

УДК 597.554.3.591.51

## ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СРЕДЫ НА АДАПТИВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МОЛОДИ ПЛОТВЫ *Rutilus rutilus* (L.) (Cyprinidae) В ПЕРИОД РАННЕГО ОНТОГЕНЕЗА

© 2013 г. Е. С. Смирнова, Ю. В. Герасимов

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,  
152742 пос. Борок, Ярославская обл., Некоузский р-н,  
e-mail: gu@ibiw.yaroslavl.ru

Поступила в редакцию 01.11.2011 г.

В последние годы в нерестовых притоках Рыбинского водохранилища отмечено значительное снижение численности хищных рыб, что обусловлено их интенсивным выловом. Недостаток или отсутствие контактов молоди с хищником до начала ската лишает жертву соответствующего опыта и у нее не вырабатываются необходимые навыки оборонительного поведения. В результате после ската она не способна адаптироваться к воздействию хищника в условиях водохранилища и подвергается интенсивному выеданию. В эксперименте изучены адаптивные возможности молоди (сибсов) плотвы *Rutilus rutilus* (L.), выращенной от стадии личинки до стадии малька в присутствии хищника и без него. Молодь, выращенная в разных условиях, различается потенциальными способностями к адаптации в новых условиях обитания.

*Ключевые слова:* ранний онтогенез, поведение, хищник, молодь плотвы.

DOI: 10.7868/S0320965213020101

### ВВЕДЕНИЕ

На большей части Рыбинского водохранилища наблюдается устойчивый многолетний дефицит нерестилищ фитофильных рыб, к которым относится большинство обитающих здесь видов. Основные места нереста фитофильных рыб находятся в малых притоках Рыбинского водохранилища. Исследования последних лет в районах впадения малых и средних притоков водохранилища показали, что количество молоди, скатившейся с расположенных в них нерестилищ начиная с 1990 г. снижается.

Причиной этого может служить отсутствие у молоди необходимых навыков оборонительного поведения как следствие значительного снижения численности хищников в притоках из-за усиливающегося в последние годы браконьерства. В результате молодь в притоках на ранних стадиях онтогенеза, т.е. до ската в водохранилище, не имеет или имеет малое количество контактов с хищником. Рыбы, обитающие в условиях с хронически низким давлением хищников, имеют специфические поведенческие отличия от рыб того же вида, но из районов с высоким уровнем хищничества [7–9, 12]. Например, в присутствии хищников они демонстрируют менее эффективное пищевое и оборонительное поведение. При-

чина в том, что способность к выбору оптимальной оборонительной стратегии в конкретной ситуации зависит от наличия опыта общения с хищником, способствующего выработке соответствующих поведенческих навыков [2]. Важную роль в формировании подобных навыков играют условия среды, в которых находится молодь на ранних стадиях онтогенеза [1, 3, 4]. Отсутствие пресса хищников в притоках приводит к тому, что у скатывающейся из них молоди нет соответствующего опыта, что может послужить причиной ее более интенсивного выедания при попадании в устьевые участки рек и открытую часть водохранилища, где пресс хищников остается достаточно высоким.

Цель работы – оценить в экспериментальных условиях адаптивные возможности двух групп молоди (сибсов) плотвы *Rutilus rutilus* L., которых на ранних стадиях онтогенеза выращивали в присутствии хищника и без него.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводили на молоди плотвы *Rutilus rutilus*, полученной путем искусственного оплодотворения от одной пары производителей. После начала активного плавания личинок плот-

вы по 200 экз. рассаживали в два аквариума емкостью 225 л.

**Условия выращивания.** Первую группу плотвы (Х) содержали в аквариуме вместе с хищником (окунь *Perca fluviatilis* (L.)). Хищника помещали в сетчатый садок и изолировали для предотвращения полного выедания экспериментальной молодежи. Садок располагали в центре аквариума. Размер его ячеи позволял молодежи проплывать через садок, при этом хищник был ограничен в перемещениях. Это обеспечивало приобретение молодежью навыков оборонительного поведения, а также позволяло большей части рыб выжить в течение длительного (100 сут) периода подращивания. Хищника в садке периодически подкармливали более крупной молодежью, которая не могла пройти сквозь ячею садка и смешаться с экспериментальными особями.

Вторую группу плотвы (Т) выращивали в аквариуме в отсутствие хищника. В аквариуме с помощью помпы создавали течение, приближая условия выращивания к естественным, так как в притоках молодежь растет в условиях постоянного течения. Наличие течения при выращивании молодежи на ранних стадиях онтогенеза в дальнейшем должно способствовать ее быстрой адаптации к новым условиям обитания [3].

В период подращивания, который продолжался 100 сут, по мере роста молодежи скорость течения увеличивали от 0.01 до 0.90 м/с. Молодь первой и второй групп кормили живым планктоном из естественного водоема. Абсолютная длина плотвы за период подращивания увеличилась с 5 до 28–34 мм.

После окончания подращивания всю молодежь (каждую группу отдельно) пересаживали в аквариумы с одинаковыми условиями, из которых их затем в необходимом количестве изымали для проведения экспериментов. У рыб двух экспериментальных групп сравнивали показатели скорости и направления динамики параметров пищевого и оборонительного поведения, а также уровень плавательной способности.

**Оборонительное и пищевое поведение.** Эксперименты с хищником проводили в аквариумах объемом 170 л и размерами 3000 × 400 × 230 мм (см. рисунок), оборудованных биологическими и механическими фильтрами. В качестве хищника выбрали окуня с абсолютной длиной 260 мм (один и тот же во всех экспериментах). Молодь плотвы кормили 2 раза в день в одно и то же время. Корм — искусственно выращиваемые личинки хирономид *Chironomus riparius* Mg., давали на той половине аквариума, которую хищник избирал в качестве убежища. Корм поровну распределяли по трем кормовым пятнам (см. рисунок). Дно аквариума предварительно выкладывали перфорированными пластинами из оргстекла. В каждое отдельное отверстие пластинки помеща-

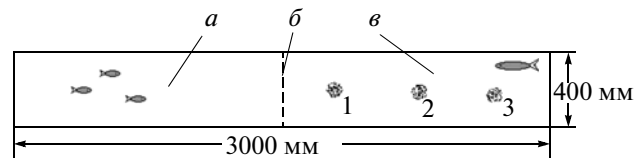


Схема экспериментального аквариума: а — безопасный отсек, б — граница отсеков, в — отсек, где кормили молодежь и находился хищник; 1–3 — номера кормовых пятен.

ли по личинке *Ch. riparius*. Рыба могла визуально обнаружить этот корм только с очень близкого расстояния, т.е. молодежь во время питания должна была затрачивать определенное время на поиск корма.

В аквариум помещали 10 экз. плотвы одной группы. Рыб кормили 2 раза в день в одно и то же время. После каждой раскладки корма в течение 1 ч (с 10 до 11 и с 14 до 15 ч) регистрировали поведение рыб с помощью видеокамеры. По окончании наблюдений собирали личинок хирономид, оставшихся на кормовых пятнах, с целью оценки и определения количества съеденного корма. По мере выедания молодежи плотвы хищником в аквариум подсаживали новых особей, чтобы их число было постоянным.

**Регистрация параметров.** Во избежание влияния экспериментатора на поведение рыб аквариумы устанавливали в изолированном помещении. Поведение рыб регистрировали с помощью видеокамеры. Получаемая видеоинформация передавалась на компьютер в соседнее помещение, где ее обрабатывали, используя специальную компьютерную программу.

При обработке полученных материалов анализировали динамику показателей, которые отражают основные аспекты пищевого и оборонительного поведения рыб: латентный период (время от раскладки корма до начала питания рыб на кормовом пятне); время, затрачиваемое на питание на каждом кормовом пятне; время, проводимое на половине аквариума, где корм отсутствовал (время в безопасном отсеке). Динамику эффективности оборонительного поведения молодежи анализировали по интенсивности питания хищника (количество молодежи, съеденной за 1 сут) и активности хищника (время, в течение которого хищник находился в движении).

Для сравнения характеристик поведения молодежи разных групп после проверки данных на нормальность и однородность распределения использовали однофакторный дисперсионный анализ. Зависимыми переменными служили указанные выше поведенческие характеристики рыб, в роли градаций фактора выступали разные условия подращивания молодежи. Динамику поведенче-

**Таблица 1.** Поведенческие показатели ( $M \pm SD$ ) хищника *Perca fluviatilis* при питании плотвой *Rutilus rutilus* разных групп

Поведенческая характеристика хищника	Группы плотвы	
	X	T
Суточный рацион (число съеденных рыб), экз.	1.33 ± 0.16	1.75 ± 0.29
Активность (время плавания), с	294 ± 94	79 ± 39
Эффективность питания хищника (число съеденных рыб/время плавания), экз./с	0.0085 ± 0.0022	0.038 ± 0.018

**Таблица 2.** Бюджет времени ( $M \pm SD$ ) молоди плотвы *Rutilus rutilus* разных групп при питании в присутствии хищника *Perca fluviatilis*

Бюджет времени, %	Группы плотвы	
	X	T
Доля времени, затрачиваемого на латентный период	0.6 ± 0.1	3.6 ± 2.9
Соотношение времени пребывания:		
на кормовых пятнах	90 ± 7	44 ± 9
вне кормовых пятен	0.4 ± 0.08	5.4 ± 0.9
в безопасном отсеке	8 ± 4	47 ± 10.9

ских показателей у разных групп плотвы в течение эксперимента анализировали с помощью параметрического коэффициента корреляции Пирсона, выбранного в связи с линейной зависимостью между варьирующими признаками и нормальным характером их распределения.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

**Поведение хищника.** Максимальный суточный рацион хищника наблюдали при питании молодью группы T, минимальный – молодью группы X (дисперсионный анализ,  $F = 2.75$ ,  $p = 0.03$ ) (табл. 1). В ходе эксперимента происходило достоверное снижение интенсивности питания хищника в эксперименте хищник–молодь группы X ( $a = -0.05$ ,  $r = -0.56$ ,  $F = 7.60$ ,  $p = 0.014$ ), в то время как в опыте хищник–молодь группы T достоверная динамика этого показателя отсутствовала ( $a = -0.005$ ,  $r = -0.03$ ,  $F = 0.01$ ,  $p = 0.91$ ).

Активность хищника при питании особями из группы X была наиболее высокой (дисперсионный анализ,  $F = 5.11$ ,  $p = 0.048$ ) (табл. 1), но в течение эксперимента она снижалась ( $a = -25$ ,  $r = -0.46$ ,  $F = 5.98$ ,  $p = 0.02$ ). При этом активность хищника связана с количеством результативных атак положительной зависимостью ( $r = 0.51$ ,  $F = 1.22$ ,  $p = 0.043$ ). При питании молодью группы T подобная зависимость отсутствовала ( $a = 1.8$ ,  $r = 0.18$ ,  $F = 0.72$ ,  $p = 0.40$ ).

Расчет показателя эффективности питания хищника показал, что хищник при питании особя-

ми из группы T в единицу времени съедал в ~5 раз больше, чем при питании особями из группы X.

**Поведение молоди групп X и T.** Помимо доступности для хищника достоверные различия наблюдали и в поведении молоди из разных групп.

**Латентный период питания.** В течение всего эксперимента хищник в дневное время всегда находился в одной и той же половине экспериментального аквариума, в которой и проводили кормление молоди (см. рисунок). Молодь до начала кормления предпочитала противоположную часть аквариума, где хищник отсутствовал. После раскладки корма молодь некоторое время находилась на границе отсеков, не приступая к добыче корма, что, очевидно, было внешним проявлением ориентировочной реакции, необходимой для оценки уровня опасности перед началом добывания корма. Это время определяли как латентный период. Продолжительность латентного периода у молоди из группы X была в 6 раз меньше, чем у особей из группы T (дисперсионный анализ,  $F = 5.55$ ,  $p = 0.03$ ) (табл. 2). У обеих групп плотвы к концу эксперимента продолжительность латентного периода уменьшалась (группа X:  $a = -22$ ,  $r = -0.58$ ,  $F = 17.68$ ,  $p = 0.0002$ ; группа T:  $a = -6.6$ ,  $r = -0.52$ ,  $F = 8.82$ ,  $p = 0.007$ ).

Время, проведенное в безопасном отсеке. Во время добывания корма в отсеке с хищником молодь при малейшем движении последнего быстро уходила в соседний отсек и через какое-то время возвращалась для продолжения питания. Длительность этой задержки у

**Таблица 3.** Интенсивность питания ( $M \pm SD$ ) молоди плотвы *Rutilus rutilus* разных групп в присутствии хищника *Perca fluviatilis*

Группа молоди	Интенсивность питания на отдельных кормовых пятнах и суммарная, шт. личинок за время опыта			
	Кормовые пятна			Сумма
	1	2	3	
X	49.7 ± 0.5	48.9 ± 1.1	43.9 ± 3.3	142.7 ± 3.6
T	40.6 ± 7.2	33.5 ± 7.1	19.7 ± 5.2	93.8 ± 17.9

молоди разных групп достоверно различалась (дисперсионный анализ,  $F = 21$ ,  $p < 0.001$ ). Особи группы X, уходя в безопасный отсек при попытке нападения хищника, возвращались для продолжения питания значительно быстрее, чем молодь из группы T. Продолжительность их нахождения в безопасном отсеке составляла 8% общего времени, тогда как молоди из группы T – 47% (табл. 2). Снижение продолжительности задержек в безопасном отсеке к концу эксперимента отмечено только для особей из группы T ( $a = -17.4$ ,  $r = -0.42$ ,  $F = 4.54$ ,  $p = 0.045$ ), у рыб группы X динамика данного показателя отсутствовала ( $a = -0.5$ ,  $r = -0.03$ ,  $F = 0.02$ ,  $p = 0.88$ ).

Время нахождения на кормовых пятнах. Наблюдения за потреблением корма в течение 1 ч показали, что молодь из группы X, в отличие от молоди группы T, большую часть времени находилась в отсеке с кормом (дисперсионный анализ,  $F = 15$ ,  $p < 0.01$ ) (табл. 2). При этом, только 0.4% времени она тратила на перемещение между кормовыми пятнами, тогда как молодь из группы T >5% времени находилась вне участков с кормом. Продолжительность нахождения плотвы обеих групп на каждом из трех кормовых пятен была различной. У плотвы всех групп различалось и время, проводимое на каждом из трех пятен ( $p < 0.001$ ). Больше всего времени рыбы оставались на первом пятне, которое дальше остальных располагалось от хищника. При этом у рыб группы X продолжительность пребывания на первом пятне со временем фактически не менялась ( $a = 2.7$ ,  $r = 0.03$ ,  $F = 0.01$ ,  $p = 0.90$ ). На втором и третьем кормовых пятнах отмечалось достоверное увеличение этого показателя (пятно 2:  $a = 45$ ,  $r = 0.65$ ,  $F = 9.98$ ,  $p = 0.007$ ; пятно 3:  $a = 67$ ,  $r = 0.60$ ,  $F = 7.49$ ,  $p = 0.02$ ). У рыб группы T положительная динамика наблюдалась только на первых двух пятнах (пятно 1:  $a = 28$ ,  $r = 0.46$ ,  $F = 4.59$ ,  $p = 0.05$ ; пятно 2:  $a = 36$ ,  $r = 0.65$ ,  $F = 9.73$ ,  $p = 0.008$ ). На пятне 3 достоверного увеличения времени нахождения не отмечено ( $a = 5$ ,  $r = 0.38$ ,  $F = 2.02$ ,  $p = 0.16$ ).

Интенсивность питания молоди. Интенсивность питания особей из группы X была значительно выше, чем у молоди из группы T

(дисперсионный анализ,  $F = 32$ ,  $p < 0.001$ ) (табл. 3). Высокая интенсивность питания у особей этой группы наблюдалась на всех трех кормовых пятнах, т.е. достоверная зависимость данного показателя от близости кормового пятна к хищнику отсутствовала (дисперсионный анализ,  $F = 1.43$ ,  $p = 0.24$ ). У молоди группы T максимальный рацион наблюдался на пятне 1, самом близком к безопасной части аквариума (см. рисунок), и снижался по мере удаления от границы отсеков на кормовых пятнах 2 и 3 (дисперсионный анализ,  $F = 35$ ,  $p < 0.001$ ) (табл. 3).

Анализ динамики интенсивности питания у плотвы из группы X показал, что на кормовых пятнах 1 и 2 эта молодь питалась с максимальной интенсивностью в течение всего эксперимента (пятно 1:  $a = 0.11$ ,  $r = 0.38$ ,  $F = 3.13$ ,  $p = 0.09$ ; пятно 2:  $a = 0.17$ ,  $r = 0.26$ ,  $F = 1.13$ ,  $p = 0.26$ ). Достоверное увеличение интенсивности питания отмечено только на пятне 3 ( $a = 5$ ,  $r = 0.46$ ,  $F = 9.16$ ,  $p = 0.005$ ). У группы T картина обратная. В течение эксперимента интенсивность питания увеличивалась на первых двух кормовых пятнах (пятно 1:  $a = 1.5$ ,  $r = 0.45$ ,  $F = 4.79$ ,  $p = 0.04$ ; пятно 2:  $a = 1.9$ ,  $r = 0.62$ ,  $F = 11.2$ ,  $p = 0.003$ ), в то время как на кормовом пятне 3 достоверная динамика этого показателя отсутствовала ( $a = 0.9$ ,  $r = 0.37$ ,  $F = 3.03$ ,  $p = 0.10$ ). Особи из группы T периодически посещали это пятно и пытались на нем питаться, но при незначительных движениях хищника, даже если он не делал попытки нападения, быстро покидали его и перемещались ближе к границе отсеков.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

По окончании периода подращивания в поведении молоди каждой группы проявились характерные и устойчивые во времени черты, которые в значительной мере влияли на эффективность ее пищевого и оборонительного поведения. После окончания подращивания всю молодь помещали в аквариумы с одинаковыми условиями. Из них ее брали для проведения различных экспериментов, которые продолжались в течение 8 мес, и в течение всего этого периода у особей из разных групп сохранились специфические поведенческие особен-

ности. Следовательно, длительное содержание в одинаковых условиях не повлияло на поведенческие навыки и потенциальные способности к обучению, которые приобретала молодь на ранних стадиях онтогенеза при выращивании в различных условиях.

Эффективность охоты хищника, питающегося обученной на него молодь, почти в 5 раз ниже, чем при питании молодь, выращенной в его отсутствие. При этом активность и интенсивность питания хищника в случае питания плотвой из группы X к концу эксперимента достоверно снижалась, что указывает на возрастание эффективности оборонительного поведения этой молоди по мере приобретения опыта. На изначальную адекватность оборонительных действий этой молоди указывает минимальное значение показателя времени нахождения в безопасном отсеке и отсутствие достоверной динамики данного показателя в течение эксперимента.

Рыбы, выращенные в отсутствие хищника, по уровню эффективности оборонительного поведения уступали особям, выращенным в присутствии хищника. Хищник при питании ими имел более высокий рацион при меньшей пищевой активности. Уменьшение латентного периода и времени нахождения в безопасной части экспериментального аквариума у молоди, не обученной на хищника, обусловлено не приобретением опыта, а хроническим голоданием. Частые удачные нападения хищника на рыб этой группы вызывали их длительный отказ от добывания корма и, как результат, снижение интенсивности питания.

Наиболее важная функция переменной тактики рыб, которая определяет баланс между выгодой от питания и уровнем риска, — степень их голода [10]. Голодная особь может добывать корм при более высоком уровне риска, чем сытая [5, 11], что и происходит в случае с молодь, выращенной в отсутствие хищника. Но, в отличие от молоди, имеющей опыт “общения” с хищником, она оказалась не способной реагировать адекватно уровню потенциальной опасности. В состоянии голода эти особи демонстрируют крайне рискованное поведение при поиске пищи. В связи с этим в поведении молоди, выращенной в отсутствие хищника, наблюдается определенное противоречие. С одной стороны, ей свойственно стремление рисковать при добывании корма, что при отсутствии соответствующих поведенческих навыков и способности к обучению приводит к повышенной смертности. С другой — паническая реакция при обнаружении хищника и длительное избегание потенциально опасных кормовых участков вызывает у нее снижение интенсивности питания, что усиливает степень голода и заставляет таких особей в дальнейшем все больше рисковать.

Навыки оборонительного поведения, полученные плотвой при выращивании в присутствии хищника, позволяют ей эффективно и с минимальными потерями питаться в присутствии хищника. Эта молодь изначально питается с более высокой интенсивностью, чем плотва, не обученная на хищника. По мере обучения она увеличивает интенсивность питания за счет поедания корма на участках в непосредственной близости от хищника, используя периоды его низкой активности.

Следовательно, у молоди, выращенной в отсутствие хищника, в отличие от молоди, содержащейся на ранних стадиях онтогенеза совместно с хищником, оборонительное поведение гораздо менее эффективно. Ей свойственны оборонительные действия, которые заключаются в уходе и длительной задержке в безопасной зоне. Сходным образом ведут себя рыбы в естественных водоемах из районов с низким уровнем пресса хищников. На действие хищника они отвечают уходом в безопасную зону. Рыбы того же вида, но из районов с высоким давлением хищников, в отличие от них, эффективно питаются, в меньшей степени реагируя на присутствие хищника [6].

При отсутствии менее опасных альтернативных кормовых участков недостаточно эффективное оборонительное поведение молоди, выросшей в отсутствие хищника, становится причиной ее более интенсивного выедания.

Мнение о том, что выращенная на течении молодь, обладая более высокой плавательной способностью, будет успешно избегать нападения хищника, не подтвердилось. Течение при отсутствии стимулов, вызывающих защитную реакцию, не способствовало формированию у молоди навыков, повышающих эффективность оборонительного поведения, тогда как рыбы, выращенные в присутствии хищника, быстрее адаптировались и достигали более высоких показателей в оборонительном и пищевом поведении, обучаясь в новых условиях.

**Выводы.** Отсутствие на ранних стадиях онтогенеза стимулов, вызывающих защитную реакцию, не позволяет рыбам адаптироваться к действию хищников, от чего во многом зависит их выживаемость. Проведенные эксперименты продемонстрировали, что присутствие хищника на ранних стадиях онтогенеза, — один из определяющих факторов, способствующих развитию у молоди важнейших адаптивных форм поведения. Полное отсутствие или малое количество контактов дикой молоди с хищником на выростных местообитаниях может в дальнейшем привести к ее более интенсивному выеданию при скате на местообитания, где пресс хищников выше.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герасимов Ю.В., Столбунов И.А. Влияние условий среды разной обогатненности в раннем онтогенезе на пищевое и оборонительное поведение молоди леща *Abramis brama* (Cyprinidae) // Вопр. ихтиологии. 2007. Т. 47. № 2. С. 253–261.
2. Лещева Т.С., Жуйков А.Ю. Обучение рыб: экологические и прикладные аспекты. М.: Наука, 1993. 109 с.
3. Никоноров С.И., Витвицкая Л.В. Эколого-генетические проблемы искусственного воспроизводства осетровых и лососевых рыб. М.: Наука, 1993. 254 с.
4. Смирнова Е.С., Герасимов Ю.В. Влияние условий среды в период раннего онтогенеза на формирование оборонительного поведения у молоди плотвы *Rutilus rutilus* (Cyprinidae) // Вопр. ихтиологии. 2010. Т. 50. № 1. С. 130–140.
5. Dill J.M., Fraser A.H.G. Risk of predation and the feeding behaviour of juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) // Behav. Ecol. Sociobiol. 1984. V. 16. P. 65–71.
6. Fraser D.F., Gilliam J.F. Feeding under predation hazard: response of the guppy and the Hart's rivulus from sites with contrasting predation hazard // Behav. Ecol. Sociobiol. 1987. V. 21. P. 203–209.
7. Holopainen I.J., Aho J., Vornanen M., Huuskonen H. Phenotypic plasticity and predator effects on morphology and physiology of crucian carp in nature and in the laboratory // J. Fish Biol. 1997. V. 50. № 4. P. 781–798.
8. Huntingford F., Giles N. Individual variation in anti-predator responses in the three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus* L.) // Ethology. 1987. V. 74. № 3. P. 205–210.
9. Light T. Discriminating between hungry and satiated predators; the response of guppies (*Poecilia reticulata*) from high and low predation sites // Ethology. 1989. V. 82. P. 238–243.
10. McNamara J.M., Houston A.I. State-dependent ideal free distributions // Evol. Ecol. 1990. № 4. P. 298–311.
11. Pettersson L.B., Bronmark C. Trading off safety against food: state dependent habitat choice and foraging in crucian carp // Oecologia. 1993. V. 95. P. 353–357.
12. Reznick D., Endler J.A. The impact of predation on life history evolution in Trinidadian guppies (*Poecilia reticulata*) // Evolution. 1982. V. 36. P. 160–177.

## The Effect of Environment on Adaptive Abilities of Fry Roach *Rutilus rutilus* (L.) (Cyprinidae) during Early Ontogenesis

Ye. S. Smirnova, Yu. V. Gerasimov

*Institute for Biology of Inland Waters RAS, 152742 Borok, Russia*

In recent years, a considerable decrease in the abundance of fish predators is observed in the spawning tributaries of the Rybinsk reservoir due to the intensive fishing. The lack of encounters with predators before the downstream-migration of the young fish in the absence of predation experience hampers the development of necessary skills of defensive behavior. As a result, after the downstream-migration the juveniles are incapable of adaption to the predation pressure in the reservoir environment and exposed to intensive elimination. The adaptive potential of roach *Rutilus rutilus* was experimentally studied in siblings raised from the early larval to the late fry stages both in the presence and absence of the predator. It was found that young fish raised under different conditions differ in their adaptive potential in the novel environment.

*Keywords:* early ontogenesis, behavior, predator, fry roach