

**ИЗУЧЕНИЕ НАКОПЛЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
В СИСТЕМЕ «МОЛЛЮСКИ – ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ»
В ВОДОЕМАХ ГОРОДА ГОМЕЛЯ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ**

Целью работы явилось проведение сравнительного анализа величины коэффициента накопления тяжелых металлов в мягких тканях брюхоногих и двустворчатых моллюсков по донным отложениям в водоемах, активно используемых населением для проведения культурно-массовых и спортивных мероприятий.

Показателем степени накопления элементов компонентами водных экосистем является коэффициент биологического накопления (Кн). Кн – это отношение содержания элемента в мягких тканях моллюсков к валовому содержанию его в донных отложениях или воде. Значение коэффициента накопления Кн позволяет косвенно судить о степени доступности элемента для растений и моллюсков в абиотических компонентах водоемов и о его поведении в системе «живые организмы – абиотические компоненты». Низкие значения коэффициента накопления указывают как на малую биологическую доступность соединений тяжелых металлов в воде и донных отложениях, так и на высокую степень контроля со стороны организма за поступлением загрязнителей в ткани. Следует также учитывать физиологическую потребность разных видов живых организмов в соединениях изучаемых металлов, которые в малых количествах отвечают за протекание жизненно важных процессов в организме.

Из всех изучаемых видов моллюсков были выбраны наиболее массовые и часто встречаемые виды двустворчатых и брюхоногих моллюсков, а именно перловица обыкновенная (*Unio pictorum* L.) и живородка речная (*Viviparus viviparus* L.). Эти виды различаются по образу жизни, способу и типу питания. Коэффициент накопления для моллюсков высчитывался по донным отложениям. В водоемах, где проводились исследования, живородка в большом количестве обитала в верхнем горизонте донных отложений, и только треть отловленных особей встречалась на растениях. Именно поэтому было принято решение провести расчет коэффициента накопления по донным отложениям. Как было определено ранее, содержание металлов в тканях моллюсков ближе к составу донных отложений [1].

Перловица обыкновенная, исходя из значения коэффициента накопления (таблица 1), имеет более низкую способность к аккумуляции тяжелых металлов, за исключением марганца, чем живородка речная. Коэффициент накопления поллютантов в перловице обыкновенной в 1,24–7,91 раза ниже, чем в живородке речной (исключение марганец, свинец и цинк). Это может быть обусловлено непосредственно типом питания, а также физиологической потребностью моллюсков в соединениях изучаемых металлов. Перловица является активным фильтратором, питается фильтруя взвесь, находящуюся в верхних слоях донных отложений. Часть питательных веществ, а значит и загрязнителей, живородка получает, соскабливая налет, оседающий на растениях, и употребляет в пищу не только налет, но и верхнюю часть листьев и стеблей водных растений. Соединения металлов, содержащиеся в растениях, могут быть в более доступной форме для брюхоногих моллюсков, чем в органической фракции взвеси, находящейся в воде над донными отложениями. Однако, коэффициент накопления марганца в 10,27 раз, свинца в 2,00 раза, а цинка в 1,10 раза выше в тканях перловицы, в сравнении с живородкой.

Значение коэффициента накопления марганца в тканях перловицы в 6,16–86,82 раз выше в сравнении с другими изучаемыми металлами. Марганец является активатором ряда ферментов в организме моллюсков, участвует в процессах дыхания, биосинтеза нуклеиновых кислот. Содержание марганца у двустворчатых моллюсков может быть на два порядка выше, чем других металлов. На втором месте по накоплению в мягких тканях перловицы находится цинк,

коэффициент накопления которого в 3,13–15,91 раза выше, чем для остальных металлов. Данный факт также связан с важной биологической ролью цинка в организме моллюсков. Предполагается, что медь и цинк конкурируют друг с другом в процессе усваивания в пищеварительном тракте, поэтому избыток одного из этих элементов в пище может вызвать недостаток другого элемента, что определяет низкий уровень накопления меди у перловицы в изучаемых водоемах. В порядке уменьшения значения Кн металлы в системе «перловица – донные отложения» располагаются в следующей последовательности: $Mn \geq Zn \geq Ni \geq Pb \geq Co \approx Cu \geq Cr$.

Таблица 1 – Коэффициент биологического накопления по донным отложениям для мягких тканей моллюсков

Моллюски	Cu	Co	Ni	Pb	Cr	Zn	Mn
Перловица обыкновенная	0,21	0,21	0,56	0,28	0,11	1,75	9,55
Живородка речная	1,66	0,26	1,44	0,14	0,25	1,68	0,93

В мягких тканях живородки установлена тенденция накопления металлов, отличная от мягких тканей перловицы. Коэффициенты накопления тяжелых металлов в системе «живородка – донные отложения» располагаются в следующей последовательности: $Zn \approx Cu > Ni > Mn > Co \geq Cr > Pb$. Незначительные отличия в величинах коэффициентов накопления были рассчитаны у живородки для меди и цинка, что в 1,17–12,00 раза выше, чем для других изучаемых металлов. Соединения меди и цинка конкурируют друг с другом при поступлении в мягкие ткани брюхоногих моллюсков, и высокие значения Кн, рассчитанные для вышеперечисленных металлов, дают возможность предположить о высоком уровне загрязнения донных отложений водоемов соединениями данных металлов, а также о высокой доступности данных металлов для живородки. Высокий уровень накопления свинца у перловицы (в 2,00 раза выше, чем у живородки) указывает на нахождение значительного количества доступных форм данного металла в органической фракции донных отложений. Коэффициенты накопления кобальта и никеля в рядах, составленных для каждого изучаемого вида, занимают одинаковые позиции. Данный факт свидетельствует о схожих механизмах поступления данных металлов в организм живородки и перловицы. Высокий уровень накопления никеля в тканях моллюсков, превышающий накопление меди у перловицы и марганца у живородки, может свидетельствовать о доступности соединений никеля в донных отложениях, а также высоком уровне загрязнения донных отложений соединениями данного металла.

Таким образом, установлено, что для оценки доступности соединений меди, хрома и никеля в донных отложениях допустимо использовать живородку речную, для доступности марганца, цинка и свинца – перловицу обыкновенную. Соединения кобальта в равной степени накапливаются и в тканях перловицы, и у беззубки. В большей степени в тканях моллюсков накапливаются физиологически значимые металлы, играющие важную роль в протекании метаболических процессов в организме – марганец и цинк в мягких тканях перловицы, медь и цинк в мягких тканях живородки. Перловица обыкновенная является макроконцентратором марганца ($K_n > 2$), и микроконцентратором цинка (K_n в пределах 1–2). Живородка речная выступает как микроконцентратор меди, никеля и цинка. По отношению к другим металлам изучаемые виды являются деконцентраторами.

Список использованных источников

1. Чемагин, А. А. Биотическая аккумуляция тяжелых металлов макрозообентосом нижнего Иртыша / А. А. Чемагин // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5. – 616 с.