

8. Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре. — М.: Изд-во ВНИРО, 2001. — С. 147–151.
9. Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси / под общ. ред. В.В. Кончиц. — Минск: Тонпик, 2006. — 331 с.
10. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин. — М., 1966. — 375 с.

**РЕЗУЛЬТАТИ ВИКОРИСТАННЯ ЕКОЛОГО-ФІЗІОЛОГІЧНОГО МЕТОДУ
ВІДТВОРЕННЯ КОРОПА РІЗНОГО ПОХОДЖЕННЯ**

*Е.В. Таразевич, М.В. Книга, А.П. Ус, Л.М. Вашкевич, А.П. Семенов,
Т.Ю. Кананович, Л.С. Тентевіцкая*

Наведено результати порівняння відтворювальних якостей самок коропа різних порід і ліній білоруської та зарубіжної селекції при використанні еколого-фізіологічного методу заводського нересту.

**THE RESULTS OF USING THE ECO-PHYSIOLOGICAL METHOD
OF REPRODUCTION OF CARP FROM DIVERSE BACKGROUNDS**

*E. Tarazevich, M. Kniga, A. Us, L. Vashkevich, A. Semenov,
T. Kananovich, L. Tentevitskaya*

In this reserch we present the results of comparing the reproductive quality of females of different breeds and lines of Belarusian and foreign selection in the result of using the eco-physiological methods of the industrial spawning.

УДК 574.24

**ВЗАИМОСВЯЗЬ ПАРАМЕТРОВ "ЖИЗНЕННОГО
ПРОСТРАНСТВА" И РОСТА БЕЛОГО АМУРА
(*Stenopharyngodon idella* (Val.))**

В.Н. Подопрігора

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

Выяснено, что объем жизненного пространства обратно пропорционально (чем больше объем, тем меньше скорость роста) влияет на рост белого амура. С увеличением объема жизненного пространства у мальков белого амура увеличивается стресс, что, в свою очередь, влияет на скорость роста у них.

Аквакультура в Украине и других странах в настоящее время идет по пути использования методов интенсивного рыбоводства. Активно разрабатываются и применяются методики выращивания рыбы в замкнутых рыбоводных установках [5]. В данном случае одной из важнейших проблем является плотность посадки. На практике, чаще всего, нормы посадки определяют эмпирическим путем для каждого отдельного случая, поскольку все зависит от огромного количества факторов (проточность, температура

и т. д.), но в первую очередь исходят из возраста, вида рыб и размерных параметров водоемов. В литературе нет четкой информации о том, насколько рост отдельных особей рыб зависит от размерных параметров водоема. Как правило, данный вопрос рассматривался в рамках изучения эффекта группы [6–8]. Некоторые авторы [3] 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 рыб от объема “жизненного пространства”.

Основная цель эксперимента — установление наличия прямой зависимости роста рыб от объема “жизненного пространства”, в нашем случае — это объем экспериментальных аквариумов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследований. В экспериментах использовали мальков Белого амура — *Stenopharyngodon idella* (Val.), который населяет равнинные реки Китая, а также среднее и нижнее течение р. Амур. Молодь на первых порах активного питания поедает беспозвоночных: личинок хирономид, ракообразных [4]. Спустя 7 сут после вылупления из икры при длине 8 мм личинка захватывает пищу, плавая у дна. В возрасте 16 сут личинки питаются планктоном, в возрасте 22 сут (при длине 14,7 мм) они уже питаются планктоном и бентосом, а также заглатывают много нитчатых водорослей. Белый амур — одна из ценных и интересных видов рыб, разведение которой обещает большую выгоду.

Контролируемые факторы и способы их контроля. Мальки были посажены независимо от размера и массы в пять аквариумов (в каждый — по одному мальку). Так было исключено возможное влияние эффекта группы на рост рыбы. Бескаркасные 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 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 была постоянной: 23–24°C.

Использовали водопроводную воду, отстоянную не менее 3 сут. Подмену воды осуществляли в каждом аквариуме на 90% объема каждый день перед кормлением и каждые 5 дней — на 100% объема (в это же время мыли стенки аквариумов). Этим

исключалось влияние накапливающихся продуктов метаболизма на рост рыбы.

Для радужной форели и цихлозома губастой в качестве корма использовали промытый трубочник. Мальков белого амура и толстолобика кормили сухими кормовыми смесями для растительноядных рыб. Кормление проводили по утрам, кроме дней, когда мальков измеряли. В результате предварительного эксперимента установили оптимальную массу корма — 0,25 мг на 1 мг живого веса рыбы в день. Эта норма определена 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. Мы считали оптимальным такое количество корма, которое к вечеру рыбы съедали без остатка. Взвешивание корма проводилось на технических весах.

Контролируемые параметры объекта и способы их контроля. В ходе эксперимента с помощью штангенциркуля измеряли общую длину мальков и фиксировали их массу. Для взвешивания использовали технические весы. 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 объему аквариума, или же хватал корм из дальнего угла аквариума, немедленно скрываясь обратно);
- 3) способ перемещения малька по аквариуму (плавал спокойно и плавно или резко и прерывисто).

План эксперимента. Эксперимент проводили одновременно в 5 одинаковых группах аквариумов. Группу составляли 5 аквариумов разного объема.

За месяц до начала эксперимента мальков сажали в экспериментальные аквариумы. В течение этого месяца эмпирическим путем вычисляли оптимальное

количество корма для одной особи. Проводили контроль за физическим состоянием мальков. Вялых и ослабленных рыб заменяли на мальков с нормальной активностью.

В течение эксперимента вечером каждого 5-го дня рыбу взвешивали, а также измеряли её общую длину. В день обмеров мальков не кормили. Также в этот день из экспериментальных аквариумов полностью сливали воду и мыли стенки.

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

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования проводили с использованием пяти серий аквариумов, состоящих из пяти аквариумов разного объема. Это было сделано для большей достоверности данных, полученных в результате статистической обработки материалов. Все остальные действия проводили в соответствии с ранее описанным планом эксперимента.

На рис. 1–5 видно, что точки, полученные экспериментальным путем, практически совпадают с теоретической кривой. Следовательно, можно предположить, что были учтены все значимые факторы и не было отклонений от плана.

Для проверки нашего предположения мы, используя формулы теоретических кривых роста мальков белого амура для каждого аквариума, рассчитали массу мальков по их длине. Так как рост животных мы описывали с помощью нелинейной функции, для проверки соответствия эмпирических значений массы мальков массам, вычисленным теоретическим способом, мы применили критерий χ^2 К. Пирсона [2]. В результате для всех трех аквариумов $\chi^2=0$, что говорит о полном соответствии вычисленных значений с эмпирическими значениями массы мальков, подтверждает наше предположение. Дальнейший математический анализ проводили, используя общую длину мальков.

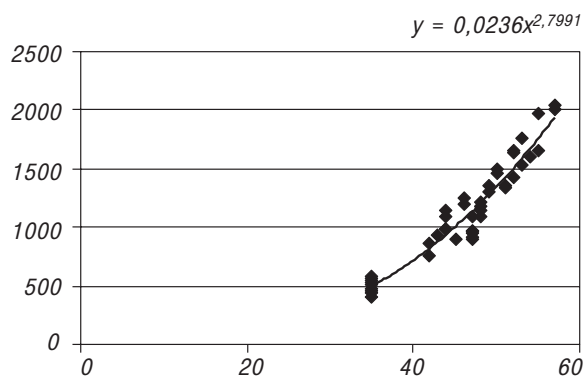


Рис. 1. Зависимость длины (L) от массы (m) мальков белого амура в аквариумах № 1

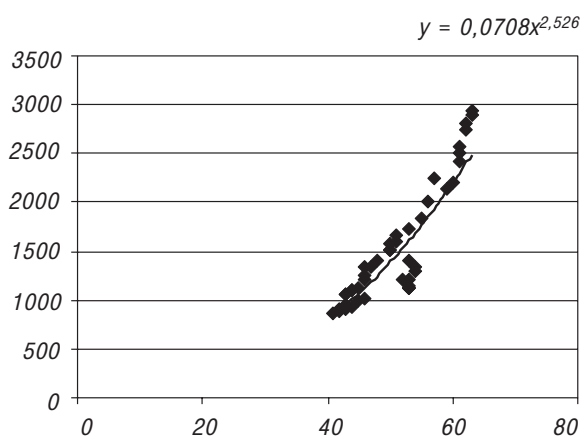


Рис. 2. Зависимость длины (L) от массы (m) мальков белого амура в аквариумах № 2

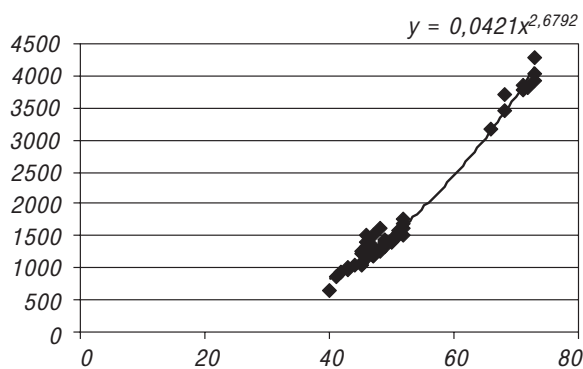


Рис. 3. Зависимость длины (L) от массы (m) мальков белого амура в аквариумах № 3

Результаты, полученные с помощью критерия χ^2 , свидетельствуют о том, что используемые нами совокупности имеют нормальное распределение, что дает нам все основания для использования диспер-

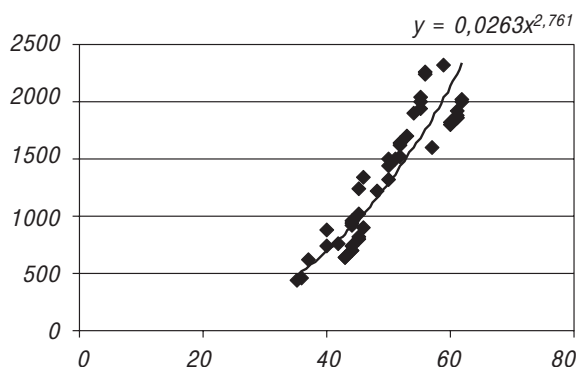


Рис. 4. Зависимость длины (L) от массы (m) мальков белого амура в аквариумах № 4

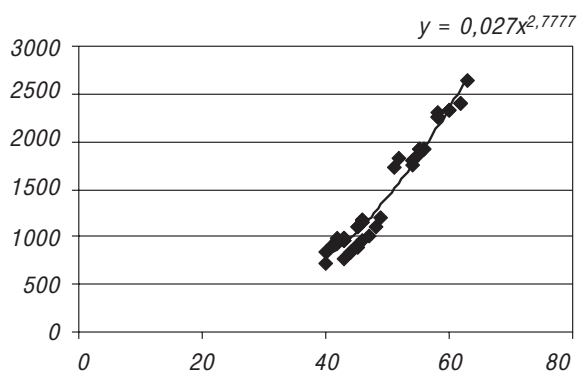


Рис. 5. Зависимость длины (L) от массы (m) мальков белого амура в аквариумах № 5

сионного анализа, результаты которого представлены в табл. 1.

В данном случае фактически полученное дисперсионное отношение F_{ϕ} больше

табличного стандартного значения критерия Фишера F_{st} ($4,014 > 3,32$). Результаты достоверны на 1% уровне значимости. Следовательно, можно сделать вывод, что фактор (объем аквариума) оказывает влияние на рост рыб и, как следствие, на средние значения общей длины мальков (рис. 6). На основании данных дисперсионного анализа была вычислена сила влияния фактора ($h_x^2 = 0,07 \pm 0,02$). Это значит, что около 7% общего варьирования данного признака (длины мальков) обусловлено объемом жизненного пространства и около 93% приходится на долю воздействующих на признак других (модифицирующих) факторов.

На рис. 6 видно, что наименьшее значение средней общей длины мальков мы наблюдаем в первом — самом большом аквариуме. Наибольшее значение зафиксировано в третьем аквариуме. Средние значения длины аквариумов не могут точно отражать тенденции, поэтому мы рассчитали скорость роста мальков. Так как время роста для всех мальков одинаково и все животные росли в одинаковых условиях, разница общей длины малька в первый и последний дни эксперимента будет соразмерна скорости их роста. Эти данные представлены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что наибольшая разница и, следовательно, скорость роста,

Таблица 1. Результаты дисперсионного анализа

Вариации	k	D	S ²	F _φ
Фактор	4	943,72	235,9289	4,013747
Ост(ε)	220	12931,64	58,7802	
Общ(γ)	224	13875,36	61,94357	

Таблица 2. Прирост малька белого амура

Показатель	Номер аквариума				
	1	2	3	4	5
L_1	43,8	48,6	47	47,2	45,6
L_2	48,2	54,2	54,6	53,4	53,2
$L_2 - L_1 = \Delta L$	4,4	5,6	7,6	6,2	7,6

зафиксирована в третьем и пятом аквариумах. Кроме того, скорость роста в этих двух аквариумах одинакова. Наименьшая скорость роста наблюдалась в первом — самом большом аквариуме. Эти данные иллюстрирует рис. 7.

Наблюдения за поведением подопытных мальков белого амура показали, что в аквариумах с самым большим объемом они были малоподвижными и пугливыми. Корм поедали в два раза медленнее, чем другие. Поисковая активность у них была слабо выражена, большую часть времени они проводили на дне аквариума в дальнем углу, плавники у них были собраны. В остальных аквариумах поведение у мальков было схожим. Наблюдалась нормальная поисковая активность, корм поедали в течение двух часов. Рыба проводила большую часть времени, плавая равномерно в толще воды. Во вторых аквариумах мальки отличались от животных в третьем, четвертом и пятом аквариумах своей пугливостью.

Основываясь на этологических наблюдениях, можно утверждать, что мальки в самых больших аквариумах испытывали сильный дискомфорт (другими словами, находились в стрессовом состоянии). В аквариумах под вторыми номерами мальки демонстрировали большую часть элементов нормального поведения, но были чрезвычайно пугливы, следовательно, не чувствовали себя до конца комфортно. Если сопоставить эти данные с данными о скорости роста, представленными на рис. 7, вполне логичен вывод о том, что в данном случае низкая скорость роста напрямую связана с уровнем стрессового состояния (чем больше стресс, тем меньше скорость роста малька). Мальки белого амура чувствовали себя гораздо комфортнее в меньших аквариумах, чем в больших. Это видно не только по поведению, но и по скорости роста. Несмотря на то что белый амур — очень подвижная рыба, скорость роста в самом маленьком аквариуме была одной из самых высоких. Точнее, скорость роста малька в наименьших была такой же, как в третьих аквариумах. В наименьших аквариумах в поведении мальков не было выявлено ярко выраженных элементов, характерных для рыб

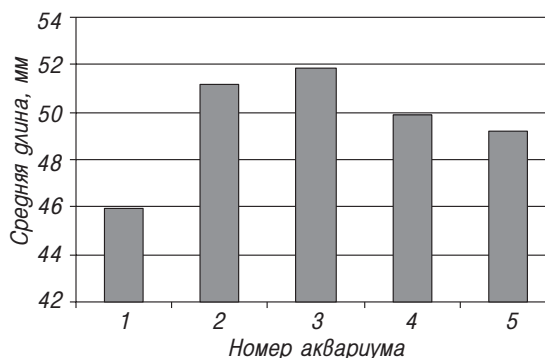


Рис. 6. Зависимость среднего значения длины мальков белого амура от объема жизненного пространства

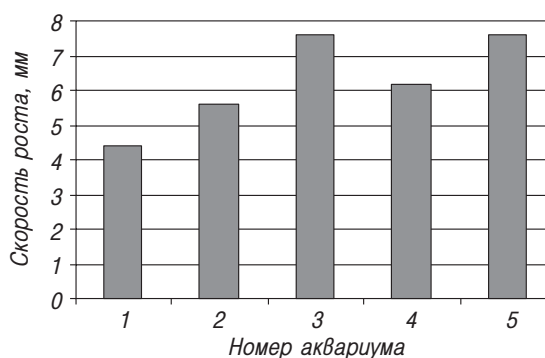


Рис. 7. Зависимость скорости роста (ΔL) мальков белого амура от объема жизненного пространства

в состоянии стресса. Правда, они были менее подвижны, чем их собратья в больших аквариумах. Следовательно, наиболее комфортно мальки чувствуют себя в меньших аквариумах, а с увеличением объема увеличивается подверженность стрессу и, как следствие, уменьшается скорость роста.

ВЫВОДЫ

Объем жизненного пространства прямо влияет на рост белого амура. Около 7% общего варьирования данного признака (длины мальков) обусловлено объемом жизненного пространства и около 93% приходится на долю воздействующих на признак других (модифицирующих) факторов.

С увеличением объема жизненного пространства у мальков белого амура увеличивается стресс.

Объем жизненного пространства влияет на рост белого амура обратно

пропорціонально (чем больше объем,
тем меньше скорость).

Скорость роста у мальков белого аму-
ра связана с уровнем стресса.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.
2. Лакин Г.Ф. Биометрия: учебное пособие для биологич. спец. вузов. — М.: Высш. шк., 1980. — 293 с.
3. Мина М.В., Клевезаль Г.А. Рост животных. — М.: Наука, 1976. — 291 с.
4. Никольский Г.В. Частная ихтиология. — М.: Советская наука, 1954. — 458 с.
5. Проскурено И.В. Замкнутые рыбоводные установки. — М.: Изд-во ВНИРО, 2003. — 152 с.
6. Северцев А.С., Суворова Г.С. Эффект группы как групповая адаптация// Зоологический журн. — 1995. — Вып. 2. — С. 80–91.
7. 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.
8. Paul J. B. Hart, John D. Reynolds. Handbook of fish biology and fisheries, V. 1. Fish biology, 2002. — 432 p.

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ПАРАМЕТРІВ “ЖИТТЕВОГО ПРОСТОРУ” ТА ЗРОСТАННЯ БІЛОГО АМУРА (*Ctenopharyngodon idella* (Val.))

В.Н. Подопрігора

З'ясовано, що обсяг життєвого простору обернено пропорційно (чим більший обсяг, тим менша швидкість зростання) впливає на зростання білого амура. Із збільшенням обсягу життєвого простору у мальків білого амура збільшується стрес, що в свою чергу впливає на швидкість їх зростання.

RELATIONSHIP OF “LIFE SPACE” PARAMETERS AND GROWTH OF GRASS CARP (*Ctenopharyngodon idella* (Val.))

V. Podoprigora

The main goal of the experiment was to est“Life space” volume was proven to affect the growth rate of grass carp in inverse proportion: volume increase slows down the growth rate. Grass carp hatchlings demonstrate stress reaction with the volume rise, and stress affects the growth rate.