

АХМЕТГАЛИЕВА Г. А.

**ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ВОДНОЙ СРЕДЕ И ИХ БИОЛОГИЧЕСКОЕ
ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЖИВОЙ ОРГАНИЗМ**

студент, научный руководитель к.х.н., доцент Лыгин С. А.,
БФ БашГУ, г. Бирск

На сегодняшний день самой актуальной проблемой загрязнения окружающей среды стало накопление тяжелых металлов (ТМ). Тяжелые металлы - загрязнители окружающей среды. Причиной тому служит биологическая активность многих из них.

В зависимости от концентрации ТМ действуют на живой организм по-разному. Они делятся на 2 группы:

- биогенные - необходимые для жизнеобеспечения живого организма;
- ксенобиотики – приводящие к отравлению или гибели организма.

ТМ по токсичности занимают второе место после пестицидов и составляют большую долю загрязнителей окружающей среды. Даже в самых малых концентрациях они ядовиты.

ТМ опасны тем, что они обладают способностью: образовывать высокотоксичные металлоорганические соединения; накапливаться в живых организмах; участвовать в метаболических процессах и т.д.

Кроме того они могут вызвать у человека: физиологические нарушения; токсикоз; онкологические заболевания; влияют на генетическую наследственность и на зародыш.

К самым опасным загрязнителям среди ТМ относятся свинец, кадмий, цинк, обладающие сходством к физиологически важным органическим соединениям.

Выделяют естественные и техногенные источники ТМ.

Большое количество ТМ образуется и находится в «верхней мантии» Земли, в базальтах, гранитах, горных породах.

Кроме горных пород естественными источниками ТМ являются:

- термальные воды и рассолы;
- космическая и метеоритная пыль;
- вулканические газы;
- извержения вулканов.

Техногенное поступление ТМ в биосферу связано с различными источниками:

- электростанции, сжигающие уголь;
- сжигание различных отходов;
- предприятия цветной и черной металлургии;
- металлообрабатывающие предприятия;
- автотранспорт;
- карьеры и шахты по добыче полиметаллических руд;
- минеральные и органические удобрения;
- сточные воды и отходы животноводческих комплексов.

ТМ первоначально попадают в почву, и по подземным водным путям смываются водой. Они могут попасть в почву вместе с удобрениями, в состав которых входят как примесь, а также и с пестицидами, осадками сточных вод, отходами промышленности и бытовым мусором.

По биологической классификации элементов тяжелые металлы делятся на микро- и ультрамикроэлементы. К микроэлементам относятся Cu, Zn, Mo, Co, Mn, Ni и другие. Таким образом термины «тяжелые металлы» и «микроэлементы» относятся к одним и тем же химическим элементам, а употребление того или иного термина зависит от концентрации.

В соответствии с российским ГОСТом они делятся на три класса:

- As, Be, Cd, Hg, Se, Pd, Zn;
- Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Sb;
- V, W, Mn, Sr.

Однако ТМ играют большую роль в жизнедеятельности живых организмов. Большая их часть необходима в микродозах для нормального функционирования живых систем. Но при их передозировке наблюдаются нарушения жизнедеятельности, так как у человека и животных их соединения не участвуют в нормальном обмене веществ и их постепенное накопление ведет к различным заболеваниям. Таким образом, данные металлы переходят в ранг загрязнителей биосферы.

К наиболее опасным и распространенным загрязнителям водной среды относят тяжелые металлы. Они могут поступить в гидросферу с выпадаемыми осадками, со сточными водами и т.д. Такие металлы, как Co, Cu, Ni, Zn и др., в малых дозах играют в жизни микроорганизмов биологическую роль. А в больших концентрациях они могут оказывать токсическое влияние на их жизнедеятельность. Другая группа тяжелых металлов (Cd, Pb, Hg и др.) приносят только вред всем живым организмам. Они оказывают различные физиологические воздействия на генетический аппарат микроорганизмов.

Многие микроорганизмы устойчивы практически ко всем тяжелым металлам. И поэтому они способны быстро адаптироваться к таким условиям существования. Благодаря таким способностям микроорганизмы служат индикаторами изменений окружающей среды. Некоторые бактерии даже поддерживают возможность восстановления качества воды.

Тяжелые металлы в водной среде находятся в растворенном и адсорбированном состоянии. Поэтому, попадая в воду, они образуют нерастворимые соединения и выпадают в осадок в виде карбонатов, гидроксидов, сульфидов или фосфатов [1].

Биологическая роль свинца изучена весьма слабо. В небольших количествах он необходим и растениям. Дефицит свинца в растениях возможен при его содержании в наземной части от 2 до 6 мкг/кг сухого вещества.

Избыток свинца в растениях, связанный с высокой его концентрацией в почве, ингибирует дыхание и подавляет процесс фотосинтеза, иногда приводит к увеличению содержания кадмия и снижению поступления цинка, кальция, фосфора, серы. Вследствие этого снижается урожайность растений и резко ухудшается качество производимой продукции. Внешние симптомы негативного действия свинца – появление темно-зеленых листьев, скручивание старых листьев, чахлая листва. В организм человека свинец в основном поступает через пищеварительный тракт. При токсичных дозах элемент накапливается в почках, печени, селезенке и костных тканях. При свинцовом отравлении поражаются в первую очередь органы кроветворения (анемия), нервная система и почки.

Кадмий хорошо известен, как токсичный элемент, но он же относится к группе "новых" микроэлементов (кадмий, ванадий, кремний, олово, фтор) и в низких концентрациях способен стимулировать рост некоторых животных. Токсичность кадмия для растений проявляется в нарушении активности ферментов, торможении фотосинтеза, нарушении транспирации, а также ингибировании восстановления NO_2 до NO . При токсичном воздействии металла у растений наблюдаются задержка роста, повреждение корневой системы и хлороз листьев. Кадмий способен накапливаться в организме человека и животных, т.к. сравнительно легко усваивается из пищи и воды и проникает в различные органы и ткани. Токсичное действие металла проявляется уже при очень низких концентрациях. Его избыток ингибирует синтез ДНК, белков и нуклеиновых кислот, влияет на активность ферментов, нарушает усвоение и обмен других микроэлементов (Zn, Cu, Se, Fe), что может вызывать их дефицит.

Особый интерес к цинку связан с открытием его роли в нуклеиновом обмене, процессах транскрипции, стабилизации нуклеиновых кислот, белков и особенно компонентов биологических мембран, а также в обмене витамина А. Ему принадлежит

важная роль в синтезе нуклеиновых кислот и белка. Цинк обнаружен в составе более 200 ферментов, относящихся ко всем шести классам, включая гидролазы, трансферазы, оксидоредуктазы, лиазы, лигазы и изомеразы. Уникальность цинка заключается в том, что ни один элемент не входит в состав такого количества ферментов и не выполняет таких разнообразных физиологических функций. Повышенные концентрации цинка оказывают токсическое влияние на живые организмы. У человека они вызывают тошноту, рвоту, дыхательную недостаточность, фиброз легких, является канцерогеном. Избыток цинка в растениях возникает в зонах промышленного загрязнения почв, а также при неправильном применении цинкосодержащих удобрений. При избыточном поступлении цинка в растения и возникающем при этом антагонизме с другими элементами снижается усвоение меди и железа, и проявляются симптомы их недостаточности.

Медь является одним из важнейших незаменимых элементов, необходимых для живых организмов. В растениях она активно участвует в процессах фотосинтеза, дыхания, восстановления и фиксации азота. Основные признаки дефицита меди для растений – замедление, а затем и прекращение формирования репродуктивных органов, появление щуплого зерна, пусто зернистых колосьев, снижение устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды. Наиболее чувствительны к ее недостатку пшеница, овес, ячмень, люцерна, столовая свекла, лук и подсолнечник. В организме взрослого человека половина от общего количества меди содержится в мышцах и костях и 10% в печени. Основные процессы всасывания этого элемента происходят в желудке и тонкой кишке. Существует физиологический антагонизм меди с молибденом и сульфатной серой, а также марганцем, цинком, свинцом, стронцием, кадмием, кальцием, серебром. Чрезмерное поглощение меди человеком приводит к болезни Вильсона, при которой избыток элемента откладывается в мозговой ткани, коже, печени, поджелудочной железе и миокарде.

Биологическая роль никеля заключается в участии в структурной организации и функционировании основных клеточных компонентов – ДНК, РНК и белка. Наряду с этим он присутствует и в гормональной регуляции организма. По своим биохимическим свойствам никель весьма схож с железом и кобальтом. Недостаточность металла у жвачных сельскохозяйственных животных проявляется в снижении активности ферментов и возможности летального исхода. До настоящего времени в литературе не встречаются данные о дефиците никеля для растений, однако в ряде экспериментов установлено положительное влияние внесения никеля в почвы на урожайность сельскохозяйственных культур, которое, возможно, связано с тем, что он стимулирует микробиологические процессы нитрификации и минерализации соединений азота в почвах. Токсичность никеля для растений проявляется в подавлении процессов фотосинтеза и транспирации, появлении признаков хлороза листьев. Для животных токсический эффект элемента сопровождается снижением активности ряда металлоферментов, нарушением синтеза белка, РНК и ДНК, развитием выраженных повреждений во многих органах и тканях. Экспериментально установлено эмбриотоксичность никеля. Избыточное поступление металла в организм животных и человека может быть связано с интенсивным техногенным загрязнением почв и растений этим элементом.

Хром относится к числу элементов, жизненно необходимых животным организмам. Основные его функции - взаимодействие с инсулином в процессах углеводного обмена, участие в структуре и функции нуклеиновых кислот и, вероятно, щитовидной железы. Растительные организмы положительно реагируют на внесение хрома при низком содержании в почве доступной формы, однако вопрос о незаменимости элемента для растительных организмов продолжает изучаться. Токсичное действие металла зависит от валентности: шестивалентный катион гораздо токсичнее трехвалентного. Симптомы токсичности хрома внешне проявляются в снижении темпов роста и развития растений, увядании надземной части, повреждении корневой системы и хлорозе молодых листьев.

Избыток металла в растениях приводит к резкому снижению концентраций многих физиологически важных элементов, в первую очередь К, Р, Fe, Mn, Cu, В. В организме человека и животных обще токсикологическое, нефротоксическое и гепатотоксическое действие оказывает Cr^{6+} . Токсичность хрома выражается в изменении иммунологической реакции организма, снижении репаративных процессов в клетках, ингибировании ферментов, поражении печени, нарушении процессов биологического окисления, в частности цикла трикарбоновых кислот. Кроме того, избыток металла вызывает специфические поражения кожи (дерматиты, язвы), изъязвления слизистой оболочки носа, пневмосклероз, гастриты, язву желудка и двенадцатиперстной кишки, хромовый гипотез, нарушения регуляции сосудистого тонуса и сердечной деятельности. Соединения Cr^{6+} , наряду с обще токсикологическим действием, способны вызывать мутагенный и канцерогенный эффекты. Хром, помимо легочной ткани, накапливается в печени, почках, селезенке, костях и костном мозге [2].

По определению ТМ в воде реки Танып Балтачевского района республики Башкортостан были проведены исследования. Эксперимент проводился на базе лаборатории экологического мониторинга физико-химических загрязнений окружающей среды при Бирском филиале БашГУ. Исследования проводились атомно-адсорбционной спектрометрией (ААС), флуориметрическим методом (ФМ). рН среды определялась потенциометрией с получением следующих результатов: 7,59 при ПДК 6-9.

Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1

Состав воды реки Танып				
№ п/п	Компоненты воды	Содержание, мгк/дм ³	ПДК СанПиН 2.1.4.1074-01, мгк/дм ³	Методы исследования
1	Алюминий	0,010679	0,500	ААС
2	Мышьяк	0,001149	0,050	ААС
3	Кадмий (суммарно)	0,0709	0,0001	ААС
4	Кобальт	4,2265	0,0100	ААС
5	Медь (суммарно)	0,0020310	0,1000	ААС
6	Железо (суммарно)	0,038618	0,0300	ААС
7	Ртуть	>0,00001	0,00005	ААС
8	Марганец (суммарно)	0,0070169	0,0100	ААС
9	Никель	0,0044652	0,0100	ААС
10	Свинец	0,0008081	0,030	ААС
11	Хром	0,0091215	0,050	ААС
12	Цинк	0,015735	0,1000	ААС
13	Теллур	0,0031759	0,01	ААС
14	Фенолы	>0,0005	0,25	ФМ
15	АПАВ	> 0,025	0,5	ФМ
16	Нефтепродукты	> 0,01	0,1	ФМ

Результаты исследования показывают, что вода реки Танып содержит ряд тяжелых металлов. Кроме того в составе воды обнаружены фенол, АПАВ и нефтепродукты. Согласно исследованиям, ни один металл не превышает нормативы ПДК СанПиН 2.1.4.1074-01. По результатам проведенного эксперимента можно сделать вывод, что значение рН и значения содержания тяжелых металлов укладываются в показании ПДК. Это можно объяснить отсутствием промышленных предприятий на территории района, а так же не судоходностью реки. На этой территории не производится выброс аэрозольных отходов. Все это позволяет говорить о чистоте воды и о пригодности воды для использования и употребления в хозяйстве.

1. Будников, Г. К. Тяжелые металлы в экологическом мониторинге водных систем // Соросовский образовательный журнал. — 1998.— №5. — С.23-29.
2. Тяжелые металлы: биологическая роль, содержание в почвах и растениях (агроэкологический аспект). — [ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС] — Режим доступа. - URL: <http://biogeochemistry.narod.ru/ubugunov/monografi/1/1.htm> (дата обращения 26.05.2014г.)