

БИОГЕОХИМИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

УДК 556.114.6/.7+574.52+574.633(470.55)

А.В. Трапезников, А.В. Коржавин, В.Н. Трапезникова, В.Н. Николкин, А.А. Екидин
Институт экологии растений и животных УрО РАН,
620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202
Тел (343)260-65-00, 260-82-56
e-mail: BFS_zar@mail.ru., vera_zar@mail.ru.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ, ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И РЫБЫ ОЗЕР КОЖАКУЛЬ И БЕРДЕНИШ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Озера Кожаккуль и Бердениш находятся в зоне воздействия ПО «МАЯК» в головной части Восточно – Уральского радиоактивного следа (ВУРСа). Озеро Бердениш расположено непосредственно на территории заповедника, а

озеро Кожаккуль примыкает к заповеднику с юго-востока. Известно, что открытые водоемы являются природными планшетами, во многом характеризующими экологическое состояние прилегающих территорий.

Таблица 1 – Основные гидрологические характеристики водоемов.

Показатель	Озера	
	Бердениш	Кожаккуль
Площадь зеркала, км ²	12,1	8,5
Глубина максимальная, м	5	7
Глубина средняя, м	2	4
Объем воды млн. м ³	18	39
Водосборная площадь, км ²	17	33

Отбор проб воды для гидрохимического исследования проводился в соответствии с ГОСТ 51592-2000 [1]. Перед отбором проб всю посуду дважды ополаскивали исследуемой водой. Для проведения ряда исследований пробы воды после отбора сразу консервировали, добавляя определенное количество четыреххлористого углерода (для определения нефтепродуктов), азотной кислоты (для определения ртути), соляной кислоты (для определения тяжелых металлов). Каждая проба отбиралась в двух повторностях.

Образцы донных отложений отбирали в соответствии с ГОСТ 17.1.5.01-80 [2], с помощью специального пробоотборника с площадью сечения 38,5 см² на всю глубину слоя залегания донных отложений. Из полученных кернов отбирали среднюю пробу в двух повторностях и до исследования хранили в закрытой стеклянной посуде.

Рыбу для химического исследования использовали свежую, непосредственно после отлова из водоема. Из среднего участка тела рыбы отбирали кусочки мышечной ткани весом 20-30 гр., отделяя предварительно от костей. Пробы фиксировали в нейтральном 5% растворе формалина. Каждую пробу рыбы отбирали также в двух повторностях. Анализ проб воды проводился по 28 показателям, в донных отложениях определялось содержание двенадцати элементов, включая тяжелые металлы и нефтепродукты, пробы рыбы также исследовались на содержание тяжелых металлов. Измерение массовой концентрации химических ингредиентов в отобранных пробах проводили в аккредитованной Лаборатории физико-химических методов исследования учебно-научного центра института геологии и геофизики Уральского государственного горного университета.

Полученные результаты анализировались в сравнении с требованиями по

химическому составу воды для рыбохозяйственных водоемов [3]. Содержание ряда элементов в воде представлено в количествах, кратных их предельно допустимой концентрации (ПДК). Так, в воде озера Кожакуль установлено повышенное содержание общего железа – 3,3 ПДК, натрия – 3,1 ПДК, алюминия – 2,3 ПДК, также отмечено высокое содержание ряда тяжелых металлов: медь – 6 ПДК, цинк – 1,9 ПДК, никель – 4,1 ПДК, свинец – 4,8 ПДК, ртуть – 10 ПДК. Химический состав воды озера Бердениш по основным показателям не существенно отличается от воды Кожакуля. При этом следует отметить достаточно высокое содержание общего железа – 30,8 ПДК, несколько выше нормы показатель ХПК (химическое потребление кислорода), характеризующий присутствие в воде органических веществ – 1,1 ПДК и содержание алюминия – 1,5 ПДК. Также повышено содержание тяжелых металлов: медь – 14 ПДК, цинк – 2,3 ПДК, никель – 3,3 ПДК, свинец – 4,5 ПДК, марганец – 3,1 ПДК, ртуть – 10 ПДК.

Таким образом, характерной особенностью химического состава воды озер Кожакуль и Бердениш является высокое содержание железа и ряда тяжелых металлов, таких как медь, цинк, никель, свинец, ртуть.

Железо относится к числу наиболее распространенных элементов, в литосфере железо находится на 4-м месте среди всех элементов и на 2-м месте после алюминия среди металлов. Его кларк (процентное содержание по массе) в земной коре составляет 4,65 %. Железо входит в состав более 300 минералов. Соединения железа поступают в поверхностные воды за счет процессов химического выветривания горных пород. Значительные количества железа также могут поступать с подземным стоком и со сточными водами предприятий металлургической, металлообрабатывающей, текстильной, лакокрасочной промышленности и с сельскохозяйственными стоками. Повышенное содержание железа наблюдается в болотных водах, в которых оно находится в виде комплексов с солями гуминовых кислот – гуматами. В процессе взаимодействия с содержащимися в природных водах минеральными и органическими веществами образуется сложный комплекс соединений железа, находящихся в воде в растворенном, коллоидном и взвешенном состоянии [4].

Предельно допустимая концентрация общего железа для водоемов рыбо-

хозяйственного назначения составляет 0,1 мг/л. Содержание общего железа в воде в количествах 3 мг/л и выше характеризуется как высокое значение, а выше 5 мг/л как экстремально высокое значение. Содержание общего железа в воде обоих водоемов превышало предельно допустимую концентрацию, а в воде озера Бердениш его содержание, равное 3,08 мг/л, соответствовало высокому значению. Являясь биологически активным элементом, железо в определенной степени влияет на интенсивность развития фитопланктона и качественный состав микрофлоры в водоеме. Содержание железа в воде выше 1-2 мг/л значительно ухудшает органолептические свойства, придавая ей неприятный вяжущий вкус, и делает воду малопригодной для использования в технических целях.

Содержание тяжелых металлов в воде представлено на рисунке 1. Наиболее опасным для гидробионтов является повышенное содержание элементов, относящихся к 1 и 2 классам опасности, ртути и свинца. Как свинец, так и ртуть являются чрезвычайно токсичными элементами, обладающими кумулятивными свойствами, то есть, они способны накапливаться в объектах внешней среды, по пищевым цепочкам мигрировать в организм рыб и далее в человека. Предельно допустимая концентрация свинца для рыбохозяйственных водоемов составляет 0,006 мг/л. Содержание свинца в воде Кожакуля составило 0,029 мг/л, а в Берденише 0,027 мг/л, что соответствует значениям 4,8 ПДК и 4,5 ПДК, соответственно.

Естественными источниками поступления свинца в поверхностные воды являются процессы растворения эндогенных (галенит) и экзогенных (англезит, церуссит и др.) минералов. Основной причиной значительного повышения концентрации свинца в окружающей среде стало широкое применение его в промышленности.

Источниками поступления свинца в окружающую среду являются сжигание углей и применение тетраэтилсвинца в качестве антидетонатора в моторном топливе. Важнейшим источником свинца в окружающую среду является цветная металлургия. Пять предприятий цветной металлургии, находящиеся на территории Свердловской области, приносят в атмосферу России 68,7 % всех свинцовых выбросов. Промышленные источники свинца обуславливают загрязнение обширных территорий за счет процессов дальнего

атмосферного переноса загрязненных воздушных масс. Свинец находится в природных водах в растворенном и взвешенном (сорбированном) состоянии. В растворенной форме встречается в виде минеральных и органоминеральных комплексов, а также простых ионов, в нерастворимой - главным образом в виде сульфидов, сульфатов и карбонатов. У беспозвоночных животных, имеющих твердые покровы, свинец в наибольшей степени

концентрируется в них. У позвоночных животных свинец в наибольшей степени накапливается в костной ткани, у рыб - в гонадах, у птиц - в перьях, у млекопитающих - в головном мозге и печени. Свинец в организме человека накапливается в костях, вытесняя соли кальция, становясь постоянным источником отравления. Соединения свинца нарушают обмен веществ и являются ингибиторами ферментов [5].

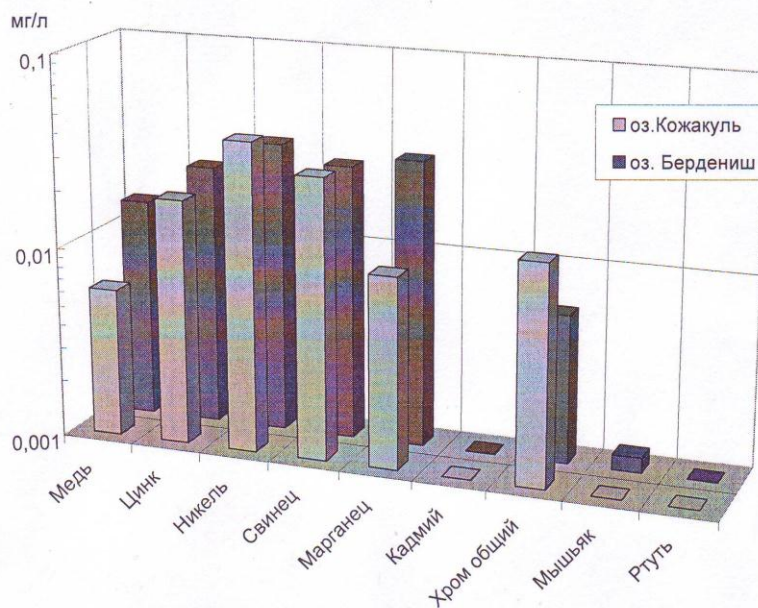


Рис. 1. Содержание тяжелых металлов в воде озер Кожаккуль и Бердениш.

В настоящее время глобальные биогеохимические циклы тяжелых металлов в сильной степени искажены человеческой деятельностью. Наиболее ярким является пример цикла ртути. При ежегодном поступлении этого металла в атмосферу из всевозможных природных источников в количестве около 3000 тонн, антропогенная эмиссия составляет около 4500 тонн в год. С территории Канады она превышает природную эмиссию в 1,5 раза, с территории США - в 3,2, а в Европе - в 110 раз. Высокая летучесть ртути и большая продолжительность жизни её паров в тропосфере (по разным оценкам от 0,5 до 2 лет) обеспечивают возможность их переноса на большие расстояния. Поэтому

ртути с полным основанием причисляется к глобальным экотоксикантам [6].

ПДК ртути для водоемов рыбохозяйственного назначения не должна превышать 0,00001 мг/л, поэтому даже минимальное содержание ртути в воде озер в количестве 0,0001 мг/л составило превышение ПДК в 10 раз. Соединения ртути высоко токсичны для человека и гидробионтов. Они поражают нервную систему человека, вызывают изменения со стороны слизистой оболочки, нарушение двигательной функции и секреции желудочно-кишечного тракта, изменения в крови.

На рисунках 2 и 3 представлено содержание тяжелых металлов в донных отложениях и рыбе обследованных озер.

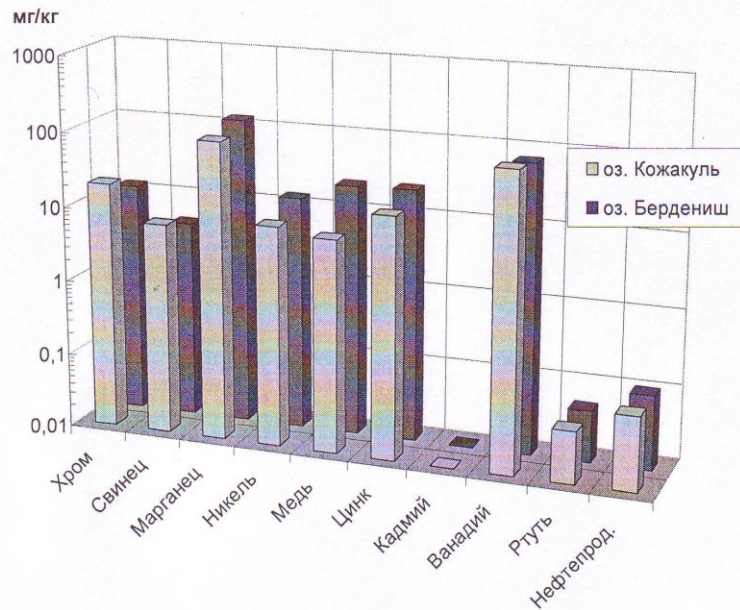


Рис. 2. Содержание тяжелых металлов и нефтепродуктов в донных отложениях озер Кожакуль и Бердениш.

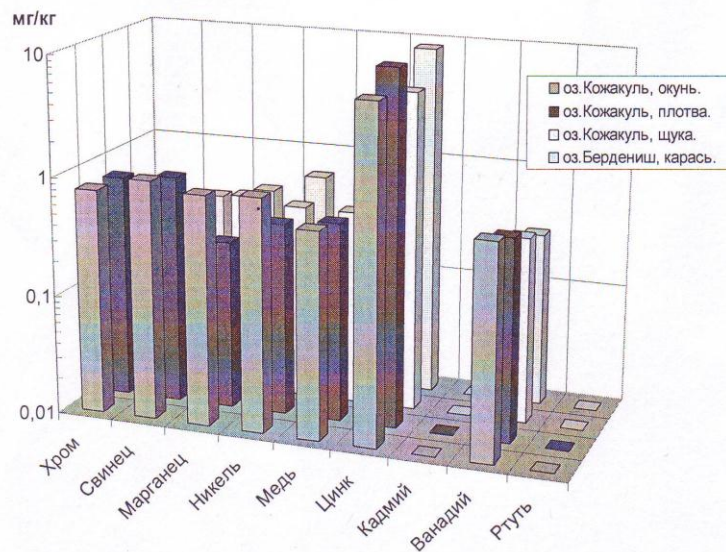


Рис. 3. Содержание тяжелых металлов в рыбе озер Кожакуль и Бердениш.

Наиболее токсичными элементами, количество которых в донных отложениях лимитируется нормативными документами, являются свинец, марганец, никель, цинк, медь, ванадий, ртуть. Полученные результаты свидетельствуют, что содержание никеля в донных отложениях Кожакуля превысило ПДК

в 2,1 раза, в донных отложениях Бердениша в 3,3 раза. Содержание меди превышало ПДК в 2,3 раза и 7,5 раза, соответственно.

Согласно СанПиН 2.3.2. 1078-01 [7], предельно допустимые концентрации содержания тяжелых металлов в рыбе нормируются по четырем элементам, а именно:

свинец – не более 1,0 мг/кг, мышьяк – не более 1,0 мг/кг, ртуть – не более 0,3 мг/кг и кадмий – не более 0,2 мг/кг. В результате исследования основных видов рыбы, обитающих в данных водоемах, установлено, что в окуне, выловленном в озере Кожакул, содержание свинца составило 1,017 мг/кг, что соответствует предельно допустимой концентрации данного элемента в тканях рыбы.

Заключение.

Как показали проведенные исследования, основными загрязнителями воды озер Кожакул и Бердениш являются тяжелые металлы: железо, медь, цинк, никель, свинец, ртуть. Если учесть, что на берегах обследованных озер нет крупных промышленных предприятий – источников поступления тяжелых металлов в водные объекты, то можно предположить, что такие элементы, как железо, являются естественными компонентами природных вод, характерными для Уральского региона. Присутствие других компонентов, таких как ртуть и другие тяжелые металлы, может быть вызвано загрязнением территорий глобальными выпадениями.

Химический состав донных отложений характеризует экологическое состояние водоема за более длительный промежуток времени. В результате установлено, что вследствие повышенного содержания тяжелых металлов в водной среде, происходит их аккумуляция в донные отложения. Об этом свидетельствует повышенное содержание никеля и меди в донных отложениях озер. Химическое загрязнение воды и донных отложений водоемов не может не отражаться на состоянии гидробионтов. В результате проведенных

исследований установлено накопление свинца в тканях рыбы озера Кожакул.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ №07-05-00171

ЛИТЕРАТУРА

1. Вода. Общие требования к отбору проб. ГОСТ 51592-2000. М. Госстандарт России, 2000.
2. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность. ГОСТ 17.1.5.01-80.
3. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочных безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды, водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение.- М.: ВНИРО, 1999.- 304 с.
4. Никаноров А.М. Гидрохимия : учеб. для вузов - Л.: Гидрометеоздат, 1989.- 351 с..
5. Линник П. Н., Набиванец Б. И. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. Л.: Гидро-метеоздат, 1986.- 270 с.
6. Тинсли И. Поведение химических загрязнителей в окружающей среде. Пер. с англ. под ред. М. М. Сенявина. М.: Мир, 1982. - 281 с.
7. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов//Санитарно – эпидемиологические правила и нормы СанПиН 2.3.2.1078 – 01. М. 2001.

ЧЕЛЯБИНСК ОБЛЫСЫНЫНДАҒЫ БЕРДЕНИШ ЖӘНЕ ҚОЖАКӨЛ КӨЛДЕРІНІҢ СУЫ, ТҮПКІ ШӨГІНДІЛЕРІ МЕН БАЛЫҚТАРЫНЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ

А.В. Трапезников, А.В. Коржавин, В.Н. Трапезникова, В.Н. Николкин, А.А. Екидин

Челябинск облысындағы Оңтүстік Орал АЭС құрылысы болжанған белдеуде орналасқан Бердениш және Қожакөл көлдерінің суы, түпкі шөгінділері мен балықтарының химиялық құрамын зерттеудің нәтижелері келтірілген. Темір, мыс, мырыш, никель, қорғасын, сынап көлдердің суының негізгі ластаушылары болатыны анықталды. Қожакөл көліндегі алабұғаның бұлшық етіндегі қорғасынның құрамы ШРК деңгейіне тең болды. Алынған нәтижелер реперлі сияқты АЭС құрылысындағы су қоймалардың бастапқы жағдайын сипаттайтын олардың мониторингін жүзеге асыру үшін айтарлықтай маңызы бар.

CHEMICAL COMPOSITION OF WATER, BOTTOM SEDIMENTS AND FISH OF THE KOZHAKOUL AND BERDENISH LAKES IN THE CHELYABINSK OBLAST

A.V. Trapeznikov, A.V. Korzhavin, V.N. Trapeznikova, V.N. Nickolkin, A.A. Yekidin

The results of study of chemical composition of water, bottom sediments and fish of the Kozhakoul and Berdenish lakes. The basic contaminants of the lakes water are iron, copper, zinc, nickel, lead and mercury. The content of nickel and copper in bottom sediments is determined to be heightened. The content of lead in a muscle tissue of the perch from Kozhakoul lake is equal to a marginal concentration.