



ПРОУЧВАНЕ СЪДЪРЖАНИЕТО НА ОЛОВО, ЦИНК И КАДМИЙ В НЯКОИ ОРГАНИ НА РИБИ ОТ СЕМ. CYPRINIDAE И СЕМ. PERCIDAE В ЯЗОВИРИТЕ „СТУДЕН КЛАДЕНЕЦ“ И „КЪРДЖАЛИ“

Десислава Н. Арнаудова, Елена С. Томова**,
Илиана Г. Велчева**, Атанас Д. Арнаудов***

**ПУ „Филиал Л. Каравелов“ – Кърджали, Катедра
„Природонаучни дисциплини“, бул. „Беломорски“ №26, 6600 гр. Кърджали,
E-mail: desiarnaudova23@abv.bg*

***ПУ „Паусий Хилендарски“ – Пловдив, Факултет по биология,
ул. „Цар Асен“ №24, 4000 Пловдив*

Abstract. The current study concern the anthropogenic influence on the aquatic ecosystems. We studied the bioaccumulation of lead (Pb), zink (Zn) and cadmium (Cd) in various organs in aquatic fishes from the region of Arda River. We recorded elevated values of the heavy metals' concentration in the tissue samples.

Key words: heavy metals, fishes, pollution, bioaccumulation

ВЪВЕДЕНИЕ

Замърсяването с тежки метали засяга не само водните екосистеми, но и организмите, които ги обитават. Поради възможност за натрупване, тяхното присъствие дори и в ниски концентрации е нежелателно, тъй като по хранителната верига те могат да достигнат и до човека.

Биологичният мониторинг се основава на изследването на промените, настъпили под въздействието на даден антропогенен фактор върху биологичните структури.

Тежките метали не се разлагат и са биоакумулативни в растения, животни и околната среда. Това означава, че при хронично въздействие нивото им в организма се повишава с течение на времето, което увеличава токсичният им ефект и влияние върху локалните екосистеми. Те могат да преминат и към други видове по хранителната верига. Затова, живите организми са изложени на висок риск от дългосрочното и хроничното им въздействие.

Някои автори посочват рибите като биоиндикатори за тежки метали в замърсени басейни (ВЕЛЧЕВА, 1998; STORELLI & MARCOTRIGIANO, 2001; CAR-

VALHO & FERNANDES, 2006). Използването на риби за биомониторинга се обуславя от факта, че те имат свойството да натрупват тежки метали. Едни от основните представители на тази група са олово, кадмий и цинк. Те са едни от най-известните токсиканти. Често пъти огромна част от внесените вещества се отлагат за постоянно на дъното като утайка. Тежките метали се включват в клетъчните ензими и те не могат да изпълняват определените им функции. По принцип тези токсиканти се натрупват във всички биологични системи, но в някои животни много повече пъти, отколкото във водата, в която те живеят.

По данни на някои автори черния дроб на рибите е органа с най-голяма акумулативна способност за тежки метали (ВЕТРОВ & КУЗНЕЦОВА, 1997; ВЕЛЧЕВА, 2002; GROSHEVA *et al.*, 2000; РУДНЕВА *и др.*, 2008; ГОМБОЕВА *и др.*, 2003; FENT, 2003). Подобни изводи са констатирани и от други автори, които сочат, че биоаккумуляцията на олово в черния дроб превъзхожда това в мускулите от 1,8-8,1 и 1,6-8,1 пъти по - малко от хрилете и кожата (ГАРМАЕВА *и др.*, 2005). Оловото поради специфичните си свойства (по-слаба разтворимост), по - бавно прониква в организма на рибите (ВЕЛЧЕВА, 1998).

Последно време се отделя особено внимание на действието на тежките метали върху морфологията на хемочувствителни органи при рибите (JULLIARD *et al.*, 1995, 1996; OLVERA RIBEIRO *et al.*, 1995; КАСУМЯН, 2001).

Установено е, че много от замърсяващите вещества водят до бърза деструкция на хемосензорните образувания особено след тежко метално замърсяване и оттам до нарушения в поведенческите реакции на рибите (SAUCIER *et al.*, 1991a, 1991b; КЛАПРАТ *et al.*, 1992; КАСУМЯН & МОРСИ, 1998). Аналогично действие на тежки метали върху хеморецепторите на риби с различна степен на въздействие е посочено и от други изследователи (РЯБОВА *и др.*, 1991; WINBERG *et al.*, 1992; WOO *et al.*, 1993; JULLIARD *et al.*, 1995, 1996; КАСУМЯН & МОРСИ, 1998). Проведените опити за олово при експериментални условия показват, че неговото действие се проявява още при концентрации от 0,5-1,0 mg/l (ГАЙНУТДИНОВ *и др.*, 1996). Специфично разпределение на цинк в органи на риби се наблюдава от МАСКАУ *et al.* (1975). Ранни поведенчески реакции при риби се наблюдават вследствие действието на мед, цинк и кадмий (ВААТРУП *et al.*, 1990; DOVING, 1991).

Симптоматичното отравяне на рибите в следствие на тежки метали в лабораторни условия позволява да се определи степента на токсичност при естествени условия (МЕТЕЛЕВ *и др.*, 1971). Съвместното действие на кадмий, цинк и мед, води до летален край при възрастните риби (МУР, 1987; ЩЕРБАКОВА, 2004).

Едно от местата със значително замърсяване на водата с тежки метали е поречието на река Арда – гр. Кърджали.

За последен път в този район са провеждани такива изследвания през периода 1992-1995 година (ВЕЛЧЕВА, 1998).

Те са свързани с проследяване количеството на тежките метали олово, цинк и кадмий в различни органи на сладководни риби.

Цел на настоящото проучване е да се проследи съдържанието на олово, цинк и кадмий върху определени органи на сладководни риби от сем. Cyprinidae и сем. Percidae, в следствие влиянието на тежко метално замърсяване в района на язовирите „Студен кладенец“ и „Кърджали“.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследването се проведе в станции на язовирите „Студен кладенец“ и „Кърджали“, намиращи се в близост до ОЦК и „Бентонид“ – гр. Кърджали. Проучихме три вида сладководни риби отнасящи се към сем. Cyprinidae – Уклейка (*Alburnus alburnus* Linaeus, 1758); Червеноперка (*Scardinius erythrophthalmus* Linaeus, 1758) и Сем. Percidae – Костур (*Perca fluviatilis* Linaeus, 1758).

Имайки предвид физиологичната роля на хрилете като органи за газообмен и хепатопанкреаса като кръвно депо, участващо в обезвреждането на токсични вещества, на анализ подложихме следните органи: хриле, хепатопанкреас, мускули.

Органите са събирани в продължение на три години като се обхваща периода от 2006 до 2008 година.

Съдържанието на олово, цинк и кадмий в тях е установено по метода на атомноабсорбционна спектро-фотометрия (AAS "PERKIN-ELMER 3030 B") в ЦЛОЕ БАН – София. Резултатите са пресметнати в мг/кг въздушно – суха проба и са съобразно Наредбата за допустими норми за храни за съдържание на вредни химически вещества в хранителни продукти (Наредба №5 на МНЗ, 1984 год., Наредба №12 на МНЗ, 2002 г.).

Паралелно с органните проби са взимани и проби от вода от яз. „Студен кладенец“ и „Кърджали“. Анализите за съдържание на трите метала са извършени по метода на атомноабсорбционната спектро-фотометрия в химични лаборатории на РИОКОЗ – Хасково.

Резултатите са обработени вариационно-статистически.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Резултатите от проучването за съдържание на олово, цинк и кадмий в органите на трите вида риби от яз. „Студен кладенец“ и „Кърджали“ сочат завишаване и в двата язовира. Анализите са отчетени съобразно коефициента на биомагнификация (КБМ).

Олово (Pb)

Получените резултати за олово в яз. „Студен кладенец“ показват най-високо съдържание в хрилете, в сравнение с останалите органи. Количеството му в сравнение с останалите органи е многократно по-високо (в улейка 23.7 пъти повече, в костур 2.03, в червеноперка 4.75). След хрилете по съдържание на олово се нарежда хепатопанкреаса. Мускулите показват най-ниски стойности на метала и при трите изследвани вида риби.

При сравняване на съдържанието на олово между трите изследвани вида количеството на метала в хрилете е най-високо при червеноперка – 11.656

mg/kg, което е 2.72 пъти по-голямо от количеството му в уклейка и 2.99 по-голямо от костур.

Подобно отчитане в хепатопанкреаса при червеноперка (4.082 mg/kg) отново показва по-високо съдържание на метала, в сравнение с количеството му при останалите два вида. При червеноперка то е 1.06 пъти по-голямо от съдържанието му при уклейка и 2.27 пъти по-голямо от съдържанието му при костур. При уклейка количеството на олово в хрилете е 1.09 пъти по-голямо, а в хепатопанкреаса 2.09 пъти по-голямо, отколкото при костур.

И при трите вида риби мускулите показват най-ниски стойности на оловото. Сравнявайки съдържанието му в мускулите, червеноперка и костур бележат еднакво натрупване (2.452 mg/kg), докато в уклейка нивото му е 10.6 пъти по-малко.

Цинк (Zn)

Изследванията сочат, че цинка подобно на оловото се депонира най-вече в хрилете.

Най-високо е съдържанието му отново в червеноперка (96.296 mg/kg), което е един път повече от уклейка и близо два пъти повече от костур.

Хепатопанкреаса е на второ място по акумулиране на метала. Мускулите отново показват най-малко натрупване.

Сравнявайки количественото натрупване между двата метала, акумулацията на цинк е многократно по-голяма от тази на оловото. При уклейка акумулацията на цинк в хрилете е 16.91 пъти повече, отколкото натрупването на олово, при костур – 11.06 пъти повече, при червеноперка – 8.26 пъти повече.

В хепатопанкреаса цинка също надвишава по съдържание оловото (в уклейка – 15.85 пъти повече, в костур – 41.3 пъти повече и при червеноперка – 18.5 пъти повече).

Най-ниско съдържание бележат мускулите. Сравнено с олово обаче, съдържанието на цинк показва значително завишаване. В мускулите на уклейка цинка е 100.48 пъти повече от оловото, при костур и червеноперка – 8.45 пъти повече.

Кадмий (Cd)

Анализът и динамиката за съдържание на кадмий в органите и на трите изследвани вида риби, показва концентрации корелиращи със съдържанието на кадмий във водата. Процесът на биомагнифициране е ясно изразен по отношение на кадмий. Коэффициентът на биомагнификация тук показва стойности по-високи от единица, отчетени в яз. „Студен кладенец“.

Подобни тенденции за натрупване на изследваните метали, отчетохме и в пробите от яз. „Кърджали“.

Тенденцията за биоакумулация на олово, кадмий и цинк в яз. „Кърджали“ е същата. Тежките метали и тук се натрупват избирателно в органите, като водещи са хрилете, следвани от хепатопанкреас и мускули. Както се вижда акумулацията и на трите метала се разпределя избирателно в органите.

Натрупването бележи и видова специфичност – най-голямо при червеноперка, което показва, че тя може да служи като биоиндикатор за замърсеност на водите.

Паралелно с рибните проби са взимани проби от вода от двата изследвани обекта. Съществува пряка връзка между стойностите на олово във водата и количественото му натрупване в органите на изследваните риби. Металът отчетен в органните проби обаче показва стойности, които са многократно по-големи от тези на водата.

От друга страна сведенията за микроелементния състав в органните проби може да се използва като оценка за качеството на водоема. Количеството на металите във водата показва завишаване през първата година на изследването, докато през следващите две години стойностите му намаляват.

ИЗВОДИ

1. Във водата отчетохме леко завишаване и на трите метала – олово, цинк и кадмий.

2. В органите и тъканите на *Alburnus alburnus*, *Scardinius erythrophthalmus* и *Perca fluviatilis*, обитаващи яз. „Студен кладенец“ и яз. „Кърджали“ се установи повишено количество на олово, цинк и кадмий, спрямо ПДК за тези метали.

3. При отделните видове натрупването е различно. Съдържанието и на трите метала е доказано най-високо при *Scardinius erythrophthalmus*, следван от *Alburnus alburnus* и *Perca fluviatilis*.

4. Трите метала се разпределят избирателно в органите. Тенденцията за депониране на олово, цинк и кадмий е най-висока основно в два органа – хриле и хепатопанкреас. Хрилете са органа с най-голяма акумулативна способност, докато мускулите показват по-малки стойности на металите.

5. По-висок КБМ се установи в изследваните видове риби от яз. „Студен кладенец“. Процес на биомагнифициране се отчете при кадмий, където КБМ превишава единица.

Таблица 1. Съдържание на олово, цинк и кадмий в язовирите „Студен кладенец“ и „Кърджали“

№ ред	Място на пробоземане	вид проба	мярка	олово	цинк	кадмий
1.	Яз. „Кърджали“	вода	mg/l	0,02	0,034	0,001
2.	Яз. „Студен кладенец“	вода	mg/l	0,074	0,168	0,001

Таблица 2. Коефициент на биомагнификация (КБМ) между *Perca fluviatilis* (*Alburnus alburnus* и *Perca fluviatilis*) *Scardinius erythrophthalmus* в яз. „Кърджали“

Коефициент на биомагнификация (КБМ)	Олово (Pb)	Цинк (Zn)	Кадмий (Cd)
КБМ ₁ <i>Perca fluviatilis</i> / <i>Alburnus alburnus</i>	1.393	0.831	0.618
КБМ ₂ <i>Perca fluviatilis</i> / <i>Scardinius erythrophthalmus</i>	0.523	0.721	0.886

Таблица 3. Коефициент на биомагнификация (КБМ) между *Perca fluviatilis* (*Alburnus alburnus* и *Perca fluviatilis*) *Scardinius erythrophthalmus* в яз. „Студен кладенец“

Коефициент на биомагнификация (КБМ)	Олово (Pb)	Цинк (Zn)	Кадмий (Cd)
КБМ ₁ <i>Perca fluviatilis</i> / <i>Alburnus alburnus</i>	0.971	0.859	13.247
КБМ ₂ <i>Perca fluviatilis</i> / <i>Scardinius erythrophthalmus</i>	0.510	0.789	5.150

Таблица 4. Съдържание на олово, цинк и кадмий в три вида органи на уклеика, костур и червеноперка – язовир „Кърджали“

№ по ред	Вид проба	Мярка	Олово (Pb)	Цинк (Zn)	Кадмий (Cd)
	Уклеика				
1.	Хриле	mg/kg	4.870	95.826	0.522
2.	хепатопанкреас	mg/kg	3.611	60.972	0.972
3.	Мускули	mg/kg	1.100	43.289	0.055
	Костур				
1.	Хриле	mg/kg	6.295	85.252	0.180
2.	хепатопанкреас	mg/kg	3.478	55.072	0.580
3.	Мускули	mg/kg	3.579	26.044	0.199
	Червеноперка				
1.	Хриле	mg/kg	7.325	81.210	0.318
2.	хепатопанкреас	mg/kg	15.625	119.444	0.694
3.	Мускули	mg/kg	2.566	30.047	0.068

Таблица 5. Съдържание на олово, цинк и кадмий в три вида органи на уклеика, костур и червеноперка – язовир „Студен кладенец“

№ по ред	Вид проба	мярка	Олово (Pb)	Цинк (Zn)	Кадмий (Cd)
	Уклеика				
1.	хриле	mg/kg	5.476	92.619	0.714
2.	хепатопанкреас	mg/kg	3.846	60.989	1.923
3.	мускули	mg/kg	0.231	23.213	0.154
	Костур				
1.	хриле	mg/kg	4.990	55.232	2.287
2.	хепатопанкреас	mg/kg	1.839	76.098	34.525
3.	мускули	mg/kg	2.452	20.728	0.149
	Червеноперка				
1.	хриле	mg/kg	11.656	96.296	3.922
2.	хепатопанкреас	mg/kg	4.082	75.688	3.106
3.	мускули	mg/kg	2.452	20.728	0.149

ЛИТЕРАТУРА

ВЕЛЧЕВА И. 1998. Екологично проучване на съдържанието на кадмий (Cd), олово (Pb) и цинк (Zn) в уклеика (*Alburnus alburnus* L.), шаран (*Cyprinus carpio* L.) и костур (*Perca fluviatilis* L.) от язовир „Кърджали“ и „Студен кладенец“ – Автореферат на дисертация за получаване на научна и образователна степен „доктор“, Пловдивско университетско издателство, 36 с.

ВЕТРОВ В., А. КУЗНЕЦОВА. 1997. Микроелементи в природных средах региона озера Байкал – Новосибирск: Издательство СО РАН НИЦ ОИГГМ.

ГАЙНУТДИНОВ М., В. ЯРГУНОВ, И. КРАСНОПЕРОВА, В. ПЛЕХАНОВА, В. ЛОБОДА. 1996. О двух механизмах токсического действия ионов Pb²⁺ на *Daphnia magna*. – Материалы VII съезда гидробиол. о-ва РАН, Казань, 14-20 октябрия. Казань: Полиграф. Т.3., с. 13-14.

ГАРМАЕВА С., С. ГОМБОЕВА, О. ДУБИНИНА, В. ЦЫРЕНОВ. 2005. Влияние микроэлементов на гематологические показатели плотвы сибирской и ельца сибирского Востока. – Сибирский государственный технологический университет РФФИ № 05-04-97268.

ГОМБОЕВА С., Н. ПРОНИН, В. ЦЫРЕНОВ. 2003. Распределение тяжелых металлов в органах и тканях рыб с различным типом питания в прибрежно – соровой зоне Байкала. – Сибирский эколог. журн., 10(5): 561–564.

КАСУМЯН А. 2001. Воздействие химических загрязнителей на пищевое поведение и чувствительность рыб к пищевым стимулам. – Вопр. ихтиологии., 41(1): 82-95.

КАСУМЯН А., А. МОРСИ. 1998. Влияние тяжелых металлов на пищевую активность и вкусовые поведенческие ответы карпа *Cyprinus carpio*: Медь, кадмий, цинк и свинец. – Вопр. ихтиологии., 38(3): 393-409.

МЕТЕЛЕВ В., А. КАНАЕВ, Н. ДЗАСОХОВА. 1971. Водная токсикология. М. Колос, 247 с.

МУР ДЖ., С. РАМАМУРТИ. 1987. Тяжелые металлы в природных водах: контроль и оценка влияния, М., Мир, 285 с.

РУДНЕВА И., Е. МЕЛЬНИКОВА, Н. КУЗЬМИНОВА, С. ОМЕЛЬЧЕНКО, И. ЗАЛЕВСКАЯ, Г. В. СИМЧУК. 2008. Оценка влияния минеральных соединений азота на донных рыб в бухтах Черного моря. – Водные ресурсы, 35(4): 505-510.

ЩЕРБАКОВА Е. 2004. Возрастные изменения содержания тяжелых металлов в органах и тканях русского осетра (*Acipenser guldenstadti brandt*): Автореф. дис. канд. биол. наук / Е. Н. Щербакова. – Астрахань.

ВААТРУП Е., К. DOVING, S. WINBERG. 1990. Differential effects of mercurial compounds on the electroolfactogram (EOG) of salmon (*Salmo salar* L.). – Ecotoxicol. Environ., 20: 269-276.

CARVALHO C., M. FERNANDES. 2006. Effect of temperature on copper toxicity and hematological responses in the neotropical fish *Prochilodus scrofa* at low and high pH. – Aquaculture, 251(1): 109-117.

DHANAPAKIAM P., V. RAMASAMY. 2001. Toxic effects of copper and zinc Mitures on some haematological and biochemical parameters in common carp, *Cyprinus carpio* (L.). – Journal Environmental Biology, 22(2): 105-111.

DOVING K. 1991. Assessment of animal behaviour as a method to indicate environmental toxicity. – Comp. Bio-chem. and Physiol., 100(1-2): 247-252.

FENT K. 2003. Ecotoxicological problems associated with contaminated sites. – In: Proceedings of EUROTOX 2002, The XL European Congress of Toxicology – Science Direct, 11 April 2003, pp. 353-365.

GROSHEVA E., G. VORONSKAYA, M. PASTUKHOVE. 2000. Trace element bioavailability in Lake Baikal.-Aquat. Ecosys. Health Manage, 3: 229-234.

JULLIARD A., D. SAUCIER, L. ASTIC. 1995. Metal X-ray microanalysis in the olfactory system of rainbow trout exposed to low level of copper. – Biol. Cell., 83(1): 77-86.

JULLIARD A., D. SAUCIER, L. ASTIC. 1996. Time-course of apoptosis in olfactory epithelium of rainbow trout exposed to a low copper level. – Tissue and Cell, 28(3): 367-373.

KLAPRAT D., R. EVANS, TJ. HARA. 1992. Environmental contaminants and chemoreception in fishes. – In: Hara TJ. (Ed.). Fish chemoreceptio, London, Chapman and Hall. pp. 321-341.

МАСКAY N., M. KAZACOS, R. WILLIAMS, M. LEEDOW. 1975. Selenium and heavy metals in black marlin. – Marine Pollution Bulletin, 6: 57-60.

OLVERA RIBEIRO C., L. FERNANDES, C. CARVALHO, R. CARDOSO, N. TURCATII. 1995. Acute effects of mercuric chloride on the olfactory epithelium of *Trichomycterus brasiliensis*. - Ecotoxicol. and Environ., 31(2): 104-109.

SAUCIER D., L. ASTIC, P. RIOUX. 1991a. The effects of early chronic exposure lo sublethal copper on the olfactoly discrimination of rainbow troul, *Oncorhynchus mykiss*. – Environ. Biol. Fish., 30: 345-351.

SAUCIER D., L. ASRIC, P. RIOUX, F. GODTINOT. 1991b. Histological changes in the olfactory organ of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) induced by early chronic exposure to a sublethal copper concentration. – Can. J. Zool., 69(8): 2239-2245.

STORELLI M., G. MARCOTRIGIANO. 2001. Heavy metals monitoring in Fish, Bivalve, Mollusc, Water and Sediments from Varano Lagoon, Italy. - Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 66(3): 365-370.

VELCHEVA I. 2002. Content and Transfer of Cadmium (Cd) in the Organism of Fresh-water Fishes. - Acta Zoologica Bulgarica, 54(3): 109-114.

WINBERG S., R. BJERSELIUS, E. BAATRUP, K. DOVING. 1992. The effect of Cu (II) on the electroolfactogram (EOG) of the atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in artificial freshwater of varying inorganic carbon concentrations. – Ecotoxicol. Environ., 24: 167-178.

WOO P, Y. SIN., M. WONG. 1993. The effects of short-term acute cadmium exposure on blue tilapia, *Oreochromis aureus*. –/ Environ. Biol. Fish., 37(1): 67-74.

Наредба № 12 за норми за максимално допустими количества от тежки метали като замърсители в храни ДВ бр. 55 / 2002 г.

Наредба № 5 за хигиенните норми за пределно допустимите количества от химични и биологични замърсители в хранителните продукти, Издадена от Министерството на народното здраве, ДВ, бр. 39 от 18. 05. 1984 г.

A STUDY ON THE LEAD, ZINK AND CADMIUM CONTENT IN VARIOUS ORGANS IN FISHES FROM CYPRINIDAE AND PERCIDAE FAMILIES IN “STUDEN KLADENETS” AND “KARDZHALI” DAM LAKES

*Desislava N. Arnaudova**, *Elena S. Tomova***,
*Iliana G. Velcheva***, *Atanas D. Arnaudov***

**University of Plovdiv –Branch “L. Karavelov” – Kardzhali, Department of Natural sciences, 26 Belomorski Blv., 6600 Kardzhali*

E-mail: desiarnaudova23@abv.bg

***University of Plovdiv “St. Paisii Hilendarski” – Plovdiv, Faculty of Biology, 24 Tzar Assen Str., 4000 Plovdiv*

(Summary)

The current study concern the anthropogenic influence on the aquatic ecosystems. We studied the bioaccumulation of lead (Pb), zink (Zn) and cadmium (Cd) in various organs in aquatic fishes from the region of Arda River. We recorded elevated values of the heavy metals' concentration in the tissue samples.