

3 Осадчий, Н. И. Химия и микробиология природных и сточных вод / Н. И. Осадчий. – Москва : Мир, 1987. – 285 с.

4 Абакумов, В. А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / В. А. Абакумов. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1983. – 240 с.

УДК 546.56-3:627.157:594.1:556.5(476.2-21Гомель)

*А. С. Парфенкова*

**ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ СОЕДИНЕНИЙ МЕДИ  
В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ И МЯГКИХ ТКАНЯХ  
ПЕРЛОВИЦЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*UNIO PICTORUM L.*)  
В ВОДОЕМАХ ГОРОДА ГОМЕЛЯ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ**

*Статья посвящена изучению динамики содержания соединений меди в донных отложениях и мягких тканях перловицы обыкновенной (*Unio pictorum L.*) водоемов г. Гомеля и прилегающих территорий. В период исследований с 2019 по 2021 гг. было отмечено снижение содержания изучаемого металла в донных отложениях, однако в мягких тканях особей перловицы обыкновенной наблюдалось повышение накопления соединений меди, что является следствием вторичного загрязнения донных отложений, когда тяжелые металлы переходят в доступные для биологических объектов формы.*

В связи с недавними достижениями в области индустриализации и социально-экономического развития загрязнение водных систем тяжелыми металлами стало глобальной проблемой и привлекло к себе значительное внимание из-за высокой биотоксичности, широких источников, небиоразлагаемости и биообогащения пищевых сетей. Тяжелые металлы, попавшие в речную среду, могут переноситься и концентрироваться в донных отложениях вместе с органическими веществами путем адсорбции и накопления на взвешенных мелкодисперсных частицах, однако они не могут постоянно фиксироваться в отложениях.

**Объект исследований.** В качестве объекта исследования был выбран представитель класса двустворчатых моллюсков – перловица обыкновенная – *Unio pictorum L.* В организм гидробионта тяжелые металлы попадают с пищей или через покровы. Действие тяжелых металлов проявляется на всех уровнях организации биологических систем – от молекулярно-биохимического до биоценотического [2, с. 76].

Исследования проводились в летний период с 2019 по 2021 гг. Для этого были выбраны водоёмы г. Гомеля, испытывающие различную антропогенную нагрузку: оз. Шапор, Володькино и Дедно. Оз. Шапор и оз. Дедно – пойменные водоёмы, не утратившие связь с коренным руслом р. Сож. В оз. Шапор поступают поверхностные стоки с территории предприятий ОАО «Гомельдрев», «Гомельобой» и ФСК. Оз. Дедно через небольшую земляную дамбу связано с водоёмом, принимающим стоки Прудковского и Хатаевичского коллекторов, а также стоки автопредприятий и фабрики «Спартак». Отбор проб из р. Сож выполнялся выше города в районе д. Кленки, в городской черте в районе парковой зоны и ниже административной черты города по течению в районе Гомельского объездного моста. Старица у д. Поляновка расположена на 10 км выше по течению от точки отбора проб на р. Сож у д. Кленки.

**Материалы и методы исследований.** Для анализа использовались только мягкие ткани моллюсков, которые тщательно отделялись от раковины. Пробы последовательно высушивали, затем озоляли до белой золы в муфельной печи при 450 °С. Содержание

меди в золе тканей моллюсков и растений определяли атомно-эмиссионным спектральным методом на спектрофотометре PGS-2 в лаборатории аналитического контроля ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси» [3, с. 22].

Донные отложения отбирались в летнюю межень (июль–август) в период исследования с 2019 по 2021 гг. с использованием дночерпателя Боруцкого и Петерсена. В процессе исследования были проанализированы образцы отложений, отобранные из водоёмов Гомеля и прилегающих территорий, испытывающих различную антропогенную нагрузку. В образцах определялось содержание тяжёлых металлов атомно-эмиссионным спектральным методом на спектрофотометре PGS-2 в лаборатории аналитического контроля РУП «Белорусский научно-исследовательский геологоразведочный институт» [4, с. 37].

**Результаты исследования и их обсуждение.** Полученные в результате выполнения исследований данные сравнили с результатами, представленными в печати для перловицы, обитающей в водоемах г. Гомеля в 2010 г. [1, с. 10]. Снижение содержания большинства изучаемых металлов в 2019 г. свидетельствует об улучшении экологического состояния окружающей среды Республики Беларусь. Это может быть связано с природоохранной политикой, проводимой в республике. Однако почвы, прилегающие к водным экосистемам и донным отложениям, накопили за длительное время значительные количества тяжелых металлов и могут служить источником загрязнения водных экосистем. Кроме того, загрязнители могут переходить в биологические компоненты водных экосистем из донных отложений, где накопились в значительных количествах в данный промежуток времени. Это подтверждается повышением содержания всех изучаемых металлов в мягких тканях моллюсков в 2021 г. в сравнении с 2019 и 2020 гг. Учитывая вышесказанное, быстрого очищения в биологических компонентах водных экосистем в скором времени ожидать не приходится.

Значительные изменения были характерны для соединений меди (рисунок 1). Разница в содержании металла в тканях моллюсков в 2010 и 2019 гг. составила 12,0 раз. В 2020 году концентрация металла снижалась, но в 2021 году, как и для остальных металлов, медь увеличилась в 1,5 раза.

Снижение соединений меди в биологических объектах водных экосистем свидетельствует о протекании процесса самоочищения водоема, так как медь имеет широкий круг использования как в производственном процессе, так и в повседневной жизни.

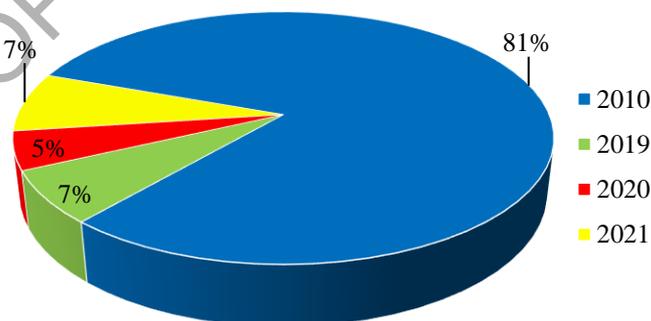


Рисунок 1 – Содержание меди (мг/кг) в мягких тканях перловицы обыкновенной (*Unio pictorum* L.) водоемов г. Гомеля и прилегающих территорий.

Однако в донных отложениях водоемов наблюдалась иная динамика: для большинства изучаемых металлов отмечено снижение содержания соединений элементов в период с 2019 по 2021 гг., кроме соединений кобальта и хрома. Максимальный уровень накопления характерен для соединений марганца, однако в 2020 и 2021 гг. содержание элемента

в донных отложениях снижается. Объяснить данную динамику можно снижением поступления соединений марганца в донные отложения водоемов, а также малой доступностью элемента для компонентов водных экосистем.

Для меди отмечена единая динамика изменения содержания соединений металла в мягких тканях перловицы во всех водоемах, кроме старичного комплекса: снижение содержания в 2020 г. в 1,5–2,0 раза в сравнении с 2019 г. и дальнейшее увеличение в 2021 г. (рисунок 2).

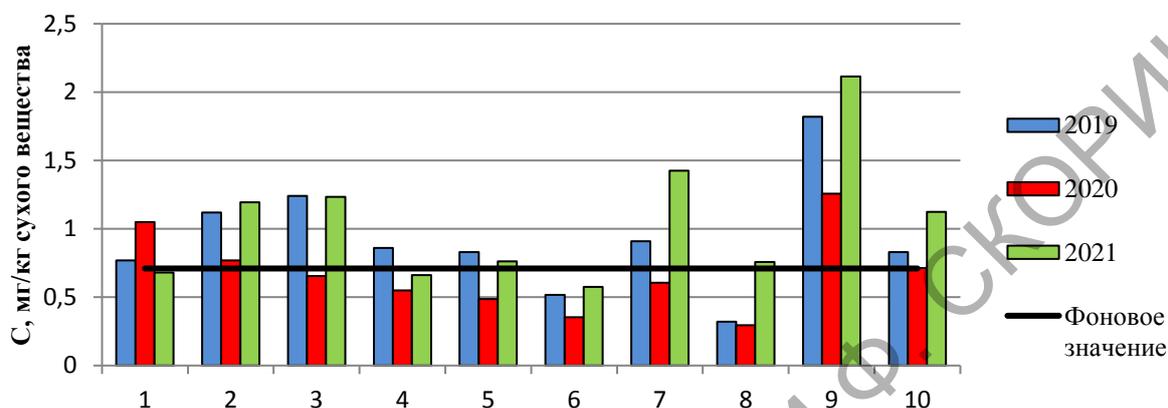


Рисунок 2 – Содержание меди (мг/кг) в тканях перловицы обыкновенной (*Unio pictorum L.*) в водоемах г. Гомеля и прилегающих территорий (1 – р. Сож, старичный комплекс, 2 – р. Сож в районе д. Кленки, 3 – р. Сож в районе д. Плесы, 4 – оз. Володькино, 5 – участок р. Сож в районе парковой зоны, 6 – р. Сож за адм. чертой г. Гомель, 7 – оз. Дедно, 8 – оз. Шапор, 9 – оз. У-образное, 10 – оз. Любенское)

Максимальное снижение содержания меди в 2020 г. по сравнению с 2019 годом наблюдалось у моллюсков на участке р. Сож в районе д. Плесы и составило 1,9 раза. Минимум снижения составил 1,1 раз для особей, обитающих в оз. Шапор. Значительное повышение содержания в 2021 г. по сравнению с 2020 годом отмечено в водоемах, подвергающихся высокой антропогенной нагрузке (оз. Дедно и оз. У-образное). Снижение концентрации меди с 2019 по 2020 гг. говорит о снижении поступления соединений меди в водные экосистемы, а увеличение в 2021 г. может говорить об изменениях внутриводных процессов, что привело к доступности металла для моллюсков данного вида.

Содержание меди в донных отложениях р. Сож меняется незначительно, а в оз. Дедно концентрация меди увеличивается с течением времени. Можно предположить, что медь либо не поступает в водоемы с поверхностным стоком, либо поверхностный сток содержит малодоступные формы металлов для особей перловицы обыкновенной.

В 2019 г. только в двух водоемах было отмечено содержание соединений меди в тканях перловицы обыкновенной (*Unio pictorum L.*) ниже фонового значения (оз. Шапор и участок р. Сож ниже административной черты г. Гомеля), причем водоемы испытывают высокую антропогенную нагрузку. Можно предположить, что данный факт является следствием работы механизма блокировки поступления соединений меди в мягкие ткани особей перловицы, когда при повышенном содержании металла в окружающей среде организм включает механизмы сокращения поступления металла в ткани либо активно выводит соединения металлов в окружающую среду [5, с. 68]. В 2020 г. содержание соединений меди у моллюсков большинства изучаемых водоемов было ниже фоновой величины, а превышение фона отмечено только у особей двух водоемов (старичный комплекс р. Сож и оз. У-образное). В моллюсках, обитающих на участке р. Сож выше

города по течению и оз. Любенском, было практически равно фоновой величине. Вышеперечисленные факторы свидетельствуют как о снижении антропогенной нагрузки на водные экосистемы, так и о содержании металла в воде и донных отложениях в малодоступных для моллюсков формах. Стоит отметить низкое содержание металла у перловиц, обитающих на участке р. Сож ниже города по течению, которое даже в 2021 г. не превышает фоновые величины, также как и в оз. Володькино, где значительно меньше антропогенная нагрузка на водоем. Можно предположить о высокой сорбционной способности донных отложений участка р. Сож ниже города по течению, где в донных отложениях содержится большое количество органики, что говорит о высокой способности реки к процессам самоочищения, а также о незначительном содержании соединений меди в поверхностном стоке, идущем в реку с городских территорий.

**Заключение.** Снижение содержания большинства изучаемых металлов в 2019 г. свидетельствуют об улучшении экологического состояния окружающей среды Республики Беларусь. Это может быть связано с природоохранной политикой, проводимой в республике.

Донные отложения водоемов могут служить источниками вторичного загрязнения водных экосистем, когда при изменившихся физико-химических условиях состояния водных экосистем металлы переходят в доступные для биологических объектов формы.

### Литература

1 Макаренко, Т. В. Распределение тяжелых металлов в биотических и абиотических компонентах водных экосистем Гомеля и прилегающих территорий : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.08 / Т. В. Макаренко ; НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам. – Минск, 2010. – 28 с.

2 Брень, Н. В. Использование беспозвоночных для мониторинга загрязнения водных экосистем тяжелыми металлами / Н. В. Брень // Гидробиол. журн. – 1999. – Т. 25, № 4. – С. 75–88.

3 Абакумов, В. А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / В. А. Абакумов. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1983. – 240 с.

4 Никитенко, Б. Ф. Разработка и использование автоматизированных измерительных систем в спектральном анализе / Б. Ф. Никитенко, Н. С. Казаков, А. А. Кузнецов. – Москва : НТЦ «Информтехника», 1990. – 80 с.

5 Пасичная, Е. А. Накопление меди и марганца некоторыми погруженными высшими водными растениями и нитчатými водорослями / Е. А. Пасичная, О. М. Арсан // Гидробиол. журн. – 2003. – Т. 39, № 3. – С. 65–73.

УДК 630\*28:582.28

*С. Ф. Родионов*

### **ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ БАЗИДИАЛЬНЫХ ГРИБОВ РОДА АУРИКУЛЯРИЯ С НЕКОТОРЫМИ ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИМИ ГРИБАМИ В КУЛЬТУРЕ**

*Показаны особенности влияния на развитие *Auricularia polytricha* и *Auricularia auricula-judae* при совместном культивировании в чашках Петри с некоторыми дереворазрушающими грибами. Показано, что грибы рода *Auricularia* обладают низкой конкурентной способностью по отношению к *S. commune*, *P. betulinus* и *T. versicolor*. Наиболее низкой устойчивостью отличается *A. auricula-judae* IBK 277.*