวณกระชังปลา เมื่อเปรียบเทียบกับจุดอ้างอิง (ดินเขื่อนอุบลรัตน์)

ผลการศึกษาคูณภาพตะกอนท้องน้ำในลำน้ำพองพบว่า เนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) มีเพียงบริเวณกระชังปลาเป็นดินทราย (sandy) ค่า pH 6.06-7.62, CEC 6.05-9.30 me/soil 100g, OM 0.34-1.17%, Total P 2.65-4.35 mg/kg, Total N 32.7-80.5 mg/kg, Zn 8.69-14.97 mg/kg, Cu 2.20-5.44 mg/kg, Cd 0.023-0.056 mg/kg, As 0.85-2.09 mg/kg และ 3.38-6.93 mg/kg สำหรับจุดหลังกระชังปลาเกือบทุกรายการมีค่าค่อนข้างสูงทั้งสองช่วงฤดู แต่ยังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด สำหรับโลหะหนักที่ตรวจพบในตะกอนท้องน้ำ เรียงจากมากไปน้อยทั้งสองช่วงฤดู มี

ตารางที่ 1 ผลการศึกษาคูณภาพน้ำในช่วงฤดูน้ำน้อยและฤดูน้ำหลากในลำน้ำพอง ค่าเฉลี่ย Zn>Cr>Pb>Cu>As>Cd

ดัชนีสิ่งแวดล้อม ^{1/}	ต้นเขื่อนอุบลรัตน์		ต้นกระชัง		กลางกระชัง		ท้ายกระชัง	
	น้ำน้อย	น้ำหลาก	น้ำน้อย	น้ำหลาก	น้ำน้อย	น้ำหลาก	น้ำน้อย	น้ำหลาก
ความเป็นกรดและด่าง (pH)	7.78	6.14	7.61	7.65	7.64	7.68	7.77	7.70
ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO, mg/L)	3.66	5.80	3.50	4.05	2.93	4.95	3.40	5.65
ความกระด้าง (Hardness, mg/L as CaCO ₃)	38.7	41.3	30.7	25.3	30.7	25.3	32.0	32.0
ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity, mg/L as CaCO ₃)	102	60	100	111	97	107	113	106
แอมโมเนีย (NH ₃ , mg/L)	0.40	0.02	0.35	0.41	0.39	0.38	0.40	0.40
ออร์โธฟอสเฟต (Orthophosphate, mg/L)	0.57	0.58	0.57	0.57	0.73	0.58	0.68	0.59

^{1/} ค่าจากตารางเป็นค่าเฉลี่ย (n=3)

การสะสมในปลาและอาหารที่ใช้เลี้ยงปลา พบว่า ปริมาณโลหะหนักในอาหารมีค่ามากกว่าในตัวปลานิล ประมาณ 3-54 เท่า และเรียงลำดับโลหะหนักแต่ละชนิด ที่สะสมโลหะหนักในปลาจากมากไปน้อย คือ $Zn > Cu > As > Cr > Pb > Cd$ ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และ โลหะหนักของตะกอนท้องน้ำในลำน้ำพอง

ดัชนีสิ่งแวดล้อม ^{1/} ช่วงฤดู	ดินเขื่อนอุบลรัตน์		ดินกระซัง		กลางกระซัง		ท้ายกระซัง	
	น้ำน้อย	น้ำหลาก	น้ำน้อย	น้ำหลาก	น้ำน้อย	น้ำหลาก	น้ำน้อย	น้ำหลาก
ความเป็นกรดและด่าง (pH 1:2.5)	7.01	7.11	7.62	7.08	7.04	7.60	6.75	6.25
ปริมาณความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC, me/soil 100 g)	7.50	6.77	8.25	7.97	7.37	6.05	8.63	9.30
อินทรีย์วัตถุ (OM, %)	0.98	0.92	1.26	0.63	0.34	0.41	1.17	0.86
ฟอสฟอรัสรวม (Total P, mg/kg)	2.73	3.89	2.65	2.77	2.90	4.35	2.65	3.78
ไนโตรเจนรวม (Total N, mg/kg)	50.2	56.0	80.5	35.0	72.3	32.7	72.3	44.3
สังกะสี (Zn, mg/kg)	8.69	11.87	14.97	13.14	11.83	12.91	20.70	14.68
ทองแดง (Cu, mg/kg)	2.20	5.44	3.99	4.41	3.20	2.66	5.12	4.97
แคดเมียม (Cd, mg/kg)	0.023	0.03	0.035	0.035	0.041	0.030	0.056	0.034
โครเมียม (Cr, mg/kg)	7.67	7.95	8.74	7.05	8.14	6.71	8.12	8.56
สารหนู (As, mg/kg)	1.18	1.62	0.99	1.41	0.85	0.58	2.09	1.04
ตะกั่ว (Pb, mg/kg)	5.01	5.34	6.93	5.12	5.56	3.38	12.74	5.95
เนื้อดิน (soil texture)	Sandy loam	Sandy loam	Sandy loam	Sandy loam	Sandy	Sandy loam	Sandy loam	Sandy loam

^{1/} ค่าจากตารางเป็นค่าเฉลี่ย (n=3)

2. ผลการศึกษาปริมาณโลหะหนักในปลานิลและอาหารสำหรับเลี้ยงปลา (ตารางที่ 3) พบว่า ในอาหารที่ใช้เลี้ยงปลานิลบางยี่ห้อ มีค่า Zn 327.41 mg/kg, Cu 17.78 mg/kg, Cd 0.42 mg/kg, Cr 2.78 mg/kg, As 1.19 mg/kg และ Pb 0.63 mg/kg ส่วนการสะสมโลหะหนักในปลานิลสุ่มจากกระชังที่ใช้อาหารข้างต้นในการเพาะเลี้ยง พบว่า ค่า Zn 16.53 mg/kg, Cu 0.33 mg/kg, Cd <0.005 mg/kg, Cr 0.058 mg/kg, As 0.12 mg/kg และ Pb <0.02 mg/kg ซึ่งเปรียบเทียบการสะสมโลหะหนักพบว่า ค่ากว่าเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข และกระทรวงเกษตร ประเทศนิวซีแลนด์ ก่อนข้างมาก สำหรับการเปรียบเทียบระหว่างปริมาณโลหะหนักที่มี

ตารางที่ 3 ปริมาณโลหะหนักในปลาและอาหารปลานิล

ดัชนีสิ่งแวดล้อม	อาหาร	ปลา	มาตรฐาน ^{2/}
สังกะสี (Zn, mg/kg)	327.41	16.53	40**
ทองแดง (Cu, mg/kg)	17.78	0.33	1, 30**
แคดเมียม (Cd, mg/kg)	0.42	<0.005	0.05*, 1**
โครเมียม (Cr, mg/kg)	2.78	0.058	-
สารหนู (As, mg/kg)	1.19	0.12	2***
ตะกั่ว (Pb, mg/kg)	0.63	<0.02	1*, 2**

^{1/} ค่าจากตารางเป็นค่าเฉลี่ย (n=3)

^{2/} เกณฑ์มาตรฐานสูงสุดของโลหะหนักที่ยอมให้มีได้ในปลา

* กระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทย (2529)

** กระทรวงเกษตร ประเทศนิวซีแลนด์ (Smith, 1986)

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

จากการศึกษาการประเมินคุณภาพน้ำและตะกอนท้องน้ำบริเวณกิจกรรมการเลี้ยงปลาในกระชังในลำน้ำพองพบว่า ช่วงฤดูและกิจกรรมการเลี้ยงปลา มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ โดยช่วงฤดูน้ำน้อยและบริเวณกระชังปลา มีผลต่อค่า DO ต่ำสุด (2.93 mg/L) และค่า Orthophosphate สูงสุด (0.73 mg/L) ซึ่งค่าดังกล่าวเกินเกณฑ์คุณภาพน้ำสำหรับสัตว์น้ำจืด ส่วนคุณภาพน้ำทำยกระชังมีค่า Hardness สูงส่งผลให้ค่า Alkalinity และ pH สูงตาม ซึ่งบริเวณดังกล่าวมีลักษณะเป็นแอ่งเล็กน้อยและเชื่อมกับห้วยโจดอาจจะได้รับอิทธิพลจากการปนเปื้อนของภาคอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินใกล้ลำน้ำพอง แต่ทั้งนี้คุณภาพน้ำที่มีความกระด้างปานกลางหรือสูงจะมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ทำให้กำลังของผลผลิตสูงตาม ตลอดจนช่วยลดความเป็นพิษของสารหลายชนิด โดยเฉพาะโลหะหนัก (มงคลและสุทธิมาศ, 2552)

สำหรับคุณภาพตะกอนท้องน้ำพบว่าจุดทำยกระชังมีค่า pH ต่ำสุด (6.25) และไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและช่วงที่เหมาะสม pH 6.5-9 ซึ่งค่า pH ที่ต่ำกว่า 6.5 ปลาบางชนิดไม่ตายแต่ก็มีผลผลิตต่ำ เจริญเติบโตช้า ระบบการสืบพันธุ์หยุดชะงัก นอกจากนี้ระดับ pH ของน้ำจะเปลี่ยนแปลงตาม pH ของดินด้วย เมื่อค่า pH สูงขึ้นจะทำให้ความเป็นพิษของ NH_3 เพิ่มขึ้น และการแทรกซึมของสารพิษบางชนิดเข้าสู่ร่างกายของสัตว์ยังขึ้นอยู่กับค่า pH ด้วย (ประเทือง, 2534) สำหรับดัชนีอื่นๆ มีค่าค่อนข้างสูง เช่น OM, CEC และ โลหะหนัก (Zn, Cu, Cr, Cd, As, Pb) โดยเฉพาะโลหะหนักซึ่งมีค่าสูงในช่วงฤดูน้ำน้อย และสารพิษดังกล่าวส่วนใหญ่จะแตกตัวได้ดีในช่วง pH ที่ต่ำ (กรดอ่อน) ซึ่งสารพิษดังกล่าวสามารถทำอันตรายต่อสัตว์น้ำในระดับความเข้มข้นที่ต่ำและสะสมในร่างกายสัตว์น้ำสามารถที่จะถ่ายทอดมายังผู้บริโภคได้

ผลการศึกษาปริมาณการโลหะหนักในปลานิลและอาหารปลานิลพบว่า Zn และ Cu มีค่าค่อนข้างสูง และเปรียบเทียบระหว่างปริมาณโลหะหนักที่มีการสะสมในปลาและอาหารที่ใช้เลี้ยงปลา พบว่า ปริมาณโลหะหนักในอาหารมีค่ามากกว่าในตัวปลานิล ประมาณ 3-54 เท่า และเรียงลำดับโลหะหนักแต่ละชนิดที่สะสม โลหะหนักในปลาจากมากไปน้อยคือ $\text{Zn} > \text{Cu} > \text{As} > \text{Cr} > \text{Pb} > \text{Cd}$ ตามลำดับ แต่ทั้งนี้ค่าดังกล่าวยังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของประเทศไทยและประเทศนิวซีแลนด์ค่อนข้างมาก

ทั้งนี้จากผลการศึกษาดังกล่าว ควรนำมาเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการประเมินความเสี่ยงทางนิเวศพิษวิทยาในแหล่งน้ำ และตรวจสอบคุณภาพน้ำ ตะกอนท้องน้ำ และการเปลี่ยนแปลงเคลื่อนย้ายของมลสารที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเลี้ยงปลาในกระชัง เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันอันตรายต่อผู้บริโภค และระบบนิเวศน้ำจืดให้ยั่งยืนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ ของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- ชุดิมา ภู่อุสมุท, ทิพย์วัลย์ คำเหม้ง และ สุกลักษณ์ ศรีจรรย์. 2544. การศึกษาการปนเปื้อนของสารพิษ จากอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมในน้ำและตะกอนดินของลำน้ำพอง. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ประเทือง เชาว์วันกลาง. 2534. คุณภาพน้ำทางการประมง. กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์ฟิลิปปินส์เซ็นเตอร์.
- ปิยมารณ์ ดวงมนตรี. 2545. การสะสมโลหะหนักในสิ่งมีชีวิตผ่านลำดับขั้นการบริโภคในแหล่งน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาอนามัยสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.



SDP4-6

- มงคล ต๊ะอุ่น และ ชุติมาศ บุญไทย อีวาช. 2552. การ
ประเมินคุณภาพน้ำเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากร และ
สิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุขสมาน สังข์โคะ. 2553. การเลี้ยงปลาในกระชังกับ
บทบาทองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น. Thai
Environmental Engineering, 7(1): 19-22.
- อุไรวรรณ อินทร์ม่วง, วรางคณา สังสิทธิสวัสดิ์ และ
ขรรยง อินทร์ม่วง. 2541. ปริมาณโลหะหนักตกค้าง
ในตะกอนท้องน้ำของลำน้ำพอง. มหาวิทยาลัย
ขอนแก่น.
- Smith D.G. 1986. Heavy metals in the New Zealand
aquatic environment. Wellington.