

6. Денисова А. С. В кн.: Стриопаллидарная система 13—22, Л., 1973.
7. Карамян А. И. Эволюция конечного мозга позвоночных. Л., 1976.
8. Павлов И. П. Полн. собр. тр. 3, 405, М.—Л., 1949.
9. Саркисян Ж. С., Гамбарян Л. С. Паллидум. Ереван, 1984.
10. Суворов И. Ф. Стриарная система и поведение. Л., 1980.
11. Ханамирян Т. В., Гамбарян Л. С. Журн. высш. нервн. деят., 34, 678—684, 1984.
12. Черкес В. А. Передний мозг и элементы поведения. Киев, 1978.
13. Jung R., Hessler R. Handbook of Physiology, 7, 863—927, 1960.
14. Rosvold H. E. Acta neurobiol. exp. (Warszawa), 32, 2, 439—460, 1972.

Поступило 20.X 1986 г

Биол. ж. Армении, т. 40, № 12, 1004—1007, 1987

УДК 574.64+577.118

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ БАССЕЙНА ОЗЕРА СЕВАН

Р. О. ОГАНЕСЯН, Г. Г. БАБАЯН

Севанская гидробиологическая станция АН АрмССР, г. Севан

Ключевые слова: озеро Севан, тяжелые металлы, микроэлементы.

Литературные сведения о микрокомпонентном составе воды оз. Севан и его притоков малочисленны и противоречивы: публикации посвящены изучению общего содержания металлов в озере, что явно недостаточно для прогнозирования химического состава воды и исследования экологической ситуации в озере [3, 5]. Исследования последних лет убеждают в том, что степень токсичности природной воды как среды обитания гидробионтов определяется не столько валовым содержанием микроэлементов, сколько формой их существования в условиях данного региона [1].

В связи с этим мы сочли целесообразным наряду с систематическим контролем за содержанием, распределением, изменчивостью железа, цинка, меди, марганца, никеля, кобальта в воде оз. Севан и притоках исследовать формы существования и миграции металлов в поверхностных водах бассейна.

Материал и методика. Исследования проводили в 1982—86 гг. Ежемесячно отбирали пробы воды из двух станций озера по горизонтам (поверхность, глубина 10—30 м, дно) и из донных отложений (сезонно), а также на замыкающих створах рек, впадающих в озеро, на реке Арпа и вытекающей из озера р. Раздан.

Для микрокомпонентного анализа применяли метод атомно-абсорбционной спектроскопии в сочетании с высокочувствительными кинетическими методами (определение меди по каталитической реакции гидрохинон—перекись водорода, определение микроколичеств железа с использованием каталитической реакции окисления α -фенилтидина перйодатом калия). Взвешенную фракцию от растворенной отделяли фильтрованием в вакууме через фильтры «Синпор» № 7 с диаметром пор 0,3 мкм. Свободные, незакомплексованные формы определяли хемилюминесцентным методом. Для исследования закомплексованных металлов использовали метод гель-хроматографии на сефадексе G-75 фирмы «Pharmacia». Выход комплексных соединений контролировали описанными выше кинетическими методами, разрушая органическое вещество природной воды методом фотохимического окисления [4].

Результаты и обсуждение. Концентрация тяжелых металлов в оз. Севан и притоках сравнительно невысокая и не превышает соответству-

ющие предельно допустимые значения. Межгодовые изменения этого показателя в исследуемый период были незначительны, наблюдалось лишь некоторое повышение содержания никеля и кобальта в 1985 году. Среди изученных притоков наибольшее количество металлов несут в озеро наиболее крупные из них—Гаварагет, Масрик, Варденик. Вода всех притоков обогащена железом; годовой суммарный привнос составляет более 77 т. Реки бассейна оз. Севан отличаются малым содержанием марганца со среднегодовым привносом 8,5 т. Надо отметить, что р. Арпа является одной из наиболее «чистых» по содержанию микроэлементов рек бассейна. Среднегодовое поступление всех изученных металлов в озеро с притоками составляет примерно 100 т, вынос же через р. Раздан—42 тонны. Сбор атмосферных осадков (снег, дождь) и течение полного гидрологического года позволил рассчитывать количество тяжелых металлов, выпадающих на поверхность оз. Севан. Оно составляло: Fe—26, Mn—2,3, Cu—1,4, Zn—4,0, Ni—0,2, Co—0,9 т.

По распространенности в оз. Севан указанные элементы можно расположить в следующий убывающий ряд: Fe>Zn>Mn>Cu>Co>Ni.

Содержание микроэлементов в Большом Севане в основном выше, чем в Малом. На микрокомпонентный состав воды озера существенное влияние оказывают сезонные изменения состава воды притоков и интенсивно протекающие внутриводосемные процессы. Наиболее высокие концентрации железа и марганца отмечаются в весенне-осенний период с максимумом в июне. Содержание других ингредиентов (медь, никель, кобальт) повышается летом, частично зимой (кобальт). Цинк занимает промежуточное положение с весенне-летним максимумом концентраций. Изменчивость содержания железа и марганца обусловлена поступлением их в озеро в виде взвешенных и коллоидных частиц в паводок. Повышение содержания остальных металлов летом может служить показателем специфичности условий формирования микроэлементного состава вод региона (смыв из почв и грунтов, загрязнение сточными водами и т. д.). Неоднородность распределения микроэлементов в оз. Севан по глубине характерна для всех металлов. Пространственное распределение микроэлементов характеризуется наличием вертикальной стратификации: в периоды гомотермии (осеннее и весеннее перемешивание) отмечается заметное выравнивание распределения микроэлементов по глубине, концентрация железа и марганца в придонных слоях воды увеличивается в 2—3 раза. На неоднородность распределения микроэлементов влияет также «цветение» воды.

Установлена роль донных отложений оз. Севан в накоплении тяжелых металлов в процессе их круговорота. Среднее содержание микроэлементов в донных отложениях озера в основном соответствует кларковым величинам. В осадках Большого Севана оно выше, чем в Малом; местами значительного концентрирования тяжелых металлов как в Малом, так и в Большом Севане являются их центральные части. Для сопоставления содержания микроэлементов в донных отложениях с их содержанием в воде рассчитаны коэффициенты накопления; пределы их изменений составляют 10—1000 тыс. В соответствии с этим железо накапливается в большей степени в донных отложениях р. Макенис и

Аргичи, цинк—Личк и Гаварагет, медь—Варденик. В то же время доинные отложения таких рек, как Арпа и Макснис, содержание элементов в воде которых невелико, способны аккумулировать большое количество некоторых микроэлементов.

Изучение форм миграции тяжелых металлов проведено на примере железа и меди. Такой выбор элементов обусловлен схожестью поведения и химических свойств железа, марганца и частично цинка, составляющих одну группу металлов, и меди, кобальта и никеля, составляющих вторую группу.

В реках бассейна оз. Севан преобладающей формой переноса железа является взвешенная форма, на ее долю приходится $\approx 85\%$ общего железа. В воде озера содержание $Fe_{\text{в}}$ понижается и составляет 55% от валовой концентрации. Основной формой миграции меди в притоках и в озере Севан является растворенная форма. В реках 85% меди находится в виде растворенных форм, в озере взвешенная фракция составляет лишь 4% от валовой меди. Характерной особенностью поведения растворенной меди и железа в озере является достаточно высокая степень их закомплексованности. Примерно 90% меди и 95% железа (в процентах к растворенному металлу) связаны в комплексные соединения. Данные о распределении меди и железа по фракциях после разделения на колонке сефадекса свидетельствуют о значительном разнообразии комплексных соединений этих металлов. Закомплексованные формы железа представлены в основном соединениями с молекулярной массой $5000-10000$ единиц, составляющими примерно 50% общего связанного железа. Некоторая часть железа закомплексована высокомолекулярными фракциями органического вещества, однако их доля в общей сумме связанного железа не превышает $6-10\%$. Доминирующими комплексными соединениями меди являются соединения с молекулярной массой $1000-10000$ единиц; при этом соединения с молекулярной массой 9000 составляют 40% от общей закомплексованной меди, соединения с молекулярной массой 2000 единиц— 35% от $Si_{\text{св}}$. Состав комплексных соединений меди и железа подвергается значительным изменениям в годовом цикле.

Рассчитаны некоторые статьи материального баланса тяжелых металлов в оз. Севан. В наибольшей степени в оз. Севан накапливаются соединения железа и марганца, т. е. элементов, способных образовывать малорастворимые гидроксиды (оксиды) при пониженных значениях pH среды. Довольно высокая степень аккумуляции меди и цинка связана, очевидно, как с их сорбцией на органоминеральных извесах, так и с активным потреблением гидробионтами. Поскольку, судя по химическим свойствам, сорбционная способность кобальта и никеля близка к таковой меди и цинка, пониженная аккумуляция их по сравнению с последними обусловлена вероятнее всего менее интенсивным потреблением их гидробионтами.

Таким образом, концентрация тяжелых металлов в озере и притоках сравнительно невысокая; наиболее распространены железо и цинк. Среди рек повышенным содержанием микроэлементов выделяются наиболее крупные: Масрик, Гаварагет, Варденик, Аргичи. Наблюдается

неоднородность вертикального распределения и сезонная изменчивость концентраций тяжелых металлов в озере. В донных отложениях отмечается значительное концентрирование металлов: распределение их по ложу озера хорошо коррелирует с содержанием органического вещества и составом донных осадков.

Установлено, что преобладающей формой миграции меди и железа в озере является растворенная форма. Выявлена высокая степень закомплексованности меди и железа. Вычислен молекулярный вес комплексных соединений; доминирующими комплексными соединениями меди являются соединения с молекулярной массой 1000—10000 единиц, железа—5000—10000 единиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Линник П. Н. Гидробиолог. журн., 20, 1, 1984
2. Линник П. Н., Набиванец Б. М. Формы миграции металлов в пресных и поверхностных водах. Л., 1986
3. Лягги С. Я. Мат-лы по исследованию оз. Севан и его бассейна. Гидрохимический очерк оз. Севан, 2, 4, Л., 1932.
4. Набиванец Б. И., Линник П. Н., Калайчица Л. В. Кинетические методы анализа природных вод. Киев, 1979.
5. Руднянские воды и их влияние на формирование химического состава оз. Севан. Промежуточный отчет по тематике ГКНТ, Ереван, 1982.

Поступило 27 IV 1987 г.

Бюлл. ж. Армении, т. 40, № 12, 1007—1011, 1987

УДК 630.56

ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ НАСАЖДЕНИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ СОСНЫ И ТОПОЛЯ, КУЛЬТИВИРУЕМЫХ НА ОБНАЖЕННЫХ ГРУНТАХ оз. СЕВАН

П. А. ХУРШУДЯН, А. М. ПАХЛЕВАНЯН

Институт ботаники АН АрмССР, Ереван

Ключевые слова: оз. Севан, тополь канадский, сосна обыкновенная, корневая система.

Изучение корневой системы деревьев при разной плотности их стояния дает возможность разработать мероприятия по управлению их жизнедеятельностью и ростом и развитием насаждений в целом. Выяснению этого вопроса посвящен ряд исследований [2, 4, 6, 8], в которых показано, что загущение насаждений сосны снижает воздушно-сухой вес семян, в особенности вес корневой системы. Для лучшего освоения почвогрунтов корнями деревьев Погребняк [9] рекомендует выращивать молодняки и жердняки при сравнительно густом стоянии, что способствует развитию вертикальных корней. Ахромейко [1] отмечает, что в густых насаждениях сосны после смыкания кроны рост корневой системы замедляется и наступает дифференциация деревьев на отдельные группы по степени их жизнеспособности, т. е. насаждения самониз-