

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 502.51; 502.55

УРОВЕНЬ БИОКУМУЛЯЦИИ НЕКОТОРЫХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТКАНЯХ РЫБ, В УСЛОВИЯХ ЗАКРЫТОГО ВОДОЕМА

Борисков Д.Е., Блинохватов А.А.

В отличие от других загрязнителей тяжелые металлы (ТМ) оказывают негативное воздействие на зоо- и фитопланктон даже в низких концентрациях, адсорбируются в донных отложениях, воздействуя в той или иной степени на все без исключения организмы. Аккумуляция токсичных или вредных веществ различными тканями рыб создает значительную опасность влияния на организм человека через рыбопродукты, которые употребляются в пищу. Статья посвящена сравнительной количественной и качественной оценке содержания ТМ в воде, донной части водоема, рыбе. Установлено, что происходит их накопление в жаберной и мышечной части рыб при суммарном сравнительно невысоком содержании ТМ в природных водах.

Ключевые слова: контроль качества воды, тяжелые металлы, токсиканты, тяжелые металлы в рыбе.

Введение

Тяжелые металлы относят к специфической группе техногенных загрязнителей, которые в результате различных физико-химических процессов попадают в водоемы и загрязняют их и, содержащиеся в воде живые организмы. В ряду тяжелых металлов часть из них такие как медь, цинк необходимы для жизнеобеспечения живых организмов и относятся биогенным элементам, поскольку выполняют каталитические функции. [14] Другие, например, кадмий, ртуть, свинец вызывают прямо противоположный эффект и, попадая в какой-либо живой организм, способствуют его отравлению или даже гибели. Такие тяжелые металлы относят к классу

ксенобиотиков. [3,5,9] ТМ в силу ряда физико-химических свойств, практически не подвержены процессам детоксикации: они лишь могут частично задерживаться неорганическими или биологическими барьерами, остальная часть перемещается по трофическим связям или минуя пищевые цепи из одного природного объекта в другой, взаимодействуя с различными типами живых организмов. [5] Термин тяжелые металлы следует рассматривать не с только физико-химической, а с медицинской, экологической и природоохранной точек зрения и включать в эту категорию не только химические свойства, но и его биологическую активность, включая и токсические свойства. [2,5,9,10]

В водных средах положительно заряженные ионы металлов присутствуют в нескольких формах: адсорбированные на взвешенных частицах катионы ТМ и в растворенной форме. Причем растворенная форма может быть весьма разнообразна и может быть представлена: гидратированными ионами, растворимыми комплексными соединениями с органическими и неорганическими аддендами. Большая часть тяжелых металлов переносится поверхностными водами во взвешенном растворенном или адсорбированном состоянии, в меньшей степени воздушным путем в виде аэрозольных частиц. Донные отложения могут адсорбировать ТМ и характер сорбции зависит от особенностей их элементного и фазового состава, величиной водородного показателя среды, температурой и содержания растворенных или взвешенных органических веществ. В результате таких процессов ТМ в водных системах концентрируются в значительных количествах в донных отложениях и обитающей в водной



Рис. 1. Озеро Прорывно-Камышное, Целинный район Курганская область, Россия 54.367558, 64.212507

Таблица 1 – Содержание ТМ в водной растительности (данные 2016-2017 г.г.)

№ опыта	Pb, мг/кг	Zn, мг/кг	Cu, мг/кг
1	0,02	8,2	1,8
2	0,02	8,2	1,85
3	0,02	8,6	1,9
4	0,021	8,7	2,1
5	0,022	9	1,9
среднее	0,021	8,62	1,9

Таблица 2 – Содержание ТМ в жаберной и мышечной ткани рыб (2016-2017 г.г.)

№ опыта	Cu, мг/кг		Zn, мг/кг		Pb, мг/кг	
	жабры	мышцы	жабры	мышцы	жабры	мышцы
1	2	1,2	15	8	0,06	0,05
2	3,7	1,3	18	11	0,07	0,06
3	4	1,4	19	13	0,1	0,08
4	3,8	1,5	20	16	0,15	0,12
5	3,8	1,7	17	16	0,18	0,15
6	3,9	1,75	20	18	0,19	0,16
7	3,9	2,1	27	19	0,2	0,16
8	3,9	2,2	31	23	0,22	0,17
средн.	3,6	1,65	21	15,5	0,14	0,12

среде биоте. Известно, что металлы могут трансформироваться из одной формы в другую. К категории наиболее токсичных металлов, приведенных к наиболее опасной группе, относятся кадмий (Cd), мышьяк (As), ртуть (Hg), свинец (Pb) и некоторые другие, считающиеся наиболее опасными для жизнедеятельности человека, а также рыб и животных. [3,6,7,8,]

Согласно Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) наиважнейшим показателем критерием качества среды обитания безусловно является степень чистоты грунтовых и поверхностных вод

[1,11,12,13]. Металл, обладающий даже незначительной токсичностью, попав в природный водоем, распределяется между всеми составными частями этой водной экосистемы, депонируется в них. Но количество металла, которое вызывает расстройство данной системы, должно превышать определенный пороговый уровень, который определяется как минимальный, не приносящий значительных изменений. При количественной оценке способности водной экосистемы сопротивляться внешнему негативному воздействию обычно используют термин «буферная емкость экосистемы». С целью количественной оценки ТМ, находящихся в объектах водной экосистемы (вода, донный грунт, рыба), были проведены химические анализы по изучению их содержания в указанных образцах.

Объекты и методы исследований

Основная задача исследования заключалась в изучении зависимости распределения и содержания тяжелых металлов (свинца, меди, цинка) в органах и тканях промысловых видов рыб (в основном семейства карповых), выловленных в безледный период в закрытом водоеме от содержания в воде. В связи с этим было интересно проследить транслокацию некоторых тяжелых металлов в системе закрытого водоема.

В качестве водного объекта исследования был взят удаленный от крупных промышленных центров водоем (Озеро Прорывно-Камышное), основной вид рыб, обитающих в этом водоеме - карп (лат. *Surginus carpio carpio*) — одомашненная форма сазана, подвид лучепёрых рыб из семейства карповых, характер прибрежной растительности озера в основном камышовый (лат. *Scirpus*) — род многолетних и однолетних прибрежно-водных растений семейства соковых. Дно илистое, глинисто-песчаное.

Содержание ТМ в образцах определялось методом атомно-абсорбционной спектроскопии (Spectroscan): в воде методом 10-кратного концентрирования, в образцах донного грунта однократной экстракцией 1 N HCl (Соляной

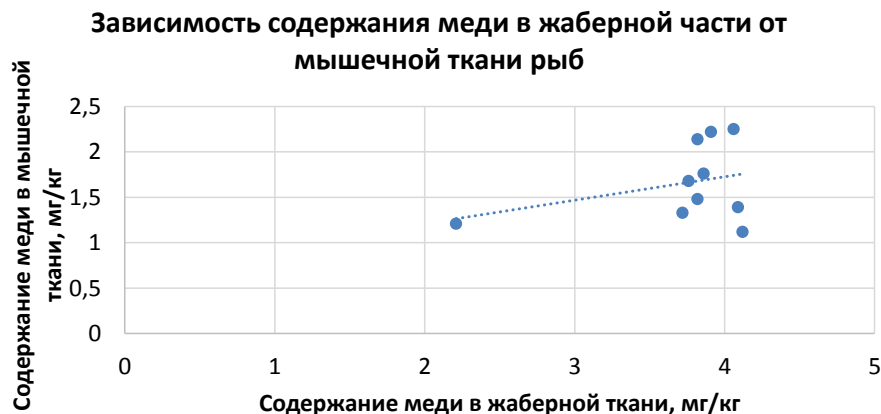


Рис. 2 Зависимость содержания Cu в мышечной ткани от содержания в жаберной части

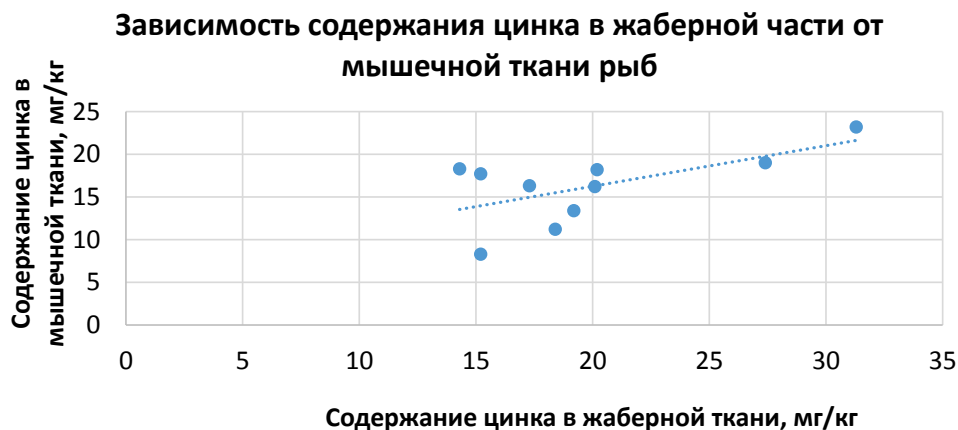


Рис. 3 Зависимость содержания Zn в мышечной ткани от содержания в жаберной части

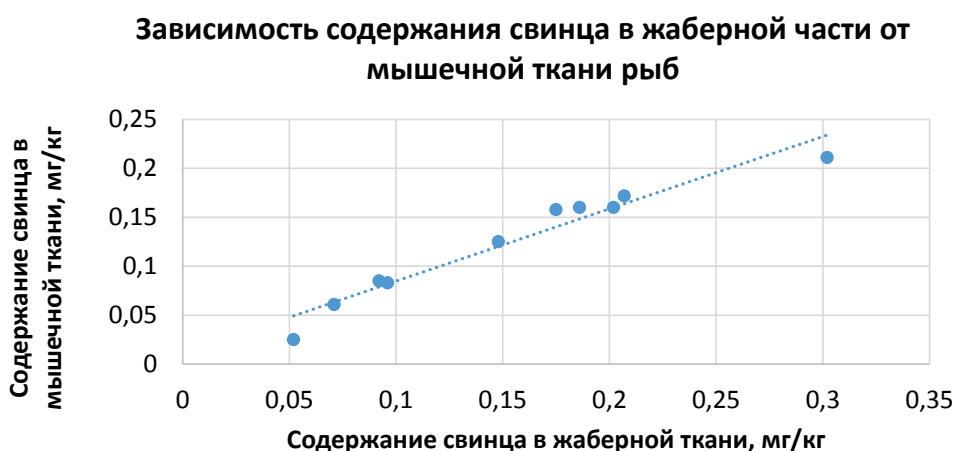


Рис. 4 Зависимость содержания Pb в мышечной ткани рыб от содержания в жаберной части

кислотой), в растительных образцах и рыбе (семейство карповых) сжиганием в муфельной печи до полного озоления с последующей экстракцией 1 Н соляной кислотой. Результаты приведены в таблицах 1,2 и рисунках 1,2 и 3. Во всех случаях установленные значения ПДК не превышались. [1,4,13]

Результаты и их обсуждение

Среднее содержание ТМ в воде составило: Pb - 0,01 мг/л, Cu - 0,7 мг/л, Zn - 4,0 мг/л. Среднее содержание ТМ в донном грунте (по результатам нескольких средних проб) составило: Pb - 5,5 мг/кг, Cu - 35,2 мг/кг, Zn - 42,0 мг/кг.

Был проведен корреляционный анализ, показывающий зависимость между содержанием ТМ в жаберной и мышечной тканях рыб. Было установлено, что содержание ТМ в жаберной части значительно превышает их содержание в мышечной ткани. Результаты эксперимента приведены в таблице 2 и на рисунках 2, 3 и 4.

Анализ показывает, что в случаях со цинком и свинцом зависимость имеет достаточно высокий

коэффициент корреляции и имеет ярко выраженную линейную функцию, в некоторых случаях с медью наблюдались отклонения от линейной зависимости, но это можно объяснить обязательной погрешностью эксперимента, но может быть обусловлено спецификой концентрирования Cu в области низких концентраций различными тканями рыб.

Выводы

По данным эксперимента можно сделать следующие выводы:

1. Даже при невысоком содержании ТМ в воде бессточного водоема обнаружено их накопление в донном грунте, прибрежной растительности и рыбе.
2. Как правило, содержание ТМ в жаберной части рыб несколько превышает их содержание в мышечной части, которая непосредственно может быть использована в пищу.
3. Анализ корреляционных зависимостей показывает их преимущественно линейный характер.

Список литературы

- [1] Беспамятнов Г.П., Кротов Ю.А. ПДК химических веществ в окружающей среде. Справочник, Л., Химия, 1985 г. 675 с.
- [2] Борисков Д.Е. Причины и закономерности техногенного загрязнения тяжелыми металлами системы почва-растение в условиях лесостепной зоны Зауралья. Автореф. Дисс. на соиск. уч. степ. канд. с/х наук, - Омск: ОмГАУ, 2000. – 17 с.
- [3] Будников Г.К., Майстренко В.Н., Хамитов Р.З., Экологический мониторинг суперэкоотоксикантов. М.: Химия, 1996. 320 с.
- [4] ГОСТ 26929–94 «Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов».
- [5] Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.
- [6] Влияние физико-химических факторов на содержание тяжелых металлов в водных экосистемах / Давыдова О.А., Климов Е.С., Ваганова Е.С., Ваганов А.С. Ульяновск: УлГТУ, 2014. 167 с.
- [7] Донные отложения водохранилищ и их влияние на качество воды / А.И. Денисова, Е.П. Нахшина, Б.И. Новиков, А.К. Рябов. – Киев: Наукова думка, 1987. – 164 с.
- [8] Формы существования тяжелых металлов в иловых растворах как важная характеристика их подвижности в системе «донные отложения - вода» / П.Н. Линник, А.А. Лещинская, Ю.В. Набиванец // Материалы республ. семинара «Изучение взаимодействий в системе «вода-донные отложения». – Ереван, 1987. - С. 139-148.
- [9] Майстренко В. П., Хамитов Р.З., Будников Г. К. Экологический мониторинг суперэкоотоксикантов. М.: Химия. 1996. 320 с.
- [10] Мур Джеймс, Рамамурти Сита. Тяжелые металлы в природных водах- /М.: Мир, 1987. 286 с.
- [11] Никаноров А. М., Жулидов А. В. Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах. - СПб.: Гидрометеоздат, 1991. 312 с.
- [12] Мониторинг качества вод: Оценка токсичности / А. М. Никаноров, и др., Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. – СПб.: Гидрометеоздат, 2000 . – 156 с.
- [13] СанПин.2.1.4.59-96. «Питьевая вода. Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». Дата введения 1997-07-01
- [14] Уильямс, Д. Металлы жизни: пер. с англ. / Д. Уильямс ; Пер. И.Я. Левитин ; Под ред. М.Е. Вольпин . – Москва: Мир, 1975. – 236 с.

BIOACCUMULATION OF SOME HEAVY METALS IN TISSUES OF FISH IN A CLOSED POND

Boriskov D. E., Blinokhvatov A.A.

Even at low concentrations, heavy metals (HM) have a negative effect on zoo - and phytoplankton, accumulate in bottom sediments, affecting to some extent all organisms without exception. Accumulation of harmful substances by fish tissues poses a threat to the human body through fish products consumed in food. The article was devoted to the quantitative assessment of HM content in water, bottom part of non-flowing water body, fish. It was established that there is their accumulation in the muscular and gill part of fish with a general relatively low content of heavy metals in water.

Keywords: *heavy metals, toxicants, quality control, heavy metals in fish.*

References

- [1] Bespamyatnov G. P., Krotov Yu. a. MPC chemicals in the environment. Handbook, Leningrad, Khimiya, 1985, p. 675
- [2] Boriskov D. E. Causes and patterns of technogenic pollution of heavy metals soil-plant system in the forest-steppe zone of the Urals. Abstract. Diss. on competition of a scientific degree. academic step. kand. agricultural Sciences, - Omsk: Omgau, 2000. 17 PP.
- [3] Budnikov G. K., Maistrenko V. N., Khamitov R. Z., Ecological monitoring of superecotoxicants. M.: Chemistry, 1996. 320 PP.
- [4] GOST 26929-94 « raw Materials and food. Sample preparation. Mineralization to determine the content of toxic elements».

- [5] Kabata-Pendias A., Pendias X. trace Elements in soils and plants. M.: World, 1989. 439 p.
- [6] Influence of physical and chemical factors on the content of heavy metals in aquatic ecosystems / Davydova O. A., Klimov E. S., Vaganova E. S., Vaganov A. S. Ulyanovsk: UISTU, 2014. 167 p.
- [7] Bottom sediments of reservoirs and their influence on water quality / A. I. Denisova, E. p. Nakhshina, B. I. Novikov, A. K. Ryabov. - Kyiv: Naukova Dumka, 1987. - 164 p.
- [8] Forms of existence of heavy metals in sludge solutions as an important characteristic of their mobility in the «bottom sediments - water» / P. N. Linnik, A. A., Leszczynski, J. V. nabivanets // Materials of the Republican seminar «study of interactions in the system»water-bottom sediments». - Yerevan, 1987. - P. 139-148.
- [9] Maistrenko, V. P., Khamitov R. Z., Budnikov G. K. Environmental monitoring of superecotoxicants. M.: Chemistry. 1996. 320 PP.
- [10] Moore James, Ramamurti SITA. Heavy metals in natural waters - / M.: Mir, 1987. 286 p.
- [11] Nikanorov A. M., Zhulidov A. V. Biomonitoring of metals in freshwater ecosystems./ SPb.: Hydrometeoizdat, 1991. 312 PP.
- [12] Monitoring of water quality: evaluation of the toxicity / A. M. Nikanorov, etc., of the Russian Federal service for Hydrometeorology and environmental monitoring . – SPb. : Hydrometeoizdat, 2000 . - 156 p.
- [13] SanPiN.2.1.4.59-96. «Drinking water. Sanitary rules and regulations. Hygienic requirements to water quality of centralized drinking water supply systems. Quality control.» Date of introduction 1997-07-01
- [14] Williams, D. Metals of life: TRANS. with eng. / D. Williams ; TRANS. I. J. Levitin ; ed. by M. E. Volpin . - Moscow: Mir, 1975. - 236 p.