

УДК 597.21.5

ОСОБЕННОСТИ РОСТА ГУРАМИ ГОЛУБОГО ПРИ РАЗЛИЧНОМ ФОТОПЕРИОДЕ В ЗАМКНУТЫХ ВОДНЫХ СИСТЕМАХ

Подопригора В. Н.

Введение

Как известно, освещение необходимо для нормального функционирования зрительного анализатора, который выполняет одну из важных функций в процессе формирования стаи многими видами рыб. Зрение также играет важную роль в передаче информации в косяке (Радаков, 1972; Подопригора, 2000). У рыб информация, полученная с помощью зрительного анализатора, используется для определения размеров сородичей, следовательно, определяет размерную структуру стаи (Подопригора, 2001). Визуальная информация может вызывать агрессию у рыб (Мак-Фарленд, 1988).

Освещение влияет на физиологические процессы у рыб. Ю.Ю. Дгебуадзе (2001) склоняется к тому, что увеличение продолжительности фотопериода положительно влияет на скорость роста у рыб. В качестве подтверждения он приводит работы Gross et al. (1965); Pereira, Adelman (1985) и др. Ю.Ю. Дгебуадзе указывает также на то, что в природе свет оказывает влияние на рост рыб в совокупности с другими факторами. Он же говорит о неоднозначности влияния фотопериодичности на рыб. В качестве подтверждения приводят данные эксперимента, в котором не было обнаружено влияния изменения характера фотопериода на темп роста трески. Р.Ю. Касимов (1987) определил оптимальную освещенность для малька осетра, шипа и севрюги.

В замкнутых водных системах обостряется влияние всех факторов на рост рыб. Например, при повышенной плотности посадки проявление агрессии усиливается, что ведет к потере энергии и снижению темпов роста как самого агрессора, так и жертвы (Мак-Фарленд, 1988). Внутригрупповая конкуренция (агрессия - ее «инструмент») приводит к тому, что более сильные животные получают больше корма, чувствуют себя комфортней, в результате быстрее растут. В итоге, в стае со временем растет разрыв между минимальными и максимальными размерами мальков (Сабодаш, Семененко, 1998) и, как следствие, растут коэффициенты вариаций по массам и общей длине рыб. В

литературе есть только косвенная информация о влиянии фотопериода, как отдельного фактора, на рост рыб. Цель нашей работы – в опыте с 36 особями голубого гурами определить:

1. Влияние фотопериода на скорость роста мальков.
2. Влияние фотопериода на коэффициент вариаций массы и общей длины.
3. Влияние фотопериода на количество агрессивных реакций у голубого гурами.

Материал и методы

В качестве подопытных использовали мальков гурами голубого *Trichogaster trichopterus sumatranus* Ladiges, 1933 (Belontiidae). Эти рыбы населяют остров Суматра. Держатся в богатых растительностью ручьях, прудах и озерах. В качестве корма используют личинок насекомых и других мелких животных, обитающих в воде и на ее поверхности. Оптимальная температура для этого вида гурами 24 - 26 °С. Рыбы мирные, но могут преследовать других рыб, несколько пугливы, держатся в верхних и средних слоях воды (Плонский, 2001). Этот вид популярен у аквариумистов. Используемый живой материал был генетически однороден.

Эксперимент проводился в трех одинаковых бескаркасных аквариумах (30x49x23 см). В сосуды было налито по тридцать литров воды. Температура поддерживалась с помощью обогревателей, подключенных через термореле ТЛ-3. Для уменьшения испарения аквариумы накрывались стеклами, в которых были сделаны отверстия для кормления и ввода воздухопроводной трубки, а также проводов от обогревателя и терморегулятора. Задняя и две боковые стенки аквариумов обшивались плотным картоном. Верх и передняя стенка, при необходимости, закрывались заслонкой из того же плотного картона, который плотно прилегал к краям обшивки. Аквариумы были пронумерованы.

Для эксперимента использовалась водопроводная вода, отстоянная не менее трех суток. На каждый шестой день эксперимента во всех трех сосудах S объема старой воды (вместе с образовавшимся на дне осадком) сливали и заменяли свежей отстоянной водой.

В каждый аквариум было посажено по двенадцать месячных мальков. Все подопытные особи к началу эксперимента нормально питались и были одинаково активны. Для эксперимента мальки из общей массы отбирались случайным образом.

Температура во всех трех аквариумах поддерживалась на уровне 26 °С. Ее измеряли во всех трех аквариумах каждый день утром и вечером. Вода круглосуточно активно аэрировалась. Сосуды располагались на одном уровне и были освещены с одинаковой интенсивностью. Аквариум №1 был полностью затемнен в течение двадцати одного часа из двадцати четырех, №2 - затемнялся

на восемнадцать часов, а №3 - на пятнадцать часов. В первых двух аквариумах световой период делили на две части: №1 – с 9⁰⁰ до 10³⁰ и с 16³⁰ до 18⁰⁰, №2 – с 9⁰⁰ до 12⁰⁰ и с 15⁰⁰ до 18⁰⁰. Третий аквариум открывали с 9⁰⁰ и закрывали в 18⁰⁰.

В качестве корма использовали трубочника, которого промывали не менее недели. Оптимальную массу корма определили в ходе предварительного эксперимента следующим образом. В каждый аквариум бросали корм из расчета 1мг корма на 1мг живой массы рыбы. К концу девятичасового светового дня в каждом сосуде оставалось изрядное количество корма. Эти остатки удалялись. На следующий день в каждый из аквариумов давалось на 10 мг корма меньше, чем в предыдущий. Так продолжали до того момента когда корм к концу дня не оставался. Таким образом было установлено, что оптимальное соотношение, в данном случае, это – 0,5 мг трубочника на 1 мг живого веса рыбы в день. После промывки сачок с червями помещали над кристаллизатором для того, чтобы стекло как можно больше воды. Трубочник взвешивали на технических весах. Перед использованием корм измельчали так, чтобы самые мелкие мальки могли его поглощать без затруднений. Дневную норму давали рыбе за два раза, половину - утром, половину - вечером. Корм в каждый аквариум задавали поочередно в строго определенное время по следующему графику: в первый аквариум – в 9⁰⁰ и 16³⁰; во второй – 9³⁰ и 17⁰⁰; в третий – 10⁰⁰ и 17³⁰.

В ходе эксперимента фиксировалось количество проявлений агрессии в каждом аквариуме. Агрессией считали цепь поведенческих реакций, которая заканчивалась атакой на жертву. Проявлением агрессии не считалось преследование, в процессе которого внимание особи переключалось на другую деятельность, и атака не происходила. Проявление агрессивного поведения фиксировалось в каждом аквариуме во время кормления в течение тридцати минут утром и вечером.

Каждые шесть дней, начиная с первого дня эксперимента, проводили взвешивание рыбы и измеряли её общую длину. Массу (m) каждой отдельной особи определяли с помощью технических весов в миллиграммах. Рыбу вылавливали из аквариума сачком, после чего ее помещали на чашку весов. Влагу, попавшую на чашки весов, промокали фильтровальной бумагой. После взвешивания измеряли с помощью штангенциркуля общую длину рыбы (D) в миллиметрах. Малька, с которого сняли обмеры, отсаживали в отдельный сосуд. В день обмеров рыбу не кормили. Взвешивание проводили вечером.

Для статистической обработки использовался регрессионный, дисперсионный анализ, также определялся коэффициент вариаций (Cv) (Лакин, 1980).

Результаты исследований и их обсуждение

В условиях данного эксперимента мы с высокой точностью можем судить об изменениях массы, зная длину рыб, что подтверждает близкая к единице величина достоверности аппроксимации R^2 ($R_1^2=0.98$, $R_2^2=0.99$, $R_3^2=0.99$) (Подопригора 2003).

Если фотопериод влияет на рост рыб, то в нашем эксперименте в каждом аквариуме малек должен расти с разной скоростью. Тогда в трех аквариумах средние арифметические биомасс мальков должны достоверно отличаться (табл. 1).

Таблица 1.

Общая биомасса мальков гурами голубого, м²

№ аквариума	№ взвешивания						Средние арифметические
	1	2	3	4	5	6	
1	1815	3153	5690	8614	14494	18316	8680,333
2	1757	3318	5900	8814	15014	19195	8999,667
3	2343	3952	6612	10143	16247	21164	10076,830

Для подтверждения нашей гипотезы мы подвергли полученные данные дисперсионному анализу. Полученное значение критерия Фишера ($F_{\phi} = S_a^2/S_e^2$, где S_a^2 – факториальная дисперсия, S_e^2 – остаточная дисперсия) гораздо меньше его теоретического значения (F_{st}) для данных степеней свободы ($F_{\phi} < F_{st} = 0,067 < 19,43$). Следовательно, отличие средних арифметических общих биомасс мальков в разных аквариумах не достоверно. Таким образом, продолжительность фотопериода не влияет не на прирост биомассы всей рыбы в аквариумах и не на рост отдельных мальков, что противоречит большинству литературных данных (Дгебуадзе, 2001). Прирост биомассы, в первую очередь зависит от количества и качества поглощаемого корма (Дгебуадзе, 2001). В процессе нашего эксперимента мальки в первом аквариуме съедали такое же количество корма (в перерасчете на единицу массы) как и в других двух аквариумах, и как следствие росли, с той же скоростью. Если бы было наоборот, то тогда бы количество пищи, поглощаемой рыбой в первом аквариуме, в процессе эксперимента уменьшалось бы.

По результатам каждого взвешивания мы вычисляли коэффициенты вариаций (Cv) для масс мальков (таблица 2). Коэффициент вариаций показывает, на сколько велик разброс по росту мальков в каждом аквариуме. Чем больше Cv, тем разнороднее мальки по росту, и наоборот.

Таблица 2.

№ аква-риума	№ взвешивания						Средние арифметические.
	1	2	3	4	5	6	
1	53,4	51,7	56,1	53,3	54,0	46,1	52,43
2	40,8	41,6	48,1	45,3	43,8	41,5	43,52
3	45,1	43,6	45,7	38,2	36,2	33,2	40,33

По данным таблицы 2 построен график, который показывает изменение C_v масс мальков в каждом аквариуме в течение эксперимента (рис. 1).

Как видно на рисунке 1, C_v масс мальков растет в каждом аквариуме до третьего взвешивания, после чего начинает понижаться также во всех трех аквариумах. Эти результаты подтверждают данные о том, что после определенного периода времени в естественных популяциях наблюдается увеличение количества больших особей, что связано с уменьшением C_v масс рыб в популяции (Дгебуадзе, 2001).

На рисунке 1 видно, что C_v в самом освещенном аквариуме (№3) растет не так резко, как в менее освещенных аквариумах (№1, 2). Но после третьего взвешивания C_v в самом освещенном третьем аквариуме падает быстрее, чем в первом и втором аквариумах. C_v во втором аквариуме в точке 3 выше, чем в третьем, после чего приближается к C_v в первом аквариуме. Следовательно,

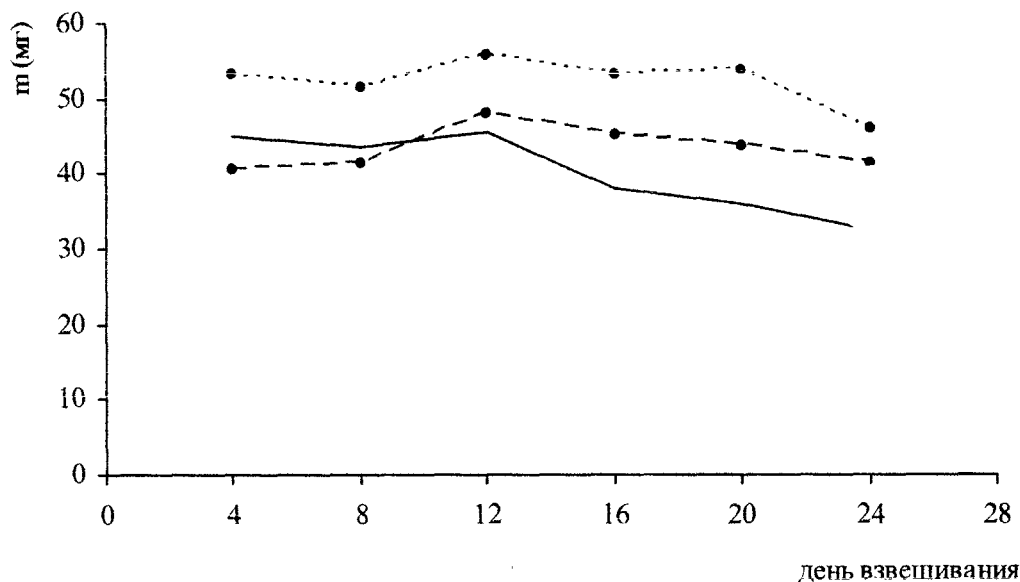


Рис. 1. Изменение коэффициента вариации (C_v) массы мальков голубого гурами.
 Аквариум №1, ----- аквариум №2, ————— аквариум №3.

можно предположить, что увеличение продолжительности освещения способствует понижению C_v масс и длин рыб, что подтверждает диаграмма на рисунке 2.

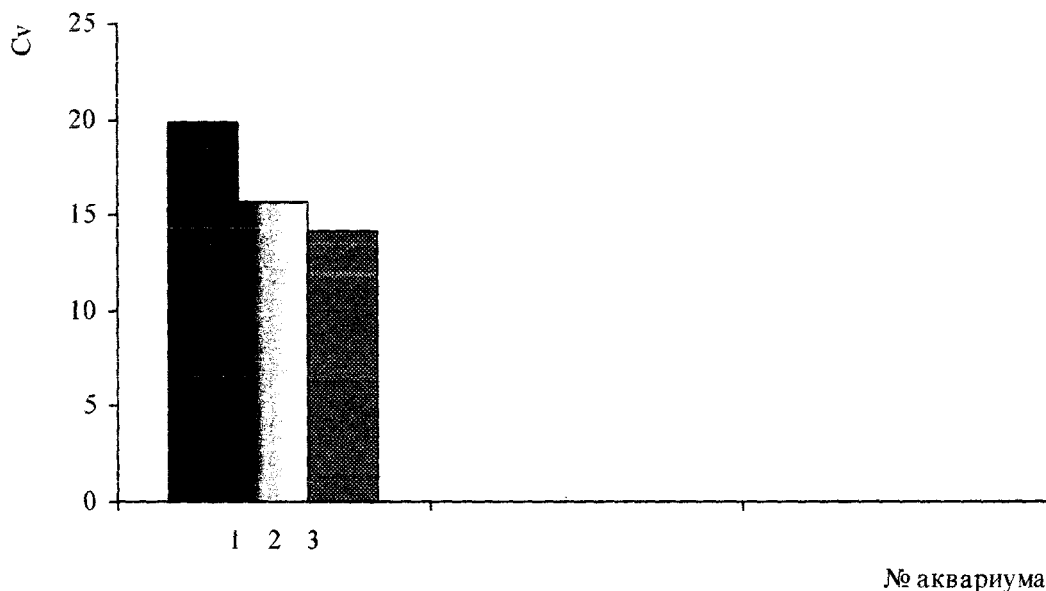


Рис. 2. Средние коэффициенты вариаций (C_v) масс гурами голубого.

Эти данные с большой достоверностью на однопроцентном уровне значимости подтверждены дисперсионным анализом, который четко показал зависимость изменения C_v в каждом аквариуме от продолжительности фотопериода ($F_{\phi} > F_{st} = 15,24 > 6,36$). Полученные результаты логичны, если вспомнить данные Ю.Ю. Дгебуадзе (2001) о том, что в естественных популяциях размерная структура со временем выравнивается в большую сторону и, как следствие, C_v понижается. Возрастная и, следовательно, размерная структура стаи рыб, формируется за счет внутрigrupповых поведенческих реакций, основанных на визуальном контакте (Радаков, 1972; Подопригора, 2000). В светлом аквариуме рыбы видели друг друга наиболее долгое время, следовательно, в этом аквариуме рост мальков был приближен к росту рыб в естественных популяциях.

Продолжительность освещения влияет на агрессию голубого гурами. На рисунке 3 видно, что в первом аквариуме среднее количество проявления агрессивной реакции наименьшее, а наибольшее – в третьем (самом освещенном) аквариуме. В аквариуме №1 мальки были менее подвижны, чем

в аквариуме №3. На поглощение корма малькам в аквариуме №1 (самом тёмном), как правило, требовалось больше времени, чем малькам в аквариумах №2 и 3. Следовательно, увеличение светового периода повышает агрессию у голубого гурами.

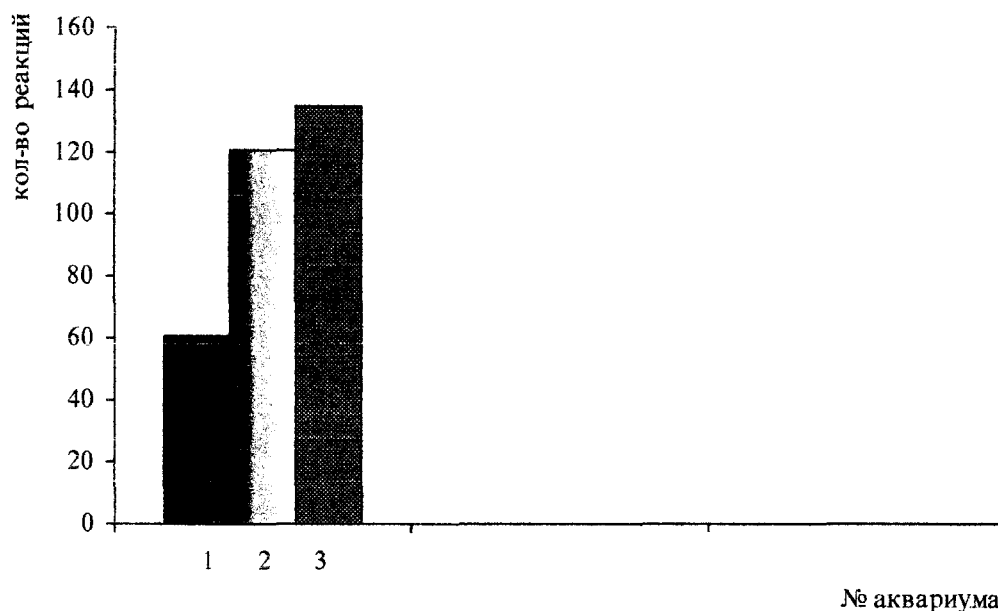


Рис. 3. Среднее количество проявленных агрессивных реакций у гурами голубого.

Эти данные с большой достоверностью подтверждает дисперсионный анализ, который показал, что продолжительность фотопериода влияет на количество агрессивных реакций в каждом аквариуме ($F_{\phi} > F_{st} = 13,62 > 3,51$). Наши результаты подтверждают литературные данные (Мак-Фарленд 1988, Дгебуадзе, 2001) об активизации нервной системы при увеличении длины светового дня. Об этом говорят и результаты наблюдений за поведением рыб - при уменьшении длины светового периода двигательная активность мальков падает.

В аквариуме №1 наблюдалось наименьшее количество агрессивных реакций и в то же время фиксировался больший C_v , в третьем - наоборот (см. рис. 2, 3). Наблюдения показали, что во время кормления агрессия наблюдалась не только со стороны крупных мальков по отношению к меньшим, но и наоборот. Следовательно, агрессия как отдельный фактор не влияет на размерную структуру и, как следствие, на C_v в группах голубого гурами.

Выводы

1. Фотопериод не влияет на рост голубого гурами, что противоречит литературным данным.
2. При увеличении светового дня уменьшается коэффициент вариации общей и массы мальков.
3. При увеличении светового дня агрессия голубого гурами увеличивается.
4. Агрессия не влияет на размерную структуру группы.

Список литературы

1. Дгебуадзе Ю. Ю. Экологические закономерности изменчивости роста рыб. – М.: Наука, 2001. – 276 с.
2. Касимов Р. Ю. Оптимальные условия экологических факторов для отдельных возрастных групп осетровых // Э. В. Макаров, В. А. Бихтина и др. Современное состояние и перспективы рационального использования и охраны рыбного хозяйства в бассейне Азовского моря. (тезисы докладов Всесоюзной конференции Ростов - на - Дону, ноябрь) – 1987. – Ч.2. Аквакультура. – С 51 -52.
3. Лакин Г.Ф. Биометрия: учебное пособие для биологич. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1980. – 293 с.
4. Мак-Фарленд. Поведение животных. Психология, этология и эволюция: Пер. с англ. – М.: Мир, 1988. – 440 с.
5. Плонский В. Д. Энциклопедия аквариумиста. - М.: Локид\Престиж, 2001. – 407 с.
6. Подпригора В. Н. Некоторые особенности взаимодействия отдельных особей пиленгаса (*Mugil soinu* Busilewsky, 1885) в стае // Мат. I республиканской конф. молодых ученых Крыма «Актуальные вопросы современной биологии». – Симферополь: Таврия, 2000. - С. 88 – 89.
7. Подпригора В. Н. Влияние размеров отдельных особей на подражание и структуру стаи пиленгаса *Mugil soinu* Busilewsky, 1885 (*Mugiliformes*, *Mugilidae*) // Учёные записки ТНУ. Серия: Биология. – 2001. – Т. 14. – №2. – С. 138-142.
8. Подпригора В. Н., Алексашкин И. В. Влияние каталитического перекисного окисления на рост мальков гуппи *Poecilia reticulata* Peters, 1859 // Учёные записки ТНУ. Серия: Биология. – 2003. – Т. 16. - №2. – С. 224-230.
9. Радаков Д. В. Стайность рыб, как экологическое явление. - М.: Наука, 1972. -174 с.
10. Сабодаш В. М., Семенов Л. И. Эколого-биологические основы акклиматизации дальневосточной кефали – пиленгаса (*Mugil so-inu*) в водоемах Украины // Вестник зоологии. – 1998. – №6. – 54 с.

Поступила в редакцию 10.05.2003 г.