

Татьяна Макаренко, Юлия Яценко, Татьяна Зайцева, Артем Дымов  
(Гомель, Беларусь)

## ИЗУЧЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ МЕДИ В БИОТИЧЕСКИХ И АБИОТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТАХ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ Г. ГОМЕЛЯ

Тяжелые металлы занимают особое место среди техногенных веществ, поступающих в пресноводные водоемы. Обладая значительной биологической активностью, многие из них в повышенных концентрациях вызывают острые токсические эффекты. Медь является высокотоксичным для живых организмов металлом. Основными источниками поступления меди в природные воды являются промышленные выбросы, бытовые отходы, транспорт, медьсодержащие удобрения, пестициды [1].

Цель исследований – определение содержания меди в воздушно-водной растительности IV экологической группы, донных отложениях и моллюсках в водоемах г. Гомеля, испытывающих различную антропогенную нагрузку.

Объектом исследования были выбраны донные отложения, водные воздушно-водные растения и моллюски.

Отбор проб производился с июня по август 2016 года стандартными методами [2] в период летней вегетации растений, когда накопление металлов в тканях макрофитов максимально. Были изучены 10 водоемов г. Гомеля, испытывающие различную антропогенную нагрузку. В образцах определялось содержание меди атомно-эмиссионным методом.

Результаты анализа содержания меди в донных отложениях представлены на рисунке 1.

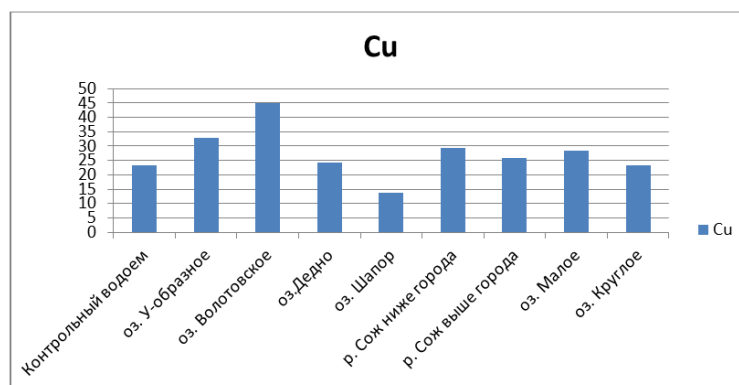


Рисунок 1 – Содержание меди (мг/кг сухого вещества) в донных отложениях водоемов г. Гомеля

Контрольный водоем – старичный комплекс р. Сож, использовался ранее при исследованиях как водоем сравнения, так как не имеет видимых антропогенных нагрузок и находится на значительном удалении от г. Гомеля выше по течению. По отсутствию видимой антропогенной нагрузки нами предполагалось, что водоем будет содержать минимальное количество изучаемых элементов, что и наблюдалось ранее, в исследованиях, проводимых с 1999 по 2010 года [3, 4]. Однако после 2013 года водоем утратил связь с р. Сож, так как по данным гидрометцентра уровень воды в реке упал практически на один метр. В настоящее время в водоеме отсутствует течение, которое было ранее, водоем полностью стал зарастать растениями. На дне появилось много илистых отложений, и содержание металлов в растительности и моллюсках водоема значительно увеличилось. Идет вторичное загрязнение водоема, когда из донных отложений металлы начинают выходить в водную среду в доступной для организмов форме и поглощаются водными организмами. Об этом свидетельствует снижение содержания некоторых металлов в донных отложениях в сравнении с полученными ранее данными [3, 4].

Количество меди в донных отложениях контрольного водоема по данным 2016 г. практически такое же, как и в оз. Дедно, которое принимает стоки предприятий города и выше, чем в оз. Шапор, куда поступает поверхностный сток с территории ОАО «Гомельдрев». Этот факт требует дальнейшего изучения.

Близкий к максимальному уровень содержания меди определен в отложениях озер У-образное и Волотовское, расположенных рядом друг с другом в городской зоне отдыха. В оз. У-образное поступает поверхностный сток Прудковского рынка, автостоянки и крупных автомагистралей города. Объяснить высокую концентрацию меди в отложениях оз. Волотовское можно только как остаточное явление длительного сброса стоков предприятий в водоем и накопления металла в донных отложениях в недоступных для биоты форме. Участок реки ниже города содержит в отложениях меньше меди, чем на участке до принятия стоков города. Скорее всего, поверхностный сток с сельхозугодий, расположенных по берегам реки выше города содержит больше металла, чем стоки г. Гомеля. Водоемы загородной зоны отдыха – озера Малое и Круглое также содержат высокие количества меди.

На рисунке 2 представлены данные по содержанию меди в растениях IV экологической группы.



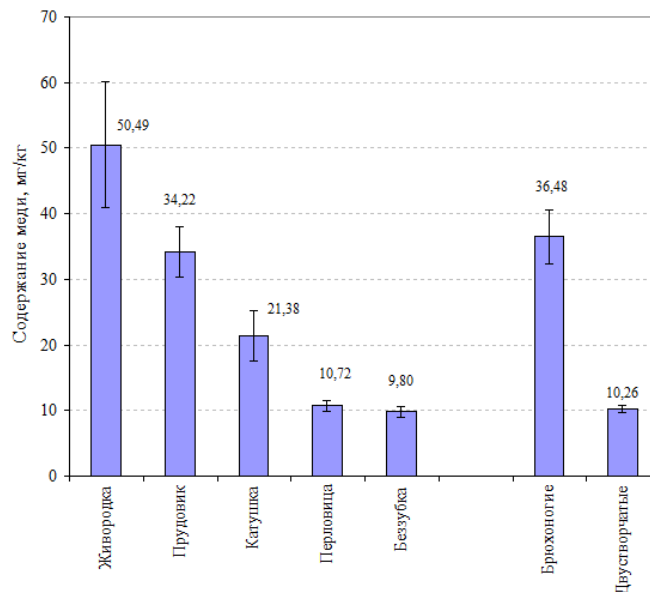
**Рисунок 2 – Содержание меди (мг/кг сухого вещества) в растениях различных водоемов г. Гомеля**

Содержание меди в растениях контрольного водоема не является минимальным в сравнении с городскими водоемами, и составляет 27 мг/кг сухого вещества, что достоверно выше, чем в гидрофитах городского водоема – оз. Круглое (22 мг/кг сухого вещества). Загрязнение растений контрольного водоема может свидетельствовать о том, что антропогенная нагрузка не является единственным фактором накопления тяжелых металлов в растениях. На сегодняшний день данный водоем проблематично использовать для анализа растений в качестве водоема сравнения.

Максимальное количество меди в растениях определено в оз. Дедно и на участке р. Сож ниже города. Данный факт можно объяснить тем, что в оз. Дедно поступают стоки предприятий, где содержатся соединения металла в доступной для растений форме, но вместе с тем данные вещества практически не аккумулируются в донных отложениях. На содержание металла в макрофитах на участке реки ниже города играют большую роль поверхностный сток города, хотя в донных отложениях соединения меди также как и в оз. Дедно не аккумулируются.

При сравнении содержания меди в растениях, отобранных на участках реки выше и ниже города по течению можно заметить, что наибольшей концентрацией металла характеризуются растения участка, находящегося ниже города: количество меди здесь составляет 47 мг/кг сухого вещества, что в 1,6 раза выше содержания меди в макрофитах участка реки выше города. Данный факт служит подтверждением влияния Гомельской городской агломерации на речную систему р. Сож.

Высокое содержание меди характерно для оз. Шапор, хотя донные отложения водоема мало загрязнены соединениями металла. Это можно объяснить тем, что в данный водоем и на сегодняшний день производятся выпуски стоков с предприятия «Гомельдрев» и железнодорожной станции. На четвертом месте по концентрации меди располагаются растения озера У-образного. Причиной значительного количества металла в растениях данного водоема могут служить стоки с территории Прудковского рынка, близкое расположение автотрассы и автостоянки. Уровень содержания меди в макрофитах оз. Волоотовского, такой же, как и оз. У-образное, хотя данный водоем имеет меньшую антропогенную нагрузку. Озеро Володькино является расширением коренного русла реки Сож, принимающим воду р. Ипуть, в которую выше по течению поступают поверхностные стоки с территории г. Добруша и бумажной фабрики. Однако растения данного водоема имеют одно из самых низких концентраций меди. Водоем имеет сильное течение, видимо, поэтому содержание металла в растениях низкое. В оз. Малое поступают поверхностные стоки с территории копильного цеха и троллейбусного парка, расположенных на берегу водоема, а в оз. Круглое – поверхностные стоки с территории предприятий «Электроаппаратура», «Гидропривод и Гидроавтоматика». Оба водоема служат карьерами для добычи глины и находятся рядом с оживленной автотрассой и железнодорожной линией. Однако существует разница между количеством металла в растениях этих двух озер. Содержание меди в растениях оз. Малого составляет 30,5 мг/кг, а в растениях оз. Круглого – 22 мг/кг, что является самым низким показателем содержания металла.



**Рисунок 3 – Содержание меди (мг/кг сухого вещества) в тканях моллюсков, обитающих в водоемах г. Гомеля (приведены усредненные данные по всем водоемам)**

На рисунке 3 приведена сравнительная характеристика исследуемых видов моллюсков по их способности концентрировать медь в мягких тканях. Из приведенных результатов видно, что наиболее активным концентратором меди является живородка. Обнаружено, что содержание меди в тканях двустворчатых моллюсков в среднем в 2-5 раз ниже, чем у брюхоногих.

#### **Заключение**

1. В настоящее время контрольный водоем не может служить водоемом сравнения, так как показатели содержания тяжелых металлов в компонентах водоема не являются минимальными. На примере данного водоема можно сделать вывод, что антропогенные нагрузки не являются единственным фактором накопления тяжелых металлов в растениях, моллюсках и донных отложениях водоемов.

2. Донные отложения водоемов, принимающих стоки предприятий и поверхностный сток города, содержат меньше соединений меди, чем водоемы с высокой антропогенной нагрузкой.

3. Максимальное содержание меди наблюдалось в растениях оз. Дедно и на участке р. Сож ниже города, где в донных отложениях отмечено низкое накопление металла. Минимальной концентрацией меди характеризуются растения оз. Круглого испытывающего высокую антропогенную нагрузку.

4. Повышенное содержание металлов в растениях и моллюсках р. Сож в центре города и ниже города по течению является следствием поступления в реку поверхностных стоков г. Гомеля. Это подтверждает факт влияния Гомельской городской агломерации на речную систему р. Сож.

5. Различный уровень содержания металла в растениях одного и того же водоема может быть связан с различными путями поступления металла в растения, а также его доступностью для того, или иного макрофита.

#### **Литература:**

1. Дабахов, М.В. Тяжелые металлы: экотоксикология и проблемы нормирования / М.В. Дабахов, Е.В. Дабахва, В.И. Титва. – Н. Новгород: Изд-во ВВАГС, 2005. – 165 с.
2. Ветров, В.А. Микроэлементы в природных средах региона озера Байкал / В.А. Ветров, А.И. Кузнецова. – Новосибирск: СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1997. – 234 с.
3. Макаренко, Т.В. Изучение содержания тяжелых металлов в водных экосистемах г. Гомеля и его окрестностей / Т.В. Макаренко // Известия Гом. гос. ун-та им. Ф. Скорины. – 2002. – № 4 (13). – С. 26–34.
4. Макаренко, Т.В. Сравнительный анализ содержания тяжелых металлов в мягких тканях моллюсков водоемов Гомеля и прилегающих территорий / Т.В. Макаренко // Экологический вестник. – 2009. – № 3/4 (9/10). – С. 161 – 169.