

расширением коренного русла р. Сож и располагается выше города по течению, однако концентрация цинка выше фоновой величины. Вероятно, что в оз. Володькино растения поглощают все доступные формы цинка, что может быть причиной повышенного содержания изучаемого металла.

Проведённые исследования показали, что наиболее загрязнены соединениями меди и цинка растения оз. У-образное, ранее принимавшего стоки ПО «Коралл». Высокое содержание изучаемых металлов характерно для макрофитов оз. Вологовское, ранее составлявшего с оз. У-образное единую водную систему. Концентрация цинка в растениях озёр Шапор, Дедно и Володькино превышает фоновые величины в 1,25 – 1,50 раз. Однако содержание меди в растениях вышеназванных водоёмов приближается к фоновой величине. Возможно, в воде и донных отложениях соединения меди менее доступны, чем соединения цинка. Поверхностный сток с территории города не оказывает влияния на качество воды р. Сож: растения речной системы Сожа на участке ниже города по течению содержат изучаемые металлы в меньших концентрациях, чем на участке выше города по течению. Фоновый водоём можно использовать как водоём сравнения при оценке загрязнения городских водных экосистем тяжёлыми металлами.

### Литература

1. Фокин, А.Д. Биофильность и ксенобиотичность как факторы корневого поступления и распределения элементов по органам растений / А.Д. Фокин, А.А. Лурье // Экология. – 1996. - №6. – с. 415-419
2. Макаренко, Т. В. Изучение содержания тяжёлых 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
3. Макаренко, Т. В. Изучение коэффициентов накопления микроэлементов высшими водными растениями в водоёмах г. Гомеля / Т.В. Макаренко // Міжнародны эканамічны досвед і яго выкарыстанне на Беларусі: сб. науч. тр. / Витебск. Филиал УО «Институт современных знаний», под ред. У.К. Слабина. – Витебск, 2003. – с. 131-135

УДК 546.81:546.83+546.56+546.47+546.76+546.711:594

**Макаренко Т.В., Шамрова Я.С., Канцелярчик М.В.**

*Гомельский Государственный Университет имени Франциска Скорины*

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДОННЫХ ОСАДКОВ НА УРОВЕНЬ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В МЯГКИХ ТКАНЯХ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ ВОДОЕМОВ Г. ГОМЕЛЯ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ**

Исследования показали, что наиболее сильная корреляционная зависимость между концентрацией металла в мягких тканях двустворчатых моллюсков и донных отложений обнаружена для ионов кобальта. Для хрома обнаружена средняя обратная

взаимосвязь концентраций, для марганца и меди корреляционной зависимости содержания в телах моллюсков и донных осадках отмечено не было.

Studies have shown that the strongest correlation between the concentration of the metal in the soft tissues of bivalves and sediments found for cobalt ions. For chromium found an inverse relationship mean concentrations for manganese and copper content of correlation in the bodies of mollusks and bottom sediments were noted.

**Ключевые слова.** Тяжелые металлы, донные отложения, двустворчатые моллюски, коэффициент корреляции

Мониторинг экологического состояния водоемов вносит существенный вклад в оценку загрязнения окружающей среды; при этом используют не только показатели содержания тяжелых металлов в биотических и абиотических компонентах водоема, но и корреляционные зависимости между ними. Тяжелые металлы относятся к числу распространенных и весьма токсичных и загрязняющих веществ. В то же время, тяжелые металлы, как микроэлементы являются неотъемлемой частью живого организма. По трофическим цепям металлы могут попадать в организм человека [1]. Эти обстоятельства и обуславливают необходимость исследования загрязненности водной среды тяжелыми металлами.

При физиолого-биохимическом подходе к аккумуляции тяжелых металлов в гидробионтах оказывается, что максимальная метаболическая потребность в них значительно ниже, чем фактическое содержание в организме. Повышение концентрации какого-либо металла в теле моллюска или в его отдельных органах еще не свидетельствует о токсическом воздействии этого металла на организм. Скорее, наоборот: высокий уровень биологической аккумуляции металла отражает нормальное физиологическое состояние и способность этих организмов депонировать те или иные микроэлементы, а также говорит о нормальном функционировании механизмов детоксикации [2].

Цель работы – изучить корреляционную зависимость содержания тяжелых металлов между биотическими и абиотическими компонентами водоемов г. Гомеля и прилегающих территорий.

Для исследований были выбраны виды моллюсков, широко распространенные в водоемах Беларуси: перловица обыкновенная (*Unio Pictorum L.*) и беззубка обыкновенная (*Anodonta cygnea L.*); а также, для наиболее полной оценки экологического состояния изучаемых водоемов, различающихся степенью антропогенной нагрузки и гидрологическим режимом, содержание тяжелых металлов изучалось в донных отложениях. Определение концентраций металлов проходило на базе РНИУП «Институт Радиологии» в лаборатории массовых анализов, а также на базе Института геохимии и геофизики НАН Беларуси методом атомно-эмиссионной спектрометрии.

Максимальная концентрация в тканях моллюсков среди изучаемых тяжелых металлов отмечена для марганца, который является необходимым микроэлементом для нормального существования гидробионтов. На втором месте по уровню содержания находится цинк (его количество на порядок меньше концентрации марганца). Изучаемый металл является незаменимым элементом в метаболических

процессах моллюска. Также, достаточно высокие значения содержания определено для ионов меди (на два порядка ниже содержания ионов марганца), которые выступают в организме моллюска в качестве переносчика кислорода (обуславливает синий цвет крови гидробионта). Избирательность в содержании микроэлементов у двустворчатых моллюсков может быть представлена в виде следующего ряда:  $Mn > Zn > Cu > Co > Cr$ . Низкое содержания ионов хрома, возможно, зависит от следующих факторов: 1) недоступная форма нахождения ионов металла для накопления мягкими тканями гидробионтов; 2) организм моллюсков способен создавать особую защитную систему, которая не позволяет аккумулировать большое количество загрязняющих веществ.

Для определяемых металлов отмечено превышение фоновых значений содержания в 1,2–1,4 раза для меди и хрома; в 1,8–2,6 для цинка и кобальта. Для ионов марганца характерна обратная закономерность: концентрация металла в тканях моллюсков, отловленных в фоновом водоеме, превышает содержание вышеуказанного элемента в тканях моллюсков, отобранных в водоемах с видимой высокой антропогенной нагрузкой, в 1,3–1,5 раза.

Таблица 1.

Содержание тяжелых металлов (мг/кг) в мягких тканях двустворчатых моллюсков изучаемых водоемов

	Определяемый показатель, мг/кг				
	Mn	Cu	Zn	Co	Cr
фоновое содержание	5886,0±74,6	16,0±0,4	120,2±2,5	1,9±0,1	2,3±0,1
среднее содержание	3952,0±141,8	41,2±2,4	170,8±10,3	3,5±0,2	3,2±0,2

Наиболее полная оценка загрязненности городских водоемов тяжелыми металлами требует комплексного анализа их содержания. Особое значение при этом имеет изучение процессов миграции поллютантов в пределах биотических и абиотических компонентов водоема, а также взаимосвязи содержания металлов в донных отложениях, воде, растительности и животных организмах. Для наиболее обобщенной оценки содержания тяжелых металлов в водоемах были использованы данные о химическом составе донных отложений.

Таблица 2.

Содержание тяжелых металлов (мг/кг) в донных отложениях изучаемых водоемов

	Определяемый показатель, мг/кг				
	Mn	Cu	Zn	Co	Cr
фоновое содержание	93,7±4,5	17,6±0,6	52,2±0,4	1,0±0,0	21,4±0,6
среднее содержание	218,2±23,2	30,4±1,3	74,5±5,4	3,7±0,1	35,2±0,7

Анализ полученных данных показал, что приоритетными загрязнителями донных отложений изучаемых водоёмов (как и в тканях моллюсков) являются ионы марганца и цинка. Закономерность содержания поллютантов отражена в следующем ряду концентраций элементов:  $Mn > Zn > Cr > Cu > Co$ . Полученные отличия доказывают тот факт, что в первую очередь особенно интенсивно аккумулируются в организме животных элементы, необходимые для его жизнедеятельности (марганец),

а металлы, с невыясненной до конца физиологической ролью для моллюсков (хром, кобальт), накапливаются в абиотических компонентах водоема.

В ходе проведенных исследований, было отмечено, что среднее содержание тяжелых металлов в донных отложениях изучаемых водоемов превышает фоновый уровень концентраций 3,4-3,7 раза для кобальта; 2,2-2,5 для меди; 1,4- 1,7 для марганца, хрома и цинка.

Таблица 3.

Коэффициенты корреляции между содержанием тяжелых металлов в мягких тканях двустворчатых моллюсков и донных отложениях

	Mn	Cu	Zn	Co	Cr
r	0,11	-0,27	0,35	0,87	-0,54

Для определения корреляционной взаимосвязи между содержанием ионов тяжелых металлов в мягких тканях двустворчатых моллюсков и донных отложениях, была проведена статистическая обработка данных при помощи программы Statistica 7. Результаты, представленные в таблице 3.

Наиболее сильная корреляционная зависимость между концентрацией металла в мягких тканях моллюсков и донных осадках обнаружена для ионов кобальта. Возможно, такая взаимосвязь указывает на то, что донные отложения оказывают значительное влияние на формирование элементного состава тканей моллюсков. Анализируя полученные результаты, было отмечено, что для ионов цинка характерна слабая прямая корреляционная зависимость. Между тем, для хрома обнаружена средняя обратная взаимосвязь концентраций данного металла в телах гидробионтов и донных отложениях. Возможно, невысокое содержание ионов хрома в тканях двустворчатых моллюсков связано с тем, что в донных осадках концентрация данного элемента находится достаточно на высоком уровне, а следовательно, свободных форм хрома для поступления в мягкие ткани моллюска невелико. Для ионов марганца и меди корреляционной зависимости концентраций в телах моллюсков и донных осадках отмечено не было.

Накопление кобальта и цинка в мягких тканях моллюсков зависит от содержания данных микроэлементов в донных отложениях, что делает возможным использовать изучаемых гидробионтов в качестве биоиндикаторных организмов в мониторинге загрязнения водных экосистем вышеуказанными металлами. Однако не исключено влияние других факторов (температура воды, освещенность, формы нахождения металла в воде и донных отложениях и др.)

### Литература

1. Бематерных, Д. М. Моллюски прудовик обыкновенный и прудовик яйцевидный как аккумулятивные индикаторы загрязнения пресных вод тяжелыми металлами (на примере р. Барнаулки) / Д. М. Безматерных // Проблемы биохимии и геохимической экологии. – 2008. - №1 (5). – С.112-117.
2. Макаренко, Т.В. Анализ факторов, влияющих на уровень накопления микроэлементов в донных отложениях водоемов г. Гомеля и окрестностей / Т. В. Макаренко, А. А. Махнач // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2003. - №5 (20). – С.90-96.