

ПРОУЧВАНЕ НИВАТА НА Cu В ЧЕРЕН ДРОБ, ЯЙЧНИЦИ, СЕМЕННИЦИ И МУСКУЛАТУРА НА ХИДРОБИОНТИ ОТ ВОДОЕМИ В РЕГИОН СТАРА ЗАГОРА, БЪЛГАРИЯ

ЕЛИЦА ВЪЛКОВА, ВАСИЛ АТАНАСОВ,

*БОЙЧО БИВОЛАРСКИ, *НАДЯ БОЗАКОВА, ПЕНКА ВЪЛКОВА

Тракийски университет, Аграрен факултет – Стара Загора

*Тракийски университет, Ветеринарномедицински факултет – Стара Загора

Тежкият метал мед (Cu) е един от най-важните биогенни елементи, играещи ключова роля за нормалното протичане на редица биохимични процеси в организмите. В много малки количества медта е абсолютно необходима за правилното функциониране на много ензими в черния дроб, мозъка и мускулите. Този микроелемент влиза в структурата на цитохромоксидазата – терминален ензим на дихателната верига на митохондриите и следователно е необходим за процесите на генериране на енергия в клетките. Регулира обмяната на катехоламини, серотонин, тирозин, спомага за повишаване активността на инсулина и по-пълната утилизация на въглехидратите. Медта е неделима част от производството на пигмента меланин, необходим е за синтезиране на колагена, и оттам за поддържане на здрави кости, хрущяли и кожа. Съдържащите мед ензими (супероксиддисмутазата напр.) са важни антиоксиданти, които възпрепятстват производството на свободни радикали или ги неутрализират (Sevcikova et al., 2011). Този микроелемент служи като катализатор и спомага асимилацията на желязото при живите организми, тъй като играе важна роля в процесите на биосинтез на хем и съответно на хемоглобин. Ето защо дефицитът на мед може да доведе до анемии (Яблански и съавт., 2011).

Наред с това, че е биогенен елемент, спадайки към тежките метали, над определени нива медта оказва токсично въздействие върху живите организми (Stern et al., 2010). Този факт важи с пълна сила за голям брой тежки елемен-

ти, които в малки дози изпълняват важни функции в тялото (Matos et al., 2010; Skibuewska, 2002). Съществуват тежки метали като оловото и кадмия, които не само че не играят роля за протичането на биохимичните процеси, но оказват мощен токсичен ефект (Tokar, 2011). Натрупвайки се в организма, тези елементи предизвикват оксидативен стрес, водещ до редица заболявания като рак, болести на белите дробове, и др. (Silins, 2011). В този аспект замърсяването на околната среда с тежки метали е един от глобалните проблеми, стоящи пред съвременното общество (Khelifi & Hamza-Chaffai, 2010; Szyzewski et al., 2009). Особено чувствителни към този тип замърсяване са хидроекосистемите (Erdoğan & Erbilir, 2007). Най-често източниците са с антропогенен произход – емисии, отделяни в резултат на индустриална дейност, социално – битови и други човешки дейности (Velez and Montoro, 1998; Conacher et al., 1993). Високи концентрации на тези елементи могат да имат опустошителни последици върху екологичното равновесие и разнообразието от водни организми (Ashrafi, 2005; Faronbi et al., 2007; Vosyliene and Jankait, 2006). Токсичният ефект на тежките метали се дължи на техните йони (Stern et al., 2010). В слаби разтвори, прониквайки в организма, те нарушават пермеабилитета на биологичните мембрани, намаляват съдържанието на разтворими протеини, подтискат ензимите (Стоянов, 1999; De Romaña et al., 2011).

Проучването на съдържанието, разпреде-

лението и трансфера по трофичните нива на тежки метали представлява интерес от еколого-биохимичен и физиологичен аспект. Подобни изследвания са проведени от **AlYousur et al.** (2000), **Gbem et al.** (2001), **Mansour and Sidky** (2002), **Papagiannis et al.** (2004) и др.

Поради факта, че представляват крайно звено от хранителните вериги, рибите са широко използвани за оценка на състоянието на аквасистемите. Акумулацията на тежки метали в рибите зависи от концентрацията на металите във водата, организмите, които им служат за храна, физикохимичните фактори и продължителността на експозицията (**Farkas et al.**, 2002; **Yousuf and El-Shahawi**, 1999).

В тялото на водните организми металите са неравномерно разпределени и акумулирани в определени органи и тъкани. Обикновено тежките метали се съсредоточават главно в черния дроб, яйчниците, семенниците и бъбреците на рибите. В другите органи те са само в следи (**Protasowicki**, 1987; **Khoshnood et al.**, 2010). Мускулатурата на рибите в сравнение с другите тъкани съдържа ниски нива на тези елементи, но често се подлага на изследване поради употребата за консумация от човека (**Witeska and Jezierska**, 2001; **Bogut et al.**, 2000). При мидите също е установено натрупване на тежки метали (**Стоянов**, 1999; **Duarte et al.**, 2011). Химичният състав на меките тъкани на тези организми е достатъчно чувствителен индекс, отразяващ дори и кратковременно въвеждане на замърсители във водата (**Lukashev**, 2010). Тези организми служат като филтър за хидро-екосистемите, натрупвайки в тялото си много токсини, включително и тежки метали от рода на Cu. Във високи дози този тежък елемент нарушава нормалното физиолого-биохимично състояние на водните обитатели.

Регион Стара Загора е един от рисковите по отношение на замърсяването на околната среда. Ето защо в последно време се извършват множество изследвания на водите и ихтиофауната на водоемите в този район (**Яблански и съавт.**, 2011).

Във връзка с този факт, целта на настоящото изследване бе сравнително проучване на нива-

та на Cu в черен дроб, яйчници, семенници и мускулатура на хидробионти от водоеми в регион Стара Загора, България.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Обект на проучване бяха хидробионтите, обитаващи 3 водоема в регион Стара Загора: язовир Овчарица, Община Раднево; язовир Опан, Община Опан и язовир Пъстрен, Община Опан.

Като биоиндикаторни видове за настоящето изследване бяха избрани шаранът (*Cyprinus carpio* L.) и мидата "Зебра" (*Dreissena polymorpha*).

Беше проведено изследване на съдържанието на тежкия метал мед (Cu) в проби от черен дроб, яйчници, семенници и мускулатура на хидробионти, взети от проучваните водоеми.

Индивидуалните проби от черен дроб ($n = 43$), яйчници ($n = 18$), семенници ($n = 14$) и мускулатура ($n = 29$) се приготвиха, архивираха и съхраняваха за периодите от май до декември 2010 г. и от май до август 2011 г.

Съдържанието на изследвания тежък метал Cu в пробите беше определено на атомно-абсорбционен спектрофотометър (AAC) „AAAnalyst 800” – Perkin Elmer на пламъчна система посредством смес за горене ацетилен/кислород.

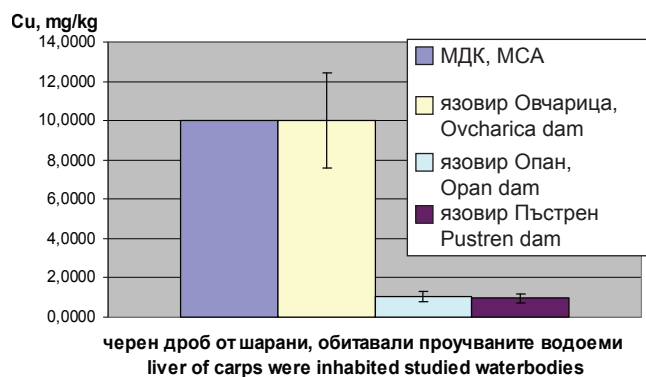
Изследваните проби бяха подготвени за анализ чрез мокро изгаряне в микровълнова пещ Perkin Elmer Multiwave 3000, след което киселинните разтвори бяха фотометрирани на AAS, съгласно изискванията на БДС ISO 11047.

Статистическата обработка на резултатите бе извършена с помощта на програмата STATISTICA, използвайки ANOVA тест.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Съдържание на мед в проби черен дроб от хидробионти, доставени от проучваните водоеми.

Черният дроб е изключително натоварен в метаболично отношение орган, през който преминават значителни количества кръв и лимфа. Тези ликвори доставят компоненти от екзо- и ендогенен произход. Редица учени сравняват черния дроб с "универсална биохимична лаборатория", а



Фиг. 1. Съдържание на Cu в черен дроб на шарани, уловени през периода май – декември 2010 г.
Fig. 1. Content of Cu in liver of carps caught during the period May to December 2010.

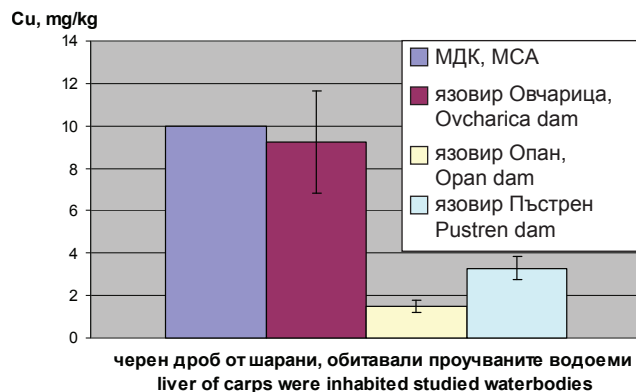
хепатоцитите като „акумулатори” на вещества и енергия необходими за по-късни нужди на организма.

Резултатите за съдържанието на тежки метали в черния дроб на изследваните риби през двата периода на проучване са показани на фиг. 1 и 2.

От фиг. 1 е видно, че концентрациите на мед в пробите черен дроб на шаран доставен от язовир Овчарица са близки до МДК, регламентиран в Наредба 31. Значително по-ниски са нивата на този метал в пробите от язовирите Опан и Пъстрен.

Не по-различна е тенденцията за съдържанието на мед в черния дроб на хидробионти, уловени през периода май-август 2011 г. (фиг.2). Отново „фаворити” са пробите, доставени от Овчарица, чиито стойности са близки до МДК от 10 mg/kg. Този резултат потвърждава наличието на високи нива на този елемент в черния дроб на шараните, доставени от язовир Овчарица през първия период на изследване. През втория период на проучване се наблюдават три пъти по-високи концентрации на мед в пробите от язовир Пъстрен в сравнение с първия период.

Черният дроб, като централен орган на метаболизма, е подложен на въздействието на редица токсиканти (тежки метали, хербициди и др.), които акумулира. В този смисъл чернодробните промени в структурен и функционален аспект често се свързват със замърсяването на водите (Khoshnood et al., 2010).



Фиг. 2. Съдържание на Cu в черен дроб на шарани, уловени през периода май – август 2011 г.
Fig. 2. Content of Cu in liver of carps caught during the period May to August 2011.

Служейки като биологичен филтър, черният дроб натрупва неколкостранно по-високи нива на тежки метали в сравнение с други органи в тялото на хидробионти (Kim et al., 2004; Skibnewska, 2002; Turkmen et al., 2005; Khansari et al., 2004).

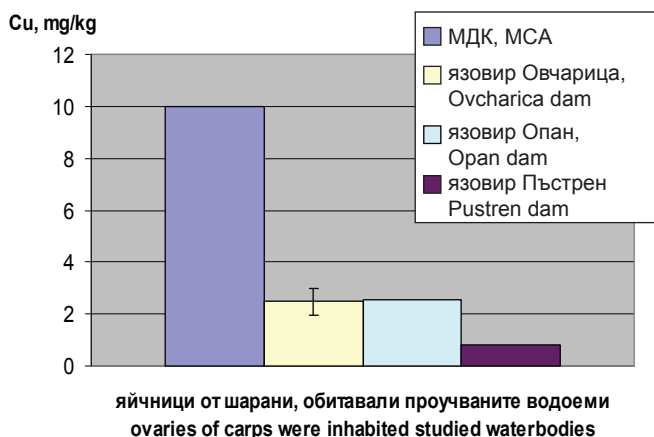
Съдържание на мед в проби яйчници от хидробионти доставени от проучваните водоеми.

Половите жлези на хидробионти също спадат към органите със сравнително висока степен на метаболитна натовареност. Тези органи, наред с черния дроб и бъбреците, в биохимичен аспект са много активни тъкани и акумулират по-високи нива на токсиканти от рода на тежките метали (Yilmaz, 2009; Qiao-qiao et al., 2007). Редица изследвания показват, че полът е важен фактор за натрупването на тежки метали и, че яйчниците натрупват по-големи количества от тези елементи в сравнение със семенниците на аквабионти (Zyadah, 1999).

На фигури 3 и 4 са представени резултатите от изследваните проби яйчници за съдържание на проучвания метал Cu.

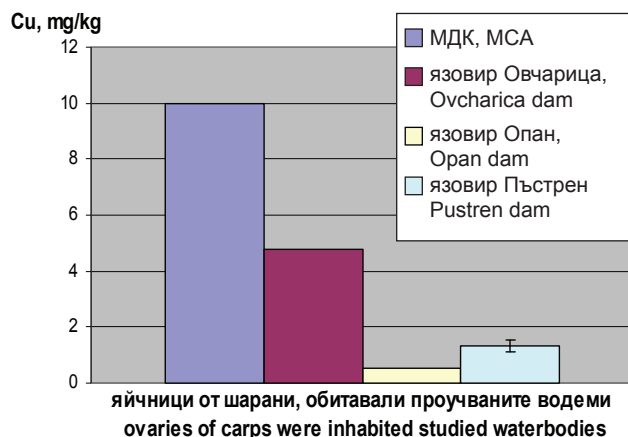
Съдържанието на мед е далеч под МДК в яйчници на риби от проучваните водоеми. С най-високо съдържание на този тежък метал през първия период на изследване са яйчниците от риби обитавали водоемите Овчарица и Опан.

Проучването на нивата на този елемент през втория период отново показва, че концентра-



Фиг. 3. Съдържание на Cu в яйчници на шарани, уловени през периода май – декември 2010 г.

Fig. 3. Content of Cu in ovaries of carps caught during the period May to December 2010.



Фиг. 4. Съдържание на Cu в яйчници на шарани, уловени през периода май – август 2011 г.

Fig. 4. Content of Cu in ovaries of carps caught during the period May to August 2011.

циите в пробите яйчници са много под МДК, регламентирани в нормативните документи. С най-високо съдържание се характеризират пробите от язовир Овчарица.

Получените резултати потвърждават съществуващата тенденция при живите организми за изграждане на биологични механизми, предотвратяващи натрупването на тежки метали в репродуктивните органи. Несъмнено се касае за защитна стратегия за съхраняване на възпроизводителните им функции.

Съдържание на мед в проби семенници от хидробионти доставени от проучваните водоеми .

Подобно на яйчниците, семенниците са полови жлези с външна и вътрешна секреция, които са богато кръвоснабдени и с форсиран метаболизъм, особено през размножителния сезон. Обилният кръвоток и интензивният метаболизъм са предпоставка за улавяне и акумулиране на редица ксенобиотици, тежки метали и др. елементи и вещества. От своя страна гаметите са едни от най-чувствителните клетки в организма. Това е причина биохимичите да наблюдават с повишен интерес натрупването на вещества и елементи в гонадите, като много учени са на мнение, че половите жлези са равностойни на черния дроб в това отношение (Yin and al., 2012). Този факт обяснява тенден-

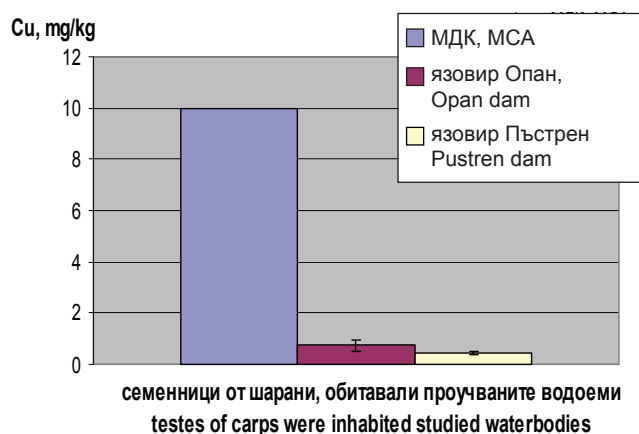
цията за увеличаване на репродуктивните разстройства при аквабионти обитаващи райони с промишлени и битови замърсявания на хидро-екосистемите.

Поради хазартния характер на улова при провеждане на проучването половината от хидробионтите бяха мъжки, но не всички бяха половозрели. Това е причина за ограничения характер на това изследване, но информацията която то предоставя е изключително ценна и интересна. Съдържанието на тежки метали в мъжки гонади е представено на фигури 5 и 6.

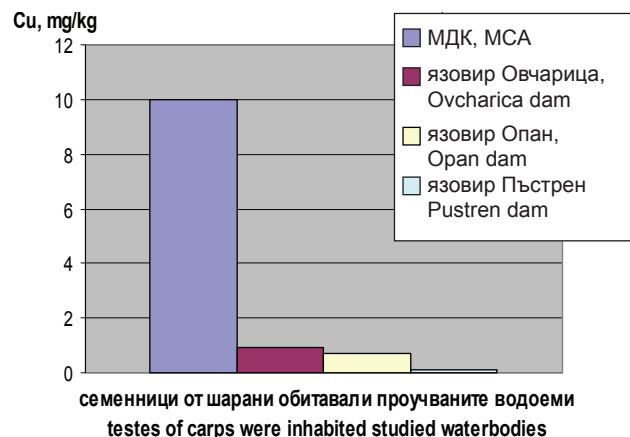
Съдържанието на мед в семенници на риби от проучваните водоеми не буди безпокойство, тъй като установените концентрации са далеч под МДК (фиг.5). За съжаление поради факта, че всички уловени екземпляри от язовир Овчарица през периода май-декември 2010 г. са женски липсват данни за съдържанието на този елемент в семенници на риби от този водоем.

През втория проучван период има наличие на мъжки екземпляри от язовир Овчарица, макар и малко на брой. През този период се потвърждават ниските стойности на Cu в семенниците на риби от проучваните водоеми, които са далеч от утвърдените норми.

Въпреки високите нива на Cu в пробите черен дроб от язовир Овчарица в семенниците тази тенденция не се наблюдава. Този факт вероятно се дължи на филтриращия ефект на черния дроб.



Фиг. 5. Съдържание на Cu в семенници на шарани, уловени през периода май – декември 2010 г.
Fig. 5. Content of Cu in testes of carps caught during the period May to December 2010.



Фиг. 6. Съдържание на Cu в семенници на шарани, уловени през периода май – август 2011 г.
Fig. 6. Content of Cu in testes of carps caught during the period May to August 2011.

Съдържание на мед в проби мускулатура от хидробионти доставени от проучваните водоеми.

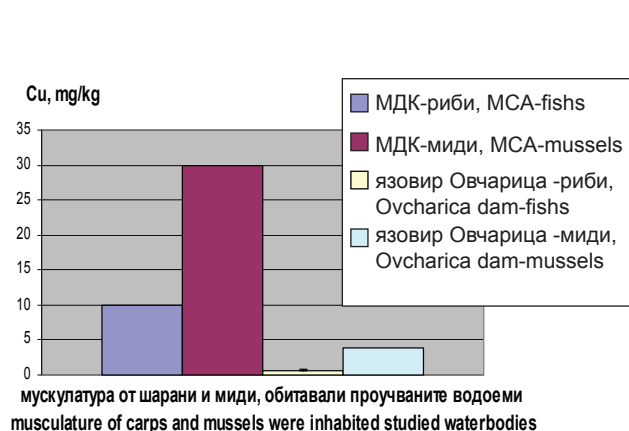
За разлика от черния дроб, яйчниците и семенниците, мускулатурата на хидробионти е важна както от физиолого-биохимична, така и от диетологична гледна точка. Бидейки на върха на хранителната верига, човекът консумира преди всичко мускулатура от хидробионти и далеч по-рядко хайвер и черен дроб (и техни продукти като рибеното масло) на някои точно определени риби. Редица проучвания потвърждават факта, че мускулатурата акумулира значително по-малки количества тежки метали (мед и др.) в сравнение с други органи и тъкани в тялото на аквабионти (*Carpene & Vasak, 1989; Kargin & Erdem, 1991; Karadede et al., 2004; Khan, Weis, & D'andrea, 1989*).

У нас съдържанието на мед е регламентирано чрез Наредба №31 и е възможно интерпретирането на получените данни. В този аспект хидробионти са изключително удобен и предикативен маркер, който в голяма степен показва антропогенното натоварване на водоемите с тежки метали, натрупвайки ги по специфични биохимични механизми, различни от простата дифузия. Поради факта, че мидите, служейки като филтър, представляват отличен индикатор за замърсяване при настоящото проучване бяха взети и проби мускулатура на мидата “Зебра”

(*Dreissena polymorpha*) от язовир Овчарица. Получените резултати за съдържанието на мед в мускулатурата на изследваните хидробионти са представени на фигури 7 и 8.

От фиг. 7 е видно, че съдържанието на елемента мед е далеч по-ниско от МДК както за рибите, така и за мидите. Това е в разрез с тенденцията за съдържанието на този тежък метал в черния дроб на хидробионти от проучваните водоеми (фиг. 1 и 2), където „фаворити” са пробите, доставени от язовир Овчарица, чиито стойности са близки до МДК, регламентирани в Наредба 31. Посочените резултати показват недвусмислено, че елементът мед се натрупва предимно в черния дроб, и че този орган бидейки „универсална биохимична лаборатория”, задържа някои тежки метали и не позволява натрупването им в мускулатурата, семенниците и яйчниците.

От фиг. 8 е видно, че през втория проучван период при мидата “Зебра” стойностите на елемента мед са около четиринадесет пъти по-високи спрямо проби на риби, доставени също от язовир Овчарица. Явно мекотелите натрупват приоритетно някои тежки метали, включително и мед, МДК за която са 6 пъти по-високи в горепосочените нормативни документи. През този период са налични данни и от язовирите Опан и Пъстрен, като първенството отново е за Овчарица.



мускулатура от шарани и миди, обитавали проучваните водоеми
musculature of carps and mussels were inhabited studied waterbodies

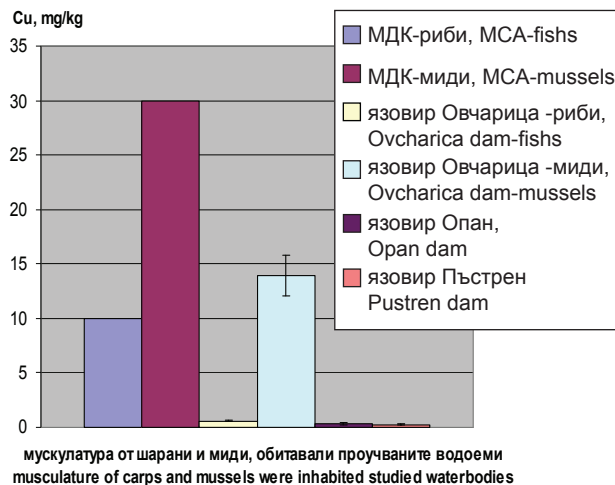
Фиг. 7. Съдържание на Cu в мускулатура на шарани и мида “Зебра”, уловени през периода май–декември 2010 г.

Fig. 7. Content of Cu in musculature of carps and “Ze-bra” mussel caught during the period May to December 2010

След интерпретиране на получените резултати се налага изводът, че мускулатурата на рибите натрупва далеч по-ниски концентрации на тежкия метал Cu в сравнение с черния дроб. Явно този орган, притежавайки много добра кръвоснабденост и висока метаболитна натовареност, задържа в хепатоцитите мед. Това се доказва и от регистрираните стойности, където превишаване на МДК в изследваната мускулатура на рибите и мидите от всички водоеми не се наблюдава.

ИЗВОДИ

Изследваният елемент мед е в много по-голямо количество в черния дроб, отколкото в мускулите на проучвания вид риби (черен дроб на шарани от язовир Овчарица – концентрация на Cu от 9,99 mg/kg и мускулатура – 0.68 mg/kg за периода май-декември 2010 г.). Подобно натрупване (но в по-ниска степен) на този тежък елемент се наблюдава и в половите жлези на рибите (яйчници на шарани от язовир Овчарица – 4.8 mg/kg за периода май-август 2011 г.). В този аспект черният дроб може да се използ-



мускулатура от шарани и миди, обитавали проучваните водоеми
musculature of carps and mussels were inhabited studied waterbodies

Фиг. 8. Съдържание на Cu в мускулатура на шарани и мида “Зебра”, уловени през периода май–август 2011 г.

Fig. 8. Content of Cu in musculature of carps and “Ze-bra” mussel caught during the period May to August 2011.

ва като биологичен индикатор за определяне на физиолого – биохимичния статус на хидробионтите, обитаващи даден водоем.

Не е регистрирано превишаване на МДК в изследваната мускулатура на рибите и мидите от всички водоеми.

Най-високи концентрации на Cu са установени в организма на рибите и мидите обитаващи яз. Овчарица.

Резултатите от проучванията за съдържанието на Cu в черен дроб, яйчници, семенници и мускулатура на хидробионти, уловени от горепосочените водоеми през периода май-декември 2010 г. потвърждават тези от периода май-август 2011 г.

Тъй като установените стойности на Cu са значително по-ниски в мускулатурата, яйчниците и семенниците на хидробионтите от проучваните водоеми, по-надежден биологичен индикатор се явява черният дроб на акварионите. Като орган с най-голяма метаболитна натовареност, той натрупва най-високи нива на тежки метали във времето и би могъл да се използва като обект за ретроспективен еколого - биохимичен мониторинг.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Наредба № 31** от 29 юли 2004 г. за максимално допустимите количества замърсители в храните. (Издадена: от министъра на здравеопазването, Обн.: ДВ, бр. 88 от 8 октомври 2004 г., в сила три дни след 8 октомври 2004 г.).
2. **Стоянов С.**, 1999, Тежки метали в околната среда и хранителните продукти. Токсично увреждане на човека. Клинична картина. Лечение и профилактика., Издателство “Пенсофт”, с. 81-84.
3. **Яблански, Ц., Петков Г., Павлов Д., Атанасов, В., Стайков Й., Баракова В., Георгиева Св., Атанасова Ст., и др.**, 2011. Наръчник по приложна екология. Алфамаркет, Ст. Загора, стр. 318.
4. **Al-Yousuf M., S. El-Shahawi, S. Al-ghais**, 2000. Trace metals in liver, skin and muscle of lethrinus leutjan fish species in relation to body length and sex, The Science of the total environment, 256 (2-3): 87-94.
5. **Ashraj, W.**, 2005. Accumulation of heavy metals in kidney and heart tissues of Epinephelus microdon fish from the Arabian Gulf. Environ. Monit. Assess., 101 (1-3), 311-316.
6. **Bogut, I., Has-Schön, E., Janson, R., Milaković, Z., Brkić, S.**, 2000. Lead and Mercury Content in Tissues of Pond Carp (Cyprinus carpio) Acta Veterinaria Brno (in press).
7. **Carpene, E., & Vasak, M.**, 1989. Hepatic metallothionein from gold fish (Carassius auratus). Comparative Biochemistry and Physiology, 92B, 463–468.
8. **Conacher, H. B.; Page, B. D.; Ryan, J. J.**, 1993. Industrial chemical contamination of foods [Review], Food Addit. Contam., 10 (1), 129-143.
9. **De Romaña, D.J., Olivares, M., Uauy, R. & Araya, M.**, 2011. Risks and benefits of copper in light of new insights of copper homeostasis. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 25, 3–13.
10. **Duarte, C. A., Erica Giarratano, Oscar A. Amin, Laura I. Comoglio**, 2011. Heavy metal concentrations and biomarkers of oxidative stress in native mussels (Mytilus edulis chilensis) from Beagle Channel coast (Tierra del Fuego, Argentina), Marine Pollution Bulletin 62, 1895–1904.
11. **Erdoğan, Ö., F. Erbilir**, 2007. Heavy Metal and Trace Elements in Various Fish Samples from Sır Dam Lake, Kahramanmaraş, Turkey, Source: Environmental Monitoring and Assessment, Volume 130, Numbers 1-3, pp. 373-379(7).
12. **Farkas, A., Salanki, J.; Specziar, A.**, 2002. Relation between growth and the heavy metal concentration in organs of bream Abramis brama L. populating lake Balaton. Arch. Environ. Contam. Toxicol., 43 (2), 236-243.
13. **Farombi, E. O.; Adelowo, O. A.; 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 ogun river. Int. J. Environ. Res. Public Health., 4 (2), 158-165.
14. **Gbem, T., J. Balogun, F. Lawal, P. An-nune**, 2001. Trace metal accumulation in Clarias gariepinus (Teugels) exposed to sub lethal levels of tannery effluent, The science of the Total Environment, 271 (1-3):1-9.
15. **Jezierska, B. & Witeska, M.**, 2001. Metal toxicity to fish. Published by University of Podlasie, Siedlce. 279 - 318 pp.
16. **Kargın, F., & Erdem, C.**, 1991. Accumulation of copper in liver, spleen, stomach, intestine, gill and muscle of Cyprinus carpio. Turkish Journal of Zoology, 15, 306–314.
17. **Karadede, H., Oymak, S. A., & Ünlü, E.**, 2004. Heavy metals in mullet, Liza abu, and catfish, Silurus triostegus, from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. Environment International, 30, 183–188.
18. **Khan, A. T., Weis, J. S., & D'Andrea, L.**, 1989. Bioaccumulation of four heavy metals in two populations of Grass Shrimp, Palaemonetes pugio. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 42, 339–343.
19. **Khansari, F. E., M. G. Khansari, M. A. Abdollahi**, 2004. Heavy metals content of tuna fish, Food Chemistry, 30, 1.
20. **Khelifi, R. & Hamza-Chaffai, A.**, 2010. Head and neck cancer due to heavy metal exposure via tobacco smoking and professional exposure: A

review. *Toxicology & Applied Pharmacology*, 248, 71–88.

21. Khoshnood Z., A. Mokhlesi, R. Khoshnood, 2010. Bioaccumulation of some heavy metals and histopathological alterations in liver of *Euryglossa orientalis* and *Psettodes erumei* along North Coast of the Persian Gulf, *African Journal of Biotechnology* Vol. 9 (41), pp. 6966–6972.

22. Kim, S. G., J. H. Jee, J. C. Kang, 2004. Cadmium accumulation in tissues of juvenile olive flounder, *Parahcthis olivaceus*, after sub chronic cadmium exposure, *Environ Pollut*, 127, 117.

23. Lukashev, D. V., 2010. Heavy Metal Concentrations in Water and Bivalved Mollusks in Different Channel Reaches of the Southern Bug River, *Water Resources*, Vol. 37, No. 3, pp. 394–398. © Pleiades Publishing, Ltd.

24. Mansour, S., M. Sidky, 2002. Ecotoxicological Studies. 3, heavy metals contaminating water and fish from fayoum Governorate, Egypt. – *Foot Chemistry*, 78 (1): 15–22.

25. Matos, R. C., Vieira, C., Morais, S., Pereira, M.L., & Pedrosa de Jesus, J. P., 2010. Toxicity of chromated copper arsenate: A study in mice. *Environmental Research*, 110, 424–427.

26. Papagiannus, J., J. Kagalon, J. Leourdos, D. Petridis, V. Kalfakakon, 2004. Copper and Zinc in four freshwater fish species from lake Pamvotis (Grees), *Environment international*, 30 (3): 357–362.

27. Potasowski, M., 1987. Wybrane metale ciężkie w rybach Baityku Południowego. (Selected Heavy metals in Southern Baltic fish). *Rozprawy AR Szczecin*, 110. (in Polish).

28. Qiao-qiao, CHI; ZHU Guang-wei , Alan Langdon, 2007. Bioaccumulation of heavy metals in fishes from Taihu Lake, China, *Journal of Environmental Sciences* 19, 1500–1504.

29. Sevcikova, M., H. Modra, A. Slaninova, Z. Svobodova, 2011. Metals as a cause of oxidative stress in fish: a review, *Veterinarni Medicina*, 56, (11): 537–546.

30. Skibuewska, K. A., 2002. Estimation of iron, copper, zinc and manganese intake from duplicate diets provided by hospitals in Poland, 1993–9, *Food additives and Contaminants*, 19, 969.

31. Silins, I. & Johan Högberg, J., 2011. Combined

toxic exposures and human health: biomarkers of exposure and effect. *International Journal of Environmental Research & Public Health*, 8, 629–647.

32. Stern, B. R. & Singh, J., Pritchard, D. E., Carlisle, D. L., Mclean, J. A., Montaser, A., Orenstein, J. M., 2010. Essentiality and Toxicity in Copper Health Risk Assessment: Overview, Update and Regulatory Considerations. *Journal of Toxicology & Environmental Health- Part A*, 73, 114–127.

33. Szyzewski, P., Siepak, J., Niedzielski, P. & Sobczyński, T., 2009. Research on heavy metals in Poland. *Polish Journal of Environmental Studies*, 18, 755–768.

34. Tokar, E. J., Benbrahim-Tallaa, L. & Waalkes, M. P., 2011. Metal ions in human cancer development. *Metal Ions on Life Science*, 8, 375–401.

35. Turkmen A., M. G. Turkmen, M. A. Abdollahi, 2005. Heavy metals in three commercially valuable fish species from Turkey, *Food Chemistry*, 91, 15.

36. Velez, D.; Montoro, R., 1998. Arsenic speciation in manufactured seafood products: a review. *J. food. Protect.* 61 (9), 1240–1245.

37. Vosyliene, M. Z.; Jankaite, A., 2006. Effect of heavy metal model mixture on rainbow trout biological parameters. *Ekologija*, 4, 12–17.

38. Yilmaz, F., 2009. The comparison of heavy metal concentrations (Cd, Cu, Mn, Pb, and Zn) in tissues of three economically important fish (*Anguilla anguilla*, *Mugil cephalus* and *Oreochromis niloticus*) inhabiting Köyceğiz Lake-Mugla (Turkey). *Turkish Journal of Science & Technology* 4(1): 7–15.

39. Yin, S. A., Ahmad Ismail, Syaizwan Zahmir Zulkifli, 2012. Heavy Metals Uptake by Asian Swamp Eel, *Monopterus albus* from Paddy Fields of Kelantan, Peninsular Malaysia: Preliminary Study, *Tropical life Sciences Research*, 23(2), 27–38.

40. Yousuf, M. H. A.; El-Shahawi, 1999. Trace metals in *Lethrinus lentjan* fish from Arabian Gulf: Metal accumulation in Kidney and Heart Tissues. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 62 (3), 293–300.

41. Zyadah, M. A., 1999. Accumulation of Some Heavy Metals in *Tilapia Zillii* organs from Lake Manzalah, Egypt, *Tr. J. of Zoology*, 23, 365–372.

STUDY ON LEVELS OF Cu IN LIVER, OVARIES, TESTES
AND MUSCULATURE OF HYDROBIONTS FROM WATERBODIES
IN STARA ZAGORA REGION, BULGARIA.

E. Valkova, V. Atanasov, B. Bivolarski, N. Bozakova*, P. Valkova*

Thrakia University, Faculty of Agriculture – Stara Zagora

** Thrakia University, Faculty of Veterinary Medicine – Stara Zagora*

SUMMARY

The concentrations of the element Cu were determined in liver, ovaries, testes and musculature by common carp (*Cyprinus carpio* L.) as well as in musculature by mussel *Dreissena polymorpha* from 3 waterbodies in Stara Zagora region using atomic absorption spectrometry.

The sampling was carried out in two studied period: from May to December 2010 and from May to August 2011.

The levels of the investigated element Cu (copper) are higher in the liver than in the musculature of studied fish species (liver of carps from Ovcharica Dam - concentration of Cu - 9.99 mg / kg and musculature – 0.68 mg/kg for the period from May to December 2010). Such an accumulation (but to lower degree) for that heavy element is observed in fish gonads (ovaries of carps from Ovcharica Dam - 4.8 mg/kg for the period from May to August 2011).

The results of copper content studies in the liver, ovaries, testes and musculature of hydrobionts caught by the aforementioned waterbodies in the period May - December 2010 confirm those of the period May - August 2011.

Since the established values of Cu were significantly lower in musculature, ovaries and testes of hydrobionts of studied waterbodies, a more reliable biological indicator is a liver of aquabionts.

As an organ with the highest metabolic workload, it has accumulated high levels of heavy metals during the live and could be used as an object of a retrospective ecological- biochemical monitoring.

Key words: *liver, ovaries, testes, musculature, Cyprinus carpio* L., *Dreissena polymorpha*, waterbodies.