

УДК 504.73/.74.054

**О ВЛИЯНИИ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА
СОСТОЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ОЗЕРА БАЛХАШ**

Доктор геогр. наук Н.А. Амиргалиев
Канд. геогр. наук Т.Я. Лопарева
 С.Т. Накыпбек
 Б.К. Кенжебеков

Рассмотрены источники загрязнения оз. Балхаш; дан краткий обзор проведенных исследований по влиянию антропогенного загрязнения на водную среду и гидробионты, изложен материал по накоплению металлов и пестицидов в растениях и беспозвоночных организмах озера.

Озеро Балхаш относится к числу крупнейших естественных водоемов Земного шара с площадью водной акватории около 17,8 тыс. км². Обширный по площади Или-Балхашский регион, представляющий собой уникальный природный комплекс, отличается высоким развитием горно-рудной, металлургической промышленности, сельского и коммунального хозяйства. На его территории, занимающей около 390 тыс. км², проживает сегодня свыше 1,4 млн. человек, т.е. более 9,4 % всего населения страны.

Интенсивное использование вод Или-Балхашского бассейна многими отраслями народного хозяйства, загрязнение атмосферы, поступление сточных вод промышленных предприятий и сельскохозяйственного производства привело к нарушению сбалансированности всей экосистемы озера Балхаш и ее загрязнению. Загрязнение озера тяжелыми металлами связано в первую очередь с функционированием Балхашского горно-металлургического комбината (ныне корпорация «Казахмыс») и Текелийского комплекса горно-рудной промышленности. За прошедшие 60 лет сточные воды и воздушные выбросы послужили причиной накопления токсикантов по всей акватории Балхаша. Концентрация многих элементов повсеместно превышает предельно-допустимые значения для рыбохозяйственных водоемов. Уровень их накопления в донных отложениях озера превосходит средний уровень этих элементов в почвах Казахстана и Прибалхашья. Значительные загрязнения в экосистему озера вносят сельско-

хозяйственные сбросы, содержащие в своем составе хлор и фосфорорганические пестициды.

Кроме указанных выше хозяйственных объектов к числу источников загрязнения озера относятся также Балхашская ТЭЦ, предприятия ТОО «Балхашбалык» и его транспортные, рефрижераторные суда, мясо-молзавод и др. Химико-токсикологические показатели сточных вод этих промышленных объектов и влияние их на качество озерных вод были рассмотрены в небольшом числе публикаций [1...4, 11].

Сбросные воды из этих объектов характеризуются обилием взвешенных и растворенных форм органических загрязнений, концентрация аммонийного и нитратного азота достигала 10...15 мг/дм³ и выше. Нефтепродукты и различные отработанные масла в стоках ТЭЦ, рыбообрабатывающих предприятий и в подслановых, технологических отработанных водах транспортно - рефрижераторных судов и плавбаз были зарегистрированы в количестве до 3900...4150 мг/дм³, а минерализация отдельных категорий стоков достигала 4,0...6,8 г/дм³.

Таким образом, оз. Балхаш принимает сточные воды от многих отраслей хозяйства, имеющие в своем составе различные виды загрязнения от органических веществ до остротоксичных соединений металлов и ядохимикатов. Последние, разумеется, представляют наибольшую опасность для водной экосистемы озера. Если тяжелые металлы поступают в озеро из металлургических объектов в виде атмосферных выбросов и производственных стоков, то ядохимикаты попадают в водоем с речными водами, а также путем неорганизованных сбросов из орошаемых массивов. Указанные токсиканты для оз. Балхаш могут считаться приоритетными, миграция которых, по отдельным звеньям водной экосистемы, должна быть предметом систематического наблюдения.

Известно, что антропогенному загрязнению оз. Балхаш подвергается в течение многих десятилетий, начиная с довоенного периода. Однако целенаправленных исследований по оценке токсичности поступающих в озеро стоков по отношению к водным животным, а также по влиянию этих загрязнений на количественные показатели и распространение гидробионтов по акваториям озера, включая зоны, подверженные загрязнению, не проводилось. Каких-либо публикаций по этим вопросам в литературе не встречается.

Небольшие по масштабу лабораторные эксперименты и натурные исследования по данному вопросу были выполнены с некоторым переры-

вом в 1967...1972 гг. Согласно результатам лабораторных опытов [12], сточные воды металлургического комбината характеризуются высокой токсичностью, что выявлено с использованием мизид и дафний в качестве тест - организмов. В неразбавленных натуральных стоках в течение нескольких часов произошла 100 % гибель организмов. В сосудах при разбавлении стоков до 1 : 64 к концу вторых суток осталось около 15...16 % всех посаженных мизид, а появившаяся молодь была очень слабой и малоподвижной. Даже при разбавлении стоков в 256 раз взятые организмы по приросту сильно отставали от контроля.

Натурные исследования, выполняемые одновременно с лабораторными опытами (в 1970...1972 гг.) по существу впервые позволили оценить влияние стоков на состояние гидрофауны озера. В бухте Бертыс и заливе Тарангалык в зоне распространения стоков предприятий «Казахмыс» и Балхашской ТЭЦ в составе водных беспозвоночных отсутствуют ветвистосусые рачки, а веслоногие зарегистрированы лишь в единичных экземплярах [2,4]. Бентос в этих частях озера крайне беден по количеству и качественному составу, он представлен в основном личинками хиронамид. Биомасса бентоса находится в интервале 0,02...0,04 г/м². Местами донная фауна отсутствует. Результаты исследования последних лет (1996...2001 гг.) также свидетельствуют об отсутствии в загрязненных акваториях таких массовых для озера видов, как моллюски, корофины, мизиды, полихеты и др. А биомасса зоопланктона отличается здесь низкими значениями, часто в пределах 0,132...0,148 г/м³.

Прогрессирующее загрязнение рыбохозяйственных водоемов республики ядохимикатами, используемыми в сельском хозяйстве, к концу 70-х годов принимало угрожающий характер, вызывая резкое ухудшение условий обитания гидробионтов и глубокие экологические нарушения в водоемах. Увеличение площадей сельхозугодий в Балхаш-Илийском бассейне, функционирование к этому моменту крупных Акдалинского и Каратальского массивов орошения и массовый характер использования ядохимикатов во всех сферах земледелия привело к интенсивному загрязнению речных систем и самого озера. Следовательно, Балхаш стал приемником двух групп высокотоксичных загрязняющих веществ – пестицидов и тяжелых металлов, обладающих высокой стабильностью и кумулятивным эффектом, не считая других источников загрязнения, о чем сказано выше. Именно пестициды и металлы, накапливаясь по трофическим цепям до концентрации в сотни и тысячи раз превышающих их содержание в воде, способны вызвать глубо-

кие нарушения физиолого-биохимических процессов в организме водных животных с последующим морфо-функциональными изменениями патологического характера в органах и тканях.

По данным Ю. Одума [19], например, в воде, содержащей 0,004 млн. долей ДДТ на 1 л в конце пищевой цепи, после планктона и рыб, на 1 кг веса бакланов приходится уже 26,4 млн. долей ДДТ, что может послужить причиной исчезновения отдельных звеньев живой цепи. Л.П. Брагинским [7] установлен уровень аккумуляции хлорорганических пестицидов в планктонных организмах днепровских водохранилищ 0,118 мг/кг, бентосных - 0,1457 мг/кг, в молоди рыб - 0,2535 мг/кг, у взрослых особей - 1,5189 мг/кг. Известны также сведения о том, что планктон, мальки рыб и водные растения, концентрируют стойкие пестициды в своих тканях в $10^3 \dots 10^5$ раз по сравнению с концентрацией этих веществ в воде, а крупные рыбы - в 10^6 раз, а рыбоядные птицы - в $(1 \pm 3)10^7$ раз [14,22].

Особенно разрушительные последствия вызывает накопление тяжелых металлов в водных организмах, достигающие коэффициента накопления (обогащения), равного $10^5 \dots 10^6$ и выше. Например, устрицы способны накопить до 1 % цинка и 0,003 % кадмия, планктон концентрирует медь в 90000 раз, свинец в 12000 раз, кобальт в 16000 раз по сравнению с их концентрацией в загрязненной морской воде [6].

Напряженная экологическая обстановка на оз. Балхаш, вызванная прогрессирующим его загрязнением пестицидами и тяжелыми металлами, дала начало развитию со второй половины 80-х годов исследования в области биоаккумуляции указанных токсичных соединений в водной фауне и флоре водоемов Балхаш-Илийского бассейна. Появился ряд научных публикаций, посвященных этому вопросу [5, 8, 13, 15...17].

Судя по опубликованным сведениям и отчетным материалам КазНИИ рыбного хозяйства за многолетний период, уровень пестицидного загрязнения водной экосистемы оз. Балхаш и речных систем в последние 5...6 лет несколько снизился в связи с уменьшением использования пестицидов в сельском хозяйстве. Однако загрязнение тяжелыми металлами имеет прогрессирующий характер. Возрастает уровень их накопления в биологических объектах озера. Эти вопросы более подробно рассмотрены нами в монографии [21].

Ниже в обобщенной форме излагаются результаты исследования по кумуляции металлов в водных растениях и беспозвоночных организмах оз. Балхаш, так как эти звенья водной экосистемы остаются сравнительно

малоизученными. По накоплению металлов в этих биологических объектах использованы материалы за 1993, 1994, 1997, 2001 и 2002 гг., по которым имеются более полные сведения.

В более крупных формах фитопланктона – обрастаниях, представленных сине-зелеными и диатомовыми водорослями, активно накапливаются титан, марганец, стронций, коэффициенты их накопления (K_n) в 1992...1994 гг. составляли 84,4; 108; 258 соответственно. С годами эти значения изменяются в сторону увеличения, достигая максимума в 1997 г. Коэффициенты накопления при этом были на уровне для стронция – 385, марганца – 268, титана – 149. В течение этого периода в обрастаниях сильно возрос уровень накопления свинца (K_n до 400). Несколько в меньшей степени аккумулируется в этих растениях Cu, Zn, Cr, Co, Ni. Коэффициенты накопления их лежат в интервале 40,9...62,5. В зеленых и сине-зеленых водорослях из отдельных районов прибрежной зоны озера зарегистрированы кадмий и другие остротоксичные соединения в пределах 0,17...0,20 мг/кг сырой массы.

Аналогичные результаты получены при исследовании Балтийского моря и его заливов [20], где также зафиксирована активность Mn, Sr и Pb в накоплении в водорослях. В пресноводных экосистемах водоросли усиленно поглощают кобальт [9], что нехарактерно для солоноватоводных видов водорослей.

Следует также отметить, что в условиях водной экосистемы оз. Балхаш такие наиболее приоритетные для озера загрязняющие элементы как медь и цинк не отличаются активностью в накоплении фитопланктоном. А в днепровских водохранилищах, подверженных эвтрофированию, эти металлы, а также марганец, весной в начале интенсивного развития фитопланктона практически полностью исчезают из водной среды, появляясь в результате осенней деструкции водорослей [18].

Среди представителей высшей водной растительности более резистентными являются погруженные формы, которые в 1,7...7 раз больше накапливают металлы, чем воздушно-водные. Свободно-плавающие и погруженные макрофиты идентичны по накоплению свинца, никеля, олова, меди в пределах 0,60...12,6 мг/кг воздушно-сухого вещества (ВСВ). В большом количестве эти макрофиты содержат титан, марганец и стронций от 250 до 1860 мг/кг ВСВ.

Кормовые для рыб беспозвоночные организмы, как следующее звено в трофической цепи, также накапливают микроэлементы и тяжелые металлы в своем организме, при этом уровень кумуляции их также значительно превышает содержание токсикантов в воде. Из осредненных данных табл.1 следует, что все из анализируемых нами элементов в той или иной степени аккумулируются в тканях беспозвоночных организмов озера. Более активно с концентрацией выше 10 мг/кг в сырой массе зоопланктона накапливается Sr, Ti, Pb, Mn и Ba, а в зообентосе также 6 элементов, только вместо свинца присутствует цинк со средней концентрацией 25,1 мг/кг (в сырой массе). Коэффициенты накопления указанных элементов составили в зоопланктоне от 11,6 для бария до 193 для свинца, а в зообентосе от 17,7 для бария до 270 - для цинка (рис.1).

Следующую группу элементов, занимающую как бы среднее положение, с уровнем концентрации от 1,0 до 10 мг/кг составляют для зоопланктона В, Zn, Cu, а для бентоса - Sr, В, Pb и Cu. Коэффициенты их накопления в зоопланктоне в пределах 6,8...47,5, в бентосе 7,9...92,5. В наименьших количествах в планктоне от 0,05 до 0,76 мг/кг, бентосе от 0,01 до 0,97 мг/кг зарегистрированы Ag, Sr, Co, Mo, Ni, V и Cr в зоопланктоне, хотя и в бентосе содержание его невысоко (табл.1). Как следует из рис.1, коэффициенты накопления этих элементов в планктонных организмах от 8 до 24, а в донной фауне - от 1,3 до 29,0.

Из анализа полученного материала следует, что уровень накопления отдельных металлов и микроэлементов в зоопланктоне озера в целом стабилен по годам. В 1997 г. для ряда элементов отмечено некоторое снижение их концентрации. В бентосных организмах межгодовые колебания кумуляции пестицидов проявляются в большой степени.

Концентрация в них таких элементов как Ti, Mn, Pb, Mo и серебро из года в год возрастает.

Это, очевидно, можно объяснить ростом накопления токсикантов в донных отложениях. Анализ имеющегося банка данных свидетельствует о том, что за последние 10 лет в грунтах по всей акватории озера в 1,6...9,8 раза возросло количество марганца, стронция, кобальта; во II-III районах в 4...7 раз увеличилась концентрация меди, в 2... 4 раза - цинка.

*Коэффициент накопления K_n означает отношение концентрации токсикантов в гидробионтах, мг/кг, к концентрации веществ в воде, мг/дм³.

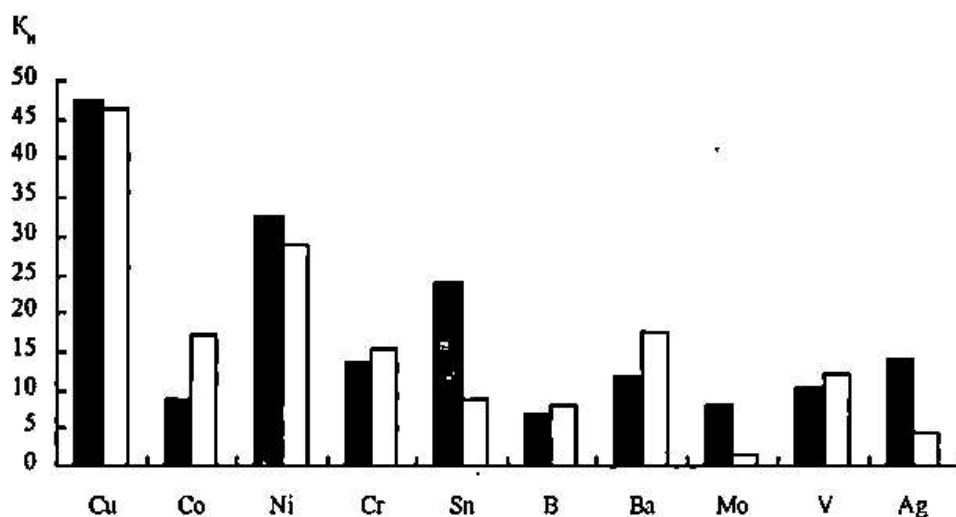
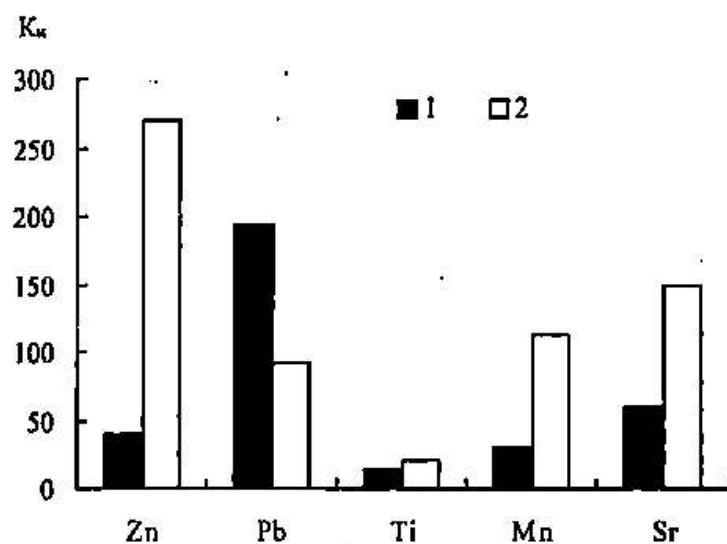


Рис. 1. Средние значения коэффициентов накопления элементов в зоопланктоне (1) и зообентосе (2) озера Балхаш.

Общее представление об изменении концентрации металлов в донных организмах (мизидах) и в грунтах во времени и в отдельных характерных районах озера дают данные табл.2.

Как видно в табл. 2, в донных отложениях четвертого, более загрязненного района, прилегающего к г. Балхашу, накапливается значительно большее количество металлов, чем в осадках пятого района, что соответствует и большей концентрации их (в 1,5...2 раза) в мизидах, обитающих в акватории четвертого района. Следует отметить особенно высокое содержание свинца в мизидах IV-го района (14,1 мг/кг), что в 5,2 раза выше, чем в V-ом районе.

Таблица 1

Среднее содержание (мг/кг) элементов в кормовых организмах оз. Балхаш за 1993...1994 и 1997 гг.

Элемент	Зоопланктон	Зообентос
B	1,04	1,58
Ba	10,6	17,7
Cu	9,4	6,0
Zn	3,35	25,1
Ti	49,8	80,9
Mn	11,7	61,7
V	0,65	0,97
Co	0,13	0,24
Ni	0,35	0,33
Pb	20,0	1,79
Sr	79,7	157
Mo	0,10	0,45
Cr	0,76	1,02
Sn	0,06	0,02
Ag	0,05	0,01

Таблица 2

Содержание элементов в мизидах и донных отложениях озера Балхаш и его отдельных районов

Год	Район отбора	Элемент, мг/кг						
		Zn	Ni	Cu	Mn	Pb	Cd	Cr
мизиды								
1991...2000	среднее по водоему	7,9	0,25	5,9	10,5	3,0	не обн.	0,73
2001	IV	11,5	1,17	22,4	11,6	14,1	0,29	13,3
2001	V	18,5	0,92	8,3	27,8	2,73	0,17	16,6
2002	IV	13,7	1,61	10,5	31,1	3,86	0,16	44,2
2002	V	17,7	1,06	8,4	15,8	2,88	0,21	32,6
грунты								
2001	IV	578,4	38,1	310,9	589,0	639,4	56,0	61,2
2001	V	96,2	37,1	69,4	460,0	55,7	35,0	55,6

Анализ проб, собранных в 2001 и 2002 гг. свидетельствует о повсеместном присутствии кадмия в донных отложениях, соответственно и в ми-

зидах. В предыдущие годы кадмий был зарегистрирован в единичных образцах и в незначительных количествах. Обращает на себя внимание также тот факт, что в 2001 и 2002 гг. имеет место значительный рост концентрации приведенных в таблице компонентов в мизидах относительно их среднесуточного содержания, что свидетельствует о продолжающемся загрязнении экосистемы оз. Балхаш этими токсичными соединениями.

В отличие от зоопланктона отдельные виды донной фауны отбирались для анализа в чистом виде, что позволило выявить некоторые характерные моменты избирательного накопления ими металлов. Более активными концентраторами большинства элементов оказались двухстворчатые моллюски (анадонта) и бокоплавы, для которых коэффициенты накопления для Mn, Sr, Cu, Sn, Ba, V в 2...5 раз выше, чем для мизид (рис. 2). Коэффициент накопления Mn, например, мизидами составляет 22, а анадонтой 550. Pb и Zn интенсивней аккумулируется мизидами ($K_n = 148...161$). Меньшей накопительной способностью по отношению к металлам обладают креветки.

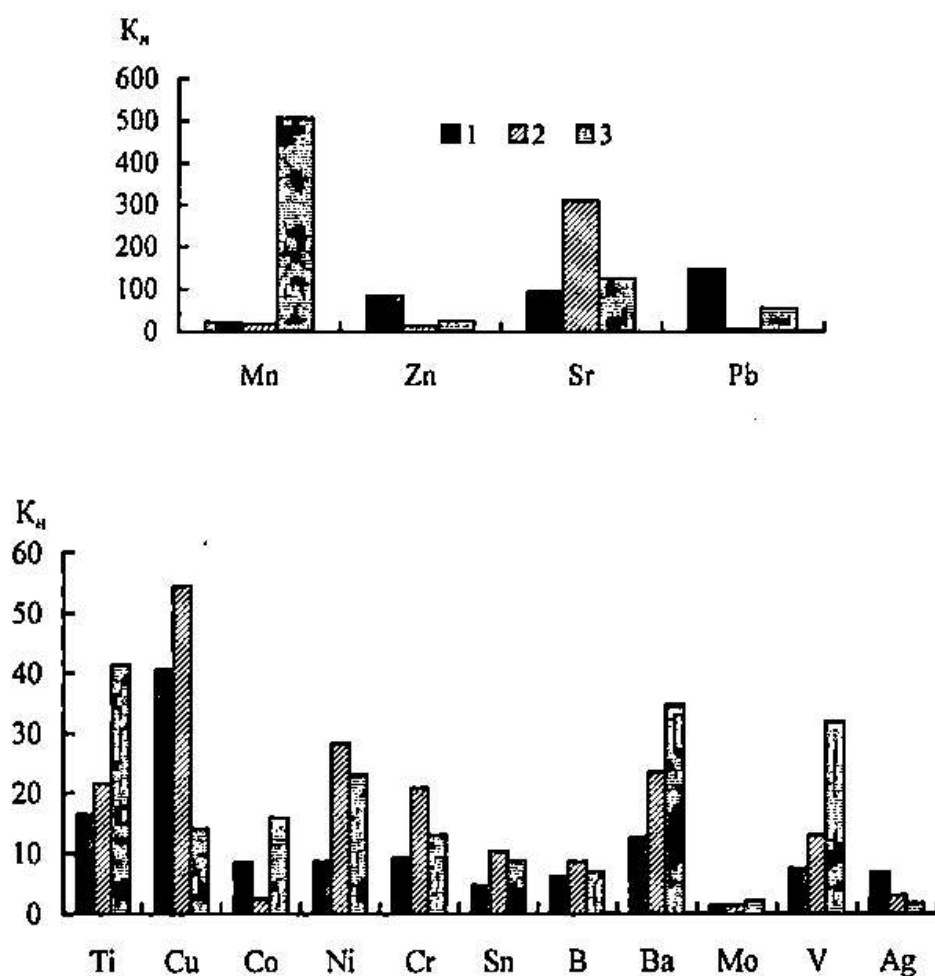


Рис. 2. Коэффициенты накопления металлов в тканях отдельных видов бентических организмов. 1 - мизиды, 2 - бокоплавы, 3 - анадонта.

Высокая аккумулирующая способность двухстворчатых моллюсков по отношению к металлам выявлена и по результатам исследования Балтийского моря [20]. При чем авторы, исходя из способности накапливать до высоких уровней некоторые металлы, доступности сбора и малой миграционной активности, считают возможным использовать этих моллюсков в качестве индикаторных организмов-концентраторов в мониторинге загрязнения водоема металлами. Установлено также высокое концентрирование большого ряда металлов в раковинах анадонты, что может быть связано со способностью металлов соосаждаться с карбонатным материалом и необратимо фиксироваться в раковинах по мере их формирования. Следовательно, изучение этих вопросов представляет несомненный интерес для оз. Балхаш, где процессы образования карбонатов и доломитов являются не только важной составляющей в балансе минеральных солей в котловине озера, но и существенным фактором, влияющим на всю его биоэкологическую систему.

Накопление металлов кормовыми беспозвоночными организмами, обитающими в отдельных частях озера, неравнозначно. Это обусловлено разной степенью антропогенного воздействия на водную экосистему отдельных акваторий озера и неоднородным составом сообществ. Зоопланктон в бухте Бертыс наиболее загрязнен такими элементами как Cu, Zn, Mn, Cr и Mo, в устье р. Лепсы – Zn, Pb и Ni, в заливе Сары – Шаган – Sr и Mn. Высокая степень накопления Pb, Zn и Sr зарегистрирована в мизидах из устья р. Лепсы и VII-района, куда впадают реки Лепсы и Каратал. Повышенное накопление меди характерно для мизид, обитающих в бухте Бертыс и заливе Майтан.

В целях более углубленной интерпретации полученного материала на основе осредненных данных табл. I нами составлены следующие ряды абсолютного накопления металлов в оз. Балхаш:

для зоопланктона

Ag < Sn < Mo < Co < Ni < V < Cr < B < Zn < Cu < Ba < Mn < Pb < Ti < Sr

для зообентоса

Ag < Sn < Co < Ni < Mo < V < Cr < B < Pb < Cu < Ba < Zn < Mn < Ti < Sr

Приведенные ряды в целом аналогичны для двух рассматриваемых групп организмов, вместе с тем следует заметить, что Pb более активно поглощается зоопланктоном, а Zn, наоборот, бентофауной.

О характере концентрирования металлов в водных беспозвоночных очень мало опубликованных сведений, а имеющиеся публикации ограничиваются коротким рядом анализированных элементов. В работе [20] приводится ряд металлов, содержащихся (мг/кг) в зоопланктоне и бентосе Рижского залива Балтийского моря. Для зоопланктона ряд имеет следующий вид:

$Hg < Co < Cr < Cd < Ni < Cu < Pb < Sr < Zn < Mn < Fe$.

Сопоставляя данный ряд с таковым для планктона оз. Балхаш легко обнаружить непосредственную аналогию состава лидирующих по концентрации элементов - Mn, Sr, Pb, Zn, Cu. Есть также сходство в составе менее концентрируемых планктоном элементов. Можно предположить, что данное сходство обусловлено тем, что в видовом составе взятых для анализа зоопланктона как из Рижского залива, так и из озера Балхаш преобладающее положение принадлежит веслоногим рачкам. Из приведенной выше работы [18] также известно, что в пробах зоопланктона, в которых преобладали ветвистоусые рачки, в значительно большем количестве концентрируются Hg и Cd.

Сравнение абсолютной концентрации металлов в планктонных организмах двух этих водоемов показывает (табл. 3), что количество таких элементов как Mn, Co, Ni и Cr характеризуется значениями одного порядка, хотя в воде оз. Балхаш содержание этих элементов на порядок, а для некоторых из них на 2-3 порядка выше, чем в воде Балтийского моря.

Таблица 3

Среднее содержание элементов в воде (мкг/дм³) и зоопланктоне (мг/кг) оз. Балхаш и Балтийского моря

Элемент	В воде		В зоопланктоне	
	оз. Балхаш	Балтийское море	оз. Балхаш	Балтийское море
Mn	167	0,5	11,7	10,0...22,7
Zn	35,0	8,5	3,35	13,2...28,1
Cu	32,0	2,3	9,40	0,99...1,84
Ni	7,6	1,4	0,35	0,35...1,38
Pb	21,5	1,5	20,0	0,81...2,2
Co	10,0	0,4	0,13	0,16...0,19
Cd	30,6	0,25	-	0,24...0,83
Cr	25,2	0,17	0,76	0,12...0,65
Sr	295	-	79,7	1,1...5,0

Литературных сведений о селективном характере кумуляции металлов в организмах водных беспозвоночных недостаточно. Однако выявлена закономерность о неоднозначности реакции растений на содержание тяжелых металлов в почве. Л.П. Вакаренко с соавторами [10] в условиях Северного Прибалхашья установлено интенсивное накопление рядом видов наземной растительности таких элементов, как Mo, Sr, Cu, Zn независимо от их концентрации в почве. Pb – наиболее токсичный тяжелый металл, вызывает у всех исследованных растений одинаковую реакцию – торможение его поступления в наземные части растения. Такие растения как полынь, биюргун и др. показали способность накапливать Cu и Zn в значительных количествах без видимого вреда для своей жизнедеятельности. Аналогичные результаты по поглощению Cu и Zn фитопланктоном получены Е.П. Нахшиной [18] для Днепровских водохранилищ, о чем упомянуто выше. Приведенный анализ фактического материала и литературных сведений дает основание предположить, что зоопланктон способен, в определенных условиях, лимитировано концентрировать отдельные виды металлов независимо от их содержания в воде.

Как следует из данных табл. 3, в планктоне оз. Балхаш уровень концентрации Cu, Pb и Sr на порядок, иногда на два порядка выше, чем в планктоне Балтийского моря. Это, очевидно, обусловлено наличием прямой зависимости уровня концентрирования металлов в планктоне от их содержания в воде и фитопланктоне, служащего кормом для зоопланктона. Обращает на себя внимание и то, что концентрация цинка в балхашской воде в 4 раз выше, чем в воде Балтийского моря, а содержание его в зоопланктоне последнего на порядок выше по сравнению с балхашским. Подобные явления, видимо, можно объяснить специфическими условиями водной среды водоемов, а также возрастными, видовыми и подвидовыми различиями зоопланктона и потребляемой им альгофлоры.

Характерный ряд концентрирующихся металлов в бентических организмах Финского залива Балтийского моря имеет следующий вид:

$Hg < Cd < Cr < Co < Ni < Pb < Cu < Mn < Zn < Sr < Fe.$

Достаточно четко обнаруживается сходство этого ряда с приведенным выше рядом элементов для бентических организмов оз. Балхаш. В том и в другом случае в группе лидирующих по концентрированию элементов находятся Sr, Zn, Mn, Cu, Pb. Аналогичен по составу и замыкающий ряд элементов – Cr, Co, Ni и др.

Из данных табл. 4 следует, что уровень концентрирования Cu, Zn, Co, Ni и Pb донными организмами рассматриваемых двух водоемов характеризуется близкими значениями, хотя в донных осадках Балхаша содержание этих и всех остальных элементов несравненно, для некоторых из них на 2-3 порядка, выше, чем в осадках Балтийского моря.

Таблица 4

Среднее содержание элементов в донных отложениях (мг/кг) и в бентических организмах (мг/кг) оз. Балхаш и Балтийского моря

Элемент	В донных отложениях		В бентосе	
	оз. Балхаш	Балтийское море	оз. Балхаш	Балтийское море
Mn	723	0,33	61,7	8,20...14,9
Zn	91,5	29,7	25,1	10,7...19,0
Cu	380	8,34	6,03	2,93...6,89
Ni	33,8	9,02	0,33	0,48...1,50
Pb	76,5	11,87	1,79	0,76...1,46
Co	11,7	4,74	0,24	0,04...0,70
Cd	-	0,55	-	0,06...0,19
Cr	48,7	15,08	1,02	0,17...0,59
Sr	715	-	157	20,9...54,1

Аналогичные результаты для таких элементов, как Mn, Co, Ni, и Cr получены при исследовании зоопланктона Балхаша, о чем отмечено выше (см. табл. 3). Эти результаты дают основание предположить о наличии в планктонных и бентических организмах механизма, ограничивающего на определенных уровнях накопление в организме некоторых металлов даже при условии высоких их концентраций в среде обитания – в воде или в донных отложениях. Как следует из табл. 2...4, уровень концентрирования водными беспозвоночными ряда элементов соответствует их концентрации в среде обитания.

Приведенный выше обзор научных публикаций свидетельствует о крайне недостаточном уровне проводимых на оз. Балхаш токсикологических, в т.ч. ихтиотоксикологических исследований, несмотря на то, что водоем в течение многих десятилетий хронически подвергается антропогенному загрязнению, имеет место накопление различных токсичных соединений в биологических и других объектах его водной экосистемы. Вообще аналогичное положение характерно и для других водных бассейнов Казахстана.

Много неизученных и невыясненных вопросов в экотоксикологическом состоянии водоемов комплексного использования, не говоря об исследованиях в области экспериментальной токсикологии. Каждый конкретный водоем специфичен по своим гидрофизическим и гидрохимическим показателям, биоразнообразию водных животных, по характеру, интенсивности загрязнения и самоочищения, составу поступающих токсикантов и т.д. Поэтому в различных водоемах наряду с некоторой общностью во внутриводоемном круговороте токсических соединений есть существенные различия в механизме и уровне кумуляции токсикантов в различных объектах водной среды, биомиграционных процессах и др. Без углубленных токсикологических исследований невозможно получить достоверную картину об экологическом состоянии водоемов, о влиянии поступающих токсикантов на гидробионты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амиргалиев Н.А., Григорьева Э.Н., Сечной Г.М. О составе и влиянии промышленных стоков на качество воды озера Балхаш // Биологические основы рыбного хозяйства республик Средней Азии и Казахстана. - Балхаш, 1967.- С.17...19.
2. Амиргалиев Н.А., Григорьева Э.Н. О влиянии сточных вод предприятий на оз. Балхаш // Материалы республиканской конференции о мерах по обеспечению очистки отработанных вод промышленными предприятиями и спуска их в промысловые водоемы. - Алматы, 1971.- С. 66...69.
3. Амиргалиев Н.А., Григорьева Э.Н., Сечной Г.М. Загрязнение крупных водоемов Казахстана сточными водами // Гидрохимические аспекты изучения и защиты окружающей среды. - Новочеркасск, 1975, Кн.3, - С. 27...29.
4. Амиргалиев Н.А., Григорьева Э.Н., Сечной Г.М. О влиянии некоторых антропогенных факторов на химический состав воды и распределение гидробионтов в промысловых водоемах Казахстана // Тезисы докладов III-его съезда Всесоюзного гидробиологического общества. - Рига, 1976.- С. 3...5.
5. Амиргалиев Н.А., Супиева Х.Т., Тагаева Ф.Е., Накупбеков С.Т. Об уровне пестицидного загрязнения экосистемы Капшагайского водохранилища // Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование. - Алматы, 1993. - С. 87...95.

6. Аширов А. Ионнообменная очистка сточных вод, растворов и газов. – Л.: Химия, 1983. – 295 с.
7. Брагинский Л.П. и др. Персистентные пестициды в экологии пресных вод. – Киев, 1979. – 143 с.
8. Брагин Б.И., Нилов В.И. Тяжелые металлы и хлорорганические пестициды в оз. Балхаш // Проблемы сохранения оз. Балхаш и рационального использования его сырьевых ресурсов. – Балхаш, 1992. – С. 21...22.
9. Вареню Н.И. и др. К вопросу о мониторинге тяжелых металлов в пресноводных экосистемах // Тезисы докладов Первой Всесоюзной конференции по рыбохозяйственной токсикологии (Юрмала, декабрь 1988 г.). – Рига, 1988. – С. 54...55.
10. Вакаренко Л.П. и др. Накопление растениями Mo, Sr, Cu, Zn, Pb в районах рудопоявлений Северного Прибалхашья (Казахстан) // «Экология». – 1992. - № 2. – С. 18...23.
11. Григорьева Э.Н., Амиргалиев Н.А., Сечной Г.М. Загрязнение водоемов стоками судов рыбной промышленности Казахстана // Биологические основы рыбного хозяйства республик Средней Азии и Казахстана. – Ашхабад, 1974. - С. 53...55.
12. Григорьева Э.Н., Амиргалиев Н.А., Сергеева Н.Г. Влияние сточных вод промышленных предприятий на гидробионтов оз. Балхаш // Биологические основы рыбного хозяйства республик Средней Азии и Казахстана. – Ташкент – Фергана, 1972. – С. 71-73.
13. Григорьева Э.Н. Влияние антропогенных факторов на состояние водной экосистемы озера Балхаш // Проблемы сохранения оз. Балхаш и рационального использования его сырьевых ресурсов. - Балхаш, 1992. - С. 27-28.
14. Грушко Я.М. Вредные органические соединения в промышленных сточных водах. – Л.: Химия, 1982. –391с.
15. Исмуханов Х.К., Амиргалиев Н.А. Экологическое состояние главных рыбопромысловых водоемов Казахстана // Проблемы экологии АПК и охраны окружающей среды. Тезисы докладов Международной конференции. – Алматы, 1997.-С. 27-29.
16. Матмуратов С.А., Нилов В.И., Юбко А.А. Хлорорганические пестициды в рыбах водоемов дельты р. Или и озера Балхаш // Материалы конференции Алма-Атинского отделения Географического общества АН Каз. ССР. – Алматы, 1989. – С. 87-88.

17. Матмуратов С.А., Нилов В.И., Брагин Б.И. Антропогенные загрязнения в дельте р. Или и оз. Балхаш // Проблемы освоения природных ресурсов Казахстана. Материалы научной конференции. – Алматы, 1990. - С. 113-117.
18. Нахшина Е.П. Микроэлементы в водохранилищах Днепра. – Киев: Наукова думка, 1983.- 157 с.
19. Одум Ю. Основы экологии. – М.: 1975. – 740с.
20. Сейсума З.К. и др. Тяжелые металлы в гидробионтах Рижского залива. – Рига: Зинатне, 1984.- 179с.
21. Современное экологическое состояние бассейна озера Балхаш.- Алматы: Каганат, 2002. С. 97-104.
22. Химия окружающей среды. Пер. англ. / Под ред. А.П. Цыганкова. Л.: Химия, 1982. – 438 с.

КазНИИ рыбного хозяйства совместно с Балхашским филиалом

АНТРОПОГЕНДІК ЛАСТАНУДЫҢ БАЛХАШ КӨЛІНІҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ ОБЪЕКТЕРІНЕ ӘСЕРІ

Геогр. ғылымд. докторы Н.Ә. Әмірғалиев

Геогр. ғылымд. канд. Т.Я. Лопарева

С.Т. Нақыпбек

Б.К. Кенжебеков

Мақалада Балхаш көлінің көп жылдар бойы ластануының себептері және сол ластанудың судағы тірі жәндіктерге тигізетін әсерін зерттеуге арналған ғылыми жұмыстар келтірілген. Балхаш көлінің шөптері және омыртқасыз организмдері денесінде металдар мен пестицидтердің жинақталып сақталуы жөйлі жүргізілген көп жылдық зерттеу жұмыстарының қортындылары баяндалған.