

УДК 546.73:546.56:581.526.452(282.247.321.7)(476.2–21Гомель)

Макаренко Татьяна Викторовна, Попичева Екатерина Александровна
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины
(Гомель, Беларусь)

СОДЕРЖАНИЕ НИКЕЛЯ, КОБАЛЬТА И СВИНЦА В РАСТЕНИЯХ ВОДОЁМОВ Г. ГОМЕЛЯ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ

Аннотация. *Статья посвящена исследованию содержания никеля, кобальта и свинца в растениях водоёмов г. Гомеля и прилегающих территорий. Наиболее загрязнёнными соединениями никеля, кобальта и свинца водоёмом является Гребной канал, наиболее чистым – оз. Любеньское.*

Ключевые слова: *тяжёлые металлы, высшие водные растения, водные экосистемы, никель, кобальт, свинец.*

*Makarenko Tatyana V., Popicheva Ekaterina A.
Gomel State University named after F. Skorina
(Gomel, Belarus)*

The CONTENTS OF NICKEL, COBALT AND LEAD IN WATER PLANTS OF GOMEL AND ADJACENT TERRITORY

Abstract. *The article is devoted to the study of Nickel, cobalt and lead content in the plants of reservoirs of Gomel and adjacent territories. The most polluted compounds of Nickel, cobalt and lead reservoir is the Grebnoy channel, the cleanest – I. Lubenskoe.*

Keywords: *heavy metals, higher aquatic plants, aquatic ecosystems, nickel, cobalt, lead.*

Введение. В последние десятилетия антропогенная деятельность человека активно включает тяжёлые металлы в миграционные процессы в природной среде. Количество химических элементов, поступающих в окружающую среду в результате техногенеза, во многих случаях значительно превышает уровень их естественного содержания в природных средах. Антропогенные источники загрязнения водоёмов отличаются огромным многообразием видов, основными из которых являются сельскохозяйственные, промышленные и хозяйственно-бытовые стоки, содержащие значительное количество пестицидов, минеральных удобрений с продуктами их распада, органических веществ и других химических соединений.

Мониторинг накопления тяжелых металлов высшими водными растениями является одним из важных способов контроля процессов техногенного воздействия на водные экосистемы, поскольку макрофиты являются их неотъемлемым компонентом. Они формируют биологическое разнообразие и являются индикатором состояния водоёмов. Накапливая различные химические элементы, в том числе тяжёлые металлы, в тканях и органах, они сохраняют их в течение всего периода вегетации и тем самым

предотвращают их участие в круговороте веществ в водоёмах до своего отмирания и разложения [1, с. 357]. В качестве микроэлементов тяжёлые металлы могут входить в состав биологических ферментов, регулирующих обмен жиров, белков и углеводов, участвовать в синтезе нуклеиновых кислот. Однако при их избыточном содержании в окружающей среде динамическое равновесие нарушается и те же химические элементы, попадая в растение в гораздо больших количествах, способны оказывать уже сильное токсическое воздействие [2, с. 105].

Целью работы явилось изучение содержания никеля, кобальта и свинца в растениях водоёмов г. Гомеля и прилегающих территорий.

Материалы и методы исследований. Для исследований были выбраны водоёмы, различающиеся по степени антропогенной нагрузки. Озёра Дедно и Любенское – пойменные водоёмы, непосредственно связанные с коренным руслом р. Сож. Через небольшую земляную дамбу оз. Дедно связано с водоёмом, принимающим стоки Прудковского и Хатаевичского коллекторов, а также стоки отдельных автопредприятий. Водоёмы Дедно и Любенское расположены в черте города, оз. Любенское – в городской зоне отдыха. Оз. Малое – водоём, образовавшийся на месте карьеров по добыче глины. Гребной канал – связанный с р. Сож водоём, искусственно созданный для отвода излишней воды в половодье от д. Якубовка. Гребной канал находится в пригородной зоне отдыха.

Отбор проб высших водных растений производился в летний период в водоёмах г. Гомеля и прилегающих территорий, различающихся по степени антропогенной нагрузки. В ходе выполнения работы были собраны различные виды макрофитов и проанализирована их надземная часть. После тщательного ополаскивания пробы растений высушивали и озоляли в муфельной печи при 450°C. Содержание тяжёлых металлов в золе растений определяли атомно-эмиссионным спектральным методом на спектрофотометре PGS-2 в лаборатории аналитического контроля РУП «Белорусский научно-исследовательский геологоразведочный институт» [3, с. 113].

Результаты и их обсуждение. Результаты анализа проб высших водных растений представлены на рисунке 1.

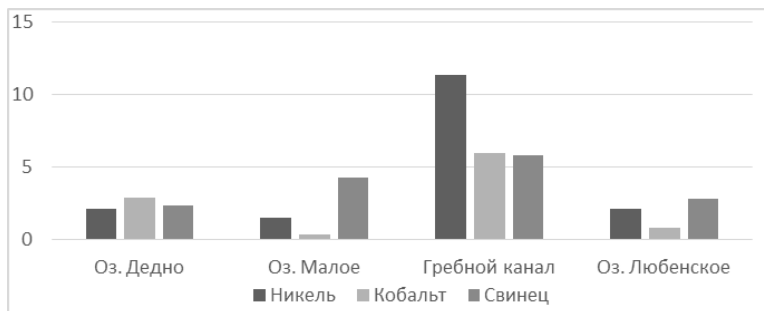


Рисунок 1 – Содержание никеля, кобальта и свинца в водной растительности изучаемых водоёмов г. Гомеля и прилегающих территорий, мг/кг

Высокое содержание никеля характерно для растений, отобранных в озёрах Дедно и Любенское. Оба водоёма имеют связь с р. Сож, имеют течение, но сильно различаются по антропогенной нагрузке. Оз. Любенское приспособлено для отдыха населения города. Берега водоёма облагородили и создали пляжную зону. В водоём поступает только поверхностный сток с городской автотрассы. Оз. Дедно имеет более высокую антропогенную нагрузку, через земляную дамбу связано с отстойником, в который поступают стоки Прудковского и Хатаевичского коллекторов, а также стоки отдельных автопредприятий. Водоём связан с р. Сож в районе поступления в реку стоков городского порта и судоремонтного завода. Практически одинаковое содержание никеля в растениях вышеназванных водоёмов объяснить сложно. Можно только предположить, что в относительно чистом оз. Любенское растения поглощают из воды и донных отложений практически все доступные формы металла, накапливая его в тканях до высоких уровней. В загрязнённом оз. Дедно, где в воде и донных отложениях содержится значительное количество металла, в растения бесконтрольно поступают соединения никеля и механизм блокировки, ограничивающий поступление токсикантов в организм, скорее всего не работает и в ткани растений поступают соединения металла пропорционально его содержанию в абиотических компонентах.

Некоторые растения способны ограничивать накопление тяжёлых металлов благодаря механизмам, предотвращающим их аккумуляцию. В чистом водоёме живые организмы накапливают все доступные формы металла, а в загрязнённом водоёме существует предел накопления, после которого поступление токсиканта в организм практически прекращается, но при достижении определённой концентрации в воде и донных отложениях металла начинает поступать в организм пропорционально воде и донным отложениям. Происходит так называемый срыв работы механизма блокировки поступления металла в организм. Все механизмы можно разделить на две группы: 1) внешние, не позволяющие ионам проникнуть в клетку; 2) внутренние, обезвреживающие действие тяжёлых металлов внутри клетки.

В случае активной работы данных механизмов растение может нормально расти и развиваться, даже несмотря на высокий уровень загрязнения окружающей среды [4, с. 39]. Однако в случае их срыва происходит неконтролируемое поступление металла в макрофит и окружающую его водную среду обитания. В результате данного процесса концентрация накопленного металла может достигать такого уровня, при котором растение начинает погибать.

Максимальное содержание никеля, в 5,27 раз превышающее концентрацию в растениях озёр Дедно и Любенское, характерно для макрофитов водоёма загородной зоны – Гребного канала. Данный факт требует дальнейшего изучения, поскольку объяснить его в настоящее время сложно. Минимальное количество никеля отмечается у растений в оз. Малое. Данный факт можно объяснить низкой биологической доступностью металла в компонентах водоёмов либо работой механизмов блокировки, так как в водоём поступает значительное количество загрязнённых поверхностных стоков.

Последовательность водоёмов по содержанию никеля в высших водных растениях в порядке возрастания можно представить в следующем виде: оз. Малое < оз. Дедно < оз. Любенское < Гребной канал.

Наиболее чистым по содержанию кобальта в растениях водоёмов было отмечено оз. Малое, несмотря на то, что данный водоём испытывает значительную антропогенную нагрузку. В озеро поступают поверхностные стоки с территории троллейбусного парка, железной дороги, которая проходит вдоль одного из берегов водоёма и используется для перевозки технических грузов, а также стоки автостоянки, расположенной рядом с торговым центром. Объяснить низкое содержание кобальта в растениях водоёма можно только работой механизма блокировки.

В отличие от оз. Малое, принимающего большое количество загрязнённых поверхностных стоков, оз. Любенское имеет очень низкую антропогенную нагрузку, но содержание кобальта в растениях данного водоёма в 2,26 раза выше, чем в оз. Малое.

Основными источниками загрязнения водоёмов, как и всей территории города, являются аэральные выбросы промышленных предприятий. Оз. Малое подвергается выбросам предприятия Северного промышленного узла, а оз. Любенское расположено в зоне воздействия Гомельского химического завода. Возможно сухие и влажные осадения, включающие выбросы химзавода, содержат соединения кобальта, что является причиной повышенного содержания данного металла в тканях растений, отобранных в оз. Любенское. Данный факт требует дальнейших и более углубленных исследований.

Высокое содержание кобальта отмечается в оз. Дедно, испытывающем высокую антропогенную нагрузку, как уже было сказано ранее.

Самыми загрязнёнными соединениями металла оказались растения Гребного канала. Содержание кобальта в растениях водоёма в 15,74 раз выше, чем в наименее загрязнённом оз. Малое. Гребной канал прошёл реконструкцию: берег и дно водоёма были очищены, берега уложены бетонными плитами. Возможно при проведении реконструкции в донных отложениях соединения кобальта перешли в доступные для растения формы. Водоём принимает только поверхностный сток с территории д. Якубовка, связан с р. Сож. Указанные факторы также могли быть причиной загрязнения макрофитов Гребного канала.

Для кобальта последовательность водоёмов по содержанию данного металла в высших водных растениях в порядке возрастания имеет следующий вид: оз. Малое < оз. Любенское < оз. Дедно < Гребной канал.

В отличие от никеля и кобальта, минимальное содержание свинца наблюдалось у растений, произрастающих в оз. Дедно. Так как данный водоём испытывает значительную антропогенную нагрузку, невысокое количество металла можно объяснить его низкой биологической доступностью в компонентах водоёма, а также работой механизмов блокировки. Возможно в оз. Дедно поступает вода из отстойника с низким содержанием свинца.

Незначительное превышение свинца в растениях оз. Любенское в сравнении с растениями оз. Дедно (1,19 раза) может быть следствием влияния поверхностного стока с автотрассы, идущей вдоль одного из берегов оз. Любенское.

Так как в оз. Дедно попадают стоки Прудковского и Хатаевичского коллекторов, а также автопредприятий, работа которых связана с выделением свинца в окружающую среду, низкое содержание металла в макрофитах может быть следствием того, что данный металл содержится в компонентах водоема в недоступной для растений форме, а также работой механизма блокировки поступления металла в живые организмы.

В отличие от других изучаемых тяжёлых металлов, в оз. Малое наблюдается достаточно высокое содержание свинца – в 1,82 раза выше, чем в оз. Дедно. Объяснить данный факт можно высокой антропогенной нагрузкой, связанной с близким расположением железной дороги, троллейбусного парка, автотрассы, так как при горении топлива, перевозке технических грузов наблюдается выделение свинца в окружающую среду [7, с. 139].

Максимальное содержание свинца, в 2,46 раз превышающее концентрацию в оз. Дедно, также наблюдается в растениях Гребного канала.

Последовательность водоёмов по содержанию свинца в высших водных растениях в порядке возрастания можно представить следующим образом: оз. Дедно < оз. Любенское < оз. Малое < Гребной канал.

Заключение. Таким образом, на уровень содержания тяжёлых металлов в водных растениях влияют одновременно несколько факторов: физиологические особенности макрофитов, степень антропогенного воздействия на водоём, химические свойства данных металлов, а также различные условия окружающей среды [3, с. 120].

При проведении мониторинговых исследований установлено, что высшие водные растения всех изучаемых водоёмов загрязнены соединениями никеля, кобальта и свинца.

Ряд соединений металлов имеет следующий вид: никель > свинец > кобальт. Наиболее загрязнёнными соединениями никеля, кобальта и свинца водоёмом является Гребной канал, наиболее чистым – оз. Любенское.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Шашуловская, Е.А. О накоплении тяжёлых металлов в высшей водной растительности Волгоградского водохранилища / Е.А. Шашуловская // Поволжский экологический журнал. – 2009. – № 4. – С. 357 – 360.
2. Мурашко, Ю.А. Содержание тяжёлых металлов в оске водяной (*Carex aquatilis* Wahlenb.) прибрежно-водных биоценозов природного парка «НУМТО» / Ю.А. Мурашко, И.В. Кравченко // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 8. – С. 104 – 110.
3. Макаренко, Т.В. Загрязнение высших водных растений водоемов и водотоков Гомеля и прилегающих территорий / Т.В. Макаренко // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2013. – № 5 (80). – С. 112 – 121.
4. Титов, А.Ф. Физиологические основы устойчивости растений к тяжелым металлам: учебное пособие; Институт биологии КарНЦ РАН / А.Ф. Титов, В.В. Таланова, Н.М. Казнина. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. – 2011. – 77 с.
5. Макаренко, Т.В. Оценка степени загрязнения водоёмов и водотоков г. Гомеля и прилегающих территорий тяжёлыми металлами / Т.В. Макаренко // Экологический вестник. – 2010. – № 2 (12). – С. 138 – 145.