

УДК 577.17.849

СВЯЗЬ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ВОДОЕМОВ РЕКИ ВОЛГИ И СЕВЕРНОГО КАСПИЯ С ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ ЖИВОТНЫХ ПРИ СКРЫТЫХ ФОРМАХ ГИПОМИКРОЭЛЕМЕНТОЗОВ

**Воробьев В.И., Воробьев Д.В., Семчук Н.М., Добренский М.Н.,
Пучков М.Ю., Полковниченко А.П., Захаркина Н.И., Щербакова Е.Н.,
Казунина Е.Т., Хисметов И.Х.**

*ГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет»,
Астрахань, e-mail: e.n.sherbakova@mail.ru*

В результате многолетних исследований авторами установлено, что количество определяемых металлов широко варьирует и зависит от гидрохимического и гидрологического режимов. Исследованы сезонные динамики железа, марганца, меди, ванадия, никеля, молибдена, кобальта, селена и олова в водоемах Волго-Каспийского бассейна (река, рыбоводные пруды и море). Выявлено, что в последние 10–15 лет уровни исследованных металлов в воде и общих пробах планктонного сообщества снизились и практически не превышают принятых значений ПДК. Установлено, что уровень цинка, марганца, меди, ванадия, олова и висмута в органах и тканях всех видов карповых, окуневых и осетровых рыб в период 2010–2011 гг. в 5–7 раз ниже, чем их содержалось у этих видов рыб в прошлом веке. Выявлено, что в последние двадцать лет водоемы Волго-Каспия значительно самоочистились и уровень тяжелых металлов в них приблизился к природному естественному биогеохимическому микроэлементному фону. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-08-01292 а.

Ключевые слова: микроэлементы, животные, рыбы, гипомикроэлементоз

THE COMMUNICATION OF THE BIOGEOCHEMICAL SITUATION OF RESERVOIRS OF THE VOLGA RIVER AND THE NORTHERN CASPIAN SEA WITH THE PHYSIOLOGICAL CONDITION OF ANIMALS AT THE HIDDEN FORMS OF GIPOMIKROELEMENTOZIS

**Vorobev V.I., Vorobev D.V., Semchuk N.M., Dobrenkij M.N., Puchkov M.J.,
Polkovnichenko A.P., Zakharkina N.I., Scherbakova E.N., Kazunina E.T., Hismetov I.H.**

Astrakhan state university, Astrakhan, e-mail: e.n.sherbakova@mail.ru

As a result of long-term researches by authors it is established that the amount of defined metals widely varies and depends on gidrokhimicheskyy and hydrological modes. Seasonal loudspeakers of iron, manganese, copper, vanadium, nickel, molybdenum, cobalt, selenium and tin in reservoirs of the Volga-Caspian pool (the river, fish-breeding ponds and the sea) are investigated. It is revealed that in the last 10–15 years levels of the studied metals in water and the common tests of planktonic community decreased and practically do not exceed the accepted values of maximum concentration limit. It is established that level of zinc, manganese, copper, vanadium, tin and a bismuth in bodies and fabrics of all types of carp's, perch's and sturgeon fishes during 2010–2011 is 5–7 times lower, than their contained at these species of fish last century. It is revealed that in the last twenty years reservoirs of the Volga-Caspian Sea considerably were cleared and level of heavy metals in them came nearer to a natural biogeochemical microelement hum noise. The reported study was partially supported by RFBR, research project No. 14-08-01292 a.

Keywords: microelements, animals, fishes, gipomicroelementoz

Одной из важных проблем физиологии животных, а также и рыбоводных процессов является изучение микроэлементного состава воды и выяснение диапазона возможных концентраций элементов в конкретных рыбохозяйственных водоемах и микроэлементный статус различных гидробионтов, в т.ч. рыб [2, 3, 5, 6, 7]. Можно считать доказанным, что содержание микроэлементов в природных водах предопределяется многими биогеохимическими факторами [2]. При этом отсутствие даже одного элемента или его низкий уровень может привести к эндемическим заболеваниям сельскохозяйственных животных и разводимых рыб, а избыточное количество металлов – к различным токсикозам гидробионтов [1, 2, 3, 4, 8].

В настоящее время накоплен значительный опыт применения недостающих в среде микроэлементов как биостимуляторов при инкубации икры различных видов рыб [2, 3, 4, 8]. С другой стороны, многие тяжелые металлы, поступая в водоемы вместе с промышленными и сельскохозяйственными стоками особенно в период 1960–1990 гг., вызывали загрязнение водоемов дельты Волги и Северного Каспия и изменяли физиологический статус водных организмов, отрицательно влияли на их функциональное состояние. В то же время в последние годы у ряда сельскохозяйственных животных в изучаемом регионе установлены скрытые формы гипомикроэлементозов.

Целью работы явилось обобщение результатов многолетнего (1968–2010 гг.) мо-

ниторинга содержания алюминия, ванадия, висмута, железа, кобальта, марганца, меди, молибдена, никеля, селена, олова, свинца, серебра, титана и цинка в питьевой воде, используемой в животноводстве и различных рыбохозяйственных и естественных водоемов дельты р. Волги и Северного Каспия, а также выяснение особенностей динамики микроэлементного состава воды, планктона и различных видов рыб в зависимости от сезона года и специфики водоема, т.е. изучение биогеохимической ситуации водных экосистем реки Волги и Северного Каспия.

Сбор проб воды на содержание металлов проводился ежегодно на р. Волге (13 станций) и в районе Северного Каспия (7 станций) в различные гидрологические периоды.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-08-01292 а.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате многолетних исследований было выяснено, что количество определяемых атомно-абсорбционным методом металлов и селена флуорометрически широко варьирует и зависит от гидрохимического и гидрологического режимов (табл. 1).

В реке максимальные количества железа наблюдались ежегодно в период весеннего половодья (до 60 мкг/л), в осеннюю межень – 8 мкг/л. Концентрация меди в воде дельты р. Волги во время весеннего паводка составляла 5–7, а в осеннюю межень понижалась до 2–4 мкг/л. Ванадий, никель и молибден имели сходную сезонную динамику. По-видимому, значительные количества железа, меди, ванадия, никеля и молибдена поступают в Волгу преимущественно с поверхностными водами.

Своеобразна сезонная динамика марганца в реке, имеющая два явно выраженных максимума: весной – в апреле (12–16 мкг/л) и летом – в июле (до 25 мкг/л). Повышение концентраций этого элемента летом обусловлено, видимо, поступлением его в реку с грунтовыми водами и из разлагающихся органических соединений. Количество марганца осенью составляло 2–7 мкг/л. Содержание марганца в придонных слоях воды было достоверно выше, чем у поверхности ($P < 0,05$).

В воде нагульных и выростных прудов содержание алюминия, железа, меди и марганца было значительно выше, чем в те же сезоны в воде в естественных водоемах дельты Волги.

Концентрация железа, меди, никеля и марганца в воде нагульных прудов

Астраханской области достоверно повышается от весны к осени ($P < 0,05$). Аналогичная тенденция, но менее ярко выраженная, наблюдалась и в выростных прудах. Это объясняется, по-видимому, внесением кормов, а также переходом названных элементов в растворенное состояние за счет разложения органических веществ. Определенную роль в процессе обогащения воды микроэлементами играет и интенсивное, особенно в условиях аридного климата, испарение воды. Кроме того, мы считаем, что экскременты растительноядных рыб, содержащие значительное количество микроэлементов, играют в данном случае роль своеобразных микроудобрений прудов в летний период. Минимальные количества микроэлементов обнаружены в воде зимовальных прудов особенно после зимовки в них рыб.

В море сезонную динамику удалось наблюдать лишь для железа. Как правило, микроэлементный состав воды на различных станциях Северного Каспия был разнороднее, чем в реке. В придонных слоях морской воды содержались в отдельные годы заметные количества молибдена и серебра.

В воде изучаемых водоемов обнаружены следовые уровни кобальта, селена, висмута и олова. Содержание цинка в воде оказалось довольно стабильным для большинства станций наблюдения и было даже несколько меньшим, чем для большинства рек СССР [2, 3].

Для обеспечения нормальных физиолого-биогеохимических условий разведения и обитания рыб к составу воды предъявляются более жесткие требования, чем к питьевой воде для животных. Однако следует отметить, что пока не все уровни токсикантов в воде регламентируются законом, о чем убедительно говорят прочерки в графе ПДК (таблица).

В частности, рассматривая результаты нашего многолетнего анализа по Волго-Каспийскому бассейну, мы можем констатировать, что в последние 10–15 лет уровни кобальта, меди, никеля, марганца, селена, свинца и цинка в воде и общих пробах планктонного сообщества практически не превышают принятых значений ПДК и достоверно (в 3–7 раз) снизились, т.к. большинство заводов на р. Волге не работает, а фермеры почти не применяют минеральных удобрений на полях из-за их высоких цен. Нами установлено, что организм сазана содержит больше микроэлементов, чем организмы растительноядных рыб. Особенно много металлов обнаружено в органах и тканях осетровых (мышцы, печень, гонады) в период 70–80-х годов двадцатого

века. Уровень цинка, марганца, меди, ванадия, олова и висмута в органах и тканях всех видов карповых, окуневых и осетровых

рыб в период 2010–2011 гг. в 5–7 раз ниже, чем их содержалось у этих видов рыб в прошлом веке ($P < 0,05$).

Содержание микроэлементов в воде (в мг/л) и планктоне (мг/кг)

Элемент	ПДК в воде водоемов*		Дельта Волги	Северный Каспий	Рыбоводные пруды Лиманского и Камызякского районов	Общие пробы планктона р. Волги и Сев. Каспия (1970–1990)	Общие пробы планктона р. Волги и Сев. Каспия (2010–2012)
	Санитарно-бытовых	Рыбоводных					
Алюминий	–	–	0,005–0,050	0,001–0,020	0,005–0,124	51200 ± 150	1104 ± 74
Ванадий	–	–	0,001–0,004	0,000–0,007	менее 0,0004	63 ± 7,9	21 ± 1,6
Висмут	–	–	менее 0,0003	менее 0,0003	менее 0,0003	20 ± 3,8	2,7 ± 0,3
Железо	0,5	–	0,005–0,061	0,006–0,050	0,014–0,106	8015 ± 519	1417 ± 22
Кобальт	1,0	0,01	менее 0,0004	менее 0,0004	менее 0,0004	72 ± 7,9	12 ± 0,51
Марганец	–	–	0,002–0,027	0,001–0,003	0,002–0,070	6011 ± 558	420 ± 22
Медь	0,1	0,01	0,001–0,008	0,002–0,007	0,001–0,017	49 ± 3,8	3,6 ± 0,7
Молибден	1,0	–	0,0004–0,006	0,0004–0,0014	менее 0,0004	23 ± 4,4	3,9 ± 0,9
Никель	0,1	0,01	0,002–0,005	0,000–0,004	0,001–0,006	61 ± 3,2	7,7 ± 1,1
Олово	–	–	менее 0,0008	менее 0,0008	менее 0,0008	7,2 ± 1,3	2,8 ± 0,7
Свинец	0,1	0,1	0,000–0,010	0,000–0,012	0,000–0,013	6,2 ± 1,9	3,2 ± 1,5
Серебро	–	–	менее 0,0003	0,000–0,004	менее 0,0003	63 ± 3,9	5,2 ± 1,3
Титан	0,1	–	0,000–0,004	0,000–0,003	0,001–0,004	3,8 ± 0,7	1,6 ± 0,6
Цинк	1,0	0,01	0,007–0,009	0,001–0,02	0,004–0,10	639 ± 97	19,9 ± 1,7

Заключение

Эти биогеохимические изменения являются результатом остановки работы и разрушения многих промышленных предприятий и неиспользования до 50% пахотных земель в Волго-Каспийском и других регионах России, что способствует самоочищению водоемов.

Все разговоры и публикации о том, что якобы происходит загрязнение тяжелыми металлами Волго-Каспийского региона и его различных водоемов хотя еще и продолжают, не имеют никаких научных оснований и служат определенным прикрытием для окончательного разграбления водных ресурсов, якобы уменьшающихся не из-за браконьерства, а по причине отрицательного влияния тяжелых металлов, пестицидов и гербицидов на рыб и других гидробионтов. В последние двадцать лет водоемы Вол-

го-Каспия значительно самоочистились и уровень тяжелых металлов в них приблизился к природному естественному биогеохимическому микроэлементному фону.

Нам представляется, что полученные данные следует учитывать специалистам аквакультуры.

Список литературы

1. Лукьяненко В.И. Токсикология рыб. – М.: Пищепромиздат, 1967. – 78 с.
2. Воробьев В.И. Биогеохимия и рыбоводство. – Саратов: Литера, 1993. – 273 с.
3. Воробьев Д.В. Адаптация рыб и растений к тяжелым металлам / Д.В. Воробьев, В.И. Воробьев // Естественные науки. – Астрахань, 2007. – № 4 (21). – С. 16–18.
4. Воробьев Д.В. Физиологическая характеристика карповых рыб в условиях дельты р. Волги / Д.В. Воробьев, В.И. Воробьев // Естественные науки. – Астрахань. – 2008. – № 1 (22). – С. 15–17.
5. Воробьев Д.В. Коррекция морфо-физиологических показателей при комбинированном гипозементозе расту-

щих свиней препаратами селена, йода и меди в биогеохимических условиях их недостатка // Естественные науки. – Астрахань, 2011. – № 4 (37). – С. 92–97.

6. Воробьев Д.В. Разработка физиолого-биогеохимической парадигмы как теоретической основы применения микроэлементов в животноводстве региона Нижней Волги / Д.В. Воробьев, И.Х. Хисметов, В.И. Воробьев // Фундаментальные исследования. – М., 2012. – № 11 (часть 1). – С. 66–69.

7. Воробьев Д.В. Использование физиолого-биогеохимической парадигмы для диагностики гипозелементозов и их коррекции у сельскохозяйственных животных // Известия Саратовского университета. Серия Химия, Биология, Экология. – Саратов, 2012. – Т. 12., Вып.2. – С. 60–63.

8. Воробьев Д.В. Современная биогеохимическая ситуация региона Нижней Волги. – Саарбрюккен, Германия: LAP LAMBERT, 2012. – 125 с.

5. Vorobev D.V. Korrekcija morfo-fiziologičeskikh pokazatelej pri kombinirovannom gipojelementoze rastušhkih svinej preparatami selena, joda i medi v biogeohimičeskikh uslovijah ih nedostatka. Natural sciences. Astrakhan, 2011, no. 4 (37), pp. 92–97.

6. Vorobev D.V., Hismetov I.H., Vorobev V.I. Razrabotka fiziologo-biogeohimičeskoj paradigmy, kak teoretičeskoj osnovy primeněnija mikrojelementov v zhivotnovodstve regiona Nizhnej Volgi. Basic researches, M., 2012, no. 11 (part 1), pp. 66–69.

7. Vorobev D.V. Fiziologičeskaja harakteristika karpovyh ryb v uslovijah del'ty r. Volgi News of the Saratov university. Chemistry series, Biology, Ecology, Saratov, 2012, volume 12, release 2, pp. 60–63.

8. Vorobev D.V. Sovremennaja biogeohimičeskaja situacija regiona Nizhnej Volgi Saarbruecken, Germany: LAP LAMBERT, 2012, 125 p.

References

1. Lukjyanenko V. I. Toksikologija ryb. M.: Pishchepr-omizdat, 1967, 78 p.

2. Vorobev V. I. Biogeohimija i rybovodstvo. Saratov: LETTER, 1993, 273 p.

3. Vorobev D.V., Vorobev V.I. Adaptacija ryb i rastenij k tjazhelym metallam. Natural sciences. Astrakhan, 2007, no. 4 (21), pp. 16–18.

4. Vorobev D.V., Vorobev V.I. Fiziologičeskaja characteristic of carp's fishes in the conditions of the delta of river of Volga. Natural sciences. Astrakhan, 2008, no. 1 (22), pp. 15–17.

Рецензенты:

Дубина Д.Ш., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой фармакологии Астраханской государственной медицинской академии, г. Астрахань;

Федорова Н.Н., д.м.н., профессор кафедры «Гидробиология и общая экология» Астраханского государственного технического университета, г. Астрахань.

Работа поступила в редакцию 26.02.2014.