

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что повседневные физические нагрузки обеспечивают экономную функцию дыхательной системы. Физические нагрузки, как фактор адаптации обеспечивает повышение резистентности организма к экстремальным состояниям.

Литература

- 1 Агаджанян, Н. А. Нормальная физиология / Н. А. Агаджанян, В. М. Смирнов. – Москва: Медицинское информационное агентство, 2009. – 520 с.
- 2 Сапин, М. Р. Анатомия человека: учебник : в 3 т. / М. Р. Сапин, Г. Л. Билич. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2008. – Том 2. – 496 с.
- 3 Мотузко, Н. С. Физиология дыхания. Учебное пособие / Н. С. Мотузко, В. В. Ковзов, В. К. Гусаков. – Витебск : УО ВГАВМ, 2004. – 64 с.
- 4 Нормальная физиология человека / под ред. Б. И. Ткаченко. – 2-е изд. – Москва : Медицина, 2005. – 928 с.

УДК 546.47:574.5(476.2)

М. А. Пантелеенко

СОДЕРЖАНИЕ ЦИНКА В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ГОРОДА ГОМЕЛЯ

В статье раскрываются вопросы загрязнения донных отложений водоемов города Гомеля соединениями цинка. За период исследований содержание тяжелого металла в донных отложениях водоемов значительно снизилось в сравнении с 2010 г., причем максимальное изменение определено для водоемов черты города. Это является следствием проведения природно-охранной политики Республики Беларусь.

Введение. К одним из основных загрязняющих веществ, поступающих в природные водные системы, относятся тяжелые металлы. Тяжелые металлы оказывают одно из наиболее отрицательных влияний как на качество поверхностных вод, так и на водные экосистемы в целом. В зависимости от интенсивности техногенного воздействия на экосистемы и характера протекания процессов происходит либо их восстановление до фоновых состояний, либо экосистемы переходят к другому устойчивому состоянию (экологическому балансу), которое будет характеризоваться иными количественными и качественными показателями компонентов.

При формировании качества поверхностных вод существенную роль играют донные отложения. Выступая в качестве природных сорбентов, они способны накапливать большую часть поступающих в водные объекты органических и неорганических соединений, в том числе наиболее опасных и токсичных загрязняющих веществ, способствуя тем самым очищению водной среды.

Цинк попадает со сточными водами гальванических цехов, минеральных красок, вязкого волокна и другие. Попадание с растительной продукцией составляет около 20 %. Поступление с морскими солями, поднимаемыми ветром, незначительно, несмотря на их большие объемы. Значительное количество цинка поступает в водные объекты в результате техногенного загрязнения. Важные источники поступления цинка в водные объекты – рудниковые смывные воды и сточные воды гальванических цехов. В воде цинк существует главным образом в ионной форме или в форме его минеральных

и органических комплексов, иногда встречается в нерастворимых формах: в виде гидроксида, карбоната, сульфида [1, с. 208]. Как и другие микроэлементы, цинк в больших концентрациях может становиться токсичным, что проявляется в блокировании передачи нервных импульсов, торможении подвижности рыб и других функциональных нарушениях соматических органов. Токсичность действия растворенного в воде цинка зависит как от его концентрации, так и от наличия других химических элементов в воде [2, с. 325].

Такого типа отравление вполне может произойти и в домашних условиях. Такое возможно, если длительное время хранить пищевые продукты в оцинкованной посуде. Под воздействием кислой среды металл попадает в квашеную капусту и при её употреблении в пищу возникает сильнейшее отравление. Наиболее опасным считается фосфид цинка. Это вещество используется для борьбы с вредителями.

Цель работы – проведение мониторинговых исследований содержания цинка в донных отложениях водоемов города Гомеля и прилегающих территорий. Для исследования были выбраны водоемы, широко используемые населением для проведения культурно-массовых мероприятий. Отбор проб проводился по стандартным методикам [3, с. 104].

Результаты обсуждения. В отличие от содержания меди, где снижение содержания в 2019 г. в сравнении с 2010 г. составило 2,5–3,2 раза (рисунок 1), для цинка снижение концентрации отмечается к 2019 г. во всех без исключения водоемах, и снижение содержания составило 10,1–15,6 раза.

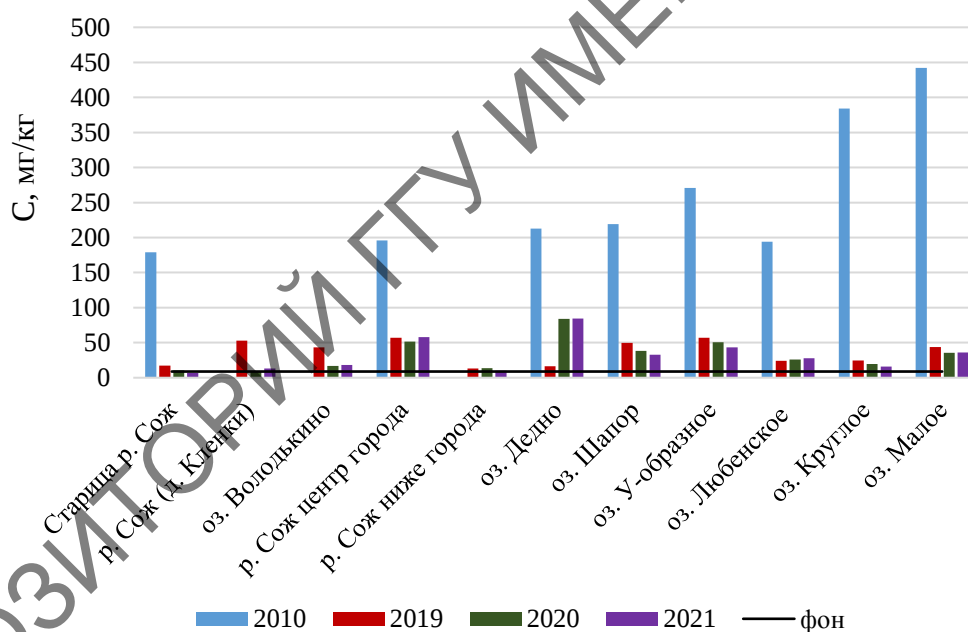


Рисунок 1 – Содержание цинка в донных отложениях водоемов г. Гомеля (мг/кг сухого вещества)

Это свидетельствует о значительном снижении поступлений соединений цинка в окружающую среду, что может быть связано не только с реализацией природоохранной политики в Республике Беларусь, но и с уменьшением использования металла в производственных процессах. Значительное снижение содержания цинка наблюдалось для оз. Дедно и Малое с высокой антропогенной нагрузкой и оз. Круглое, хотя нагрузка на этот водоем значительно меньше, чем на водоем, указанный выше. Если в 2010 г.

максимальное содержание металла отмечалось в отложениях оз. Малое, то в 2019 г. максимальное содержание цинка характерно для донных отложений оз. У-образное и р. Сож за административной чертой города.

В период исследования – с 2019 по 2021 гг. – снижение содержания цинка на протяжении всего периода исследования характерно для 5-ти водоемов из 11-ти (оз. У-образное, оз. Круглое, оз. Шапор, р. Сож Старичный комплекс и д. Кленки).

Высокое содержание цинка в 2019 г. характерно для отложений р. Сож выше черты города (д. Кленки), причем данная величина незначительно отличается от концентрации цинка на участке ниже черты города, где собираются поверхностные стоки практически со всей территории города, а также водоемов и старицы р. Сож, расположенных на территории города и имеющих выход в р. Сож [4, с. 218]. Участок р. Сож у д. Кленки принимает поверхностный сток с огородов и дачных участков, подходящих близко к срезу воды, а, как известно, в удобрениях и пестицидах содержатся соединения цинка. Однако сложно предположить, что поверхностный сток оказывает влияние на столь значительное содержание цинка на данном участке, где концентрация металла в среднем в 3,0 раза выше, чем на участке парковой зоны и в оз. Дедно, контактирующим с водоемом-отстойником. В донных отложениях оз. Любенское, которое также принимает поверхностный сток с огородов частного сектора района «Монастырек», содержание металлов в отложениях в 2019 г. было в 2,6 раза ниже, чем на участке реки до принятия стоков города, хотя в оз. Любенское отсутствует течение.

Максимальное содержание цинка в донных отложениях оз. У-образное в 2019 г. является следствием длительного поступления стоков предприятий Северного промузла. Высоким содержанием цинка характеризуются в 2019 г. отложения оз. Шапор и Малое, которые испытывают значительную антропогенную нагрузку вследствие поступления стока с близлежащих территорий. Однако объяснить высокое содержание металлов в отложениях оз. Володькино (такое же, как и в р. Сож выше черты города по течению) влиянием поверхностного стока крайне сложно. Оз. Володькино является коренным расширением русла р. Сож в месте впадения р. Ипуть, возможно, соединение цинка поступает с водой р. Ипуть, но в 2010 г. содержание соединения металла в отложениях озера было минимальным. В части водоема, где идут исследования, присутствует большое количество водных растений, и можно было бы предположить, что будет происходить процесс самоочищения водоема и снижение содержания металлов в донных отложениях, но данное предположение не подтверждается по содержанию цинка и меди в отложениях оз. Володькино в 2019 г.

Минимальное содержание цинка в 2019 г. было определено в р. Сож парковой зоны, что связано с реконструкцией набережной и изменением структуры дна. Низкое, но не минимальное содержание, характерно для отложений оз. Дедно и Старица, где содержание металла незначительно превышает величину, определенное для парковой зоны. Неожиданным явился факт снижения содержания металла в оз. Дедно, испытывающем, возможно, самую высокую антропогенную нагрузку изучаемых водных экосистем г. Гомеля и прилегающих к нему территорий.

Для Старицы в 2020 г. содержание цинка в отложениях было низкое, но для р. Сож выше черты города (д. Кленки) отмечено минимальное содержание металла. А в 2021 г. отложения Старицы уже содержали минимальное количество цинка.

Установлено значительное снижение концентрации металла на участке р. Сож выше черты города в 2020 г., в сравнении с 2019 г. оно составило 2,9 раза, но в дальнейшем его содержание снижается незначительно и уменьшается с 18,46 до 13,06 мг/кг сухого вещества.

Для оз. Володькино характерна такая же динамика содержания цинка, как и для р. Сож выше черты г. Гомеля, так как сам водоем расположен также выше черты города. Значительное снижение содержания цинка в отложениях реки выше черты города

свидетельствует о снижении поступления металла в реку, что вызвано меньшим потреблением удобрений и пестицидов на огородах, а также переходом металла в воду реки. В 2021 г. содержание цинка в отложениях оз. Володькино незначительно увеличивалось.

Максимальное содержание цинка в период с 2020 по 2021 гг. характерно для отложений оз. Дедно, что в очередной раз показывает на влияние воды из водоема-отстойника, поступающей через дамбу в оз. Дедно, на загрязнение данной водной экосистемы. Высокому содержанию металлов в оз. Дедно способствует высокое содержание органического вещества, которое является сорбентом для соединения тяжелых металлов.

Содержание цинка на участке р. Сож ниже черты г. Гомеля было максимальным на протяжении всего периода исследований, и только в 2020 году незначительно менялось. Однако в 2021 г. оно достигло того же уровня содержания, что было определено и в 2019 г., что свидетельствует о влиянии поверхностного стока города на экосистему р. Сож соединениями цинка. Такая же картина наблюдалась на данном участке реки и для соединений меди.

На участке р. Сож в парковой зоне содержание цинка на протяжении периода с 2019 по 2020 гг. находится на одном и том же уровне, однако в 2021 г. содержание металла снижается и незначительно превышает содержание цинка в отложениях Старицы. Подобный характер изменений характерен также для отложений меди. Высокое течение и малое количество органики, а также реконструкция дна способствовали низкому содержанию металлов на данном участке реки.

Несмотря на снижение содержания цинка в отложениях озер У-образное и Шапор, концентрация металла в отложениях оставалась на достаточно высоком уровне, что может указывать на низкую доступность соединений цинка в отложениях водоема для живых организмов, что не способствует процессу самоочищения данных водных экосистем.

В донных отложениях озер Любенское и Малое содержание цинка в период исследования меняется незначительно, для отложений оз. Любенского – в сторону увеличения, а для отложения оз. Малое была определена следующая динамика: в 2020 г. содержание цинка снизилось в сравнении с 2019 г. и в 2021 г. осталось на таком же уровне. Можно предположить, что в озерах Любенское и Малое цинк поступает извне.

Заключение. Выявлено снижение содержания цинка в 1,3 раза для 5-ти из 11-ти водоемов, испытывающих различную антропогенную нагрузку (оз. У-образное, оз. Круглое, оз. Шапор, Старичный комплекс и р. Сож выше черты города), это указывает на наличие соединений металла в выбросах предприятий города и значительном содержании цинка в почвах водосборной территории водоемов, откуда соединения металла поступают в водные экосистемы.

Высокое содержание цинка в отложениях реки Сож на участке ниже административной черты города по течению свидетельствует о влиянии поверхностного стока города на экосистему реки.

Выделить наиболее загрязненный водоем по содержанию цинка в донных отложениях за весь период исследования сложно, хотя в большей степени соединения металла содержатся в отложениях озер У-образное и Малое.

Литература

- 1 Мур, Дж. Тяжелые металлы в природных водах: Контроль и оценка влияния / Дж. Мур, С. Рамамурти. – Москва : Мир, 1987. – 288 с.
- 2 Романенко В. Д. Основы гидроэкологии / В. Д. Романенко. – Киев : Генеза, 2004. – 664 с.

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

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

УДК 504.5:549.25/.29:556.555.8(285.2)(476.1)

А. Д. Патапова

ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В БИОТИЧЕСКИХ И АБИОТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТАХ В ВОДОЕМЕ ЗОНЫ РЕКРЕАЦИИ ГОРОДА ГОМЕЛЯ

Статья посвящена сравнению содержания тяжелых металлов в компонентах оз. Малое г. Гомеля. Донные отложения являются аккумуляторами изучаемых токсикантов, но при изменении физико-химических условий существования водных экосистем, соединения тяжелых металлов переходят в доступную для биологических объектов форму и активно поглощаются моллюсками и водными растениями.

Цель работы – проведение сравнительного анализа и определение содержания тяжелых металлов в донных отложениях, моллюсках и высших водных растениях в озере Малое г. Гомеля.

Материалы и методы исследования. В качестве объекта исследования были выбраны донные отложения (д. о.), прудовик обыкновенный – *Lymnaea stagnalis* L., высшие водные растения, разделенные на четыре экологические группы по В. Г. Папченкову [1, с. 24], но для исследования были выбраны только II, III и IV группы.

При отборе проб донных отложений использовали стандартные методики. Пробы высушивались до воздушно-сухого состояния, озолялись в муфельной печи [2, с. 12]. Мягкие ткани моллюсков отделялись от раковины, для анализа использовались только мягкие ткани. Содержание металлов в золе донных отложений определяли методом ISP масс-спектрометрии на масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой Elan DRCe (Perkin Elmer) на базе лаборатории радиэкологии «Института радиобиологии НАН Беларуси».

Результаты исследований и их обсуждение. Озеро Малое находится в густонаселенном районе г. Гомеля и, как следствие, испытывает значительную антропогенную нагрузку со стороны предприятий, так как находится в зоне непосредственной близости от предприятия Северного промышленного узла г. Гомеля. В оз. Малое поступает поверхностный сток с территории троллейбусного парка № 1, проходящих вдоль берега железной дороги и оживленной автомагистрали. Данный водоем используется для рыбной ловли и купания.

Известно, что растения являются активными биофильтрами и поглощают большое количество загрязняющих веществ как из воды, так из донных отложений [3, с. 9]. Ожидалось, что в компонентах водных экосистем в 2021 г. содержание изучаемых металлов снизится за счет удаления растений, но в водоеме содержатся большое количество органических веществ, которые являются активными природными сорбентами и, кроме того, в водоем поступает не только загрязненный поверхностный сток с полотна железной дороги, автостоянки и территории троллейбусного парка, но и ливневые канализации, собирающие поверхностные стоки с близлежащих улиц. Все вышеперечисленные факторы оказали значительное влияние на содержание металлов,