

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-2-38-41
УДК 619:639.311:574.64

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРУДОВОЙ ВОДЕ РЫБОВОДЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Михайлов Е.В. ORCID ID 000-0001-54-57-1325, Дрожжин О.С. ORCID ID 0000-0002-0354-8149,
Шипилов В.В. ORCID ID 0000-0003-0730-3680, Иванова Н.Н. ORCID ID 0000-0003-2204-5309
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии
и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация

Защита рыбохозяйственных водоемов от загрязнения токсикантами является одной из актуальных проблем развития рыбного хозяйства. В статье представлены результаты изучения динамики содержания тяжелых металлов в прудовой воде рыбководческого хозяйства Воронежской области. Установлено достоверное снижение концентрации железа, меди, цинка и марганца в весенне-летний период по сравнению с осенне-зимним.

*Наиболее резкие изменения концентрации характерны для меди и цинка. Показано, что содержание тяжелых металлов в прудовой воде превышало предельно допустимые концентрации для водных объектов рыбохозяйственного значения в течение года, наименьшее превышение отмечалось в весенний и летний периоды. Полученные данные свидетельствуют о необходимости регулярного мониторинга и поддержания требуемого уровня содержания тяжелых металлов в водных объектах для обеспечения нормального физиологического состояния гидробионтов. **Ключевые слова:** тяжелые металлы, прудовая вода, железо, медь, цинк, марганец, сезон года.*

SEASONAL CHANGES IN THE CONTENT OF HEAVY METALS IN THE POND WATER OF FISH FARM IN VORONEZH REGION

Mikhaylov E.V., Drozhzhin O.S., Shipilov V.V., Ivanova N.N.
FSBSI "All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy",
Voronezh, Russian Federation

The protection of fishery waters from pollution caused by toxicants is one of the urgent problems in the development of fisheries. The article presents the results of studying the dynamics of the content of heavy metals in the pond water of a fish farm in the Voronezh region. A significant decrease in the concentration of iron, copper, zinc, and manganese in the spring-summer period compared with the autumn-winter period was established.

*The most dramatic changes in the concentration are typical of copper and zinc. It was shown that the content of heavy metals in pond water exceeded the maximum permissible concentrations for fishery water bodies throughout the year, the smallest exceedance was noted in the spring and summer periods. The data obtained indicate the need for regular monitoring and maintenance of the required level of heavy metals in water bodies to ensure the normal physiological state of hydrobionts. **Keywords:** heavy metals, pond water, iron, copper, zinc, manganese, season.*

Введение. Загрязнение водных экосистем является одной из актуальных проблем охраны окружающей среды. Среди поллютантов, тяжелые металлы являются одними из наиболее значимых в современной водной токсикологии, что объясняется их особенностями: стабильностью, токсичностью, миграцией по звеньям экосистемы [1, 2].

Источники загрязнения окружающей среды, в том числе и водной экосистемы, тяжелыми металлами можно поделить на естественные и техногенные. В первом случае токсиканты поступают в водоемы из-за водной и ветровой эрозии. Во втором - попадают в окружающую среду из-за активной деятельности человека: при сжигании топлива для получения энергии, работе промышленных и сельскохозяйственных предприятий и т. п. [3, 4]. Воздействие антропогенных факторов может приводить к нарушению равновесного состояния экосистемы с факторами внешней среды, изменяя сложную систему подвижных биологических связей [5].

Донные отложения, являясь одним из важных факторов, определяющих состояние водных объектов и влияющих на качество воды, при изменении динамического равновесия могут поставлять аккумулярованные ранее тяжелые металлы и продукты их трансформации обратно в воду, создавая опасность вторичного загрязнения [6, 7].

Влияние данных факторов отражается на видовом составе водных объектов и соотношении их численности. Полноценное и оптимальное использование биологических ресурсов, в том числе и рыбных, в условиях изменения естественных и антропогенных факторов, невозможно без изучения качества водных объектов [8].

Цель: изучить сезонные изменения содержания тяжелых металлов в прудовой воде рыбководческого хозяйства.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в рыбководческом хозяйстве Воронежской области. Пробы воды отбирали в соответствии с общими требованиями, не допуская загрязнения проб элементами [9]. Пробы консервировали подкислением до pH<2.

Содержание железа, меди, цинка и марганца определяли атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре Shimadzu AA - 6300. Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программы Statistica v6.1.

Результаты исследований. Результаты исследования содержания тяжелых металлов в прудовой воде в разные сезоны года представлены в таблице. Анализ полученных данных показал, что распределение железа, меди, цинка и марганца в исследуемой воде различалось в разные периоды года.

Так, концентрация железа в весенние месяцы достоверно снижалась в 2,3 раза относительно зимних. Уровень его содержания летом не изменялся по сравнению с весной, а в осенний период наблюдалось достоверное повышение содержания железа на 70,0% по сравнению с летом, и к зиме оно увеличилось на 35,3% относительно осени.

Таблица – Содержание тяжелых металлов в прудовой воде

Показатель	Сезон года			
	Зима	Весна	Лето	Осень
Железо, мг/л	0,46±0,037	0,20±0,005 ^{***}	0,20±0,004	0,34±0,045 ^{**}
Марганец, мг/л	0,16±0,017	0,07±0,005 ^{***}	0,07±0,006	0,10±0,002 ^{***}
Медь, мг/л	0,022±0,0025	0,005±0,0003 ^{***}	0,009±0,0010 ^{***}	0,014±0,0025 [*]
Цинк, мг/л	0,14±0,033	0,008±0,0007 ^{***}	0,019±0,0049 [*]	0,10±0,015 ^{***}

Примечания: ^{*} P < 0,05; ^{**} P < 0,01; ^{***} P < 0,001 (относительно предыдущего сезона).

Железо является биогенным элементом, и недостаток его в воде может оказывать тормозящее действие на развитие водных организмов, а избыток – токсическое. Так, содержание железа выше 2 мг/л оказывает негативное влияние на состояние рыбы, причем, иногда косвенное, приводя к отложению гидроксида железа на жаберных лепестках, что приводит к удушью, а затем гибели. Содержание большого количества закисного железа в зимний период может приводить к снижению уровня кислорода в воде, который расходуется на его окисление (0,4 мг O₂ на 1 мг железа) [8].

Концентрация марганца в воде весной была в 2,3 раза ниже, чем зимой (P < 0,01). Летом его содержание не претерпевало изменений, осенью и зимой оно повышалось на 42,9% и 60,0% относительно соответствующего предыдущего периода.

Марганец и железо во многом близки по своим свойствам, что обуславливает сходство их динамики во внутреннем круговороте в водоемах. Поступая в водоемы в виде восстановленных, хорошо растворимых гидрокарбонатов и сульфатов, марганец в естественных водах с пониженным окислительно-восстановительным потенциалом может достигать высоких концентраций. При этом он более устойчив к окислению кислородом, чем железо, что обеспечивает ему большую геохимическую подвижность [4].

Исследование проб воды на содержание меди и цинка показало, что концентрация этих элементов изменялась в аналогичной динамике. Так, уровень меди весной был в 4,4 раза ниже, чем зимой. Летом происходило повышение ее концентрации на 80% относительно весны, а осенью – на 55,6% по сравнению с летом. Зимой содержание меди увеличилось на 57,1% и достигло максимального значения. Уровень цинка в воде весной был в 17,5 раза ниже, чем в зимний период. Летом было отмечено повышение его концентрации в 2,4 раза по сравнению с весной. Содержание цинка осенью увеличилось в 5,3 раза и зимой – на 40,0% и находилось на максимальном уровне.

Медь и цинк являются микроэлементами, необходимыми для обеспечения нормального функционирования живых организмов, однако избыточное поступление их в организм может оказывать негативное влияние, вплоть до токсического. Токсичность данных элементов зависит от того, в какой форме они находятся. Так, присутствие в воде органических хелатов значительно снижает токсичность тяжелых металлов. [8].

При этом содержание токсикантов превышало ПДК для водных объектов рыбохозяйственного значения в прудовой воде для железа (0,1 мг/л) в 2-4,6 раза, марганца (0,01 мг/л) – в 7-16 и меди (0,001 мг/л) – в 5-22 раза в разные сезоны года. Концентрация цинка также была выше в 1,9-14 раз ПДК (0,01 мг/л), но в весенние месяцы она находилась в пределах нормы [10].

Повышение концентрации всех исследованных элементов выявлено в зимний и осенний периоды и снижение – в весенний и летний сезоны, наиболее резкие колебания отмечены в содержании меди и цинка (рисунки).

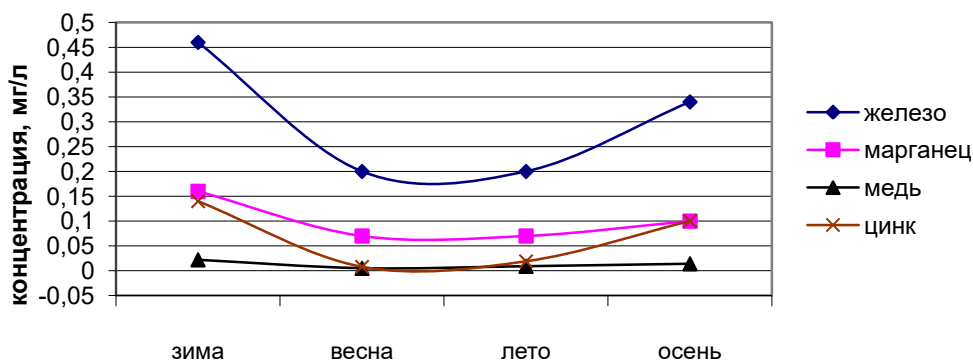


Рисунок – Динамика содержания тяжелых металлов в прудовой воде

Поступление тяжелых металлов в водоем с водосборной площади происходит преимущественно в виде растворов, частично – взвесей, затем они окисляются и осаждаются на дно. В зимний период, под влиянием физико-химических (концентрация кислорода, pH и др.) и микробиологических процессов, аккумулярованные ранее тяжелые металлы могут поступать из донных отложений в воду в восстановленной форме, что может вызывать вторичное загрязнение [7, 11]. Являясь биогенами, эти элементы входят в состав тканей водных организмов, но их недостаток или избыток в окружающей водной среде оказывает отрицательное влияние на обитателей водоема [8].

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости регулярного мониторинга содержания тяжелых металлов в прудовой воде и при необходимости проводить мероприятия по снижению загрязнения ими водной среды. В частности, не допускать образования в водоеме анаэробных зон, в которых происходит восстановление и переход металлов в растворимую форму. При несоответствии норме осуществлять специальную подготовку – аэрирование, отстаивание и даже фильтрацию воды источника, а также осаждение взвесей в пруду.

Заключение. Проведенными исследованиями установлено, что содержание тяжелых металлов в воде не является постоянным показателем и изменяется в зависимости от сезона года, увеличиваясь в осенне-зимний период и снижаясь в весенне-летний сезон.

Наиболее выраженные колебания концентрации были отмечены для меди и цинка. Уровень содержания меди зимой был в 4,4 раза выше, чем весной, а концентрация цинка зимой была в 17,5 раз выше, чем весной и в 5,3 раз выше осенью, по сравнению с летом.

Установлено, что содержание тяжелых металлов в прудовой воде превышало предельно допустимые концентрации для водных объектов рыбохозяйственного значения в течение года, наименьшее превышение отмечалось в весенний и летний периоды, а концентрация цинка весной была в пределах нормы.

Железо, марганец, медь и цинк, являясь важными биогенными микроэлементами, необходимы для нормального роста и развития биоценоза водоема, однако повышенные их концентрации в водоеме могут оказывать как прямое, так и опосредованное негативное влияние на водные организмы.

Conclusion. The conducted studies have established that the content of heavy metals in water is not a constant indicator and varies depending on a season, increasing in the autumn-winter period and decreasing in the spring-summer season.

The most pronounced concentration fluctuations were noted for copper and zinc. The level of copper in winter was by 4.4 times higher than in spring, and the concentration of zinc in winter was by 17.5 times higher than in spring and by 5.3 times higher in autumn than in summer.

It was found that the content of heavy metals in pond water exceeded the maximum permissible concentrations for the fishery water bodies during the year, the smallest exceedance was noted in the spring and summer periods, and the concentration of zinc in spring was within the normal range.

Iron, manganese, copper, and zinc, being important biogenic microelements, are necessary for the normal growth and development of the biocenosis of a water body, however, their increased concentrations in a water body can have both direct and indirect negative effects on aquatic organisms.

Список литературы. 1. Гребцов, М. Р. Экологотоксикологическая оценка аэрогенного пути загрязнения поверхностных вод / М. Р. Гребцов, А. А. Стекольников // *Международный вестник ветеринарии*. – 2013. – №1. – С. 47-51. 2. Будников, Г. К. Тяжелые металлы в экологическом мониторинге водных систем / Г. К. Будников // *Соросовский образовательный журнал*. – 1998. – № 5. – С. 23–29. 3. Смирнова, А. Я. К вопросу исследования экологии гидросферы в зоне Воронежского водохранилища / А. Я. Смирнова, М. Н. Бугреева // *Экология и охрана природы г. Воронежа*. – Воронеж, 1990. – С. 24–26. 4. Биогенная миграция железа и мар-

ганца в поверхностных и грунтовых водах водозаборных зон г. Воронежа / Г. А. Дубинина [и др.] // Состояние и проблемы экосистем Среднего Подонья : сб. науч. трудов. – Воронеж, 1998. – Вып.10. – С.113–122. 5. Дрожжин, О. С. Содержание экотоксикантов в почве, воде и кормах в хозяйствах с различной техногенной нагрузкой / О. С. Дрожжин, Н. Н. Иванова, Г. И. Трфимова // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2018. – №4(5). – С. 66–69. 6. Савенко, А. В. О взаимосвязи внутриводоемных циклов фосфора и железа / А. В. Савенко // Водные ресурсы. – 1998. – Т. 25, N 3. – С. 330–336. 7. Смирнова, А. Я. Влияние донных отложений Воронежского водохранилища на экологическое состояние подземных и поверхностных вод / А. Я. Смирнова, М. Н. Бугреева, М. В. Кучеренко // Комплексное изучение, использование и охрана Воронежского водохранилища : тезисы докладов научно-практической конференции. – Воронеж, 1996. – С. 66–68. 8. Волкова, И. В. Оценка качества воды водоемов рыбохозяйственного назначения : учебное пособие для ВУЗов / И. В. Волкова, Т. С. Ершова, С. В. Шипулин. – М. : Юрайт, 2019. – 294 с. 9. Вода. Общие требования к отбору проб : ГОСТ 31861–2012. – М. : Стандартинформ, 2013. – 60 с. 10. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения : Приказ от 13 декабря 2016 года №552. / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. 11. Горленко, В. М. Экология водных микроорганизмов / В. М. Горленко, Г. А. Дубинина, С. И. Кузнецов. — М.: Наука, 1977. — 289 с.

References. 1. Grebtsov, M. R. Ekologotoksikologicheskaia otsenka aerogennogo puti zagriazneniia poverkhnostnykh vod / M. R. Grebtsov, A. A. Stekolnikov // Mezhdunarodnyi vestnik veterinarii. – 2013. – №1. – S. 47–51. 2. Budnikov, G. K. Tiazhelye metally v ekologicheskom monitoringe vodnykh sistem / G. K. Budnikov // Sorosovskii obrazovatelnyi zhurnal. – 1998. – № 5. – S. 23–29. 3. Smirnova, A. Ia. K voprosu issledovaniia ekologii gidrosfery v zone Voronezhskogo vodokhranilishcha / A. Ia. Smirnova, M. N. Bugreeva // Ekologiya i okhrana prirody g. Voronezha. – Voronezh, 1990. – S. 24–26. 4. Biogennaia migratsiia zheleza i margantsa v poverkhnostnykh i gruntovykh vodakh vodozabornykh zon g. Voronezha / G. A. Dubinina [i dr.] // Sostoianie i problemy ekosistem Srednego Podonia : sb. nauch. trudov. – Voronezh, 1998. – Vyp.10. – S.113–122. 5. Drozhzhin, O. S. Soderzhanie ekotoksikantov v pochve, vode i kormakh v khoziaistvakh s razlichnoi tekhnogennoi nagruzkoj / O. S. Drozhzhin, N. N. Ivanova, G. I. Trfimova // Veterinarnyi farmakologicheskii vestnik. – 2018. – №4(5). – S. 66–69. 6. Savenko, A. V. O vzaimosvizi vnutrivodoemnykh tsiklov fosfora i zheleza / A. V. Savenko // Vodnye resursy. – 1998. – T. 25, N 3. – S. 330–336. 7. Smirnova, A. Ia. Vliianie donnykh otlozhenii Voronezhskogo vodokhranilishcha na ekologicheskoe sostoianie podzemnykh i poverkhnostnykh vod / A. Ia. Smirnova, M. N. Bugreeva, M. V. Kucherenko // Kompleksnoe izuchenie, ispolzovanie i okhrana Voronezhskogo vodokhranilishcha : tezisyy dokladov nauchno-prakticheskoi konferentsii. – Voronezh, 1996. – S. 66–68. 8. Volkova, I. V. Otsenka kachestva vody vodoemov rybokhoziaistvennogo naznacheniia : uchebnoe posobie dlia VUZov / I. V. Volkova, T. S. Ershova, S. V. Shipulin. – M. : Iurait, 2019. – 294 s. 9. Voda. Obshchie trebovaniia k otboru prob : GOST 31861–2012. – M. : Standartinform, 2013. – 60 s. 10. Ob utverzhdenii normativov kachestva vody vodnykh obiektov rybokhoziaistvennogo znachenii, v tom chisle normativov predelno dopustimyykh kontsentratsii vrednykh veshchestv v vodakh vodnykh obiektov rybokhoziaistvennogo znachenii : Prikaz ot 13 dekabrja 2016 goda №552. / Ministerstvo selskogo khoziaistva Rossiiskoi Federatsii. 11. Gorlenko, V. M. Ekologiya vodnykh mikroorganizmov / V. M. Gorlenko, G. A. Dubnina, S. I. Kuznetsov. — M.: Nauka, 1977. — 289 s.

Поступила в редакцию 27.04.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-2-41-46
УДК 597:576.89

АНАЛИЗ ЗАРАЖЕННОСТИ ГЕЛЬМИНТАМИ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ РЫБ СЕМЕЙСТВА GOBIIDAE С ТЕРРИТОРИИ ПГРЭС

*Надина Н.Г. ORCID ID 0009-0002-6165-5775, **Акимова Л.Н. ORCID ID 0000-0002-1890-2315

*Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник», г. Хойники, Республика Беларусь

**Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», г. Минск, Республика Беларусь

В статье описаны результаты исследования трех чужеродных для территории Беларуси видов рыб семейства Gobiidae (*Neogobius fluviatilis*, *Babka gymnotrachelus* и *Proterorhinus semilunaris*) с территории ПГРЭС на зараженность гельминтами. Исследования представителей семейства Gobiidae проводились с 2020 г. по 2022 г. Всего обследовано 395 особей рыб. Зарегистрированы нематоды, трематоды и скребни. Данные по гельминтологическим исследованиям бычков с территории заповедника приводятся впервые. **Ключевые слова:** чужеродные виды рыб, Gobiidae, гельминты, Припять, ПГРЭС, Беларусь.

ANALYSIS OF HELMINTHIC INFESTATION IN ALIEN FISH SPECIES OF THE GOBIIDAE FAMILY FROM THE TERRITORY OF PSRER

*Nadina N.G., **Akimova L.N.

*State environmental research institution "Polesky State Radiation-Ecological Reserve", Khoyniki, Republic of Belarus

**State Scientific and Production Association "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources", Minsk, Republic of Belarus