

ПОТРЕБНОСТЬ НИЛЬСКОЙ ТИЛЯПИИ (*Oreochromis niloticus*) В КИСЛОРОДЕ ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ФАКТОРАХ СРЕДЫ**В.В. Тетдоев***Кафедра экологии и охраны водных систем*Российский государственный аграрный заочный университет
ул. Ю.Фучика, 1, 143900 Балашиха, Московская область, Россия

Полученные результаты исследований указывают на увеличение потребности нильской тилапии в кислороде с повышением температуры воды. Нильская тилапия рационально регулирует дыхание при содержании кислорода, растворенного в воде, 4 мг/л и выше. Низкое содержание растворенного кислорода вызывает спонтанную стрессовую реакцию.

Тилапии – тропические рыбы, являющиеся традиционным объектом аквакультуры в Африке и странах Ближнего Востока. Только относительно недавно, начиная с 50-х годов прошлого столетия, ареал выращивания тилапии стал стремительно расширяться. Большой интерес к этим рыбам связан с их ценными хозяйственно-полезными качествами: легкостью размножения, быстрым ростом, широким спектром питания, устойчивостью к неблагоприятным факторам среды. Немаловажную роль играют и отличные пищевые качества тилапий, имеющих вкусное мясо с высоким содержанием белка, отсутствием в нем мелких межмышечных косточек.

В настоящее время тилапий выращивают не только в границах их естественного ареала, но и в странах с умеренным климатом. В результате мировое производство этих видов рыб за период с 1990 по 2005 год выросло в два раза и достигло 1,65 млн. т.

Исследования, выполненные на кафедре рыбоводства МСХА имени К.А. Тимирязева, показали, что основной базой для выращивания тилапий в нашей стране могут стать рыбоводные цеха промышленных предприятий, садковые и бассейновые хозяйства на водоемах-охладителях, а также пруды с геотермальным водоснабжением.

Одним из наиболее популярных видов, обладающих высокими продуктивными и товарными качествами, является нильская тилапия (*O. niloticus*). Особенно широко нильская тилапия используется в садковых и бассейновых рыбоводных хозяйствах с интенсивной технологией выращивания.

Успешное культивирование новых перспективных объектов аквакультуры в специфических условиях содержания – высокой плотности посадки, интенсивного кормления, постоянного водообмена и др. – связано с изучением их биологических особенностей и, в частности, отношением к факторам внешней среды, определяющим результаты выращивания. Анализ литературы показывает, что, хотя информация по устойчивости тилапий к экстремальным факторам среды, в том числе к дефициту кислорода, имеется, она фрагментарна и непосредственно не связана с проблемой их культивирования [4, 5, 6]. В статье приводятся результаты исследований, посвященных изучению адаптационных возможностей нильской тилапии к ряду факторов внешней среды, играющих важную роль в жизни рыб.

Для рыб тропиков, более стенотермных, чем рыбы умеренных и высоких широт, ведущим фактором регуляции процессов развития и роста, в первую очередь, является температура. Тилапии – теплолюбивые рыбы, и оптимальная для них температура лежит в пределах 25-32°C. При культивировании в условиях водоемов

средних широт тилапии приходится сталкиваться с широкими колебаниями температуры воды. Резкие перепады температур оказывают на рыб отрицательное воздействие, о котором можно судить по их общему состоянию. Развивающиеся при этом стрессовые явления обуславливают отклонение скоростей энергетического обмена от нормы. В настоящее время довольно широко распространено представление о том, что даже незначительные перепады температуры от акклимационной оказывают повреждающее действие на рыб, а период восстановления их нормального функционального состояния затягивается до нескольких дней [8].

Использование высоких плотностей посадки рыбы на выращивание и интенсивное ее кормление приводят к снижению содержания растворенного кислорода в воде. Определение оптимальных и критических границ содержания растворенного кислорода будет способствовать совершенствованию технологии интенсивного выращивания тилапии.

Задачей исследований являлось также изучение влияния периодически проводимых при выращивании рыбы контрольных обловов и связанных с этим стрессовых факторов.

Полученные в ходе исследований данные позволили установить коррелятивные связи интенсивности обмена у нильской тилапии в связи с различными отрицательными ситуациями, возникающими в ходе ее выращивания.

Материалы и методы исследования. В опытах по определению влияния температуры на потребление кислорода использовали молодь нильской тилапии массой от 10 до 150 г. Определение интенсивности потребления кислорода проводили методом замкнутых сосудов в герметических камерах из оргстекла объемом 20 л (рис. 1). Расчеты интенсивности потребления кислорода проводили по Г.Г. Винбергу [1]. Методом наименьших квадратов определяли параметры зависимости - $\lg R - \lg W$, где R – интенсивность потребления кислорода, W – масса тела.

Содержание кислорода в воде определяли по методу Винклера [3]. Расчет интенсивности потребления кислорода проводили по формуле:

$$X = (O_{2a} - O_{2b}) \times V / (P \cdot t),$$

где X - интенсивность потребления кислорода в мг/л г/л час; O_{2a} – содержание кислорода до опыта, мг/л; O_{2b} – содержание кислорода после опыта, мг/л; P - масса рыбы, г; V - объем сосуда, л; t - продолжительность опыта, ч.

В ряде опытов для определения содержания кислорода использовали оксиметр (рис.1).

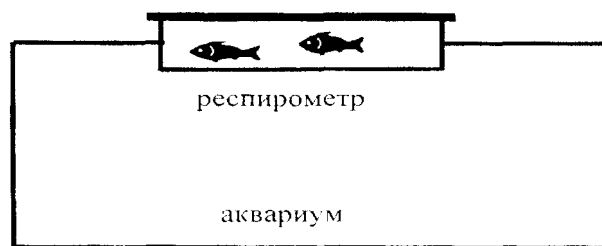


Рис.1. Схематическое устройство респирометра

Перед посадкой в респирометр рыба в течение суток не получала корм. Затем она была взвешена, просчитана и посажена в респирометр для акклимации,

проходившей в течение 24 ч. Потребление кислорода измеряли в аквариумах и закрытых респирометрах. Продолжительность «закрытого времени» не превышала 5 мин. Эксперимент проводили при температуре 20, 25, 30 и 35°C.

В опытах по изучению влияния низкого содержания растворенного в воде кислорода на его потребление рыбой использовали тилапию массой от 15 до 60 г в количестве 200 шт. Температуру воды поддерживали на уровне 30°C. Рыба была акклиматизирована к респирометру. С начала опыта камеру закрывали и вели постоянный контроль за содержанием кислорода и поведением рыбы. Эксперимент завершали, когда начиналась гибель рыбы.

В серии опытов по влиянию стресса на потребление кислорода рыба подвергалась облову, стимулирующему стресс, наблюдаемый в рыбоводных системах. Перед опытом тилапия проходила акклимацию в респирометре в течение суток. После этого воду из респирометра выливали и рыбу отлавливали. Затем через 30-60 сек. респирометр снова заполняли водой и рыбу возвращали обратно. Измерение потребления кислорода проводили перед обловом и через каждый час после возвращения.

Результаты исследований и их обсуждение. В целом выполненные исследования показали прямую логарифмическую зависимость между массой тела и величиной потребления кислорода (рис. 2). Отмечено четкое увеличение потребления кислорода, связанное с повышением температуры воды. Уравнение регрессии и коэффициент корреляции этой связи представлены в табл. 1. Не отмечено достоверных различий в потреблении кислорода в респирометре и в открытом аквариуме при температуре 30°C.

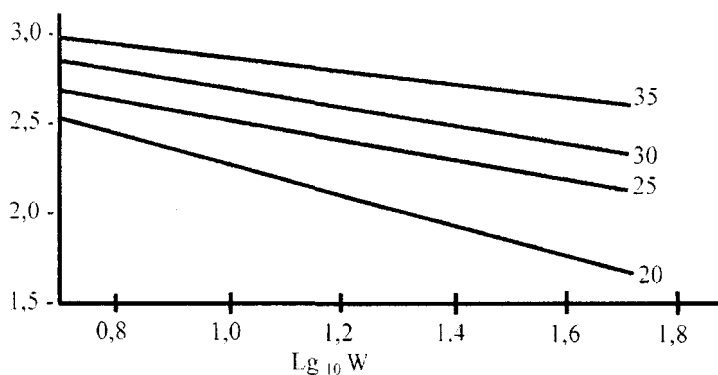


Рис. 2. Зависимость между уровнем дыхания и массой тела при четырех температурных режимах

Изучение влияния гипоксии на уровень потребления кислорода показало, что по сравнению с другими видами рыб, культивируемыми в умеренном поясе, тилапии обладают повышенной устойчивостью к низкому содержанию кислорода, растворенного в воде. Мозамбикская и нильская тилапии способны переносить кратковременное снижение содержания кислорода, растворенного в воде, до 0,1 мг/л [10].

Исследования, проведенные С.В. Джоб [6], показали, что дыхание мозамбикской тилапии не зависело от содержания кислорода, растворенного в воде, при температуре от 15 до 30°C до тех пор, пока парциальное давление кислорода не упало до 32% насыщения.

При постановке опыта в лабораторных условиях содержание растворенного кислорода в респирометре поддерживалось на уровне 4 мг/л. Этот показатель был принят нами за 100%. Постепенное снижение количества растворенного кислорода в респирометре вызывало резкое снижение уровня потребления кислорода по сравнению с его потреблением при содержании 4 мг/л (рис. 3).

Таблица 1

Регрессионная зависимость Ig_{10} уровня дыхания (y) и Ig_{10} массы тела (x)

Температура, °С	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции	Критерий достоверности, %
20	$= 3,0 - 0,777 x$	- 0,979	0,001
25	$= 2,8 - 0,350 x$	- 0,822	0,01
30	$= 2,99 - 0,378 x$	- 0,918	0,001
30 аквариум	$= 3,34 - 0,586 x$	- 0,892	0,001
35	$= 3,03 - 0,255 x$	- 0,713	0,001

Начало снижения интенсивности дыхания наблюдалось при содержании кислорода менее 3 мг/л. Это очевидно критический уровень содержания кислорода. Ниже этого уровня потребление кислорода стремительно падает. Исследования показали, что при содержании растворенного кислорода на уровне 2,5-1 мг/л наблюдалось изменение поведения тилапии, потемнение тела и эрекция спинного плавника. При содержании растворенного кислорода 1 мг/л потребление кислорода составляло примерно 5% от установленного нормативного уровня дыхания (100% при 4 мг/л).

Исследовано влияние облова на потребление рыбой кислорода. Последствия облова, вызвавшего стресс у рыбы, проявились в резком увеличении потребления кислорода. На рисунке 4 показана зависимость интенсивности дыхания рыб от времени, прошедшего после их пересадки. Уровень потребления кислорода вырос примерно на 150-200% по сравнению с состоянием покоя (рис. 4). Рыба, отличавшаяся по массе тела, имела различные показатели интенсивности потребления кислорода.

В целом этот начальный высокий уровень потребления кислорода заметно снизился в первый час после возвращения рыбы в респирометр. В последующие часы потребление кислорода продолжало снижаться и полностью восстановилось через 3 часа.

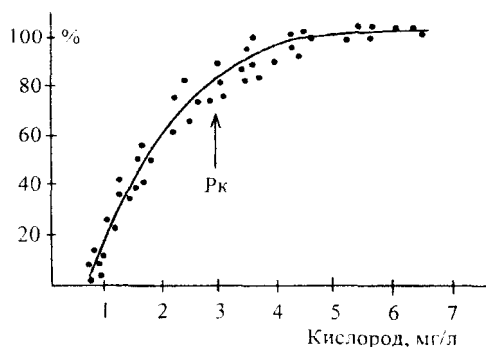


Рис. 3. Интенсивность дыхания нильской тилапии при различном содержании кислорода

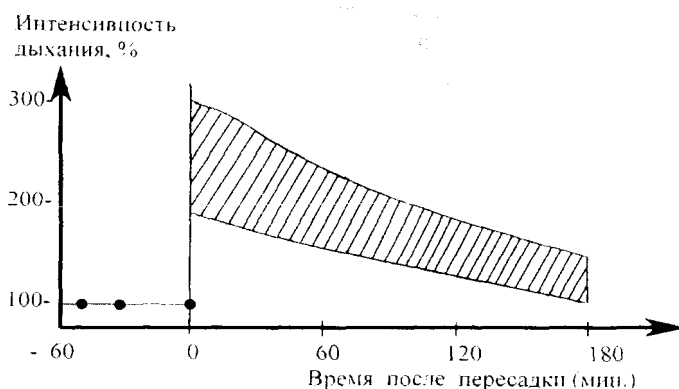


Рис. 4. Интенсивность дыхания нильской тилляпии после облова (%)

Полученные в ходе выполненных исследований результаты указывают на увеличение потребности нильской тилляпии в кислороде с повышением температуры воды. Эту связь точно выражает графический показатель \lg / \lg уровня дыхания в $\text{мг O}_2 / \text{кг/час}$. Приведенная прямая линия показывает, что интенсивность дыхания увеличивается с повышением температуры воды (рис. 2). Полученные нами данные между уровнем дыхания и массой тела при 30°C близки к результатам, установленным другими исследователями [11]. В опытах с тилляпией рендалли (*T. rendalli*) вычисленное ими уравнение Q_{10} между температурой 25 и 35°C равнялось 2,3.

Нильская тилляпия рационально регулирует дыхание при содержании кислорода, растворенного в воде, 4 мг/л и выше. Критической границей (P_k) для нее является содержание кислорода менее 3 мг/л , что соответствует 40% насыщения (при температуре 30°C). Ниже этого уровня наблюдалась депрессия роста рыбы.

Низкое содержание растворенного кислорода вызывало спонтанную стрессовую реакцию. Возможно, что проявление стресса в закрытой системе (респирометре) было связано с увеличением содержания свободной углекислоты.

Способность нильской тилляпии выживать при очень низком содержании растворенного кислорода предполагает возможность анаэробного дыхания. Однако продолжительность этого состояния ограничена во времени [8], поэтому для обеспечения оптимальных условий выращивания нильской тилляпии содержание растворенного в воде кислорода необходимо поддерживать на уровне выше 4 мг/л .

Облов и пересадка рыбы даже на короткое время могут вызвать сильное изменение интенсивности дыхания, которое необходимо принимать во внимание.

В заключение следует отметить, что полученные данные по кислородной потребности нильской тилляпии могут служить основой для расчета плотностей посадки рыбы при интенсивном ее выращивании. При этом следует учитывать также дополнительные потребности тилляпии в кислороде, связанные с проведением технологических операций, вызывающих стресс у рыб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Винберг Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. - Минск.: Изд-во Белорусск. ун-та, 1956.
2. Ивлева И.И. Температура среды и скорость энергетического обмена у водных животных. - Киев.: Наукова думка, 1981.

3. Привезенцев Ю.А. Гидрохимия пресных водоемов. - М., Пищевая промышленность, 1973.
4. Caulton M.S. The effect of temperature on routine metabolism to *Tilapia rendalli*. - J. Fish Biol., 1977. - P. 549-553.
5. Farmer G.J. and Beamish F.M. Oxygen consumption of *Tilapia nilotica* in relation to swimming speed and salinity. - J. Fish Res. - Canada. - 1969. - P. 2807-2821.
6. Job S.V. The respiratory metabolism of *Tilapia mossambica*. The effect of size, temperature, salinity and partial pressure of oxygen. - Mar. Biol. - 1969. - P. 222-226.
7. Jobling M. The influences of feeding on the metabolic rate of fishes. - J. Fish Biol. - 1981. - P. 385-400.
8. Kutty M.N. Respiratory quotient on the and ammonia excretion in *Tilapia mossambica*. - Mar Biol. - 1972. - № 16. P. 126-133.
9. Macintosh D.J., Silva S.S. The influence of dosage and time of treatment on the effect of methyltestosteron fed fry of *O. mossambicus*. - Aquaculture. - 1982. - №12.
10. Magid A.M., Babiker G.N. Oxygen consumption in *Tilapia nilotica* Hydrobiologia. - 1975. - № 33. - P. 513-522.
11. Melard C., Philippart J. C. Pisciculture intensive de *S. niloticus*. - Aquaculture. - 1980. - P. 11 - 28.

NILE TILAPIA (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) OXYGEN NEEDS UNDER EXTREMAL HABITAT CONDITIONS

V.V. Tetdov

Department of ecology and water conservation
Russian State Agrarian Correspondence University
st. U. Fuchik, 1, 143900, Balashihka, Moscow Region, Russia

The drawn findings of investigation point out that *Tilapia Niloticus* increases oxygen needs when the water temperature elevates. Nile *Tilapia* efficiently regulates breathing when the water oxygen content is 4 mg/l and more. The low content of dissolved oxygen causes the spontaneous stressful reaction.