

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ПИТАНИЯ ЛИЧИНОК ПЛОТВЫ НА ИХ ДВИГАТЕЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ ПРИ ВЫХОДЕ НА ТЕЧЕНИЕ

П.И. Кириллов

Тверской государственной университет

*Рассмотрены результаты экспериментального исследования влияния условий питания и состояния накормленности личинок плотвы на их двигательную активность в начальной фазе покатной миграции. Показана возможность снижения активности выхода на течение сытых и кормящихся прибрежных ранних личинок плотвы в период снижения уровня освещенности. Предполагается, что благоприятные условия питания и хорошая накормленность ранних личинок плотвы могут быть причинами, снижающими их двигательную активность, и приводить к уменьшению количества покатников в реке.*

Массовая покатная миграция ранних личинок плотвы в сумеречно-ночное время суток – весьма характерное явление в большинстве водоёмов с наличием течения. Изучению стартовых механизмов попадания молоди рыб на поток в последнее время уделяется большое внимание [10; 11]. Покатная миграция ранней молоди рыб может являться результатом попадания в поток особей, потерявших зрительную ориентацию в период снижения уровня естественной освещённости. В этот же период у молоди повышается двигательная активность, что, в свою очередь, увеличивает вероятность случайного попадания рыб на течение. Также среди покатников могут встречаться особи, активно вышедшие на поток из прибрежных биотопов [5; 6; 10].

Ранее [11] были проведены экспериментальные исследования механизмов выхода молоди плотвы из прибрежья на течение с применением двухсекционных щелевых камер (см. рисунок). Выявлено, что интенсивность выхода рыб на поток зависела от освещенности и достигала максимума в период с 23<sup>00</sup> до 1<sup>00</sup> часа при освещенности порядка 10<sup>1</sup>-10<sup>-1</sup> лк. Динамика выхода рыб в секцию, моделирующую прибрежье, не имела суточного ритма и достоверно отличалась от динамики выхода в реку. При отсутствии течения выходы рыб на поток носили случайный характер. В итоге было выявлено, что одним из механизмов формирования начального этапа покатной миграции личинок плотвы является увеличение двигательной активности и использование личинками рыб течения в качестве ориентира.

В то же время остаётся невыясненной роль трофического фактора в двигательной активности молоди рыб при их выходе на течение в период покатной миграции. Цель настоящей работы – выявить экспериментальным путём влияние условий питания и состояния накормленности личинок плотвы на их двигательную активность в начальной фазе покатной миграции.

**Методика.** Работы проводились в конце мая – начале июня 1996 и 1998 гг. на р. Большая Коша, левом притоке р. Волга (Селижаровский р-н, Тверская обл.). Для исследования применяли 3 идентичные двухсекционные щелевые камеры (см. рисунок), располагаемые в русле реки. Стенки камер были выполнены из прозрачного материала. Большая секция моделировала прибрежье, а малая использовалась как стартовая камера и моделировала переходный участок реки между прибрежьем и речным потоком. По центру торцевых стенок секций располагались щелевые отверстия шириной 0,6 см. В стартовую камеру вода из русла реки проходила через отверстие в передней стенке секции, а выходила через боковые отверстия шириной 2 см, перегороденные ситом № 11. Скорость течения в щели была около 4-6 см/сек.

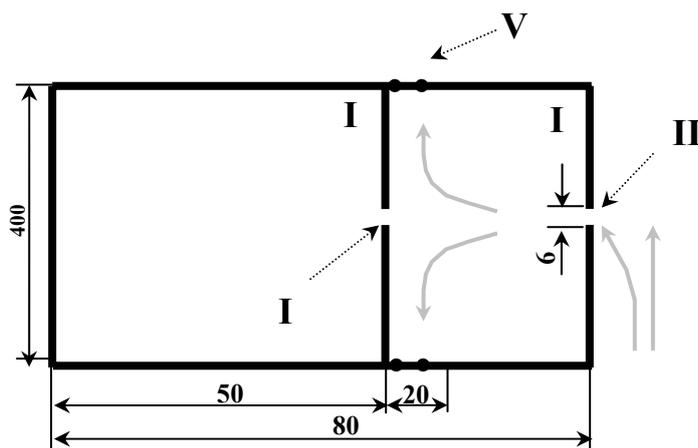


Схема экспериментальной установки

I – стартовая камера; II – камера, имитирующая побережье; III – отверстие для поступления воды в установку и выхода рыб на течение; IV – отверстие для перехода личинок рыб между камерами; V – боковое отверстие для выхода воды из установки; серыми стрелками указано направление течения воды

Для достижения поставленной рабочей цели, помимо течения и изменения освещенности, были добавлены еще такие факторы возможного влияния на активность личинок рыб, как наличие и отсутствие корма, а эксперименты проводили с рыбами, имеющими разную степень физиологического состояния ("голодные" и "сытые"). В соответствии с этим схема проведения экспериментов была несколько модифицирована.

За сутки до начала эксперимента молодь плотвы на этапах развития  $C_1$  и  $C_2$  отлавливали в прибрежных заливах реки и содержали в аквариумах, заполненных профильтрованной через капроновое сито № 70 водой, с кормом или без него (в зависимости от задач эксперимента). В 21<sup>00</sup> в стартовую камеру помещали 20 личинок плотвы. В период экспериментальной адаптации, длящийся 2 часа, все отверстия были закрыты и в камерах течения не было. Отверстия открывали в 23<sup>00</sup>. В 0<sup>00</sup> и 1<sup>00</sup> производили подсчеты количества рыб в установках. По изменению численности рыб в стартовой и прибрежной секциях рассчитывали долю рыб, ушедших в камеру, имитирующую побережье, и вышедших через щелевое отверстие на поток.

При исследовании *влияния условий питания* на активность выхода молоди плотвы на поток проводили два варианта экспериментальной адаптации: голодных личинок помещали в стартовую камеру установки, в которой присутствовал или отсутствовал корм (в основном науплии копепод). Для отработки методики и проверки состояния кишечного тракта личинок перед началом эксперимента проводили контрольное вскрытие молоди плотвы. В итоге оказалось, что у личинок, которые адаптировались в камере без корма, степень наполнения кишечного тракта (СН) была от 0 до 1 по шестибальной шкале Лебедева [2], а у личинок, адаптировавшихся в камере при наличии корма, кишечники были целиком заполнены науплиями и деформированы (СН = 5). Таким образом, эксперимент проводился с двумя типами личинок: голодными личинками при отсутствии корма в установке и сытыми личинками с присутствием корма в установке.

При исследовании *влияния состояния накормленности* на активность выхода молоди плотвы на поток проводили один вариант экспериментальной адаптации, но с личинками, которые предварительно (в течение суток) либо голодали, либо насыщались науплиями в аквариуме. Таким образом, эксперимент проводился с голодными и сытыми личинками при отсутствии корма в установке.

Всего было проведено по 15 экспериментов (1996 г.) при исследовании влияния условий питания и по 12 экспериментов (1998 г.) при исследовании влияния состояния накормленности на активность выхода молоди плотвы на поток. Для сравнительного

анализа активности личинок применяли такой показатель, как количество (в % от числа посаженных в стартовую камеру) вышедших личинок на поток и в прибрежье с 23<sup>00</sup> до 1<sup>00</sup>, т. е. в период снижения уровня естественной освещенности с десятков люкс до сотых долей люкса. При сравнительной оценке результатов применяли непараметрический критерий Вилкоксона [1].

**Результаты исследования и их обсуждение.** При отсутствии корма в экспериментальной установке молодь плотвы достоверно более активно выходит на поток (около 33 %), чем при наличии пищевых объектов (около 17 %). В количестве рыб, выходящих в прибрежье при разных условиях питания достоверной разницы не выявлено (табл. 1). Также и при наличии корма, и в его отсутствие, наблюдается тенденция к более высокой активности выхода на поток, чем в прибрежье, но достоверных различий здесь не отмечено. Таким образом, в присутствии кормовых объектов в стартовой камере экспериментальной установки снижается активность выхода личинок плотвы на поток.

Таблица 1

Выход личинок плотвы на поток и в прибрежье в зависимости от условий питания (% от числа помещенных в стартовую камеру)

	"Поток"	"Прибрежье"
"Отсутствие корма"	33,07±18,20	25,33±17,88
15 экспериментов по 20 экз.	$\rho < 0,01$	$\rho > 0,05$
"Присутствие корма"	16,67±11,13	15,00±12,39

При исследовании влияния состояния накормленности на активность выхода ранних личинок плотвы на поток и в прибрежье было выявлено достоверное различие в активности выхода на течение. Голодные особи уходили из стартовой камеры на поток реки более чем на 80 %, сытые – менее чем на 60 %. В прибрежье голодные особи уходили менее активно, чем сытые, но здесь достоверной разницы не выявлено (табл. 2). Также отмечается достоверно очень высокий процент выхода молоди на поток по сравнению с долей выхода в прибрежье, как для голодных, так и для сытых личинок. В итоге можно сказать, что сытые ранние личинки плотвы выходят на поток с меньшей активностью, чем голодные.

Таблица 2

Выход личинок плотвы на поток и в прибрежье в зависимости от состояния накормленности (% от числа помещенных в стартовую камеру)

	"Поток"	"Прибрежье"
"Голодные"	81,67±6,51	10,42±6,56
12 экспериментов по 20 экз.	$\rho < 0,001$	$\rho > 0,05$
"Сытые"	57,91±7,22	14,17±7,02

В результатах экспериментов двух лет отмечены большие различия в активности выхода личинок плотвы на поток при считавшихся нами одинаковых условиях экспериментальной адаптации и проведения опытов. Так, например, и в 1996 и 1998 гг. проводились эксперименты с голодными личинками плотвы при отсутствии корма в стартовой камере опытной установки. Активность же выхода молоди на поток в эти годы резко различалась – 33 % и 82 % соответственно. Видимо, на общую картину поведения личинок оказали влияние другие, не учтенные нами, факторы. Так как экспериментальные установки находились в русле реки (т. е. в природных условиях), причинами, вызвавшими отличия в результатах, могли быть различные погодные условия во время проведения опытов, разная концентрация кайромонов при разной плотности популяции хищников, а также - возможное использование нами личинок от разных форм производителей (местной или Волжской плотвы).

Так как длительность экспериментальной адаптации (около 2 ч) и продолжительность проведения опыта (2 ч) были невелики, мы посчитали необходимым провести контрольные эксперименты с целью выяснения связи выхода на поток молоди плотвы

со снижением уровня естественной освещенности. Для этого было проведено 5 опытов с голодными личинками при относительно неизменной дневной освещенности и отсутствием корма в стартовой камере. В результате оказалось, что на поток в данных условиях выходит в среднем 19 % от числа посаженных в стартовую камеру, а в прибрежье – 11 %. Таким образом, вечером, при снижении уровня освещенности молодь выходила на поток в 2 – 4 раза активнее, чем при неизменной дневной освещенности.

В целом, проведенные эксперименты подтвердили полученные ранее [10] выводы об увеличении двигательной активности молоди при снижении уровня естественной освещенности и использовании личинками рыб течения в качестве ориентира при выходе на поток реки. В данных экспериментальных условиях молодь плотвы после помещения её в стартовую камеру может начать исследовать, а также пытаться покинуть незнакомую среду. Соответственно некоторое количество личинок будет выходить из стартовой камеры, проявляя исследовательскую активность или избегая незнакомой обстановки. Но вопрос, какая реакция здесь доминирует, до сих пор находится в состоянии дискуссии [8; 9 и др.]. Тем не менее активная компонента выхода личинок плотвы на поток при наличии течения и во время снижения уровня освещенности имеет место. Известно, что у беспозвоночных и рыб увеличивается пищедобывательная и двигательная активность в период вечернего уменьшения природной освещенности [5]. И.К. Попова и Б.П. Лёгкий [7] предположили, что течение может являться не просто механическим элементом, вызывающим выход молоди на поток, но и привлекать личинок тем, что доступность корма на потоке выше, чем в прибрежье. Кроме того, выйдя на границу с транзитным течением, рыбы могут в поисках корма просматривать большие объемы воды в единицу времени [3; 4]. Нами была отмечена тенденция снижения активности выхода на поток ранних личинок плотвы, если они до или во время эксперимента обильно питались. Видимо, достаточная обеспеченность кормом либо временное снижение потребности в нём (состояние «сытости») способствуют замедлению темпа роста вечерней активности.

В качестве обобщения можно сказать, что проведенные эксперименты показали возможность снижения активности выхода на течение сытых и кормящихся прибрежных ранних личинок плотвы в период уменьшения уровня освещенности с десятков люкс до сотых долей люкса. Таким образом, благоприятные условия питания и хорошая накормленность ранних личинок плотвы могут быть причинами, снижающими двигательную активность рыб, что может снизить вероятность попадания молоди в потоки, следовательно, привести к уменьшению количества покатников в реке.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. М., 1985.
2. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М., 1974.
3. *Михеев В.Н.* Связь питания с распределением и покатной миграцией у сеголетков рыб в водохранилище // Покатная миграция рыб. М., 1985. С. 87 – 108.
4. *Павлов Д.С.* Отношение молоди рыб к потоку воды и ориентация в нем. // Зоологический журнал. 1966. Т. 45, вып. 6. С. 891 – 896.
5. *Павлов Д.С.* Биологические основы управления поведением рыб в потоке воды // М., 1979.
6. *Павлов Д.С., Нездолий В.К., Ходоревская Р.П., Островский М.П., Попова И.К.* Покатная миграция молоди рыб в реках Волга и Или. М., 1981.
7. *Попова И.К., Лёгкий Б.П.* Дифференциация молоди плотвы *Rutilus rutilus* и голяна *Phoxinus phoxinus* на прибрежные и русловые группировки // Вопр. ихтиологии. 1993. Т. 33, № 3. С. 437 – 441.
8. *Barnett S. A., Cowan P. E.* Activity, exploration, curiosity and fear: an ethological study // *Interdisciplinary Science Review*. 1976. V.1. P. 43 – 62.
9. *Mikheev V. N., Andreev O. A.* Two-phase exploration of a novel environment in the guppy, *Poecilia reticulata* // *Journal of Fish Biology*. 1993. V. 42. P. 375 – 383.

10. *Pavlov D.S.* The downstream migration of young fishes in rivers: mechanisms and distribution // *Folia zool.* 1994. V. 43, № 3. P. 193 – 208.

11. *Pavlov D. S., Kostin V. V., Lupandin A. I.* Development of downstream migration in roach larvae (*Rutilus rutilus* L.): The role of locomotor activity. *Russ. J. Aquatic Ecol.* 1997. V. 7, № 1. P. 75 – 84.

**EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS  
OF FEEDING CONDITIONS INFLUENCE OF ROACH LARVAE  
ON THEIR MOTION ACTIVITY DURING ACTIVE MOVEMENT INTO THE CUR-  
RENT**

**P.I. Kirillov**

Tver State University

*Changes in the composition and density of salmonid juveniles community in the river continuum of a small mountain-tundra tributary are investigated. Influence of different biotic and abiotic environmental factors on the state of salmonid juveniles community is discussed. A high importance of tributaries in formation of replenishment of salmonids population and support of their biodiversity.*