

Т. И. ПРИВОЛЬНЕВ

**КРИТИЧЕСКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ КИСЛОРОДА В ВОДЕ ДЛЯ
РАЗНЫХ ВОЗРАСТОВ МОЛОДИ ЛОСОСЯ (*SALMO SALAR*)**

Представлено академиком Л. А. Орбели 16 VI 1947)

Указания на минимальные количества растворенного в воде кислорода, необходимые для пресноводных рыб, немногочисленны и часто противоречивы. Так, Гутсель (2) указывает, для *Salmo fario* при 10°C предельным количеством кислорода является 2,5 мг/л; Крог (4) для того же вида приводит величину 1,3 мг/л при 16°C, хотя при более высокой температуре пороговое содержание кислорода для рыб возрастает. Эллис (1) отмечает, что для большинства пресноводных рыб 2,86 мг/л является минимальным содержанием кислорода при +1 — 25°C.

Все авторы приводят минимальное содержание кислорода в воде для взрослых рыб. Вопрос же о зависимости минимального содержания кислорода в воде от стадий развития или возраста рыб до настоящего времени остается совершенно неосвещенным. В этом направлении имеется лишь работа Коржуева (3), в которой автор пытается выяснить различия в пороге при разных типах дыхания — кожном и жаберном. Коржуев приходит к выводу, что кислородный порог остается примерно тем же при смене типов дыхания как у осетра, так и у севрюги. Олифан (5) отмечает различное отношение молоди севрюги к дефициту кислорода в различных возрастах: «чем мельче личинки, тем резче обнаруживалась депрессия роста под влиянием дефицита кислорода».

Настоящая работа ставит своей целью выяснить зависимость между минимальным содержанием в воде кислорода, необходимым для выживания молоди, и возрастом последней.

Опыты ставились следующим образом. В три однородные банки, емкостью около 250 см³ каждая, наливалась вода с различным количеством растворенного в ней кислорода. Различия в содержании кислорода достигались путем приготовления смеси кипяченой и обычной речной воды в различных соотношениях. В каждую банку помещалось по 5 экземпляров молоди лосося на разных стадиях развития, в период с 36-го по 107-й день с момента вылупления личинок из икры. Банки закрывались притертыми пробками. Все опыты проведены при температуре 15°C. Определение кислорода в воде (по Винклеру) производилось до помещения молоди в банки и сейчас же после гибели молоди. Кроме того, иногда производилось определение свободной углекислоты в воде до опыта и сейчас же после опыта. Всего поставлено 20 серий опытов.

До помещения молоди содержание кислорода в речной воде колебалось от 12,0 до 8,1 мг/л, в смеси $\frac{3}{4}$ речной + $\frac{1}{4}$ кипяченой от 9,2 до 5,8 мг/л, и в смеси $\frac{1}{2}$ речной + $\frac{1}{2}$ кипяченой воды от 7,3 до 4,9 мг/л.

Продолжительность выживания молоди в банках с различным содержанием кислорода в воде изображена на рис. 1. Из рис. 1 видно, что по мере развития продолжительность выживания молоди уменьшается. Из того же рисунка видно, что наиболее продолжительное время молодь выживает в речной воде, затем в смеси $\frac{3}{4}$ речной + $\frac{1}{4}$ кипяченой воды, и менее всего молодь выживает в смеси, состоящей из $\frac{1}{2}$ речной + $\frac{1}{2}$ кипяченой воды.

Сокращение времени выживания молоди по мере развития объясняется тем, что по мере развития увеличивается вес молоди, а в связи

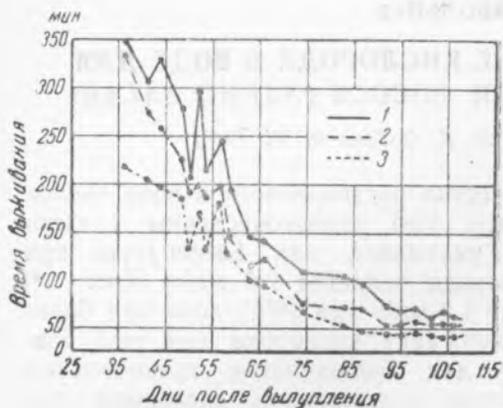


Рис. 1. Продолжительность выживания молоди лосося в зависимости от содержания кислорода в воде. 1—речная вода, 2— $\frac{1}{4}$ кипяченой + $\frac{3}{4}$ речной воды, 3— $\frac{1}{2}$ кипяченой + $\frac{1}{2}$ речной воды

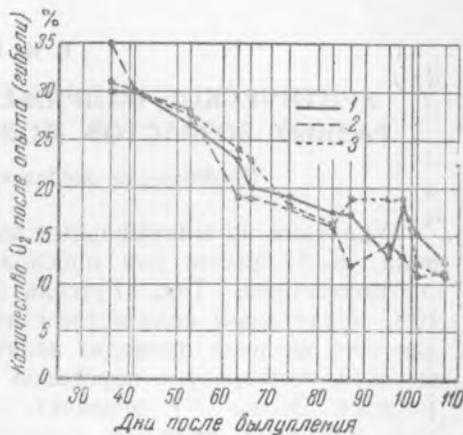


Рис. 2. Количества O_2 , при которых погибают мальки лосося разных возрастов. 1—речная вода, 2— $\frac{1}{2}$ кипяченой + $\frac{1}{2}$ речной воды, 3— $\frac{1}{4}$ кипяченой + $\frac{3}{4}$ речной воды

с этим увеличивается и количество потребляемого кислорода при дыхании и быстрее достигается минимум содержания в воде кислорода, необходимого для выживания.

Предельное содержание кислорода для разных возрастов молоди лосося приведено на рис. 2. Из рис. 2 видно, что для ранних возрастов предельное содержание кислорода значительно выше, чем для поздних. На 36-й день с момента вылупления молодь погибала при 3,1—3,7 мг/л (или 30—35‰), на 107-й день при тех же условиях гибель наступала при 1,2—1,3 мг/л (или 11—13‰ насыщения).

Надо отметить, что гибель молоди наступает примерно при незначительном изменении содержания кислорода, независимо от концентрации кислорода в воде в начале каждого опыта.

Так, на 36-й день после вылупления были получены следующие результаты (табл. 1).

Таблица 1

	Речная вода	$\frac{3}{4}$ речной + $\frac{1}{4}$ кипяченой	$\frac{1}{2}$ речной + $\frac{1}{2}$ кипяченой
Содержание O_2 до опыта, мг/л	12,0	9,2	7,3
Содержание O_2 после опыта, мг/л (пороговое содержание)	3,1	3,2	3,7

Аналогичные результаты получены и во всех остальных опытах.

На 107-й день после вылупления — пороговое содержание кислорода 1,2—1,3 мг/л (или 11—13‰). Крог указывает близкую величину

(10%) для взрослой ручьевой форели (*Salmo fario*), формы, близкой к лососю. Очевидно, в возрасте около 110 дней после вылупления молодь лосося по своим дыхательным функциям приближается к взрослым рыбам. На основании имеющихся материалов, в онтогенезе лосося можно различить три периода различного отношения к кислороду.

Первый период — от оплодотворения до установления кровообращения. В это время изменение парциального давления кислорода в сторону увеличения ⁽⁶⁾ и в сторону уменьшения до известных пределов (Привольнев, неопубликованные данные) не вызывает изменения интенсивности дыхания. Критическое напряжение кислорода для этого периода весьма низкое ⁽⁷⁾.

Второй период — от установления кровообращения до конца первого лета жизни молоди. Критическое напряжение кислорода для этого периода довольно высокое и меняется в зависимости от возраста. Изменение парциального давления кислорода изменяет и интенсивность дыхания.

Третий период охватывает время жизни взрослой особи. Критическое напряжение кислорода в это время, как и в течение первого периода, невысокое.

Во второй период организм обнаруживает наибольшую зависимость дыхания от напряжения кислорода во внешней среде. Этот период надо рассматривать как время, в течение которого происходит выработка регуляции в осуществлении дыхательной функции сложного организма.

Лаборатория физиологии рыб
Всесоюзного научно-исследовательского института
озерного и речного рыбного хозяйства
Ленинград

Поступило
16 VI 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Ellis, Bull. U. S. Bur. Fish., No. 22 (1937). ² J. S. Gutsel, Ecology, 10 (1929).
³ П. А. Коржуев, Изв. АН СССР, сер. биол., № 2 (1941). ⁴ A. Krogh and J. Leicht, J. Physiol., 52 (1919). ⁵ В. Олифан, Рыбное хозяйство, № 12 (1940). ⁶ Т. И. Привольнев, Арх. анат., гист. и эмбриол., 18, № 2 (1938). ⁷ А. Трифонов и Н. Попов, Уч. зап. ЛГУ, № 15 (1937).