

## INFLUENCE OF ECHINACEA PURPUREA AT THE SOME HEMATOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF ONE YEARS CARPS BLOOD

O. Deren

Influence of different doses alcoholic extract of echinacea purpurea introduced over probe at hematologic and biochemical parameters carp blood is studied. That indicators tended to increasing at all experimental groups, but it was higher at the echinacea concentration 0.3 ml/kg living masses.

УДК 574.24

## ВЛИЯНИЕ ДЛИНЫ ФОТОПЕРИОДА НА РОСТ ОТДЕЛЬНЫХ ОСОБЕЙ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ (*Oncorhynchus mykis* Walbaum, 1792)

В.Н. Подопригора

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

*Установлено, что продолжительность фотопериода обратно пропорционально влияет на рост и коэффициент вариации (Cv) масс мальков и прямо пропорционально на их агрессивность. Обнаружена обратная связь между количеством агрессивных реакций и массой мальков. Доказана прямая связь между Cv и общей биомассой мальков. Следовательно, фотопериод влияет на рост мальков радужной форели опосредованно, а длина светового дня — на количество агрессивных реакций, которые оказывают прямое угнетающее воздействие на рост мальков.*

Влияние фотопериода на рост большинства видов рыб считается доказанным, однако данные разных авторов по этому поводу не однозначны. Так, Дгебуадзе [2] отмечает, что у ряда пресноводных рыб удлиняющийся световой день стимулирует, а укорачивающийся — тормозит рост. Для атлантического лосося было показано, что изменчивость темпа роста в связи с характером фотопериода проявляется и в пределах одного вида [8]. В то же время по данным Ручина [7] в опытах с молодью карпа, серебряного карася и ротана рост при постоянном освещении был медленнее, чем при переменном. Анализ приведенных данных и других авторов позволил предположить, что при определенных условиях фотопериод для рыб может выступать стресс-фактором. В результате уменьшается устойчивость рыб к заболеваниям [1].

При изучении возможных причин заражения малька радужной форели факультативным паразитом — инфузорией *Tetrahymena pyriformis* [4] мы предпо-

ложили, что она нападает на малька, ослабленного стрессом. Были выделены очевидный стресс-фактор — температура (весной в среднем 20–22°C) и как один из возможных — фотопериод. Мальки первые несколько месяцев жизни освещались постоянно: днем — естественно, ночью — искусственно. Так как в литературных источниках четких данных о влиянии фотопериода на рост радужной форели мы не обнаружили, был поставлен эксперимент. Основной задачей его было выяснить, оказывает ли прямое воздействие длина светового дня (фотопериод) на рост малька. Нужно было также изучить: особенности проявления мальками агрессии, изменения скорости их роста, коэффициент вариаций массы и общей длины, а также их взаимосвязь при разной длине фотопериода.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В эксперименте использовали двухмесячных мальков радужной форели. Методика эксперимента применялась нами

ранее для изучения влияния фотопериода на голубого гурами (*Trichogaster trichopterus sumatranus*) [5] и предусматривала возможность уравнивать воздействие основных факторов. В каждый из трех аквариумов было посажено по 12 мальков. Все подопытные особи к началу эксперимента нормально питались и были одинаково активны. Для эксперимента мальки из общей массы отбирали случайным образом. Отличалась только длина светового дня: в 1 аквариуме — 3 ч, во 2 — 6 и в 3 — 9 ч. Температура во всех аквариумах колебалась в пределах 23–24°C. Каждый день вечером в аквариумах подменялось 90% воды. Каждые 6 дней фиксировали общую длину ( $L$ ) и массу тела мальков ( $m$ ), а также в каждом аквариуме считали количество агрессивных реакций (результативные атаки).

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате эксперимента данные об изменении массы тела рыб в зависимости от их длины совпадали с теоретическими значениями, вычисленными по формуле:  $y = ax^k$ . Используя формулы теоретических кривых роста мальков форели для каждого аквариума, рассчитали длину мальков по их массам [6]. Так как рост животных описывался с помощью нелинейной функции, для проверки соответствия эмпирических значений длин мальков длинам, вычисленным расчетным способом, использовался критерий К. Пирсона  $\chi^2$  [3], который в результате для всех трех аквариумов составил  $\chi^2 = 1$ . Полученное значение  $\chi^2$  было гораздо меньше табличного ( $\chi^2_{st} = 9,49$  на 5%-м уровне значимости), что говорит о полном соответствии вычисленных значений эмпирическим значениям массы мальков. Следовательно, в течение эксперимента факторы были скорректированы таким образом, что рост мальков был равномерным и эксперимент проводился в строгом соответствии с планом. Дальнейший математический анализ проводили, используя общие длины мальков.

Для каждого из трех аквариумов были вычислены средние арифметические общих длин мальков, которые обработали с помощью дисперсионного анализа. В результате полученное значение критерия Фишера  $F_\phi = 59$  было гораздо больше его теоретического значения:  $F_{st} = 5,78$ . Таким образом отличие средних арифметических общих длин мальков в разных аквариумах было достоверно. В 1 аквариуме с самым коротким периодом освещения (рис. 1) средняя длина мальков увеличивалась быстрее, чем в аквариумах с более длинным фотопериодом.

С помощью критерия Стьюдента ( $t$ ) оценивали достоверность разности между средними значениями длин мальков в каждом аквариуме. В результате получили следующие значения:  $t_{1-2} = 2,23$ ;  $t_{2-3} = 7,17$  и  $t_{1-3} = 12,46$ . Они превышают табличные значения коэффициента Стьюдента соответственно:  $t_{st} = 2,14$  и  $t_{st} = 4,14$  для числа степеней свободы  $k = 14$ . То есть разница между средними значениями длин мальков в этих аквариумах оказалась достоверна для 5 и 0,1% уровня значимости, что иллюстрирует диаграмма (рис. 2). На ней видно, что наименьшая средняя длина — в аквариуме с самым длинным фотопериодом. Следовательно, чем продолжительнее фотопериод, тем меньше скорость роста мальков форели.

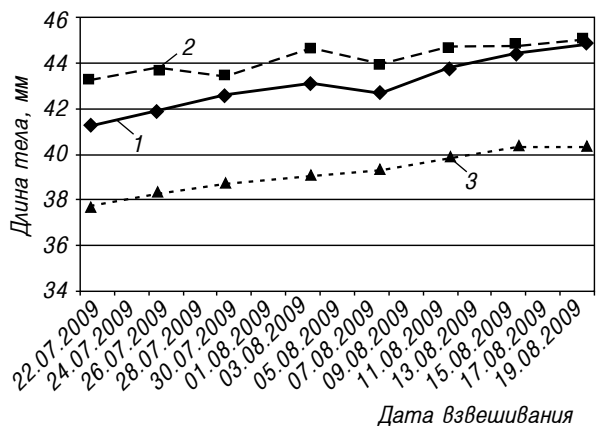


Рис. 1. Изменение средней длины мальков радужной форели в аквариумах с разным фотопериодом (длина светового дня: в 1 аквариуме — 3 ч, во 2 — 6 и в 3 — 9 ч). 1 — 1 аквариум; 2 — 2 аквариум; 3 — 3 аквариум

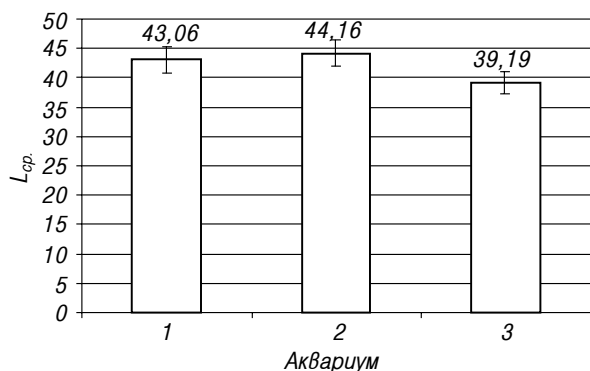


Рис. 2. Средняя длина тела ( $L$ ) мальков радужной форели в аквариумах с разным фотопериодом (длина светового дня: в 1 аквариуме — 3 ч, во 2 — 6 и в 3 — 9 ч)

С целью изучения изменений размерной структуры группы рыб по результатам каждого взвешивания вычисляли коэффициент вариации ( $Cv$ ) длины малька. На графике (рис. 3) показано изменение  $Cv$  масс мальков в каждом аквариуме в течение эксперимента. На нем видно, что наименьшие значения наблюдаются в 3 аквариуме (самый освещенный). Значения  $Cv$  в 1 аквариуме (наиболее затемненный) выше, чем в 3. Еще выше значения  $Cv$  в 2 аквариуме. Значения  $Cv$  в 1 аквариуме меняются гораздо резче, чем в остальных.

С помощью критерия Стьюдента также оценивали достоверность разности между средними значениями  $Cv$  в каждом аквариуме. В результате получили следующие значения:  $t_{1-2}=7,48$ ,  $t_{2-3}=4,23$  и  $t_{1-3}=3,81$ . Они превышают табличные значения коэффициента Стьюдента соответственно:  $t_{st}=4,14$  и  $t_{st}=2,98$  для числа степеней свободы  $k=14$ . Это значит что, разница между средними значениями  $Cv$  в этих аквариумах достоверна для 0,1 и 1% уровня значимости, что иллюстрирует диаграмма на рис. 4.

Опираясь на данные рис. 3 и 4, можно с уверенностью говорить о том, что наименьшее значение  $Cv$  длины тела отмечено у мальков в аквариуме с самым продолжитель-

ным фотопериодом. Следовательно, увеличение длины фотопериода делает размерную структуру мальков радужной форели более равномерной. Прямое влияние фотопериода на размерную структуру группы мальков подтвердил дисперсионный анализ. Его результаты четко показали зависимость изменения  $Cv$  в каждом аквариуме от продолжительности фотопериода на очень высоком уровне значимости:  $F_{\phi} > F_{st} = 80,06 > 5,78$ . Также была определена сила влияния фактора на данный показатель:  $h_1^2 = 0,884$ . Результаты достоверны на 1%-м уровне значимости:  $F_{\phi} > F_{st} = 4,23 > 3,47$ .

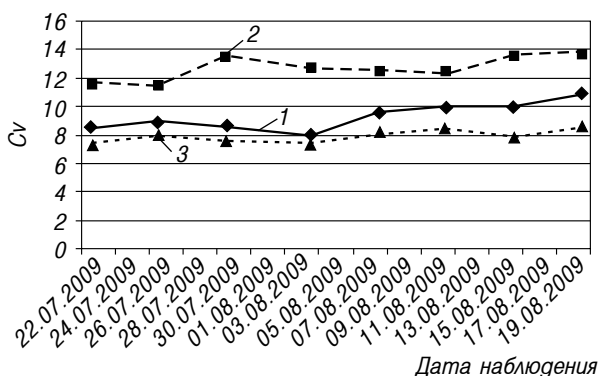


Рис. 3. Изменение коэффициента вариации ( $Cv$ ) длины тела мальков радужной форели в аквариумах с разным фотопериодом (длина светового дня: в 1 аквариуме — 3 ч, во 2 — 6 и в 3 — 9 ч). 1 — 1 аквариум 1; 2 — 2 аквариум; 3 — 3 аквариум

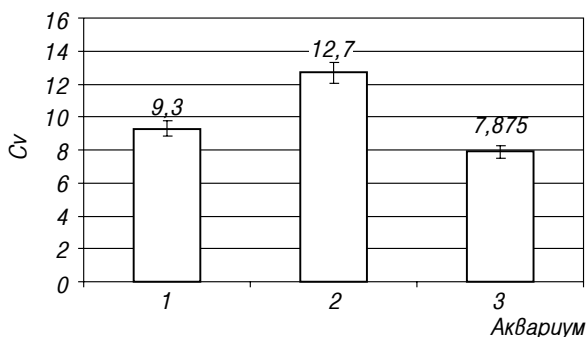


Рис. 4. Средние коэффициенты вариаций ( $Cv$ ) общей длины мальков радужной форели в аквариумах с разным фотопериодом (длина светового дня: в 1 аквариуме — 3 ч, во 2 — 6 и в 3 — 9 ч)

В течение эксперимента считали количество агрессивных реакций в каждом аквариуме (рис. 5). Хорошо видно, что в 1 аквариуме количество проявлений агрессивной реакции наименьшее, а наибольшее — в 3-м (самом освещенном) аквариуме.

С помощью критерия Стьюдента оценили также достоверность разности между средним количеством агрессивных реакций в сравниваемых аквариумах. В результате была доказана достоверность разницы между средним значением агрессивных реакций 1-го и 3-го ( $t_{1-3} = 4,07$ ), а также 2-го и 3-го аквариумов:  $t_{2-3} = 2,99$ .

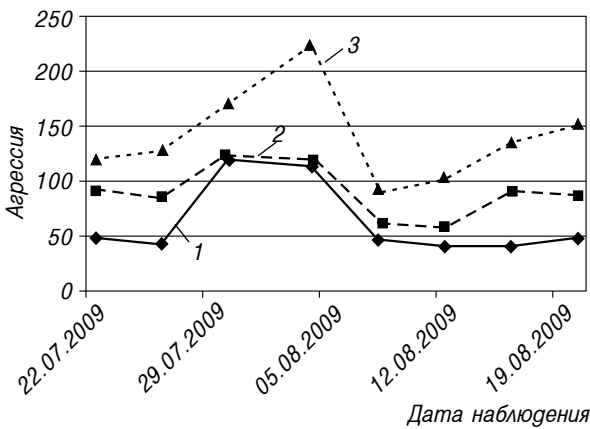


Рис. 5. Зависимость количества агрессивных реакций мальков радужной форели от длины фотопериода (длина светового дня: в 1 аквариуме — 3 ч, во 2 — 6 и в 3 — 9 ч). 1 — 1 аквариум; 2 — 2 аквариум; 3 — 3 аквариум

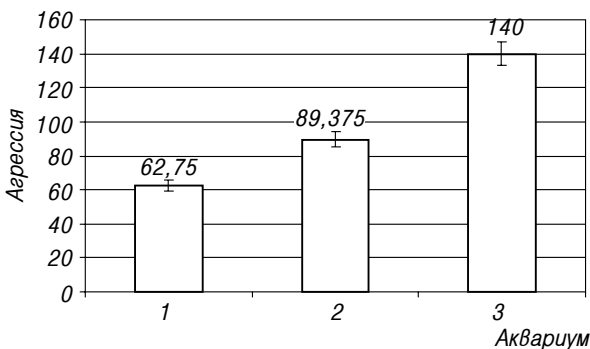


Рис. 6. Среднее количество проявленных агрессивных реакций у мальков радужной форели в аквариумах с различным фотопериодом (длина светового дня: в 1 аквариуме — 3 ч, во 2 — 6 и в 3 — 9 ч)

Оба значения критерия Стьюдента превышают табличное:  $t_{st} = 2,98$ . То есть разница между средним количеством агрессивных реакций в сравниваемых аквариумах достоверна для 1%-го уровня значимости. Не достоверной оказалась разница между средним количеством агрессивных реакций в 1 и 2 аквариумах:  $t_{1-2} = 1,83$ . Это меньше критического значения:  $t_{st} = 2,14$ . Полученные данные отображены в диаграмме на рис. 6.

На основании рис. 5 и 6, а также данных математического анализа можно сделать вывод, что агрессия мальков радужной форели в условиях эксперимента увеличивалась по мере увеличения фотопериода.

Для того чтобы выяснить факт прямого влияния фотопериода на агрессию мальков, провели дисперсионный анализ. Его результаты четко показали зависимость количества агрессивных реакций в каждом аквариуме от продолжительности фотопериода на очень высоком уровне значимости:  $F_{\phi} > F_{st} = 10,77 > 5,78$ . Также была определена сила влияния фактора на данный показатель:  $h_2^2 = 0,506$ . Результаты достоверны на 1%-м уровне значимости:  $F_{\phi} > F_{st} = 4,23 > 3,47$ .

Для выяснения наличия связи между агрессивностью и размерной структурой у радужной форели провели корреляционный анализ. Все  $S_v$ , как и количество агрессивных реакций, собрали в общий массив. Коэффициент корреляции  $r = -0,38$  говорит о том, что прямой зависимости между  $S_v$  длин мальков и количеством агрессивных реакций не наблюдается. Полученный результат, к тому же оказался не достоверным:  $t_{\phi} = 1,92$  гораздо меньше табличного значения  $t_{st} = 2,07$ . Для выявления формы связи мы построили график (рис. 7), на котором отчетливо видно, что скопление точек располагается по кривой. Поэтому для измерения нелинейной зависимости между двумя этими параметрами использовали предложенный К. Пирсоном

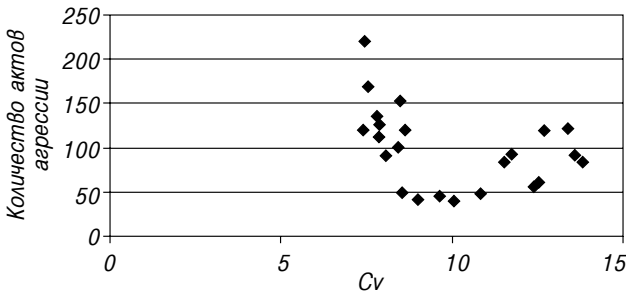


Рис. 7. Взаимосвязь между Cv длин тела и количеством агрессивных реакций у мальков радужной форели

показатель, который называется корреляционным отношением [3].

Корреляционное соотношение количества агрессивных реакций мальков и Cv длин их тел оказалось очень высоким:  $h_{xy} = 0,89$ . Его достоверность проверяли, используя критерий Стьюдента. Полученное значение  $t_{\phi} = 8,94$  гораздо больше табличного  $t_{st} = 3,79$ . Следовательно, значение корреляционного отношения достоверно на 0,1%-м уровне значимости. Выявленная в условиях эксперимента взаимосвязь между Cv длин тела и количеством проявляемых агрессивных реакций у мальков радужной форели говорит о том, что на какой-то из этих параметров, а возможно и на оба, фотопериод воздействует опосредованно. Для получения ответа на этот вопрос сравнили полученные в результате дисперсионного анализа значения силы влияния фотопериода на эти параметры (для Cv длин мальков  $h^2 = 0,884$ , или 88,4%, для агрессии  $h^2 = 0,506$ , или 50,6%). Полученные значения  $h_x^2$  означают, что примерно около 88% общего варьирования Cv длин и 51% агрессивности мальков форели обусловлены фотопериодом и соответственно около 12 и 49% приходится на долю воздействующих на данные признаки других (модифицирующих) факторов. Можно утверждать, что фотопериод прямо влияет в большей степени на размерную структуру группы рыб и в меньшей степени — на их агрессию.

В ходе эксперимента была обнаружена достаточно высокая корреляция между агрессией и средними длинами мальков:  $r = -0,59$ . Значение коэффициента вариации на 1%-м уровне значимости

достоверно показывает обратно пропорциональную связь ( $t_{\phi} = 3,41$ , то есть гораздо больше табличного значения  $t_{st} = 2,92$ ). Между Cv длин и средними длинами мальков форели тоже была обнаружена очень высокая корреляция:  $r = 0,83$ . Это значение достоверно на очень высоком 0,1%-м уровне значимости:  $t_{\phi} = 3,79$ . По нему можно с уверенностью утверждать, что у мальков радужной форели размерная структура группы прямо пропорционально связана с средней длиной тела.

Резюмируя все вышеизложенное, можно с уверенностью говорить о том, что в условиях нашего эксперимента фотопериод оказывал влияние на рост мальков радужной форели опосредованно — через агрессию и размерную структуру группы.

## ВЫВОДЫ

Установлена обратно пропорциональная зависимость между длиной светового дня и коэффициентом вариации размеров тела мальков радужной форели.

Чем длиннее был фотопериод, тем больше наблюдалось актов агрессии у рыб.

Агрессивность мальков радужной форели тесно связана нелинейной зависимостью с размерной структурой группы. Увеличение количества агрессивных реакций наблюдается в группе мальков с наиболее равномерной структурой.

Фотопериод в большей степени оказывает непосредственное влияние на коэффициент вариации мальков радужной форели. В меньшей степени наблюдается его опосредованное влияние на стаю через агрессивность отдельных особей.

На агрессивность мальков фотопериод в большей степени оказывает опосредованное влияние — через изменение коэффициента вариации длины тела мальков радужной форели. В меньшей степени он оказывает непосредственное влияние на данный признак.

На рост мальков радужной форели фотопериод оказывает влияние опосредованно — через агрессию и размерную

структуру групи. Чем продовжительною фотоперіод, тем менше швидкість росту у мальків.

Фактором, який безпосередньо затримує ріст мальків у форелі, є агресія.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Головин П.П. Стресс у рыб // Труды Зоологического института АН СССР. — 1987. — Т. 17. — С. 22–32.
2. Дгебуадзе Ю.Ю. Экологические закономерности изменчивости роста рыб. — М.: Наука, 2001. — 276 с.
3. Лакин Г.Ф. Биометрия: Учебное пособие для биологич. спец. вузов. — М.: Высш. шк., 1980. — 293 с.
4. Мирошниченко А.И., Подопрігора В.Н., Каширская Ю.К. Об опасном заболевании радужной форели // Материалы I всеукраинской конференции “Проблемы ихтиопатологии”. — К., 2001. — С. 81–84.
5. Подопрігора В.Н. Особенности роста гурами голубого при различном фотопериоде в замкнутых водных системах // Учёные записки ТНУ. Сер.: Биология. — 2003. — Т. 16, № 2. — С. 224–230.
6. Подопрігора В.Н., Алексашкин И.В. Влияние каталитического перекисного окисления на рост мальков группы *Poecilia reticulata* Peters, 1859 // Учёные записки ТНУ. Сер.: Биология. — 2003. — Т. 16, № 3. — С. 151–158.
7. Ручин А.Б. Влияние колебания освещенности на рост молоди некоторых видов рыб и личинок травяной лягушки (*Rana temporaria*) // Зоол. журнал. — 2000. — Т. 79, № 11. — С. 1331–1336.
8. Villarreal C.A., Thorpe J.E., Miles M.S. Influence of photoperiod on growth changes in juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L. // Ibid. — 1988. — Vol. 33. — P. 15–30.

### ВПЛИВ ДОВЖИНИ ФОТОПЕРІОДУ НА РІСТ ОКРЕМИХ ОСОБИН РАЙДУЖНОЇ ФОРЕЛІ (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)

В.М. Подопрігора

Встановлено, що тривалість фотоперіоду обернено пропорційно впливає на ріст і коефіцієнт варіації (Cv) маси мальків і прямо пропорційно на їхню агресивність. Виявлено обернений зв'язок між кількістю агресивних реакцій і масою мальків. Доведено прямий зв'язок між Cv і загальною біомасою мальків. Отже, фотоперіод впливає на ріст мальків райдужної форелі, а довжина світлового дня — на кількість агресивних реакцій, які виявляють прямий пригнічувальний вплив на ріст мальків.

### IMPACT OF PHOTOPERIOD DURATION ON THE GROWTH OF CERTAIN SPECIMENS OF RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)

V. Podoprigora

Photoperiod duration was proven to be inversely proportional to fry body growth, and variation coefficient (Cv) of fry body mass was directly proportional to fry aggressiveness. Significant negative correlation between the number of aggressive reactions and fry body mass was discovered. Direct relationship between Cv and general fry biomass was statistically proven. Thus, photoperiod duration indirectly affects growth of rainbow trout fry. Daylight time duration affects the number of aggressive reactions, which in turn directly inhibit fry growth.