

# ВЗАИМОСВЯЗЬ ПАРАМЕТРОВ ЖИЗНЕННОГО ПРОСТРАНСТВА И РОСТА ТОЛСТОЛОБИКА

В.Н. Подопрігора

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского,  
г. Симферополь

*Основной задачей эксперимента было установление зависимости роста рыб от объема жизненного пространства. Доказано, что его параметры (объем аквариума) влияют на скорость роста малька толстолобика, для которого в соответствующем возрасте необходимы определенные условия. Изменение их параметров в большую или меньшую сторону вызывает у малька стресс, что ведет к замедлению роста.*

Толстолобик — ценный объект интенсивного рыбоводства. Одним из перспективных направлений считается выращивание этого вида рыб в садках расположенных на водоемах-охладителях (Рудь, 1989). Некоторые авторы указывают, что от плотности посадки у толстолобиков зависят кормовые предпочтения и скорость поедания корма. То есть плотность посадки влияет на характер потребления корма [1]. Что является причиной проявления данных закономерностей — влияние эффекта группы или уменьшение жизненного пространства, авторы ответа не дают. В литературе также нет четкой информации о том, насколько рост отдельных особей рыб зависит от размерных параметров водоема. Как правило, данный вопрос, рассматривался авторами в рамках изучения эффекта группы [8–10]. Так, М.В. Мина и Г.А. Клевезаль [4] вводят понятие жизненного пространства и определяют его как пространство, в котором животное может спокойно передвигаться. В нашем случае это объем экспериментальных аквариумов. Данные о взаимосвязи параметров жизненного пространства с ростом отдельных особей рыб станут основой для разработки более эффективных методик выращивания рыбы в условиях промышленного рыбоводства. Поэтому основной задачей нашего эксперимента было установление зависимости роста мальков толстолобика от объема жизненного пространства.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

**Объект исследований.** В качестве подопытных животных в экспериментах использовались мальки толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* (Val.). Это крупная рыба, достигающая одного метра длины и свыше 8 кг веса. Распространен в Китае и бассейне Амура. Основу рациона взрослых особей составляет фитопланктон. Икра пелагическая, молодь после всасывания желточного мешка мигрирует в придаточные водоемы, где короткий промежуток времени питается зоопланктоном, но уже по достижении 1,5 см длины переходит на питание планктонными водорослями (Никольский, 1954).

**Контролируемые факторы и способы их контроля.** Мальки рассаживали независимо от размера и веса в пять аквариумов (в каждый по одному). Так было исключено возможное влияние эффекта группы на рост рыбы. Аквариумы размерами 21,5×42,5×27,5; 17×38×23; 16×36,5×21,5, 13×33×18,5; 10×30×15 были пронумерованы цифрами от 1 до 5. Высота столба воды была соответственно 28,5; 21; 20; 16 и 13 см. Аквариумы были закрыты покровными стеклами, аэрировались и освещались одинаково. Температура в них поддерживалась постоянной — 23–24°C.

Использовалась водопроводная вода, отстоянная не менее трех суток. Замена воды осуществлялась в каждом аквариуме на 90% объема каждый день перед кормлением и каждые пять дней — на 100% объема (в это же время мыли стенки

аквариумов). Этим исключалось влияние накапливающихся продуктов метаболизма на рост рыбы.

Мальков белого амура и толстолобика кормили сухими кормовыми смесями для растительноядных рыб. Кормление проводилось по утрам, кроме дней, когда мальки измерялись. В результате предварительного эксперимента определили оптимальную массу корма — 0,25 мг на 1 мг живого веса рыбы в день. Эта норма установлена следующим образом. Сначала в каждый аквариум давали корм из расчета 1 мг на 1 мг живого веса. Остатки корма вечером удаляли из аквариума. На следующий день в каждый аквариум давали корма на 10 мг меньше, чем в предыдущий день. Оптимальным считалось такое количество корма, которое к вечеру съедалось рыбами без остатка. Взвешивание корма проводили на технических весах.

**Контролируемые параметры объекта и способы их контроля.** В ходе эксперимента с помощью штангенциркуля измеряли общую длину мальков и фиксировали их вес. Для взвешивания использовались технические веса. Влагу, попавшую на чашки весов, промокали фильтровальной бумагой. Так как особенности поведения мальков позволяют оценить их самочувствие и степень комфортности условий, в которых они находятся, мы фиксировали следующие поведенческие реакции подопытных мальков:

1) наличие или отсутствие поисковой активности;

2) способ употребления мальком пищи (ел ли малек корм спокойно, плавая вокруг него по всему объёму аквариума, или же хватал корм из дальнего угла аквариума, немедленно скрываясь обратно);

3) способ перемещения малька по аквариуму (плавал ли он спокойно, или же резко и прерывисто).

**План эксперимента.** Эксперимент проводили одновременно в пяти одинаковых группах аквариумов. Группу составляли пять аквариумов разного объема.

За месяц до начала эксперимента мальков сажали в экспериментальные аквариумы. В течение этого месяца эм-

пирическим путем вычисляли оптимальное количество корма для одной особи. Проводили контроль за физическим состоянием мальков. Вялые и ослабленные рыбы заменялись на мальков с нормальной активностью.

В течение эксперимента вечером каждого пятого дня рыбу взвешивали, а также измеряли её общую длину. В день обмеров малька не кормили. Также в этот день из экспериментальных аквариумов полностью сливали воду и мыли стенки.

Наблюдение за поведением мальков проводилось в остальные дни в течение часа после кормления.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Используя результаты взвешивания мальков толстолобика, были построены графики (рис. 1–5), на которых видно, что точки, полученные экспериментальным путем, практически совпадают с теоретической кривой. Следовательно,

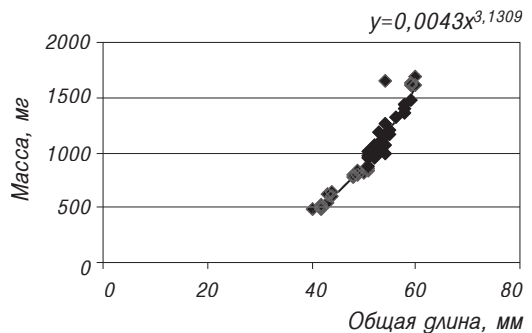


Рис. 1. Зависимость длины (L) от массы (m) мальков толстолобика в аквариумах № 1

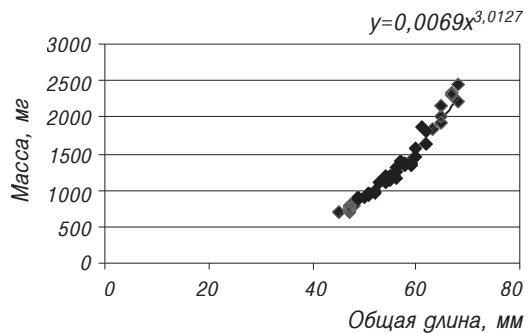


Рис. 2. Зависимость длины (L) от массы (m) мальков толстолобика в аквариумах № 2

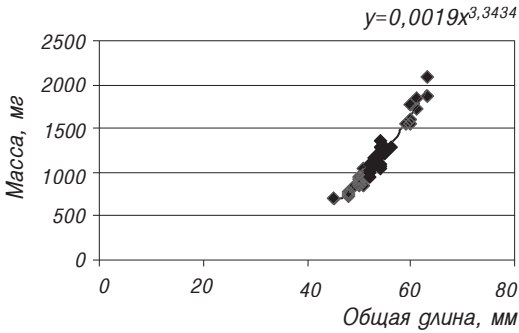


Рис. 3. Зависимость длины (L) от массы (m) мальков толстолобика в аквариумах № 3

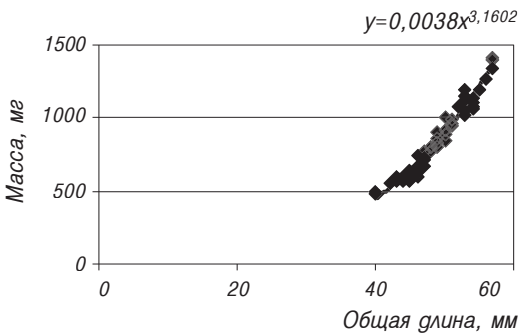


Рис. 4. Зависимость длины (L) от массы (m) мальков толстолобика в аквариумах № 4

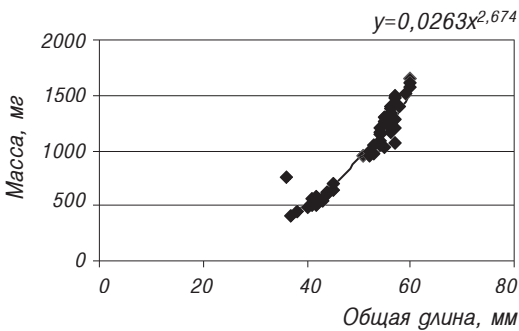


Рис. 5. Зависимость длины (L) от массы (m) мальков толстолобика в аквариумах № 5

при планировании эксперимента были учтены все значимые факторы, и при проведении не было отклонений от плана. Используя формулы теоретических кривых роста мальков для каждого аквариума, мы рассчитали массу мальков по их длинам (результаты расчетов внесены в таблице). Так как рост животных описывали с помощью нелинейной функции, для проверки соответствия

эмпирических значений массы мальков массам, вычисленным теоретическим способом, использовали критерий  $\chi^2$  К. Пирсона [3]. В результате для всех трех аквариумов  $\chi^2 = 0$ , что говорит о полном соответствии вычисленных значений эмпирическим значениям массы мальков и позволяет дальнейший математический анализ проводить, используя общие длины мальков.

Результаты, полученные с помощью критерия  $\chi^2$ , говорят о том, что используемые нами совокупности имеют нормальное распределение, что дает нам все основания для использования дисперсионного анализа. В данном случае фактически полученное дисперсионное отношение  $F_{\phi}$  больше стандартного табличного значения критерия Фишера  $F_{st}$  ( $12,57 > 3,32$ ). Результаты достоверны на 1% уровне значимости. Следовательно, можно сделать вывод, что фактор (объем жизненного пространства) оказывает влияние на рост толстолобика и, как следствие, на средние значения общей длины мальков (рис. 6).

Используя данные дисперсионного анализа, мы вычислили силу влияния фактора ( $h_x^2 = 0,16 \pm 0,012$ ). Это значит, что около 16% общего варьирования данного признака (длины мальков) обусловлено объемом жизненного пространства и около 84% приходится на долю воздействующих на признак других (модифицирующих) факторов.

На диаграмме (рис. 6.) видно, что наименьшее значение средней длины тела — у рыб, выращиваемых в аквариумах с наименьшим объемом. Самая большая средняя длина — у мальков во

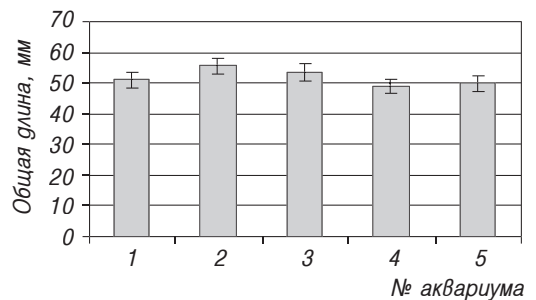


Рис. 6. Зависимость среднего значения длин мальков толстолобика от объема жизненного пространства: 1 — 23 л; 2 — 14 л; 3 — 11 л; 4 — 7 л; 5 — 4 л

Изменение длины мальков толстолобика ( $\Delta L$ )

№ аквариума	1	2	3	4	5
$L_1$	48,8	51,4	49,8	44	49,8
$L_2$	53,2	58	56	52,2	52
$\Delta L = L_2 - L_1$	4,4	6,6	6,2	8,2	2,2

вторых аквариумах. Как показал предыдущий эксперимент, средние значения масс мальков не всегда изменяются соответственно скорости роста. Поэтому мы рассчитывали разницу между средними длинами мальков ( $\Delta L$ ) в первый ( $L_1$ ) и последний ( $L_2$ ) день. Полученное в результате значение будет адекватно значению скорости роста мальков, так как временной промежуток, в течение которого фиксировался рост мальков, для всех был одинаков. Исходные данные и результаты расчетов приведены в таблице.

По данным таблицы видно, что быстрее всех рос малек в четвертом аквариуме. Наименьшая скорость роста была зафиксирована в пятом аквариуме. В аквариуме с самым большим объемом скорость роста выше, чем у малька в пятом аквариуме, но ниже чем в остальных. Эти данные иллюстрирует диаграмма (рис. 7)

Этологические наблюдения показали, что у мальков фиксировались характерные для стрессового состояния поведенческие элементы. В пятом и первом аквариумах мальки дольше всех поедали корм, были малоподвижны, большую часть времени проводили, лежа на дне аквариума и у них слабо проявлялась поисковая активность. Ни у одного из мальков толстолобика не наблюдалось пугливости. На наш взгляд, этот факт связан с этологическими особенностями данного вида. Во втором, третьем и четвертом аквариумах поведение мальков было схожим, то есть корм они съедали примерно за равный промежуток времени, большую часть времени проводили в толще воды, равномерно плавая.

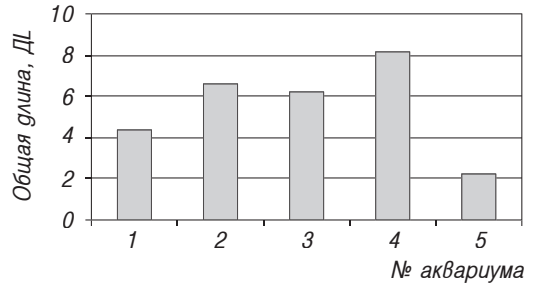


Рис. 7. Зависимость изменения средней длины мальков ( $\Delta L$ ) толстолобика от объема жизненного пространства: 1 — 23 л; 2 — 14 л; 3 — 11 л; 4 — 7 л; 5 — 4 л

**ВЫВОДЫ**

У мальков толстолобика с меньшей скоростью роста наблюдаются признаки стресса [2]. Скорость роста мальков в самых больших аквариумах — одна из самых низких. Следовательно, можно сделать следующие выводы.

Параметры жизненного пространства (объем аквариума) влияют на скорость роста толстолобика.

16% общего варьирования данного признака (длины мальков) обусловлено объемом жизненного пространства и около 84% приходится на долю воздействующих на признак других (модифицирующих) факторов.

Для малька толстолобика в определенном возрасте необходимы определенные параметры жизненного пространства.

Изменение параметров жизненного пространства в большую или меньшую сторону вызывает у малька стресс, что ведет к замедлению роста.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Александров С.Н. Садковое рыбоводство. — М.: Сталкер, 2005. — 270 с.
2. Головин П.П. Проблемы стресса у рыб в пресноводной аквакультуре: Способы диагностики и коррекции // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ / Вып. 79, Болезни рыб. — М.: Компания “Спутник+”, 2004. — С. 54–61.

3. *Лакин Г.Ф.* 1980. Биометрия: учебное пособие для биологич. спец. вузов. — М.: Высш. шк. — 293 с.
4. *Мина М.В., Клевезаль Г.А.* Рост животных. — М.: Наука, 1976. — 291 с.
5. *Никольский Г.В.* Частная ихтиология. — М.: Советская наука, 1954. — 458 с.
6. *Проскурено И.В.* Замкнутые рыбоводные установки. — М.: Издательство ВНИРО, 2003. — 152 с.
7. *Рудь Н.П.* Опыт двукратного получения потомства в течение одного вегетационного сезона от производителей толстолобиков, выращенных в плавучих садках на теплой воде // Тез. докл. конф. “Новые методы интенсивной технологии выращивания пресноводных рыб”. — К., 1989. — С. 33–34.
8. *Северцев А.С., Суворова Г.С.* Эффект группы как групповая адаптация // Зоологический журнал. — 1995. — Вып. 2. — С. 80–91.
9. *Шварц С.С., Пястолова О.А., Добринская Л.А., Рункова Г.Г.* Эффект группы в популяциях водных животных и химическая экология. — М.: Наука, 1976. — 151 с.
10. *Paul J.V. Hart, John D. Reynolds* Handbook of fish biology and fisheries // Fish biology. — 2002. V. 1. — 432 p.

### **ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ПАРАМЕТРІВ ЖИТТЕВОГО ПРОСТОРУ І РОСТУ ТОВСТОЛОБИКА**

*В.Н. Подопригора*

Основним завданням експерименту було встановлення залежності росту риб від об'єму життєвого простору. Доведено, що його параметри (об'єм акваріума) впливають на швидкість росту малька товстолобика, для якого у відповідному віці потрібні певні умови. Зміна їх параметрів у більший чи менший бік спричиняє у малька стрес, що призводить до затримки росту.

### **RELATIONSHIP OF LIFE SPACE PARAMETERS AND GROWTH OF SILVER CARP**

*V. Podoprigora*

The main goal of the experiment was to establish the dependence between fish growth and “life space” volume. The experiment was conducted at the temperature of 23–24°C in five equal series of aquariums (five aquariums of different volume in each group). Body mass and mortality of hatchlings were recorded. “Life space” parameters (volume of aquarium) affect the growth rate of silver carp. Silver carp hatchling needs specific “life space” parameters. Changes of these parameters in any direction lead to stress condition causing growth retardation.