

УДК 597—15 : 597—105

**РОЛЬ СРЕДЫ В МИНЕРАЛЬНОМ ОБМЕНЕ РЫБ  
БАТУМСКОГО АКВАРИУМА****Г. С. Гоготишвили**

Минеральные вещества, входящие в состав живых организмов, играют, как известно, важную роль в построении их микро- и макроструктур и принимают активное участие в общем обмене веществ. Потребность в минеральных веществах у различных животных неодинакова и зависит от своеобразия обмена веществ.

Животные организмы получают минеральные вещества и микроэлементы в основном из растительной и животной пищи, отчасти из воды. Но пороговые концентрации элементов могут меняться в зависимости от приспособления животных организмов к геохимическим факторам среды и от биологических состояний воды.

Между средой и организмом идет непрерывный обмен веществ. Минеральные элементы, вовлекаясь в процессы обмена, постоянно тратятся, поэтому организм нуждается в их непрерывном поступлении. Недостаточное поступление в организм минеральных веществ, а также нарушение их обмена могут вызвать тяжелые функциональные расстройства.

Поскольку разные группы морских организмов отличаются различной способностью аккумулировать тот или иной химический элемент, необходимо было выяснить динамику поступления, накопления и выведения химических элементов этими организмами, т. е. динамику обмена веществ.

Опыты проводили в демонстрационных аквариумах на морских рыбах: ставриде, смариде и барабуле средним весом 30—40 г. Только что выловленных из моря рыб (5 экз.) подвергали химическому анализу, затем сажали в аквариум и каждые 10 дней снова брали на анализ. Для сохранения исходной плотности посадки в аквариум вместо взятых рыб подсаживали меченых.

За рыбами, помещенными в аквариумы, велось ежедневное наблюдение, изучался и химизм воды. Всего проведено 116 определений основных гидрохимических показателей.

Содержание воды в теле рыб определяли высушиванием до постоянного веса при 100—105°С. Навески брали в тарированных боксах на аналитических весах. Общую золу находили сухим сжиганием двух па-

раллельных навесок измельченного вещества в тарированных фарфоровых чашечках в муфельной печи при постепенном повышении температуры до 500° С.

Опытных рыб кормили смесью, в состав которой входило 35% ставриды, 25% смарида и 40% морского языка.

Общее содержание минеральных веществ (зола) и отдельных элементов (хлора, калия, магния, кальция, фосфора и железа) в теле рыб определяли по методике Т. И. Макаровой и И. В. Кизеветтера (1962). Для определения химических ингредиентов в воде были использованы общепринятые методики: хлор находили объемным методом Мора-Кнудсена, калий — оксалатным методом с объемным перманганатометрическим окончанием. Содержание магния рассчитывали по разности между содержанием суммы  $Ca^{++} + Mg^{++}$  и кальция, сумму  $Na^{+} + K^{+}$  — по разности между суммой анионов и катионов.

В прибрежной зоне происходит разбавление морской воды пресной. Общее содержание солей, в среднем близкое к 1,8%, уменьшается, но соотношение между солями (ионами) существенно не меняется. В аквариуме соленость по хлору не выходит за пределы 13,47—15,80‰, что свидетельствует о незначительном изменении соотношения основных ионов и в экспериментальных условиях.

Как видно из табл. 1—4, между содержанием того или иного химического элемента в воде и в теле рыб нет прямого соответствия. Хлор, например, являющийся в воде господствующим ионом, в теле рыб присутствует в значительно меньшем количестве, чем фосфор, концентрация которого в воде по сравнению с хлором ничтожна.

Таблица 1

Содержание химических элементов в воде аквариума и в теле морских рыб (в мг% на сырое вещество)

Объект	$K^{+}$	$Ca^{++}$	$Mg^{++}$	$Cl^{-}$	P
Вода	32,18	46,15	111,99	898,00	0,008
Ставрида	20,00	11,10	31,55	65,10	114,40
Смарид	10,37	29,65	54,75	44,26	226,70

Таблица 2

Содержание химических элементов в морской воде (в % солевого остатка) и в теле морских рыб (в % зола)

Объект	$K^{+}$	$Ca^{++}$	$Mg^{++}$	$Cl^{-}$	P
Вода	1,01	1,20	3,72	55,29	0,00007
Ставрида	20,00	6,72	6,24	24,01	0,005
Смарид	10,37	3,14	3,19	20,11	0,0007
Барбуля	15,93	5,84	2,29	19,23	0,0308

Содержание золы и воды в теле рыб  
(в % к сырому весу)

Виды рыбы	Зола	Вода	
		колебания	среднее
Ставрида			
опыт	3,31	58,5—77,5	69,7
контроль	3,65	59,3—78,0	67,8
Смарида			
опыт	4,11	60,2—77,8	71,3
контроль	4,28	59,8—76,9	70,5

Таблица 4

Содержание химических элементов в морской воде  
и в теле морских рыб (в мг% на сырое вещество)

Объект	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Cl <sup>-</sup>	P
Вода	31,80	49,25	112,00	917	0,005
Ставрида	27,17	19,98	34,63	69,18	154,1
Смарида	13,25	36,21	55,18	51,31	231,9

Питание и метаболизм рыб создают в аквариуме резкое отличия от естественных условий химический режим. В результате этого у аквариальных рыб не только снижалась интенсивность накопления минеральных веществ, но уменьшалось и их содержание в сухом веществе. Эти нарушения обмена веществ обусловили низкие весовые и линейные приросты рыб.

Содержание кальция в теле рыб за сезон значительно колеблется, повышаясь в августе—сентябре, что в какой-то мере можно объяснить изменением спектра их питания. Однако в 1970 г. в аквариуме у всех видов рыб содержание кальция продолжало падать почти до конца сезона. Это обуславливалось нарушением обмена веществ, в частности жирового и белкового обмена (Маслова, 1963).

Обычно соотношение кальция и фосфора в теле рыбы составляет примерно 2:1; в теле подопытных рыб это соотношение варьировало. У ставриды содержание фосфора и особенно кальция резко снижалось.

Общее количество золы колебалось незначительно (существенное снижение ее содержания отмечалось лишь в июне).

Различие в содержании ионов между контрольными и опытными рыбами, безусловно, отражается на осмотическом давлении. Сохранение нормального осмотического давления — одно из важнейших условий выдерживания рыб в аквариумах.

### Заключение

Количество кальция, поступающего в организм рыб из окружающей среды и кормов, недостаточно для обеспечения нужного организму соотношения кальция и фосфора. Однако рыбы обладают известным за-

пасом необходимых для жизни минеральных веществ, которые удерживаются в определенных границах.

Вода в аквариуме в течение всего года обладает слабощелочной реакцией, при этом концентрация водородных ионов лежит в пределах, допустимых для промысловых рыб.

## ЛИТЕРАТУРА

Макарова Т. И., Кизеветтер И. В. Методические указания по изучению технических свойств, химического состава и пищевой ценности рыбы и рыбных продуктов. Пекин, 1962, 94 с.

Маслова Н. И. К жировому обмену у карпов-двухлетков в условиях высоких степеней уплотнения посадок. — «Доклады ТСХА», 1963, вып. 85, с. 48—63.

### The role of environment in the mineral metabolism in fish from the Batumi Aquarium

S. S. Gogotishvili

#### Summary

The experiments with marine fish (horse mackerel, surmullet and picarel) carried out in the demonstration aquarium have shown that the amount of calcium absorbed by fish from the environment and digested with food is not sufficient to secure an appropriate ratio of calcium and phosphorus. There is, however, a certain sustainable stock of mineral salts in the body of fish to support life activities.

The aquarium is filled with mild alkaline water and the hydrogen ion concentration is within the limits allowable for commercial fish.