

2. Позняковский В.М. Гигиенические основы питания, безопасность и экспертиза продовольственных товаров. – Новосибирск, 1999. – 448 с.
3. Шумилов А.Г., Черникова Е.В. Безопасные корма для птицы – безопасные продукты питания // БИО. – 2001. - № 12 (15).
4. О качестве и безопасности пищевых продуктов: Федеральный закон № 29-ФЗ от 2 января 2000 г.
5. Jensen J.E. Quality of poultry meat as affected by nutritional factors // Proceeding X11 European Symposium on the Quality of Poultry Meat. - Poznan (Poland), 1997. – P. 37-47.



УДК 551.493

*Н.В. Цугленок, Т.Ф. Солохина, В.В. Матюшев,
М.В. Родионов, О.Г. Морозова*

ПУТИ МИГРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ И ПОЧВАХ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Металлы появились и вовлечены в круговорот веществ в биосфере благодаря деятельности человека, извлекая их из руд. В поверхностных водах и почвах ионы металлов вступают в процессы комплексообразования с природными комплексоногенами [1], что влияет на их подвижность и пути миграции в экосистемах. Ионы металлов в микроколичествах необходимы живым организмам: они играют большую роль в их физиологии, входят в состав ферментов, витаминов, гормонов. Тесная взаимосвязь выявлена между содержанием микроэлементов в почвах, состоянием и урожайностью растений, продуктивностью животных, здоровьем человека.

Фактические концентрации ионов металлов в почвах, природных водах [1] значительно ниже рассчитанных на основании соответствующих произведений растворимости. Главной причиной малых концентраций тяжелых металлов в природных водах является ограничение их растворимости постоянно присутствующими в воде анионами: хлоридами, сульфатами, карбонатами, гидросульфидами, дигидрофосфатами, гидроксил-ионами. Это также связано с адсорбцией ионов тяжелых металлов, при этом сорбентами могут выступать глинистые минералы во взвешенном состоянии, аморфный гидроксид железа, взвешенное органическое вещество.

Гумусовые вещества достаточно хорошо сорбируются на глинистых материалах, имеющих развитую поверхность и составляющих твердую фазу почв. В природных водах гумусовые вещества, соосаждаясь с глинами, переводят в твердую фазу связанные с ними катионы металлов, в значительной мере определяя процессы аккумуляции металлов в донных отложениях. Натурные данные о возможности активного включения тяжелых металлов в биогеохимические циклы и миграцию в окружающей среде, полученные в ходе исследований рядом авторов [3–6], свидетельствуют о связи концентраций тяжелых металлов с уровнем загрязненности территории водосбора и гидрологическими условиями водоемов.

Тяжелые металлы обладают способностью реагировать с тиогруппами белков с образованием

малорастворимых соединений [2]; блокирование сульфогрупп приводит к потере белком биологической активности. Способность необратимо связываться с органическими и неорганическими веществами тканей организма, которые при этом изменяют свои биологические свойства, приводит к тяжелым нарушениям обменных процессов в организме.

Поскольку эти токсиканты действуют на белки не избирательно, то нарушается функция ферментов, гормонов транспортных и других белков. Это приводит к мутации, аллергии, болезням нервной и кровеносной систем, к нарушению деятельности печени, почек, мозга. Тяжелые металлы не подвергаются биодegradации в отличие от таких токсикантов, как фенолы, нефтепродукты, пестициды, детергенты. Их способность накапливаться в организме обусловлена прочным связыванием с биохимическими структурами.

Наличие в почвенном поглощающем комплексе в составе обменных катионов избыточных концентраций тяжелых металлов неблагоприятно влияет на водно-физические свойства почв. Так, повышенное содержание кадмия в почве ингибирует микробиологическую деятельность почвенных организмов [2]. После разложения растительных остатков животных накопившиеся в их организмах металлы вовлекаются в следующий виток спирали биологических циклов; таким образом происходит их накопление в окружающей среде. Загрязнение тяжелыми металлами почв и водной среды представляет серьезную экологическую проблему.

Основными источниками антропогенного поступления тяжелых металлов в окружающую среду является деятельность предприятий добывающей и металлургической промышленности, предприятий по производству минеральных удобрений, а также тепловых электростанций, транспорта [2]. Техногенно загрязненная почва может служить источником вторичного загрязнения подземных вод, воздуха, сельскохозяйственной продукции. К наиболее распространенным и опасным загрязнителям относятся ртуть, свинец, цинк, медь, марганец.

Целью настоящего исследования является определение уровня загрязнения поверхностных вод и почв в районах влияния промышленных объектов юго-западной части территории Красноярского края.

Контроль содержания тяжелых металлов в почве осуществлялся на территории АО «Белоярское», ОАО «Ачинский глиноземный комбинат» (АГК), ПО «Стройиндустрия» Ачинского района с 1989 года. При отборе проб почвы описывались морфологические признаки почвы; определялись механический и химический состав, структура. В образце определялось содержание тяжелых металлов: меди, цинка, свинца, ртути.

Результаты анализов свидетельствуют о значительном загрязнении почв тяжелыми металлами. В частности, почвы АО «Белоярское», используемые для выращивания овощей, загрязнены соединениями свинца и цинка в пределах ПДК. Превышение ПДК по содержанию меди в образцах почв составляет более чем в три раза. Уровень загрязнения почвенных образцов в районе влияния промышленных объектов АГК и ПО по содержанию меди также высок и составляет более 3 ПДК, по цинку – более 4 ПДК.

Известно, что соединения цинка и меди достаточно мобильны и легко мигрируют в почвах. Повышенные количества их угнетающе действуют на жизнедеятельность микрофлоры почв, подавляя ферментативную активность, а это ведет к снижению урожая. В исследовании выявлено усиление токсичности этих металлов при их совместном присутствии в почве. Явление синергизма наблюдалось также при совместном присутствии в почве меди с кадмием и цинка с кадмием [2].

Содержание тяжелых металлов определялось в компонентах экосистемы водоема-охладителя Березовской ГРЭС-1. Исследованиями в начальный период существования водоема выявлено, что соединения меди и марганца аккумулируются в донных отложениях, в последующий временной период под действием теплового сброса и изменения окислительно-восстановительных условий наблюдался переход металлов в водную фазу при образовании металлорганических комплексов. Динамика развития фитопланктона водоема свидетельствует о том, что наиболее активно в биотический цикл вовлекается цинк [7].

Определение содержания тяжелых металлов в водной фазе, донных отложениях и высшей водной растительности проводилось методом атомно-абсорбционной спектроскопии (модель 603 фирмы Perkin Elmer с графитовым анализатором). Изучение

распределения тяжелых металлов в системе: водная среда – донные отложения – макрофиты – важно в плане оценки и прогноза экологического состояния водного объекта.

Донные осадки являются средой обитания и питания многих представителей водных организмов, потребляемых человеком в качестве продуктов питания. Поэтому накопление тяжелых металлов в донных осадках в концентрациях, превышающих предельно допустимые нормы, представляет экологическую опасность как для водных организмов из-за вторичного загрязнения водной среды, так и для человека.

Донные отложения отбирались в контрольных точках на водоеме из верхнего слоя толщиной 5...10 см. Для разделения форм тяжелых металлов в донных отложениях применялся метод последовательных экстракций. Содержание металлов в подвижной форме определяли экстрагированием (1М $\text{CH}_3\text{COONH}_4$). Вытяжка отделялась от твердой фракции центрифугированием. Содержание органического материала в пробе оценивали по косвенному показателю – по потере веса при прокаливании.

Донные отложения водоема-охладителя БГРЭС-1 формировались под действием различных факторов, в числе которых затопление массивов торфа и растительных остатков, поступление твердого стока с питающими реками, берегообрушение, биохимические процессы трансформации аллохтонного и автохтонного органического вещества. Они представлены первичными трансформированными грунтами заболоченных почв, вторичными грунтами из ила песчанистого и торфянистого с большим содержанием органического материала, отложений из макрофитов. Донные отложения имеют слабокислую реакцию (рН 6,62...6,88).

Для распределения тяжелых металлов в донных отложениях характерна существенная неоднородность: в районе устьев питающих рек, правобережья обнаруживаются большие их количества по сравнению с глубоководной центральной частью водоема. Фоновые концентрации тяжелых металлов в донных отложениях рек представлены в таблице. Оценка условий загрязнения тяжелыми металлами производилась по суммарному показателю загрязнения [8] по формуле: $\text{ПЗ} = \sum K_i n$; $K_i = C_i / C_{\text{ф}}$, где C_i и $C_{\text{ф}}$ – концентрации i -го элемента в донных отложениях водоема и на фоновом участке в верховьях рек, n - число элементов. Показатель загрязнения определялся по экологически важным металлам для водоема-охладителя БГРЭС-1.

Содержание тяжелых металлов (мг/кг) в донных отложениях водоема-охладителя (25 июля 2001 г.)

Река	Zn	Cu	Mn	Ni	Pb	Fe	Cr	Co
Кадат	0,010	0,005	0,045	0,022	0,01	0,671	0,01	0,01
Береш	0,010	0,001	0,021	0,017	0,01	0,234	0,01	0,01
Базыр	0,203	0,002	0,019	0,018	0,01	0,206	0,01	0,01

Для анализа макрофитов отбирался растительный материал разных экологических групп: погруженные и свободноплавающие – рдест стеблеобъемлющий (*Potamogeton perfoliatus* L) и ряска малая (*Lemna minor* L). Перед анализом образцы высшей водной растительности высушивали до лабораторно-сухого состояния при стандартных условиях, озоление производили в муфельной печи при 450°C. Результаты анализа растительного материала показали, что высоким уровнем накопления тяжелых металлов отличались образцы, произрастающие в

устьях питающих рек сбросного канала ГРЭС. Более высокая устойчивость по отношению к повышенным концентрациям тяжелых металлов обнаружена у ряски малой.

Таким образом, соединения тяжелых металлов усваиваются из водной среды и твердой фазы донных осадков фитопланктоном и высшей водной растительностью. В конце вегетационного периода при разложении растительной биомассы тяжелые металлы поступают в водную среду, вызывая вторичное загрязнение водоема-охладителя БГРЭС-1.

Литература

1. Лапин И.А., Красюков В.Н. Роль гумусовых веществ в процессах комплексообразования и миграции металлов в природных водах // Водные ресурсы. – 1986. – № 1. – С. 134-144.
2. Вредные химические вещества: Справочник / Под ред. В.А. Филова. – Л.: Химия, 1988. – 512 с.
3. Даувальтер В.А. Оценка токсичности металлов, накопленных в донных отложениях // Водные ресурсы. – 2000. – Т. 27. – № 4. – С. 469-476.
4. Мур Дж., Раммурти С. Тяжелые металлы в природных водах. – М.: Мир, 1988. – 287 с.
5. Химическое загрязнение почв и их охрана: Словарь-справочник. – М.: Агропромиздат, 1991. – 303 с.
6. Гладышев М.И., Грибовская И.И., Иванова Е.А., Москвичева А.В., Мучкина Е.Я., Чупров С.М. Содержание металлов в экосистеме и окрестностях рекреационного и рыбоводного пруда Бугач // Водные ресурсы. – 2001. – Т. 28. № 3. – С. 320-328.
7. Морозова О.Г., Пен Р.З., Релях С.М. Особенности формирования гидрохимического режима водоема-охладителя БГРЭС-1. – Новосибирск: Изд-во СО РАН. – 2001. – 214 с.
8. Бреховских В.Ф., Волкова З.В., Кочарян А.Г. Тяжелые металлы в донных отложениях Ивановского водохранилища // Водные ресурсы. – 2001. – Т. 28. – № 3. – С. 310-319.



УДК 551.493

Т.Ф. Солохина

ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА БЕРЕЗОВСКОЙ ГРЭС-1

На формирование качества воды вновь созданного водоема-охладителя Березовской ГРЭС-1 оказывает влияние множество природных и антропогенных факторов. К абиотическим факторам формирования химического состава воды относятся [1] особенности географического положения водного объекта, климат, рельеф местности, геологическое строение подстилающих пород и химический состав почв; гидрографический, гидрологический режим речной системы, питающей водоем, его морфология, скорость водообмена, экологическое состояние территории водосбора.

Рельеф местности является косвенным фактором формирования качества природных вод, но он оказывает большое влияние на гидрогеологические условия бассейнов рек. Особенности рельефа местности влияют на условия водообмена, от которого зависит химический состав вод; на объемы поверхностного стока и дренированность подземных вод; способствуют перераспределению выпадающих на земную поверхность осадков.

Поверхностный сток усиливается на возвышенностях и их склонах, при этом условия питания

подземных вод ухудшаются. В понижениях рельефа он замедляется, при этом увеличивается инфильтрация водного стока в почву. Рельеф местности влияет на водный режим почв, их солевой состав; понижения рельефа создают условия для заболачивания территории, обуславливают специфический химический состав вод.

Особенностью географического положения рассматриваемого района является близость к центру материка, что обеспечивает ему разнообразие природных условий. Территория находится в зоне значительного влияния Азиатского антициклона, в полосе затухания воздушных масс атлантического происхождения и определенного воздействия арктического континентального воздуха. Она является также областью контакта пространств юго-восточной оконечности Западно-Сибирской равнины, горных отрогов Кузнецкого Алатау и Восточных Саян [2].

Рассматриваемая территория находится на стыке двух крупных морфоструктур Алтае-Саянской горной области и Западно-Сибирской равнины, поэтому рельеф рассматриваемой территории [3; 4] разно-