

УДК 543.064:549.28 (282.255.5)

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ОЗЕРАХ ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

Г.С. Кунанбаева, С.М. Романова

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

Табиғи суда (Cu, Zn, Mn) ауыр металлдардың күн кестесі мен динамикасын зерттеу нәтижелері ұсынылады.

Представлены результаты исследования режима и динамики тяжелых металлов (Cu, Zn, Mn) в природных водах.

The results of study heavy metal (Cu, Zn, Mn) conditions and dynamics in natural water presented.

Анализ происходящих экологических изменений показывает, что в последние десятилетия антропогенные воздействия стали превышать адаптивные возможности природных экосистем. В водных экосистемах, подверженных интенсивному загрязнению, произошла разбалансировка внутриводоемных процессов, определяющих качественное состояние среды обитания гидробионтов.

Одним из крупнейших водоемов Казахстана является озеро Балхаш, водные ресурсы которого комплексно используются многими отраслями народного хозяй-

ства. Река Или является главной артерией озера Балхаш. Забор воды из реки Или на наполнение Капчагайского водохранилища и использование воды на орошаемое земледелие сократили поступление воды в озеро Балхаш, что привело к снижению уровня озера. В современный период, в условиях острого дефицита водных ресурсов в Южном Казахстане, этот бассейн практически единственный в южной и в южно-восточной зонах. Во всем мире тяжелые металлы рассматриваются как особо опасные, в смысле токсичности, вещества. Главное зак-

лючается не в явном отравлении, а в том, что тяжелые металлы способны концентрироваться в пищевых цепях, в силу чего поражается функционирование отдельных звеньев биосферы. Длительное воздействие техногенных загрязнителей резко снижает иммунитет человека и, безусловно, имеет генетические последствия. Среди самых опасных тяжелых металлов – свинец, кадмий и ртуть, позднее к ним добавились медь, олово, ванадий, хром, молибден, кобальт, цинк и никель.

В этом аспекте имеет определенное практическое значение исследование режима и динамики тяжелых металлов в природных водах, начавшее еще в 50-х годах академиком А.Б.Бектуровым и член-корреспондентом АН КазССР Б.А.Беремжановым. Значение микроэлементов (Cu, Zn, Mn) огромно, так как среди других микроэлементов тяжелые металлы являются индикаторами на загрязнение водоемов.

За период выполнения работы проанализировано свыше 100 проб воды озера Балхаш. На основе этих определений установлены пределы варьирования концентрации этих микроэлементов, особенности формирования микроэлементов, закономерности режима и динамики их в воде озера Балхаш.

Определение меди и цинка проводилось из одной пробы воды фотометрическим методом [1], а марганца формальдоксимным методом [2].

Медь. Предельные и средние значения концентрации меди в воде озера Балхаш за летние периоды 1999-2000 г.г. представлены в таблицах 1,2. В таблицах представлены данные для западной и восточной частей озера и для всего озера в целом. Концентрация меди варьирует в Западном Балхаше в пределах от 3,22 до 11,49 мкг/л в 1999 году и от 2,10 до 25,00 мкг/л в 2000 году; в Восточном Балхаше соответственно от 1,18 до 17,65 мкг/л и от 4,00 до 43,00 мкг/л. Следует отметить, что концентрация меди в этих же районах в 2000 году за летний период в 2 раза выше, чем концентрация меди в 1999 году. Это свидетельствует о накоплении меди в озере.

Самым загрязненным районом по данным 1999 года являются II-IV районы, а по данным 2000 года IV-V районы, куда попадают сточные воды Балхашского горно-металлургического комбината, сточные воды г.Балхаша и рыбзавода. Минимальная концентрация меди обнаружена соответственно годам в VI районе – 3,22 мкг/л и VI и VIII районах – 8,50 мкг/л.

Таблица 1

Средние и предельные значения концентрации меди и цинка в
Западном и Восточном Балхаше (лето 1999 г.)

№ района	Cu, мкг/л	Zn, мкг/л	Ср.значение		Предельное значение	
			Cu	Zn	Cu	Zn
Западный Балхаш						
I	4,17	33,38				
II	9,14	30,60				
III	8,60	38,51	7,80	35,58	4,17-9,30	30,60-39,84
IV	9,30	39,84				
Восточный Балхаш						
V	3,53	41,38				
VI	7,44	62,36				
VII	6,49	55,17	5,87	54,28	3,53-7,44	41,28-62,36
VIII	6,02	57,83				
По всей акватории озера						
			6,83	44,93	3,53-9,30	30,60-62,36

Таблица 2

Средние и предельные значения концентрации меди и цинка в
Западном и Восточном Балхаше (лето 2000 г.)

№ района	Cu, мкг/л	Zn, мкг/л	Ср.значение		Предельное значение	
			Cu	Zn	Cu	Zn
Западный Балхаш						
I	20,21	62,40				
II	18,98	43,00				
III	21,05	56,50	18,73	32,21	14,68-21,05	39,00-62,40
IV	14,68	39,00				
Восточный Балхаш						
V	24,21	77,64				
VI	8,62	16,82				
VII	16,56	52,34	14,49	39,77	8,56-24,21	16,82-77,64
VIII	8,56	22,28				
По всей акватории озера						
			16,61	35,99	8,56-24,21	16,82-77,64

Распределение концентрации меди по акватории озера неравномерно. Наиболее низкие концентрации меди наблюдаются в восточной

части озера, что обусловлено соосаждением меди карбонатами кальция и магния. Ранее выполненными работами [3] было показано,

что сорбируемость на карбонате кальция выше всего у меди и цинка.

Степень соосаждения микроэлементов зависит от полноты выделения в осадок CaCO_3 , что, в свою очередь, определяется карбонатной щелочностью воды. Поэтому в отличие от кобальта и никеля содержание меди и цинка в соляных озерах зависит от их химического типа. В карбонатных озерах эти элементы извлекаются больше, чем в других водоемах, так как здесь при прочих равных условиях больше осаждается CaCO_3 . Для соосаждения меди в этих районах озера создаются благоприятные условия из-за относительно высоких значений рН и концентрации карбонатных ионов. Другой причиной является потребление меди фитопланктоном, поскольку медь принимает активное участие в биологических процессах. Нашими исследователями установлено, что интенсивное образование CaCO_3 наблюдается по всей акватории озера, а MgCO_3 лишь в крайних восточных плесах (VII, VIII районы).

Представляет интерес сопоставить имеющиеся данные по концентрации меди за предшествующие годы. Так по данным А.И.Муна [4] содержание меди и цинка в воде Западного Балхаша в летний период составляет соответственно 10,0 и 7,0 мкг/л. за последние 20 лет концентрация меди возросла почти в 2 раза, а цинка в 7 раз. Таким образом, за-

грязнение воды тяжелыми металлами за счет антропогенного фактора очевидно.

На основании экспериментальных данных нами сделан вывод, что основной формой миграции меди являются и коллоидные растворы. Способность меди мигрировать в форме растворимых соединений в условиях высокого окислительно-восстановительного потенциала и высокого рН поверхностных вод обусловлено тем, что медь при этом в отличие от других тяжелых металлов не подвергается гидролизу. С этим, может быть, и связано сравнительное постоянство концентрации меди в озере [5-6].

Содержание меди в озере превышает ПДК в 8-22 раза по нормативам, предъявляемым к водоемам рыбохозяйственного значения.

Представляет интерес выявить наличие корреляционной связи между медью и общей минерализацией воды в озере Балхаш. С увеличением минерализации воды содержание меди в озере уменьшается. Аналогичная закономерность была выявлена А.И.Муном [4] при исследовании озер Казахстана. Вероятно, подавление миграционной способности меди с увеличением минерализации вызвано процессами соосаждения различными сорбентами, которые находятся иногда в зависимости от содержания солей в растворах. Однако в целом корреляционную

связь между концентрацией меди и общей минерализацией следует оценить как слабую. Корреляционной связи между рН, перманганатной окисляемостью с концентрацией меди не обнаружено.

Цинк. Данные по содержанию цинка в воде озера Балхаш за летние периоды 1999-2000 гг. представлены в таблицах 1, 2. Концентрация цинка в Западном Балхаше варьируется в пределах от 30,0 до 40,0 мкг/л (1999 г.) и от 39,0 до 62,0 мкг/л (2000 г.); в Восточном Балхаше, соответственно, от 39,0 до 62,0 мкг/л (1999 г.) и от 17,0 до 77,0 мкг/л (2000 г.).

Самым загрязненным районом по данным 1999 года является V и VI районы, а по данным 2000 года IV и V районы, куда попадают сточные воды БГМК, г. Балхаша и рыбзавода.

Распределение цинка по акватории озера неравномерно. Наиболее низкие концентрации цинка наблюдаются в восточной части озера 30,0 и 39,0 мкг/л (соответственно годам), а максимальные концентрации цинка наблюдаются в западной части: 62,0 и 77,0 мкг/л.

Нами показано, что на содержание цинка оказывает влияние химический состав воды: соляные озера содового типа в среднем в 2-3 раза беднее цинком, чем сульфатные. Озеро Балхаш по своему типу является сульфатным. Корреляционной связи концентрации цинка с мине-

рализацией воды, рН и перманганатной окисляемостью не обнаружено. Содержание цинка в озере Балхаш превышает ПДК в 7 раз.

Марганец. Из изученных микроэлементов наименьшая доля (1,1-1,5%) от суммы микроэлементов приходится на марганец. Известно, что вода озера Балхаш является щелочной (рН 8,6-9,3), а в щелочной среде марганец лучше окисляется кислородом, находится в более высокой степени окисления, поэтому менее растворим и подвижен. Если сравнивать данные по содержанию марганца в почвах, примыкающих к береговой полосе озера (129 мг/кг), и в воде озера, то следовало ожидать и высоких концентраций марганца в воде. Однако, в силу описанных факторов, становится понятным относительно малое содержание марганца в воде озера.

Содержание марганца в 8 районах колеблется в пределах 16,0-133,0 мкг/л, составляя в среднем для Западного Балхаша 52 мкг/л, для Восточного Балхаша – 73 мкг/л, для всего озера 63 мкг/л. зона с низкими концентрациями марганца расположена в западной части озера. Это обусловлено связыванием марганца органическим веществом, для развития которого в этой части озера имеются наиболее благоприятные условия (малая глубина, большая мутность, лучшая прогреваемость, перемешивание и др.). Марганец по

акватории озера распределен неравномерно. Установлена корреляционная связь между содержанием марганца и рН воды. Для марганца связь с общей минерализацией отсутствует.

Проведенные исследования показали, что медь, цинк, марганец по акватории озера распределяют-

ся неравномерно. В большинстве случаев наблюдается некоторое снижение их концентрации, что обусловлено процессами их соосаждения карбонатами кальция и магния. За последние 20 лет отмечено увеличение концентрации меди в среднем в 2 раза, а цинка в 7 раз, за счет влияния антропогенного фактора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенов А.Д. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Л.: Гидрометеоздат. 1977. С. 155-164

2. Варенко Н.И., Чуйко В.Т. Динамика содержания марганца в Днепродзержинском и Днепровском водохранилищах. В кн.: Гидрохимические материалы. Л.: Гидрометеоздат. 1985. Т. 64. С. 71-77

3. Алекин О.А., Моричева Н.П. К изучению сорбции микроэлементов карбонатной системой природных вод. Докл. АН СССР. 1960. Т. 139. № 4. С.

4. Мун А.И. Распределение

микроэлементов в водоемах Казахстана. Алма-Ата: Наука. 1971. 263 с.

5. Романова С.М., Батаева К.О и др. Экологические аспекты загрязнения токсичными веществами поверхностных вод Казахстана. Вестник КазГУ, серия химическая, 1996, № 5-6, с.7-8.

6. Романова С.М., Крученко С.С., Батаева К.О. Состояние и миграция загрязняющих веществ в экосистеме Или – Балхашского бассейна. Тез. докл. 2 Всесоюзной конференции по рыбохозяйственной токсикологии. Санкт-Петербург. 1991. С. 82.