

24. Мрук А. Штучне відтворення європейського хариуса *Thymallus thymallus* (L) // Матеріали міжнарод. конф. “Сбалансоване природопольовання: сучасний погляд, тенденції і перспективи”. — Херсон, 2010. — С. 57–58.

ЕВРОПЕЙСКИЙ ХАРИУС БАССЕЙНА р. ТЕРЕБЛЯ И АСПЕКТЫ ЕГО ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА

А.И. Мрук, И.И. Великопольский, В.И. Устич

Представлена морфологическая характеристика и результаты искусственного воспроизводства европейского хариуса бассейна р. Теребля. Нерестовое стадо хариуса в р. Теребля состоит из производителей 3–4 лет. При аналогичной средней длине тела 20,4 см самки имели массу 70,8 г, а самцы — 69 г. Средняя рабочая плодовитость самок составляла 1059 икринок, объем эякулята у самцов — 0,05–0,2 мл, подвижность спермиев в среднем длилась 24 с. Выживаемость икринок за время инкубации была 21–30%, выживаемость за время подращивания личинок живыми кормами — 26,3%, масса сеголеток — 2–5 г при длине тела 5–7 см.

EUROPEAN GRAYLING OF THE TEREPLYA RIVER BASIN AND ASPECTS OF ITS ARTIFICIAL REPRODUCTION

A. Mruk, I. Velikopol'skiy, V. Ustich

There has been presented the morphological characteristics and results of artificial reproduction of European grayling of the Tereblya River basin. The grayling spawning brood stock in the Tereblya River consists of 3–4-year old breeders. With similar average body length — 20.4 cm, females had a weight of 70.8 g, while males — 69.0 g. Average working fecundity of females was 1059 eggs. Ejaculate volume of males was 0.05–0.2 ml, sperm mobility was on average 24 sec. Incubation output was 21–30%, larva survivability during feeding on living feeds — 26.3%, 0+ fish reached the body weight of 2–5 g with body length of 7 cm.

УДК 574.24

ПРОЯВЛЕНИЕ ЭФФЕКТА ГРУППЫ У РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) В УСЛОВИЯХ СТРЕССА

В.Н. Подопрігора

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

Исследованы отличия параметров роста отдельных особей мальков форели в условиях одиночества и группы. Нахождение в группе смягчает влияние стресс-факторов. Одиночество является стрессом для мальков форели и в сочетании с воздействием других стресс-факторов может вызывать смерть. Полученные данные позволяют утверждать, что теория эффекта группы неразрывно связана с теорией стресса.

Исследования особенностей влияния фотопериода и параметров “жизненного пространства” на рост отдельных особей радужной форели позволили установить, что примерно 20% общего варьирования длины мальков обусловлено длиной фотопериода и около 80% приходится на долю других (модифицирующих) факто-

ров [4]; 8% общего варьирования длины мальков зависит от объема жизненного пространства и около 92% приходится на долю модифицирующих факторов [5].

Как видим, в результате этих экспериментов влияние изучаемых факторов незначительно. Возникает вопрос: какие еще факторы оказывали влияние на рост

мальков радужной форели в данном случае? На наш взгляд, одним из них может быть “эффект группы”.

“Эффект группы” — обусловленная повышением плотности дифференциация популяции по темпам онтогенеза [7]. Основные механизмы проявления “эффекта группы” еще не выделены. Механизмы, определяющие характер проявления “эффекта группы”, могут быть различными — от чисто экологических до химических [8]. Некоторые авторы считают, что по происхождению эффект группы представляет собой эписелекционный признак (признак, возникающий вне действия отбора как побочное следствие других эволюционных процессов), другие утверждают, что многие животные (как правило, социальные) в группе легче переносят воздействие стресс-факторов. Исходя из этого, основной задачей наших исследований было выяснить отличия параметров роста отдельных особей мальков форели в условиях одиночества и группы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследований — радужная форель *Oncorhynchus mykiss*, Walbaum. Многие американские ихтиологи рассматривают радужную форель лишь как подвид стальноголового лосося. Эта форель нерестится главным образом весной, но имеются и осенне-мечущие популяции. Живет постоянно в пресной воде. Радужная форель является важным объектом холодноводного прудового рыбоводства [3]. У нас она прекрасно прижилась и разводится во многих форелевых хозяйствах. Для мальков этой форели, по утверждению многочисленных литературных источников, температура 23–24°C часто является не только стрессором, но может быть и летальной. При такой температуре смерть форели наступает от недостаточного количества растворенного в воде кислорода. Зная все это, для эксперимента брали личинок радужной форели в форелевом хозяйстве Крымского природного заповедника (Алушта). Здесь десятилетиями выращивали радужную форель в условиях повышенных температур, что в результате отбора сделало алуштинскую форель более устойчивой к повышенным температурам. Личинок

дорацивали в течение 2 недель. Слабых мальков выбраковывали, далее из оставшейся группы случайным способом отбирали мальков для эксперимента.

Контролируемые факторы и способы их контроля. Мальки форели были разделены на две группы. Мальки первой группы были рассажены независимо от размера и массы в 25 аквариумов (в каждый — по одному мальку). Так было исключено возможное влияние эффекта группы на рост рыбы. Были использованы 5 групп бескаркасных аквариумов, в каждой группе — по 5 аквариумов размерами 21,5×42,5×27,5; 17×38×23; 16×36,5×21,5, 13×33×18,5; 10×30×15, Высота столба воды была соответственно 28,5; 21; 20; 16 и 13 см. Аквариумы были покрыты стеклами, аэрировались и освещались одинаково. Вторая группа мальков была посажена в 3 одинаковых бескаркасных аквариума (30×49×23 см), в которые было налито по 30 л воды. В каждый аквариум посажено по 12 мальков. Все подопытные особи к началу эксперимента нормально питались и были одинаково активны. Воду круглосуточно аэрировали с помощью микрокомпрессоров. Сосуды располагались на одном уровне и были освещены с одинаковой интенсивностью.

Использовали водопроводную воду, отстоянную не менее 3 суток. Замену воды осуществляли в каждом аквариуме на 90% объема ежедневно 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.

В качестве корма использовали промытый трубочник *Tubifex tubifex*. Кормление проводили по утрам, кроме дней, когда мальков измеряли. В результате предварительного эксперимента определили оптимальную массу корма — 0,25 г на 1 г живой массы рыбы в сутки. Эта норма установлена следующим образом. Сначала в каждый аквариум давали корм из расчета 1 г на 1 г живой массы, остатки корма вечером удаляли из аквариума. На следующий день в каждый аквариум давали корма на 10 мг меньше, чем в предыдущий. Оптимальным считали такое количество корма, которое к вечеру рыбы

съедали без остатка. Взвешивание корма проводили на технических весах.

В нашем случае мальки росли при температуре 25–26°C, что уже является для них стрессом. Все гидрохимические параметры воды уравнивались за счет замены из одного источника и интенсивной аэрации. Количество корма рассчитывали с учетом изменения массы мальков. Разным был объем полезного пространства, приходящийся на одну особь (для первой группы — 23, 14, 11, 7 и 4 л; для второй — 2,5 л). Последнее, что отличало условия роста мальков — это то, что во втором случае мальки росли в группе (3 группы по 12 мальков в каждой), во втором — в одиночестве. Таким образом, было исключено влияние так называемого эффекта группы на мальков форели, использовавшихся во второй группе.

В ходе эксперимента фиксировали смертность мальков, выращиваемых в группе и поодиночке. Массу тела (m) каждой отдельной особи определяли с помощью технических весов в миллиграммах, взвешивание проводили вечером. Достоверность данных оценивали с помощью t -критерия Стьюдента [2].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В начале эксперимента средняя масса тела мальков в обоих случаях была практически одинакова. У мальков-одиночек m_1 составляла $670,92 \pm 41,00$ мг, у мальков, выращиваемых в группе $676,4 \pm 64,6$ мг. Полученные средние значения достоверны на 0,1% уровне значимости. В конце эксперимента средняя масса мальков, выросших в группе, $m_2 = 810,92 \pm 52,80$ мг, а у одиночек $m_2 = 741,94 \pm 95,21$ мг. Полученные средние данные достоверны на 0,1% уровне значимости. Соответственно средний прирост биомассы $\Delta m = m_1 - m_2$ за время эксперимента составил у мальков, выросших в группе, $140 \pm 66,85$ мг, у одиночек — $65,55 \pm 140,00$ мг (рис. 1).

Разница полученных средних масс в конце и в начале эксперимента для мальков-одиночек была недостоверной, так как полученное нами фактическое значение критерия Стьюдента ($t_\phi = 0,57$) меньше табличных значений, приведенных для данных уровней значимости. Для мальков, находившихся в группе, разница средних масс оказалась достоверной на 5% уровне значимости ($t_\phi \geq t_{St} = 2,09 \geq 2,04$). Таким образом, у одиночных особей рост отсутствовал, а в группе в тех же условиях наблюдался прирост биомассы.

Среди мальков, находившихся в группах, за время эксперимента не наблюдалось смертности. У 25 мальков-одиночек до конца эксперимента дожило 18 рыбок, количество умерших мальков увеличивалось по мере продолжительности эксперимента. Динамика смертности мальков показана на рис. 2.

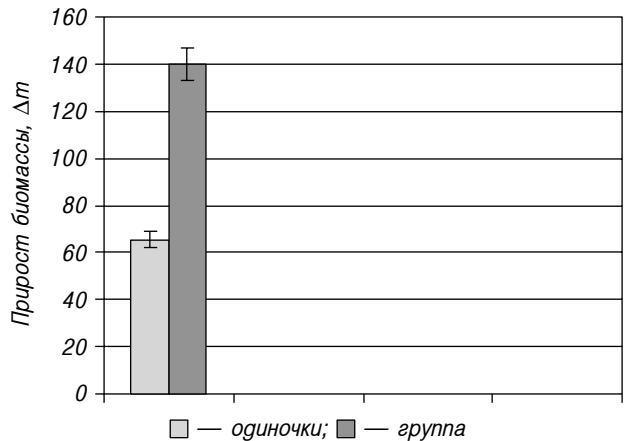


Рис. 1. Прирост биомассы мальков, выращиваемых в группе и в одиночестве

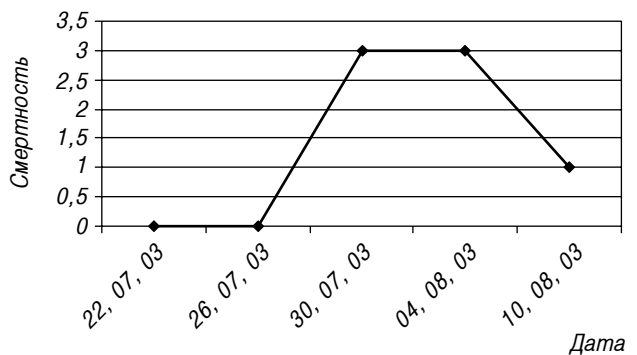


Рис. 2. Динамика смертности у форелей-одиночек

Поведение у мальков в условиях одиночества и в группе так же было различным. В группе мальки форели, как правило, съедали корм в течение часа, они были подвижны, редко подолгу находились на одном месте, появление экспериментатора их не пугало. У них хорошо проявлялось поисковое поведение. Мальки-одиночки съедали корм в течение суток и, как правило, не полностью. Наблюдаемые поведенческие элементы у всех мальков были характерны для стрессового состояния. Большую часть времени они проводили на дне аквариума, были пугливыми, у них было слабо выражено поисковое поведение.

Приведенные результаты логично объясняются с точки зрения теории стресса. Если в нашем случае рассматривать каждый из контролируемых факторов как стрессор, повышенная температура и, как следствие, недостаток растворенного кислорода в воде и механические манипуляции (смена воды в аквариумах, взвешивания и обмеры мальков) — это явные стрессоры. Влияние этих факторов на всех мальков форели было одинаковым. Как уже указывалось, влияние фотопериода и объема жизненного пространства на рост мальков было незначительным (около 8% общего варьирования роста обусловлено объемом жизненного пространства, остальное приходится на долю других воздействующих факторов). В группе на каждого малька приходилось в среднем по 2,5 л воды, одиночки находились в аквариумах объемом 23, 14, 11, 7 и 4 л. Согласно литературным данным, рекомендовано, в среднем, на 1 м³ воды садить 1000–1250 особей, т. е., на одну особь приходится около 0,8 л полезного жизненного пространства. Следовательно, в обоих случаях объем жизненного пространства для мальков радужной форели был достаточным и не являлся стресс-фактором. В результате единственным фактором, который может быть и стрессором и антистрессором, является эффект группы.

Исходя из положения, что влияние стресс-факторов суммируется, по нашим данным, одиночество является для мальков форели мощным стрессом, воздействие которого суммируется с другими стрессорами. Это утверждение было

подтверждено в результате исследований подражания у пиленгаса. Нами было показано, что одиночество также может быть стрессом для мальков пиленгаса [6].

Эффект группы, по мнению некоторых авторов [7], проявляется главным образом у водных и почвенных животных: ногохвосток, личинок комаров, молоди рыб, личинок амфибий и др. Они считают, что основным механизмом взаимодействия особей, приводящим к эффекту группы, у личинок амфибий являются экзометаболиты — вещества белковой природы, выделяемые ими в окружающую среду и ингибирующие рост и развитие пропорционально плотности населения и, следовательно, концентрации самих экзометаболитов. На более мелких особей эти вещества действуют сильнее, чем на крупных, таким образом возникает дифференциация генерации по темпам онтогенеза. В тоже время отмечается, что аналогичное метаболитам действие оказывают зрительные и тактильные контакты между особями.

Анализируя работы по влиянию эффекта группы, можно сделать вывод, что для всех животных существует оптимальный размер группы для данных конкретных условий. Если группа превышает этот оптимальный размер, включаются механизмы, направленные на уменьшение группы. Именно поэтому, на наш взгляд, основным в проявлении эффекта группы являются поведенческие причины, а увеличение экзометаболитов — это следствие количества особей в группе.

Как мы указывали ранее [6], все мальки-одиночки находились в состоянии стресса, что подтверждало отсутствие роста и характерное для стресса поведение. С другой стороны, стресс и как следствие — снижение скорости роста рыб в условиях повышенных плотностей посадки выявлены достаточно давно [8, 1].

Как видим, проявление эффекта группы всегда сопровождается стрессом отдельных её членов. Стрессорами для отдельных особей стаи рыб в разных условиях могут быть одиночество, завышенное содержание экзометаболитов и недостаточный объем жизненного пространства (что наблюдается при повышенных плотностях посадки

в замкнутых водоёмах). В результате в ответ на резко изменяющиеся условия окружающей среды в организме рыбы происходят глубокие физиологические реакции адаптивного характера. Такая реакция на стрессор может заметно снижать защитные функции организма к воздействию различных патогенов и, как следствие, тормозить рост рыб [9].

Следовательно, проявление эффекта группы неразрывно связано со стрессом, а физиологические реакции, происходящие в организме на разных стадиях стресса, тормозят рост. В стае форелей более мелкие мальки подвержены большему стрессу, чем более крупные, соответственно, у более мелких форелей рост тормозится стресс-веществами в большей степени, чем у крупных.

Становится очевидным, что фактор эффекта группы неразрывно связан с фактором стресса. И вполне логично, что именно эндокринные и биохимические изменения при стрессе ингибируют рост и развитие пропорционально плотно-

сти населения. На более мелких особей вещества, продуцируемые вследствие этих изменений, действуют сильнее, чем на крупных, таким образом возникает дифференциация генерации по темпам онтогенеза.

ВЫВОДЫ

Нахождение в группе смягчает воздействие стресс-факторов. Одиночество является стрессом для мальков форели и в сочетании с воздействием других стресс-факторов может вызывать смерть.

Проявление эффекта группы не связано с влиянием каких-либо активных веществ, выделяемых рыбами в воду.

Эндокринные и биохимические изменения при стрессе ингибируют рост и развитие пропорционально плотности населения. На более мелких особей вещества, продуцируемые в результате этих изменений, действуют сильнее, чем на крупных, таким образом возникает дифференциация генерации по темпам онтогенеза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Головин П.П. Проблемы стресса у рыб в пресноводной аквакультуре: способы диагностики и коррекции // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. — М.: Компания “Спутник+”, 2004. — Вып. 79. Болезни рыб. — С. 54–61.
2. Лакин Г.Ф. Биометрия: учебное пособие для биологич. спец. вузов. — М.: Высш. шк., 1980. — 293 с.
3. Никольский Г.В. Частная ихтиология — М.: Советская наука, 1954. — 458 с.
4. Подопрігора В.Н. Взаимосвязь параметров “жизненного пространства” и роста радужной форели // Рибогосподарська наука України. — 2010. — № 3. — С. 80–85.
5. Подопрігора В.Н. Влияние длины фотопериода на рост отдельных особей радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) // Рибогосподарська наука України. — 2009. — № 4. — С. 133–138.
6. Подопрігора В.Н. Влияние размеров отдельных особей на подражание и структуру стаи пиленгаса *Mugil soiley* Busilewsky, 1885 (Mugiliformes, Mugilidae) // Учёные записки ТНУ. Сер.: Биология. — 2001. — Т. 14, № 2. — С. 138–142.
7. Северцев А.С., Суворова Г.С. Эффект группы как групповая адаптация // Зоол. журн. — 1995. — Вып. 2. — С. 80–91.
8. 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.
9. Wedemeyer G.A., Wood I. W. Stress as a predisposing factor in fish diseases. — U. S. Fish Wildl. Serv., Fish Leaflet, 1974. — N 38. — 7 p.

ВИЯВЛЕННЯ ЕФЕКТУ ГРУПИ У РАЙДУЖНОЇ ФОРЕЛІ (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) В УМОВАХ СТРЕСУ

В.М. Подопрігора

Досліджено відмінності параметрів росту окремих мальків форелі в умовах самотності та групи. Перебування у групі знижує вплив стрес-факторів. Самотність є стресом для мальків форелі й у поєднанні з впливом інших стрес-факторів може зумовлювати смерть. Отримані дані дозволяють стверджувати, що теорія ефекту групи пов'язана із теорією стресу.

**MANIFESTATION OF GROUP EFFECT IN RAINBOW TROUT
(*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) UNDER STRESS CONDITIONS**

V. Podoprigora

The main task of the study was identifying differences in growth parameters of individual trout hatchlings handled alone and in a group. Hatchlings were divided into two groups. The first group of hatchlings of various body length and weight was placed to 25 aquaria, a single fish in each. Another group was placed in three equal aquaria. Body weight and mortality have been recorded. Being in a group was found to compensate effects of stress factors. Isolation is a stress for trout hatchlings; combined with other stress factors, it can be a cause of death. These results indicate close connection between theories of group effect and stress.

УДК 639.3/6

**БІОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ РОЗВИТКУ
АКВАКУЛЬТУРИ В УКРАЇНІ**

В.П. Марценюк, Н.О. Марценюк

Вінницький національний аграрний університет

Розглянуто питання щодо пріоритетних напрямів розвитку аквакультури з точки зору біоенергетичного та екологічного потенціалу. В рибницькій галузі з'являються ефективно діючі підприємства та фермерські господарства. Більшість таких організацій в основу своєї діяльності закладає інноваційні підходи до технологій виробництва рибної продукції. Потенціал біоенергетичної безпеки переважно базується на застосуванні прогресивних біотехнологій, нових методів організації виробництва, активного маркетингу і реалізації конкурентних переваг на внутрішньому ринку.

Інноваційний розвиток України є практично безальтернативним сценарієм вирішення проблеми входження країни в групу розвинутих країн світу в результаті реорганізації економіки на основі розвитку наукоємних виробництв, упровадження прогресивних високотехнологічних процесів розробки та випуску нової конкурентоспроможної продукції.

Сьогодні у галузі рибництва з'являються ефективно діючі підприємства та фермерські господарства. У більшості таких організацій в основі їх діяльності закладено інноваційні підходи до технологій виробництва рибної продукції. Інноваційна діяльність переважно базується на застосуванні прогресивної біотехнології, нових методів організації виробництва, активного маркетингу і реалізації конкурентних переваг на внутрішньому ринку. Деякі з цих підприємств реалізують спроби щодо виходу на досить складний

європейський рибний ринок. Тому поза сумнівом, що подальший прогрес у рибництві можливий тільки при раціональному та науково обґрунтованому використанні інновацій, які необхідно впроваджувати комплексно в усі ланки виробничої та соціально-економічної сфери діяльності певних підприємств.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Використовували загальноприйняті методики із застосуванням монографічного, економіко-стратегічного та інших методів досліджень, зокрема результати досліджень з рибальства, аквакультури, інформаційні матеріали.

**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ
ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ**

Згідно із положенням Закону України "Про інвестиційну діяльність" [1] термін "інновації" — це новостворені (застосовані) і (або) вдосконалені конкурен-