

УДК 597—15+597.582.6+597.582.1(262.5)

## ВЛИЯНИЕ СОЛЕННОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ НА ГАЗОБМЕН НЕКОТОРЫХ ЧЕРНОМОРСКИХ РЫБ

Т. П. Стребкова, Т. Р. Бажашвили

Одним из основных показателей, характеризующих физиологическое состояние организма, является интенсивность дыхания. Величина газообмена зависит от многих факторов, в частности от температуры и солености окружающей среды.

Многочисленными исследованиями установлено, что количество потребляемого кислорода находится в прямой зависимости от температуры воды (Wells, 1935; Татьянакин, 1966, Kamler, 1972 и др.). Однако Т. И. Привольнев (1947) считает, что интенсивность дыхания и кислородный порог рыб остаются неизменными в определенной температурной зоне — зоне температурной адаптации. За пределами этой зоны наступает угнетение дыхания. Для теплолюбивых рыб (каarp, язь, щука, линь) повышение температуры воды до 16—20°С не изменяет порогового содержания кислорода, для холодолюбивых (сиг, налим, радужная форель) — значительно увеличивает этот показатель (Шкорба-тов, 1965).

Из литературы известно, что различные рыбы неодинаково относятся к изменению солености среды.

Так, Н. Д. Никифоров (1953) установил, что мальки леща и густеры без заметного отхода выживают в воде соленостью 4—4,5‰. Диапазон солености, в котором могут обитать личинки салаки, очень велик — от 3 до 25‰.

Изучая влияние повышенной солености на рост годовиков карпа в аквариуме, А. Л. Брюхатова (1939) нашла, что небольшая соленость (2—4‰) повышает прирост органической массы, тогда как в воде соленостью 8‰ и больше рыбы теряют в весе и рост их замедляется.

Е. А. Веселов (1949) отмечает двухфазность действия солености внешней среды на интенсивность дыхания пресноводных рыб: в слабых растворах (3,9 и 7,8‰) потребление кислорода в первые часы резко возрастает, затем падает и стабилизируется на уровне, несколько превышающем уровень его потребления в пресной воде. В более концентрированных растворах (15,6‰) потребление кислорода в первые 5 ч резко уменьшается и остается на низком уровне.

Несмотря на многочисленность работ в этой области, материалов о влиянии различной температуры и солености окружающей среды на газообмен морских рыб недостаточно. Поэтому задача нашего исследова-

дования заключалась в получении данных о потреблении морскими рыбами кислорода и его критическом и пороговом содержании в зависимости от температуры и солености внешней среды.

Работа была проведена на экспериментальной базе ВНИРО (Батуми) в 1968 г. Объектом исследования служили барабуля (*Mullus barbatus* L.) и ставрида (*Trachurus trachurus*) в возрасте 2+. Опыты проводились в респираторах емкостью 15,9 л методом «закрытых сосудов» при резких изменениях температуры и концентрации солей в среде. Продолжительность эксперимента составляла 2—3 ч. Растворы разной солености готовили из океанической воды и хранили в аквариумах емкостью 100 л. Для получения необходимой температуры среды морскую воду охлаждали или нагревали непосредственно перед опытом.

Дыхательный ритм определяли путем подсчета жаберных движений рыбы за 1 мин. Рыбы, находившиеся в респираторах с обычной черноморской водой ( $S=15\%$ ), служили контролем.

### Влияние температуры среды на газообмен рыб

Опыт проводился на барабуле весом 30—35 г и ставриде весом 35—40 г при температуре воды 10, 15, 20 и 25°С. Результаты наших исследований подтверждают, что с повышением температуры воды газообмен рыб интенсифицируется.

Так, при температуре 10°С барабуля и ставрида потребляли наименьшее количество кислорода: 0,091—0,106 и 0,111—0,139 мл/г/ч соответственно. Затем уровень дыхания постепенно увеличивался и при 15°С составлял 0,134—0,142 и 0,146—0,158 мл/г/ч, при 20°С — 0,168—0,192 и 0,175—0,197 мл/г/ч и при 25°С — 0,179—0,214 и 0,279—0,281 мл  $O_2$ /г/ч (рис. 1).

Барабуля меньше потребляет кислорода, чем ставрида (при 10°С — в 1,27 раза, при 15°С — в 1,1, при 20°С — в 1,03 и при 25°С — в 1,42 раза). Это объясняется, по-видимому, тем, что придонная мале

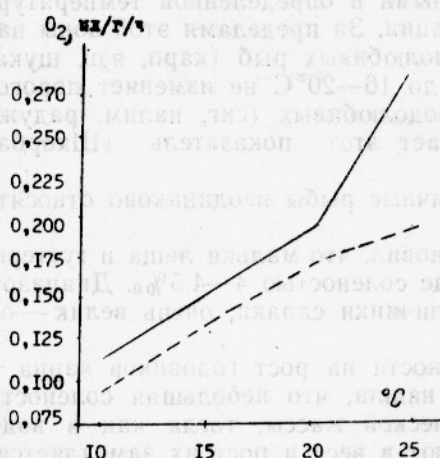


Рис. 1. Зависимость потребления кислорода барабулей (—) и ставридой (---) от температуры внешней среды

подвижная барабуля меньше тратит кислорода на окислительные процессы, чем чрезвычайно подвижная пелагическая ставрида.

Повышение температуры воды интенсифицирует не только дыхание, но и дыхательный ритм рыб. Чем выше температура воды, тем чаще дыхательные движения рыб (таблица).

У барабули при температуре 25°С дыхательных движений в среднем на 38% больше, чем при 10°С, у ставриды — на 20%. Температура 8°С является критической для обоих видов рыб.

## Влияние температуры воды на дыхательный ритм рыб

Температура воды, °С	Число жаберных движений	
	барабули	ставриды
10	60—57	96—102
15	80—71	52—54
20	71—90	63—90
25	86—105	110—135

Примечание. Первое число — в начале опыта, второе — в конце.

## Влияние солености среды на потребление кислорода рыбами

Опыты проводили на барабуле весом 25—35 г и ставриде весом 35—45 г при температуре воды 23—24,5°С и солености 5, 10, 15, 20 и 25‰.

Эксперименты показали, что нижним солевым порогом для исследуемых рыб является соленость 5‰. В этой среде они живут всего 4—6 ч.

Данные по интенсивности дыхания изучаемых рыб в воде различной солености показывают, что только значительное увеличение или уменьшение солености среды (по сравнению с контролем) усиливает интенсивность дыхания подопытных рыб (рис. 2). В зависимости от концентрации раствора потребление кислорода у различных видов рыб неодинаково.

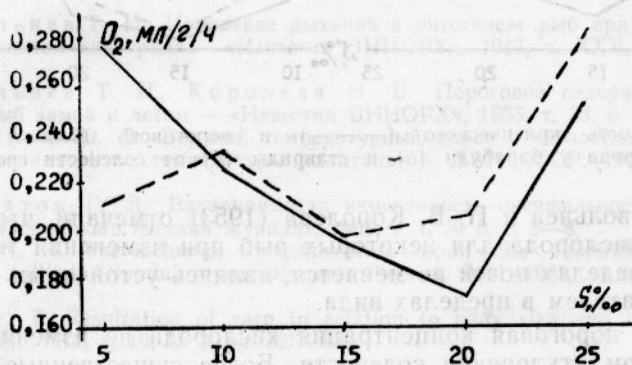


Рис. 2. Зависимость интенсивности дыхания барабули (— — —) и ставриды (—) от солености воды

Так, у барабули с повышением солености до 10, 20 и 25‰ потребление кислорода в единицу времени на 1 г веса соответственно повышается на 19,7, 6,9 и 43,8%. При уменьшении солености до 5‰ потребление кислорода рыбами несколько ниже, чем при 10‰, но выше чем при 15‰.

У ставриды по мере уменьшения солености до 5‰ потребление кислорода повышается на 45,1%, а при 10‰ — на 16,1% по сравнению с контролем. Увеличение солености до 20‰ ведет к дальнейшему снижению потребления кислорода на 9,9%. Однако повышение концентрации солей до 25‰ снова вызывает увеличение потребления кислорода на 32,6%.

Итак, барабуля наименее интенсивно потребляет кислород в воде соленостью 15‰. При солености 20‰ интенсивность ее дыхания увеличивается незначительно. Более резко она реагирует на снижение солености до 10‰ и на повышение до 25‰.

Ставрида наименее интенсивно потребляет кислород при солености воды 15—20‰. Соленость ниже 15‰ и выше 20‰ вызывает увеличение интенсивности дыхания, которое достигает максимума при 5 и 25‰.

### Влияние солености среды на критическое и пороговое содержание кислорода для рыб

Установление критической и пороговой концентрации кислорода важно для выяснения путей и степени адаптации рыб к условиям существования.

Пороговая концентрация кислорода у барабули и ставриды при солености воды 15—20‰ имеет незначительные колебания (рис. 3).

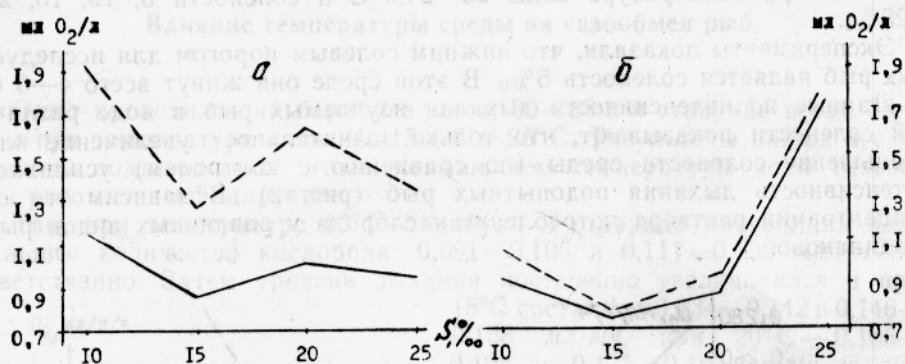


Рис. 3. Зависимость критического (— — —) и порогового (—) содержания кислорода у барабули (а) и ставриды (б) от солености среды

Т. И. Привольнев и Н. В. Королева (1953) отмечали, что пороговое содержание кислорода для некоторых рыб при изменении температуры в обычных пределах почти не меняется, являясь устойчивым физиологическим показателем в пределах вида.

Очевидно, пороговая концентрация кислорода не изменяется и при незначительном отклонении солености. Более существенные изменения солености (до 25‰) вызывают нарушение физиологических процессов и ведут к резкому повышению кислородного порога, что особенно характерно для ставриды.

Наименьшее пороговое содержание кислорода для барабули (0,83 мл O<sub>2</sub>/л) и ставриды (0,72 мл O<sub>2</sub>/л) наблюдается при солености 15‰, т. е. в привычной для этих рыб среде. При солености 20‰ кислородный порог для барабули увеличивается всего на 20%, а при 10‰ — на 36% по сравнению с контролем. При 25‰ кислородный порог становится несколько ниже, чем при 20‰, но остается выше, чем в контроле.

Для ставриды снижение солености до 10‰ и повышение до 20‰ увеличивает кислородный порог на 26,4 и 20% соответственно. Дальнейшее увеличение солености до 25‰ повышает кислородный порог на 47,2%.



Барабуля задолго до порогового содержания кислорода в воде начинает ощущать его недостаток. У ставриды кислородный порог и критическое содержание кислорода очень близки.

## Выводы

1. Величина потребления кислорода морскими рыбами определяется условиями их содержания.

2. По мере повышения температуры среды от 10 до 25°C интенсивность дыхания барабули и ставриды возрастает и дыхательные движения учащаются.

3. В воде со значительно пониженной или повышенной соленостью (по сравнению с обычной черноморской водой) интенсивность обмена рыб увеличивается.

4. Отклонение солености от нормы (15‰) повышает критическое и пороговое содержание кислорода для морских рыб. Ставрида резко реагирует на повышение солености до 25‰, барабуля — на снижение до 10‰.

## ЛИТЕРАТУРА

Брюхатова А. Л. Влияние повышенной солености на рост карпа-годовика. — «Ученые записки МГУ. Гидробиология», 1939, вып. 33, с. 17—29.

Веселов Е. А. Влияние солености внешней среды на интенсивность дыхания рыб. — «Зоологический журнал», 1949, т. 28, вып. I, с. 85—98.

Никифоров Н. Д. Окислительные процессы при развитии лососей в зависимости от условий обитания. — «Труды совещания по физиологии рыб», 1958, вып. 8, с. 339—345.

Привольнев Т. И. Изменение дыхания в онтогенезе рыб при различном парциальном давлении кислорода. — «Известия ВНИОРХ», 1947, т. XXV, вып. I, с. 57—112.

Привольнев Т. И., Королева Н. В. Пороговое содержание кислорода в воде для рыб зимой и летом. — «Известия ВНИОРХ», 1953, т. 33, с. 116—126.

Татьянкин Ю. В. Верхний температурный порог у сеголетков трески и сайды и его зависимость от температуры адаптации. — ДАН СССР, 1966, т. 167, № 5, с. 1157—1161.

Шкорбатов Г. Л. Внутривидовая изменчивость оксифильности у пресноводных рыб. — «Гидробиологический журнал», 1965, т. I, № 5, с. 3—8.

Wells, N. A. The influence of temperature upon the respiratory metabolism of the Pacific killfish (*Fundulus parvipinnus*). *Physiol. Zool.* 1935, v. 8, № 2, pp. 196—225.

Kamler, E. Respiration of carp in relation to body size and temperature. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 1972, v. 19, № 3, pp. 325—331.

### Influence of salinity and temperature of water on the gas exchange in some marine fish.

T. P. Strebkova, T. R. Bazhashvili

## Summary

The consumption of oxygen by marine fish at the critical and threshold oxygen content is dependent upon the temperature and salinity of the environment.

The experiment made with horsemackerel and surmullet from the Black Sea has shown that the respiration intensity and the number of respiratory movements increase when the temperature of the environment rises from 10° to 25°C. The intensity of gas exchange in the species also increases in the water with a higher or lower salinity as compared to the true Black Sea water. Any deviation from the normal level of salinity (15‰) increases the critical and threshold content of oxygen.