

KONTAMINÁCIA RÝB ŤAŽKÝMI KOVMI V RIEKE NITRA Z NOVOZÁMOCKÉHO OKRESU

Heavy metal contamination of fishes from the Nitra River in the Nové Zámky district

ANDREJI, J. – STRÁŇAI, I.

ABSTRACT:

This paper reports the results of accumulated selected metals concentrations (Pb, Cd, Hg and MeHg) in the muscle of five fish species (Chub – *Leuciscus cephalus*, Common carp – *Cyprinus carpio*, Prussian carp – *Carassius gibelio*, Roach – *Rutilus rutilus*, and Wels catfish – *Silurus glanis*). Furthermore, correlations among the selected metals and order of metal accumulation in the fish muscle were determined. The concentrations of metals (mg/kg wet weight basis) ranged as follows: Pb 0.08–34.59; Cd 0.06–2.76, Hg 0.34–3.64 and MeHg 0.08–1.20. The level of lead and mercury exceeded the maximum allowable concentration in Slovakia by Codex Alimentarius for safe human consumption (0.2 and 0.5 mg/kg, respectively) in the majority of samples (94.6 and 82.1%, respectively). Content of Cd (0.88 ± 0.76 mg/kg wet weight) in the fish muscle exceeded maximum allowed levels (0.05 mg/kg) in all samples. On average, the order of metal concentrations in the fish muscle was: Pb>Cd>Hg>MeHg.

ÚVOD

Rieka Nitra je vodný tok III. rádu s dĺžkou toku 168,4 km a plochou povodia 4501 km² (Lukniš et al. 1972). Je to rieka nízinného charakteru s početnou diverzitou rýb. Takýto charakter rieky je ideálnym depozitárom akumulácie rôznych ťažkých kovov, práve kvôli pomalému prúdeniu vody a vyššej miere sedimentácie. Tieto kovy vstupujú do vodného ekosystému prostredníctvom odpadových vôd v strednej a hornej časti rieky. K hlavným pôvodcom tohto znečistenia v strednej časti patria tepelná elektrárňa, chemická továrňa, garbiarsky priemysel ako aj liehovary a škrobárne; v hornej časti sú to uhoľné bane a priemysel (Čurlík – Matúšová, 1994). Z vody sú tieto kovy sorbované sedimentmi a odtiaľ sa prostredníctvom biochemických reakcií živých organizmov dostávajú ďalej do potravinového reťazca. A tu sa ryby ako organizmy stojace na konci tohto reťazca v rámci vodného ekosystému, javia ako dobrý indikátor znečistenia životného prostredia (Svobodová et al. 1996).

MATERIÁL A METODIKA

Päť druhov rýb (jalec hlavatý – *Leuciscus cephalus*, kapor rybníčný – *Cyprinus carpio*, karas striebristý – *Carassius gibelio*, plotica červenooká – *Rutilus rutilus* a sumec veľký – *Silurus glanis*) bolo odlovených elektrických agregátom v septembri 2004 z rieky Nitra medzi 32,0–39,2 r. km v okrese Nové Zámky. Tento úsek rieky Nitra spadá pod rybársky revír 2-1400-1-1 Nitra č. 1 v správe MsO Nové Zámky. U týchto rýb sa urobilo základné biometrické vyšetrenie a determinácia veku podľa šupín, u sumca veľkého zo stavca chrbtice. Následne sa z každého kusa odobrala vzorka svaloviny z oblasti chrbta v množstve 3–5 g na stanovenie obsahu cudzorodých látok (Pb, Cd, Hg a MeHg). Vzorky svaloviny boli mineralizované za použitia roztoku HNO₃ (2:1) pri 130 °C počas 2 hod. Samotné stanovenie obsahu jednotlivých ťažkých kovov bolo vykonané na atómovom absorpčnom spektrofotometri Pye Unicam SP9, obsah ortuti a metylortuti na prístroji AMA-254. Uvádzané hodnoty sú vyjadrené v mg.kg⁻¹ čerstvej hmoty. Zistené výsledky sa štatisticky vyhodnotili programom Statgraphics Plus v. 5.1. metódou analýzy variancie, Kruskal–Wallis testom a lineárnym regresným modelom.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Celkovo bolo analyzovaných 56 ks rýb patriacich k piatim druhom: jalec hlavatý – *Leuciscus cephalus*, kapor rybníčný – *Cyprinus carpio*, karas striebristý – *Carassius gibelio*, plotica červenooká – *Rutilus rutilus*, and sumec veľký – *Silurus glanis*. Ich biologické charakteristiky sú uvedené v tabuľke 1. Hodnoty koncentrácií jednotlivých kovových prvkov vo svalovine analyzovaných druhov rýb sú uvedené v tabuľke 2. Korelačné závislosti medzi jednotlivými kovmi sú uvedené v tabuľke 3.

Pb – koncentrácia olova v svalovine analyzovaných druhov rýb sa pohybovala v dosť širokom rozpätí 0,08 – 34,59 mg.kg⁻¹ čerstvej hmoty, s priemernou hodnotou 2,22 mg.kg⁻¹ (tabuľka 2). Štatisticky významné rozdiely v akumulácii olova medzi jednotlivými druhmi sa nezistili ($P > 0,05$). Najnižšia priemerná koncentrácia olova sa zistila u kapra (0,39 mg.kg⁻¹), najvyššia u plotice (3,85 mg.kg⁻¹). U plotice červenookej sa zistila aj najvyššia koncentrácia olova (34,59 mg.kg⁻¹) zo všetkých analyzovaných druhov rýb. Podstatne nižšie hodnoty olova sa zistili v svalovine mreny severnej z rieky Jihlavy (Peňáz et al. 2002) a v svalovine štyroch druhov rýb zo stredného toku rieky Nitry (Andreji et al. 2005). Z toho istého úseku rieky Nitry uvádza Stráňai (1998) oveľa nižšie priemerné hodnoty v svalovine siedmich druhov rýb. Poradie akumulácie olova u jednotlivých druhov rýb bolo nasledovné: plotica>jalec>karas>sumec>kapor. Významné korelačné závislosti medzi akumuláciou olova a ostatnými kovmi neboli zistené. Pre olovo je v Potravinovom kódexe stanovená maximálna prípustná hranica v svalovine rýb 0,2 mg.kg⁻¹. Z 56 analyzovaných vzoriek rýb až v 94,6 % bola táto hranica prekročená. Násobok prekročenia tejto hranice sa pohyboval v rozpätí 1,5 – 173,0 krát (priemerne 11,7 krát).

Cd – patrí medzi najzávažnejšie ťažké kovy, čo sa týka vplyvu na zdravotný stav živých organizmov. Preto aj jeho maximálna prípustná hranica definovaná v Potravinovom kódexe je spomedzi analyzovaných prvkov najnižšia a jej hodnota je 0,05 mg.kg⁻¹. Všetky analyzované vzorky (100 %) prekročili túto hranicu 1,2 –

55,2 násobne (v priemere 17,6 násobne). Zistené hodnoty obsahu kadmia vo svalovine sa pohybovali v rozpätí 0,06 – 2,76 mg.kg⁻¹ čerstvej hmoty, s priemernou hodnotou 0,88 mg.kg⁻¹. Bioakumulácia kadmia u jednotlivých druhov rýb vykazovala štatisticky významné rozdiely (P<0,001). Vyššie hodnoty obsahu kadmia boli zistené u dravých druhov rýb vrátane jalca hlavatého, než u nepravých. Najvyššia priemerná koncentrácia kadmia vo svalovine bola zistená u sumca (1,78 mg.kg⁻¹), najnižšia u plotice (0,41 mg.kg⁻¹). Hodnoty 0,007 – 0,028 mg.kg⁻¹ v svalovine mreny severnej z rieky Jihlavy uvádza Peňáz et al. (2002). Podobne aj Andreji et al. (2005) a Stráňai (1998) uvádzajú nižšie hodnoty v svalovine analyzovaných druhov rýb z rieky Nitry. Poradie akumulácie kadmia u jednotlivých analyzovaných druhov rýb bolo nasledovné: sumec>jalec>kapor>karas>plotica. Pri sledovaní korelačnej závislosti sme zistili významnú pozitívnu koreláciu medzi akumuláciou Cd – Hg a Cd – MeHg (P<0,001).

Tabuľka 1. Počet, vek, dĺžka a hmotnosť analyzovaných druhov rýb

Druh	N	vek (roky)	dĺžka tela (mm)		hmotnosť (g)	
			priemer ± SD	Min–Max	priemer ± SD	Min–Max
jalec hlavatý	14	2–6	247 ± 87,56	131–385	388 ± 381,82	42–1097
kapor rybníčný	8	6–8	352 ± 70,91	225–460	1410 ± 730,00	396–2595
karas striebristý	13	2–7	199 ± 53,25	138–320	346 ± 333,16	93 – 1190
plotica červenooká	10	3–4	173 ± 22,20	136–212	130 ± 52,99	57–223
sumec veľký	11	2–8	539 ± 188,22	260–870	1615 ± 1700,07	133–5600

Tabuľka 2. Koncentrácie Pb, Cd, Hg a MeHg (priemer ± smerodajná odchýlka) analyzovaných druhov rýb (v mg.kg⁻¹ čerstvej hmoty)

Druh	Pb	Cd	Hg	MeHg
jalec hlavatý	3,13 ± 6,69	0,96 ± 0,59	0,76 ± 0,28	0,30 ± 0,07
kapor rybníčný	0,39 ± 0,07	0,81 ± 0,50	0,70 ± 0,15	0,22 ± 0,05
karas striebristý	2,59 ± 3,95	0,44 ± 0,65	0,65 ± 0,20	0,29 ± 0,11
plotica červenooká	3,85 ± 10,80	0,41 ± 0,28	0,78 ± 0,16	0,38 ± 0,08
sumec veľký	0,49 ± 0,33	1,78 ± 0,77	1,53 ± 0,80	0,73 ± 0,26

Tabuľka 3. Korelačné závislosti medzi jednotlivými kovmi

	Pb	Cd	Hg	MeHg
Pb	–	-0,067	-0,085	-0,072
Cd		–	0,459***	0,441***
Hg			–	0,856***
MeHg				–

*P<0,05 **P<0,01 ***P<0,001

Hg – obsah Hg vo svalovine piatich druhov rýb sa pohyboval v hodnotách 0,34 – 3,64 mg.kg⁻¹ čerstvej hmoty, s priemernou hodnotou 0,88 mg.kg⁻¹. Pri bioakumulácii ortuti sa zistili štatisticky významné medzidruhové rozdiely (P<0,001). Najvyššie priemerné hodnoty akumulácie ortuti (1,53 mg.kg⁻¹) boli zaznamenané u dravých rýb (sumec), najnižšie (0,65 mg.kg⁻¹) u nepravých druhov (karas). Toto tvrdenie potvrdzuje vo svojej práci aj Maršálek et al. (2004). Podstatne nižšie hodnoty koncentrácie ortuti prezentuje vo svojej práci Peňáz et al. (2002). Porovnateľné výsledky obsahu ortuti u troch druhov rýb z rieky Labe uvádza Žlábek et al. (2005). Poradie akumulácie ortuti u jednotlivých druhov rýb bolo nasledovné: sumec>plotica>jalec>kapor>karas. Štatisticky významné pozitívne korelácie boli zistené medzi akumuláciou Hg – Cd a Hg – MeHg (P<0,001). Maximálna prípustná hranica pre ortuť v svalovine rýb v Potravinovom kódexe SR určená hodnotou 0,5 mg.kg⁻¹. Táto hodnota bola v 82,1 % všetkých analyzovaných vzoriek prekročená 1,2 – 7,3 násobne.

MeHg – akumulácia metylortuti kopíruje akumuláciu ortuti. Koncentrácia metylortuti v svalovine analyzovaných druhov rýb sa pohybovala v rozpätí 0,08 – 1,20 mg.kg⁻¹, s priemernou hodnotou 0,38 mg.kg⁻¹. Podobne ako bioakumulácia ortuti i bioakumulácia metylortuti medzi jednotlivými druhmi vykazovala štatisticky preukazné rozdiely (P<0,001). Najnižšia priemerná koncentrácia metylortuti sa zistila u kapra (0,22 mg.kg⁻¹), najvyššia priemerná koncentrácia u sumca (0,73 mg.kg⁻¹). Porovnateľné výsledky koncentrácie metylortuti u troch druhov rýb z rieky Labe zistili Maršálek et al. (2004). Podiel metylortuti na celkovej ortuti dosahoval rozpätie 19,2 – 74,9 % (v priemere 44,1 %). Podstatne vyššie priemerné hodnoty podielu MeHg/Hg (0,74 – 1,04) uvádza Maršálek et al. (2004). Poradie akumulácie metylortuti u jednotlivých druhov rýb bolo nasledovné:

sumec>plotica>jalec>karas>kapor. Štatisticky významné (P<0,001) pozitívne korelácie sa zistili pri akumulácii medzi MeHg – Cd a MeHg – Hg. Maximálna prípustná koncentrácia metylortuti v svalovine rýb nie je v Potravinovom kódexe SR definovaná, ale FAO/WHO odporúča predbežne prijateľný týždenný príjem na úrovni 0,016 mg.kg⁻¹ hmotnosti tela.

ZÁVER

Naše výsledky zistili vysoké hladiny kontaminantov (predovšetkým Pb, Cd a Hg) v svalovine piatich analyzovaných druhov rýb pochádzajúcich z dolného toku rieky Nitry, ktoré prekračujú maximálnu povolenú hranicu danú Potravinovým kódexom platným v Slovenskej Republike. Tieto ryby z rieky Nitry predstavujú určité zdravotné riziko pre konzumentov, hlavne pre starších ľudí, tehotné ženy a deti, ktorí sú vnímavejšie na vyššie koncentrácie sledovaných kontaminantov. Z tohto dôvodu by sa tieto ryby nemali konzumovať, ale využívať len na športový rybolov systémom chyť a pustiť.

Ďalej sme zistili, že sledované kovy (Pb, Cd, Hg, meHg) sa kumulujú vo vyšších koncentráciách u dravých druhov rýb (vrátane jalca hlavateho), než nedravých. Taktiež sa zistila štatisticky významná pozitívna korelácia medzi akumuláciou Cd – Hg a Cd – meHg. Tieto korelačné závislosti akumulácie jednotlivých kovov do značnej miery závisia od množstva abiotických a biotických faktorov, akými sú podmienky životného prostredia (kvalita vody a sedimentov), pozícia rýb v potravnom reťazci v rámci vodného ekosystému, biochemické a fyziologické vlastnosti, a pod.

Vo všeobecnosti poradie bioakumulácie sledovaných kovov bolo nasledovné: Pb>Cd>Hg>MeHg.

V rámci jednotlivých druhov rýb bolo poradie akumulovaných kovov nasledovné:

jalec hlavatý: Pb>Cd>Hg>MeHg; kapor rybníčný: Cd>Hg>Pb>MeHg; karas striebřistý: Pb>Hg>Cd>MeHg; plotica červenooká: Pb>Hg>Cd>MeHg; sumec veľký: Cd>Hg>MeHg >Pb

POĎAKOVANIE

Tento príspevok vznikol vďaka finančnej podpore GA VEGA 1/2417/05 MŠ SR.

SÚHRN:

V práci sú uvedené výsledky zistených koncentrácií vybraných ťažkých kovov (Pb, Cd, Hg a meHg) vo svalovine piatich druhov rýb (jalec hlavatý – *Leuciscus cephalus*, kapor rybníčný – *Cyprinus carpio*, karas striebřistý – *Carassius gibelio*, plotica červenooká – *Rutilus rutilus* a sumec veľký – *Silurus glanis*). Taktiež boli stanovené korelácie medzi jednotlivými kovmi ako aj poradie akumulácie vybraných kovov vo svalovine rýb. Zistené koncentrácie vybraných kovov sa pohybovali v rozpätí (v mg.kg⁻¹ čerstvej hmoty): Pb 0,08–34,59; Cd 0,06–2,76, Hg 0,34–3,64 and MeHg 0,08–1,20. Koncentrácie olova a ortuti v svalovine analyzovaných druhov rýb vo väčšine vzoriek prekročili maximálnu prípustnú hranicu (0,2 a 0,5 mg.kg⁻¹) stanovenú v Potravinovom kódexe SR. Koncentrácie kadmia zistené v svalovine prekročili túto hranicu (0,05 mg.kg⁻¹) vo všetkých analyzovaných vzorkách. V priemere bolo poradie akumulácie vybraných kovov nasledovné: Pb>Cd>Hg>MeHg.

LITERATÚRA:

1. Andreji, J.; Stránai, I.; Massányi, P.; Valent, M. Concentration of selected metals in muscle of various fish species. *J. Environ. Sci. Health*, **2005**, *A40*, 899–912.
2. Čurlík, J.; Matúšová, L. Natural and Man-induced Factors of Soil Pollution. *Mitt. D. Osterr. Bodenkundlichen Gesellschaft*. **1994**, *50*, 43-60.
3. FAO/WHO – Joint FAO/WHO expert committee on food additives. 61st meeting Rome, 10-19 June 2003. Summary and conclusions. http://www.who.int/ipcs/food/jecfa/summary/en/summary_61.pdf
4. Lukniš, M. et al. *Slovakia: Nature 2. part*. Obzor, Bratislava, **1972**, pp. 917.
5. Maršálek, P.; Svobodová, Z.; Randák, T. Obsah celkové rtuti a metylrtuti ve svalovině ryb z lokality Pardubice a Hřensko na řece Labi. In: P. Spurný (ed.). 55 let výuky rybářské specializace na MZLU v Brně. Brno, 30. 11. – 1. 12. 2004, s. 262–267.
6. Peňáz, M.; Baruš, V.; Prokeš, M. Koncentrace těžkých kovů a změny u koncentrace rtuti ve svalovině parmy obecné z řeky Jihlavy. In: P. Spurný (ed.). V. Česká ichtyologická konference. Brno, 25. – 26. 9. 2002, s. 253–258.
7. Potravinový kódex SR – Výnos MP SR a MZ SR z 15. marca 2004 č. 608/3/2004-100, ktorým sa vydáva hlava Potravinového kódexu Slovenskej republiky upravujúca cudzorodé látky v potravinách. In: Vestník MP SR, 2004, roč. XXXVI, čiastka 10 – I. časť
8. Stráňai, I. Obsah olova, kadmia, chrómu a arzenu v tkanivách rýb rieky Nitry. *Agriculture* **1998**, *44*, 552–563
9. Svobodová, Z.; Máchová, J.; Vykusová, B.; Piačka, V. Metals in the surface water ecosystems. *Vodňany VURH* **1996**, 1–18.
10. Svobodová, Z.; Celechovská, O.; Kolárová, J.; Randák, T.; Zlábek, V. Assessment of metal contamination in the upper reaches of the Tichá Orlice River. *Czech J. Anim. Sci.* **2004**, *49*, 458–464.
11. Zlábek, V.; Svobodová, Z.; Randák, T.; Valentová, O. Mercury content in the muscle of fish from the Elbe River and its tributaries. *Czech J. Anim. Sci.* **2005**, *50*, 528–534.

Adresa autorov

Ing. Jaroslav Andreji, doc. Ing. Ivan Stráňai, CSc., Katedra hydínarstva a malých hospodárskych zvierat, FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, e-mail: Jaroslav.Andreji@uniag.sk; Ivan.Stranai@uniag.sk