

Гидробиологическая обусловленность формирования микроэлементного состава воды и её влияние на биологические ресурсы водоёма

А.А. Мирзоева, к.х.н., С.Ч. Казанчев, д.с.-х.н., профессор, Л.А. Казанчева, к.б.н., Ю.А. Кумышева, к.б.н., Кабардино-Балкарский ГАУ

Много проблем имеется в определении роли минеральных элементов в жизни гидробионтов и важности применения определённых доз металлов для систематизации процессов, происходящих в пресных водоёмах. В связи с этим возрастает необходимость выяснения роли и взаимосвязи компонентов экосистем, один из которых представляет гидрофауна.

Важное значение для повышения продуктивности водных экосистем имеет изучение природных условий Кабардино-Балкарской Республики и оценка качества прудовых угодий для сохранения экологического равновесия по содержанию минеральных элементов. Идею о влиянии минеральных элементов как одного из факторов окружающей среды на биоэкологическое равновесие прудового рыбоводства впервые выдвинул академик В.И. Вернадский [1].

Вопрос разработки современной методики экологической оценки природного качества прудов является весьма актуальным.

Цель работы — на основе комплексного исследования оценить экологические и гидробиологические параметры водоёмов в условиях Кабардино-Балкарской Республики, а также изучить пути формирования и миграции элементов солевого состава, минеральных и органических веществ.

Материал и методы исследования. Исследования проводили на кафедрах химии, микробиологии, гигиены и санитарии и технологии производства продуктов животноводства КБГСХА в водоёмах, расположенных в разных климатических зонах республики. Базой для изучения химического состава природных вод и его изменения во времени и пространстве в зависимости от климатических, физических и биологических процессов послужили спускные, опытные и производственные водоёмы площадью 0,01–10 га с независимым водоснабжением.

Химические анализы воды проводили по общепринятым в гидробиологической практике методикам [2, 3]. На общий химический анализ воду отбирали два раза в месяц, содержание в воде растворённых органических веществ и биогенов и неорганических соединений определяли один раз в две недели.

Для массовых анализов микроэлементов в воде применяли спектральный анализ в модификации В.Я. Еременко [4].

В данной работе для определения микроэлементов в биологических объектах использован

эмиссионный спектральный анализ в модификации А.Н. Зайдель [5], позволяющий одновременно определять в пробе 15–16 элементов.

Найденное в золе содержание микроэлементов пересчитывали на сухое вещество по формуле:

$$x = c \cdot \frac{A}{B},$$

где c — найденная концентрация;

A — масса золы;

B — масса сухого вещества.

Результаты исследований. Нами была проведена серия экспериментов по определению обеспеченности основных звеньев экосистем водоёмов микроэлементами по эколого-климатическим зонам республики.

Грунты водоёмов республики пока что мало изучены. Отсутствие кларковых норм для грунтов малых водоёмов существенно затрудняет оценку обеспеченности их микроэлементами, а литературные данные по содержанию элементов в почвах носят лишь сравнительный характер. Для эколого-биологического освоения водоёмов особенно важно знать обеспеченность микроэлементами верхнего слоя грунта (0–25 см).

Знание состава почв и вод, их свойств и происходящих в них физико-химических и биологических процессов необходимо для понимания происходящих в экосистеме водоёма явлений и характера превращения вносимых химикатов.

Наши данные показывают, что по гранулометрическому составу грунты делятся на глину (размер частиц от 0,001 до 0,01 мм), ил (0,01–0,10 мм), песок (0,10–1,00 мм), гравий, гальку, валуны, глыбы.

Элементарный состав донных отложений отражает биогеохимическую ситуацию конкретного субрегиона биосферы, т.е. зависит от состава материнских пород и почв, климата, рельефа местности, свойств воды, жизнедеятельности гидробионтов и других факторов. Поэтому содержание микроэлементов в грунтах различных водоёмов КБР сильно варьирует (табл.).

Как видно по таблице, количество микроэлементов в грунтах различных водоёмов является величиной переменной, зависящей от ряда факторов, и в первую очередь от биогеохимической ситуации экосистем водоёмов.

Достоверные сезонные различия концентрации всех металлов обнаружены в слоях 0–5 и 15–20 см. Количество микроэлементов в слое грунта 0–25 см увеличивается с апреля по октябрь.

Изучаемые почвы — ложе грунта и прудовый ил (горно-луговые, горно-лесные, чернозёмные,

Распределение микроэлементов в грунтах водоёмов
по эколого-климатическим зонам, мг/кг

Микроэлемент	Весна	Лето	Осень	Средняя	Весна	Лето	Осень	Средняя
	I зона				II зона			
Железо	21087	27790	28905	25927,3	22080	30905	39090	30691,7
Марганец	290	320	380	330	295	335	406	345,4
Цинк	53,1	88,3	90,5	77,3	53,4	90,7	95,1	79,7
Молибден	15,0	46,6	59,2	40,3	15,1	48,5	64,9	42,8
Вольфрам	14,0	36,9	55,8	35,6	14,1	37,1	56,2	35,8
Никель	21,1	35,9	39,7	32,2	21,9	37,5	40,1	32,2
Медь	20,9	29,8	35,7	28,8	21,2	30,1	36,2	29,2
Кобальт	2,9	4,9	8,7	5,5	3,1	5,7	8,9	5,9
Итого	21504	28352,4	29574,6	26477	22503,8	31489,6	39797,4	31262,7
	III зона				IV зона			
Железо	21090	35890	40950	32643,7	21203	36980	42450	33544
Марганец	306	339	409	351,3	309	340	415	354,7
Цинк	56,9	89,2	96,3	80,8	57,2	94,3	97,5	83,0
Молибден	15,2	49,6	65,4	43,4	15,6	48,7	67,9	44,1
Вольфрам	14,2	37,5	56,7	36,2	14,7	38,9	59,1	32,6
Никель	22,7	37,9	40,8	33,8	24,5	39,7	41,8	35,3
Медь	21,6	30,3	36,5	29,5	21,9	36,4	39,2	32,5
Кобальт	5,0	5,8	8,1	6,3	5,1	6,2	8,4	6,6
Итого	21531,6	36479,3	41662,8	33225	21651	37584,2	43178,9	34132,8
	V зона							
Железо	22332	35078	44309	33906,3				
Марганец	311,1	387,6	490,5	396,4				
Цинк	62,3	85,5	109,1	85,6				
Молибден	18,3	58,1	70,7	64,91				
Вольфрам	15,5	42,3	65,1	40,9				
Никель	28,2	36,7	44,9	36,				
Медь	22,3	37,5	39,5	33,1				
Кобальт	6,7	7,1	9,4	7,7				
Итого	22796,4	35732,8	45138,2	34570,91				

тёмно-каштановые и луговые грунтового увлажнения, супесчаные).

В среднем слое грунта (ложа) водоёмов 0–25 см в зависимости от водоснабжения (рек), но отнесённые по нашей классификации к одной эколого-климатической зоне, содержали различное количество микроэлементов на 1 кг сухого вещества: водоёмы колхоза им. Петровых имели кобальта 6,5–19,4 (р. Малка, приток Баксана), а колхоза «Котляревский» – 5,6–8,9 (р. Терек, приток Черека), в среднем по V эколого-климатической зоне $7,7 \pm 0,56$ мг на 1 кг сухого вещества.

Самые высокие концентрации металлов в грунте водоёмов V эколого-климатической зоны. По мере приближения к более высокогорной зоне (I, II, III эколого-климатические зоны) количество микроэлементов постепенно убывает. Такое вертикальное распределение можно объяснить, с одной стороны, миграцией подвижных соединений элементов из горных отложений в воду в равнинную часть, с другой – биогенным накоплением валовых количеств микроэлементов в гумусном чернозёме (предгорная и равнинная части).

Микроэлементы по степени убывания и концентрации в грунте располагаются так: железо, марганец, цинк, никель, медь, молибден, вольфрам и кобальт. Указанная последовательность характерна

как для весеннего, так и для осеннего периодов. Отмечена тенденция увеличения аккумуляции металлов грунтами от весны к осени.

По сравнению с «эталонной» провинцией и средними данными по стране [6] грунты изучаемых водоёмов республики по всем эколого-климатическим зонам весной обеднены кобальтом, марганцем, никелем и цинком. После спуска воды в грунтах водоёмов сохраняется дефицит кобальта. В грунтах и иловых отложениях кобальт находится в двух- и трёхвалентной форме. Хлориды, сульфаты и бикарбонаты двухвалентного кобальта легко мигрируют. При переходе в трёхвалентное состояние кобальт характеризуется большой способностью к комплексообразованию с аммиаком, аминами и многими органическими кислотами. Наблюдаемое повышение концентрации некоторых металлов в грунтах осенью обусловлено не только обогащением илов отмирающими организмами, содержащими значительное количество микроэлементов, но, вероятно, и увеличением активности грунтовых вод от весны к осени. Подвижность кобальта растёт с подкислением среды, известкование уменьшает подвижность кобальта.

Установлена зависимость между содержанием кобальта и механическим составом грунтов: количество кобальта в глинистой фракции (V, IV, III эколого-климатические зоны) в несколько раз

больше, чем во фракции гравийных и песчаных почв (I, II эколого-климатические зоны).

Во всех случаях разница достоверна: $P > 0,999$.

При недостатке в экосистеме водоёма отдельных микроэлементов (особенно в биогеохимических зонах, характеризующихся недостаточностью по одному или нескольким микроэлементам), целесообразно пополнять запасы микроэлементов в экосистеме водоёма, внося их в комплексе с основными биогенными элементами.

Большое влияние оказывают микроэлементы на рост и развитие первичной продукции водоёмов (фитопланктон).

Рассмотренные материалы позволяют утверждать, что даже в одной эколого-климатической зоне наблюдается элементарная мозаичность грунтов и иловых отложений водоёмов, поэтому в теории и практике гидробиологии должны учитываться факторы биогеохимического районирования.

Выводы.

1. На основе комплексного исследования установлено, что биоэкологическими факторами,

определяющими гидробиологическую продуктивность водоёмов, является качество почвы (ложа) и воды.

2. Характерной особенностью экосистемы водоёмов является содержание микроэлементов близко к ПДК, но чаще немного ниже (на 0,05).

3. Установлена прямая связь между уровнем накопления микроэлементов в грунтах, воде и биологической продуктивностью водоёмов.

Литература

1. Вернадский В.И. Химический состав животного вещества в связи с химией земной коры. Петроград: Время, 1922. С. 48–71.
2. Баранов И.В., Салазкин А.А. Определение количества потреблённого рыбами естественного и искусственного корма по уравнению энергетического баланса // Известия НИИ озёр и речного рыбоводства. 1980. № 88. С. 47–53.
3. Бессонов Н.М., Привезенцев Ю.А. Рыбохозяйственная гидрохимия. М.: Агропромиздат, 1987. С. 155–159.
4. Еременко В.Я. Спектрографические определения микроэлементов (тяжёлых металлов) в природных водах. 2-е изд. Л.: Гидрометеиздат, 1979. С. 14–20.
5. Зайдель А.Н. Основы спектрального анализа. М.: Наука, 1975. С. 21–50.
6. Виноградов В.К., Ерохина Л.В. Об эффективности использования кобальта в кормлении сеголетков карпа при различной степени обеспеченности естественной пищей. Труды ВНИИПРХа. 1963. Т. XII. С. 87–88.