

УДК 597-151:597.553.2

ПОВЕДЕНИЕ РАЗНОРАЗМЕРНОЙ МОЛОДИ ЛОСОСЕВЫХ  
В УСЛОВИЯХ СОЛЕВОГО ГРАДИЕНТА

Л. И. Спешилов

Известно, что способность адаптироваться к повышенной солености среды и поддерживать осмотический гомеостаз развивается у проходных рыб с возрастом и по мере роста, причем размерно-весовые показатели играют основную роль [3, 4, 8]. Предельная соленость воды, при которой эти рыбы выживают на разных этапах развития, увеличивается по мере их роста, достигая в предпокатный период 20‰, а иногда и более. Установлена также специфичность видовых реакций на пребывание в соленой воде: молодь видов с более коротким речным периодом жизни значительно легче приспосабливается к соленой воде, чем молодь тех видов, которые задерживаются в реке на более длительные сроки [4, 7, 8]. Реакции рыб на изменения солености среды на каждом этапе их онтогенеза довольно консервативны, так как они обусловлены определенным морфологическим и физиологическим состоянием этих рыб [1], а следовательно, и степенью подготовленности осморегуляторных механизмов к повышению осмотического давления среды. Косвенной проверкой состояния этих механизмов могут служить наблюдения за молодью проходных (в частности, лососевых) рыб, имеющей свободный выбор сред разной солености, так как в сочетании с другими методами они позволяют определить возможность сокращения пресноводного периода жизни, что очень важно для развития морского товарного лососеводства — выращивания лососевых в морских садках, отгороженных заливах и лиманах. Этим и определяется цель настоящей работы.

Эксперименты проводились в опорной лаборатории ВНИРО при Чернореченском форелевом хозяйстве в 1971 и 1972 г.

Размерно-возрастная характеристика молоди стальноголового лосося, гибрида стальноголового лосося и радужной форели, а также молодой кеты, помещаемых в условия солевого градиента, приведена в таблице. Стандартные отклонения веса рыб каждой размерно-возрастной группы не превышали 20%.

Основное внимание было уделено стальноголовому лососю; данные по гибриду лосося и форели и по кете использовались для сопоставления.

Для наблюдения использовался градиентный лоток нашей конструкции, выстланный полиэтиленовой пленкой и разделенный перегородками на три отсека, размерами - I, 2x0,8x0,15 м (рис. I). Задняя часть лотка, свободная от перегородок, обеспечивала передвижение рыб между отсеками, в которые подавалась соответственно пресная, разбавленная (~8‰) и цельная черноморская (~16‰) вода. Поскольку вода смешивалась, приведенные солености поддерживались только в зоне водоподачи и затенения, в остальных частях отсеков они колебались в пределах 0-3, 6-9 и 14-16%. Однако для упрощения мы будем называть среды в отсеках соответственно пресной, разбавленной и морской. В свободном от перегородок пространстве соленость воды была 6-9‰.

Отсеки около водоподающих трубок затенялись. Это обеспечивало убежище рыбам, поэтому около 75% молоди предпочитало находиться "под крышей", остальные держались в свободном пространстве и при регистрации наблюдений относились к предпочитающим разбавленную воду (6-9‰).

Подаваемая в отсеки вода была хорошо аэрирована, температура ее была одинаковой во всех отсеках и колебалась в I и II вариантах опытов от 9,2 до 9,5°, а в III варианте - от 11,0 до 13,0°C. Рыба во время предварительной акклимации и опытов не кормилась.

Выбор воды разной солености разновозрастной и разноразмерной молодь лососевых

Вариант опытов	Группа рыб	Возраст рыб, мес.	Средний вес рыб, г	Количество рыб в отсеках, шт. %			
				0-3%	6-9%	14-16%	
I (прямой перенос)	A - средние годовики стальноголового лосося	12	4,9±0,5	5	$\frac{35}{46,7}$	$\frac{38}{50,6}$	$\frac{2}{2,7}$
	B - мелкие годовики стальноголового лосося		2,5±0,3	5	$\frac{46}{70,8}$	$\frac{18}{27,7}$	$\frac{1}{1,5}$
	B - мальки стальноголового лосося	1,5	0,16±0,02	8	$\frac{2}{1,8}$	$\frac{100}{88,5}$	$\frac{11}{9,7}$
	Г - молодь кеты	3,5	1,1±0,15	15	$\frac{67}{43,3}$	$\frac{76}{49,0}$	$\frac{12}{7,7}$
II (перенос после выдерживания в соленой воде в течение трех суток)	A <sup>x</sup> - крупные годовики стальноголового лосося	12	42,7±5,3	5	$\frac{10}{15,1}$	$\frac{42}{62,6}$	$\frac{14}{21,3}$
	B <sup>x</sup> - средние годовики стальноголового лосося		4,9±0,6	5	$\frac{17}{40,4}$	$\frac{20}{47,7}$	$\frac{5}{11,9}$
	B <sup>xx</sup> - мальки стальноголового лосося	1,5	0,16±0,02	8	$\frac{19}{21,1}$	$\frac{65}{72,2}$	$\frac{6}{6,7}$
	Г <sup>x</sup> - молодь кеты	3,5	1,1±0,13	9	$\frac{8}{8}$	$\frac{85}{85}$	$\frac{7}{7}$
III (20-часовая акклимация к условиям солевого градиента)	A - двухлетки стальноголового лосося	18	35,0±7,0	8	$\frac{10}{9,6}$	$\frac{35}{33,6}$	$\frac{59}{56,8}$
	B - крупные сеголетки стальноголового лосося	8	2,2±0,22	15	$\frac{33}{16,9}$	$\frac{110}{56,4}$	$\frac{52}{26,7}$
	B - сеголетки гибрида	7	1,8±0,14	15	$\frac{14}{6,8}$	$\frac{174}{84,9}$	$\frac{17}{8,3}$
	D - мелкие сеголетки стальноголового лосося	5	0,36±0,05	25	$\frac{116}{53,0}$	$\frac{73}{33,4}$	$\frac{30}{13,7}$

x - Перед посадкой в условия солевого градиента содержались в воде соленостью 16%;

xx - Перед посадкой трое суток находились в воде соленостью 12%.

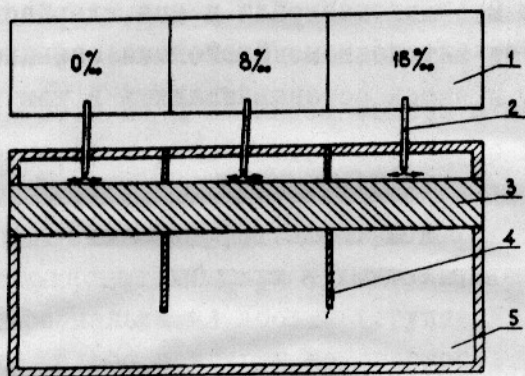


Рис. I. Схема градиентного лотка:

I - емкости с водой разной солености; 2 - водоподающие трубки; 3 - ватеник; 4 - перегородки отсеков; 5 - свободное пространство

I вариант опытов - прямой перенос молоди из пресноводных проточных лотков или бассейнов в условия солевого градиента;

II вариант - перенос молоди из сред соленостью 12-16‰ (см. таблицу), в которых они находились трое суток после прямого переноса из пресной воды, в градиентный лоток;

III вариант - прямой перенос из пресной воды и акклимация молоди к условиям градиентного лотка в течение 20 ч.

Наблюдение за поведением и распределением рыб из I и II вариантов опытов проводилось в первые два часа после переноса, в III варианте - через два часа после окончания акклимации. Местонахождение рыб регистрировалось через каждые 10 мин.

Автор пользуется случаем выразить глубокую признательность своему руководителю А.Ф.Каревич и сотрудникам М.А.Агрба и А.А.Яржомбеку за помощь в работе и подготовке данной статьи к печати.

Результаты работы приведены в таблице.

#### I вариант опытов

**Г р у п п а А.** Годовики стальноголового лосося, отнесенные к группе средних по весу, сначала предпочитали оставаться в пресной воде и только спустя 40-50 мин. начинали осваивать отсек с разбавленной водой. Случайные заходы в "морской" отсек заканчивались негативной реакцией на соленую воду и стремительным бегством из него. Двигательная активность рыб после 15-20-минутного повышения сразу после переноса возвращалась к норме, а через полчаса уже заметно сни-

жалась. Рыбки стайками по 2-3 шт. замирали у дна, держась ближе к зоне водоподачи под затенением. Временами они плавали в течение 10-15 сек. и вновь останавливались в том же положении.

**Г р у п п а Б.** Предпочтение, оказываемое мелкими годовиками пресной воде перед морской, было выражено еще более четко. Активность и поведение мелких и средних годовиков были аналогичны.

**Г р у п п а В.** Большинство мальков стальноголового лосося держалось в разбавленной воде свободного пространства, почти не заходя в пресную и морскую воду. Предпочтение свободного пространства, на наш взгляд, прежде всего вызывалось тем, что его, как правило, не занимали более крупные рыбы и поэтому оно было более спокойным местом обитания. Мальки в отличие от более крупных рыб не избегали морской воды. Двигательная активность их была незначительной уже через 3-5 мин. после переноса. Рыбки очень медленно передвигались с места на место, вяло шевеля хвостами. Держались они рассеянно, не образуя стаяк.

**Г р у п п а Г.** Молодь кеты первые полчаса после переноса держалась в пресной воде, а затем начала довольно быстро и массивно осваивать отсеки с морской и разбавленной водой, отдавая предпочтение последней. Активность рыб была несколько ниже, чем в пресноводном проточном лотке, из которого они были взяты. Стайками по 3-5 шт. они периодически перемещались в течение 10-15 сек. и затем неподвижно "зависали" у дна или в толще воды.

#### П вариант опытов

**Г р у п п а А.** Крупные годовики стальноголового лосося явно предпочитали разбавленную морскую воду.

**Г р у п п а Б.** Средние по весу годовики больше, чем крупные, тяготели к пресной воде.

**Г р у п п а В.** Преобладающее количество мальков почти постоянно, без значительных перемещений, находилось в разбавленной воде свободного пространства, меньшая часть держалась в пресной воде.

**Г р у п п а Г.** Молодь кеты отдавала явное предпочтение разбавленной воде.

Рыбы из II варианта опытов в общем вели себя примерно так же, как рыбы соответствующего веса и вида из первого варианта. Различие заключалось в том, что во II варианте рыбы были менее чувствительны к переносу из одной среды в другую и сразу выбирали ту или иную соленость. Во II варианте четыре малька из восьми (группа В) плавало по поверхности воды, слабо реагируя на опасность (движение руки).

### III вариант опытов

**Г р у п п а А.** Двухлетки стальноголового лосося явно предпочитали морскую и разбавленную воду, лишь на короткое время заходя в пресную.

**Г р у п п а Б.** Большое количество крупных сеголетков по сравнению с двухлетками держались в разбавленной и пресной воде, редко заходя в морскую.

**Г р у п п а В.** Сеголетки гибрида лосося и форели, занимавшие в весовом отношении промежуточное положение между крупными и мелкими сеголетками стальноголового лосося, оказывали явное предпочтение разбавленной воде, почти не заходя в пресную и морскую.

**Г р у п п а Д.** Мелкие сеголетки стальноголового лосося в основном находились в пресной воде, довольно часто на короткое время заходя в разбавленную и редко — в морскую воду.

Для всех групп рыб из III варианта опытов, кроме мелких сеголетков, характерно то же поведение, что и для соответствующих по весу стальноголовых лососей из I и II вариантов, при несколько более высоком уровне двигательной активности. Однако в целом активность рыб из последнего варианта опытов была значительно ниже активности рыб из пресноводных лотков и бассейнов.

Из двадцати пяти мелких сеголетков группы В у поверхности воды плавало пять, два из которых иногда поворачивалось на бок. После перевода двух рыб в пресную воду той же температуры одна

из них по истечении 4,5 ч. стала плавать нормально, а вторая погибла. Обе рыбки не имели заметных повреждений или морфологических отклонений от нормы, но за время акклимации и опыта стали темнее остальных рыб.

Необходимо отметить, что рыбы всех групп, кроме двухлетков, крупных годовиков, крупных сеголетков и мальков резко отрицательно реагировали на морскую воду, избегая или быстро уходя из соответствующего отсека. В разбавленной воде они вели себя так же, как в пресной, даже в тех случаях, когда предпочитали последнюю. Поведение выделенных групп рыб в морской воде не отличалось от их поведения в других средах.

Чтобы выяснить, не является ли распределение рыб в условиях солевого градиента случайным, были определены значения  $\chi^2$  - критерия. Они равнялись или превышали 99,9% -ный уровень значимости для всех групп рыб, кроме крупных (99%) и средних сеголетков (95%), т.е., показывали чрезвычайно малую вероятность случайного распределения.

Полученные данные, касающиеся распределения разновозрастной молодежи в воде разной солености при предварительной акклимации (варианты II и III), свидетельствуют о положительной коррелятивной связи между весом рыб и предпочитаемой соленостью среды. При расчете показателя коррелятивной связи (полихорический показатель K) были изъяты данные по малькам стальноголового лосося в связи с тем, что их отношение к солености среды нельзя считать "свободно избранным" по причине, изложенной выше.

Появление аномально ведущих себя мальков и сеголетков (I-B, II-B, III-I) и даже погибающих сеголетков (III-D) наводит на мысль о том, что у части рыб этого веса и возраста в силу их физиологической неоднородности [4] неэффективно функционирует система хеморецепции. В связи с этим такие рыбы безразлично относятся к любой воде; попав в воду губительной для них солености, они не стремятся из нее уйти и гибнут. Неблагоприятное воздействие солености подтверждается, в частности, тем, что один из погибавших сеголетков выжил после возвращения его из градиентного лотка в пресную воду.

Из сравнения вариантов опыта видно, что и предварительное содержание рыб в соленой воде в течение трех суток (вариант II) и даже 20-часовая акклимация к условиям солевого градиента (вариант III) существенно влияют на выбор молодью лососевых соленой воды (6-16‰). Исключения составляют мальки и мелкие сеголетки (рис.2).

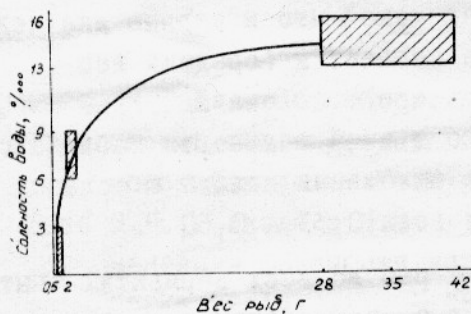


Рис.2. Тенденция предпочтения воды разной солености разноразмерной молодью стальноголового лосося после 20-часовой акклимации к условиям градиентного лотка

Двухлетки стальноголового лосося охотнее выбирают морскую воду, чем большие по весу годовики. Вероятно, это связано со спецификой метода акклимации.

Четырехмесячная молодь кеты как в I, так и во II вариантах, оказывала большее предпочтение соленой воде, чем годовики стальноголового лосося, весящие в три - пять раз больше. Выбор кетой разбавленной воды после пребывания в морской воде в

течение трех суток говорит о том, что даже у такой эвригалинной рыбы адаптация к увеличению солености среды обитания происходит постепенно. По некоторым сведениям, часть молодежи кеты после выхода в море возвращается к устьям рек и даже на некоторое время заходит в них обратно [6].

Наши эксперименты не показали какой-либо зависимости выбора той или иной солености среды от температуры. Такая зависимость раньше была установлена для молодежи горбуши при использовании более широкого температурного диапазона [1].

В естественных условиях молодь стальноголового лосося скатывается в море в возрасте от I до 3 лет. Предпочтение соленой воды (6-9‰) сеголетками в условиях солевого градиента, возможно, говорит о том, что в ней стимулируется развитие осморегуляторных механизмов, обычно происходящее у предпокатных рыб посредством резкой активации комплекса гипофиз - тироид (Fontaine, 1954, Hoar, 1959; цит. по [2]).



Предпочтение, оказываемое молодью весом менее 0,36 г пресной воде, и изменение поведения части этих рыб в градиентном лотке свидетельствуют о том, что соленость воды 12‰ и выше оказывает на молодь неблагоприятное воздействие.

Параллельно с описанными наблюдениями мы в течение 37 дней выращивали молодь стальноголового лосося (средний вес рыб для разных солевых вариантов - 0,37 - 0,48 г) в воде соленостью 0, 4, 8 и 12‰. Замечено, что в первые две недели хуже росли наиболее мелкие сеголетки (средний вес - 0,37 г), хотя они находились в среде со сравнительно невысокой соленостью (4‰). Только в этой солености наблюдался отход. По-видимому, изменение отношения молоди к соленой воде происходит по достижении веса 0,35 - 0,50 г.

Двигательная активность у рыб во всех вариантах опытов была значительно ниже, чем у рыб соответствующего возраста и веса, постоянно находившихся в пресной воде. Подобное изменение двигательной активности, отмеченное раньше для лососей рода *Oncorhynchus* [7], хорошо коррелировало с вариациями в содержании хлоридов и воды в теле рыб, свидетельствуя о том, что эти изменения могли относиться к процессу осморегуляторной адаптации.

### В ы в о д ы

1. Разноразмерная молодь лососевых, за исключением мальков и мелких сеголетков средним весом 0,16 и 0,36 г, положительно реагировала на разбавленную (6-9‰) и неразбавленную (14-16‰) черноморскую воду.

2. Между весом и выбором солености молодью стальноголового лосося и гибридом стальноголового лосося и радужной форели при 20-часовой акклимации в условиях солевого градиента существует средняя положительная коррелятивная связь. Полихорический показатель связи  $K = +0,50$ .

3. Аналогичный полихорический показатель связи при использовании суммированных данных по молоди стальноголового лосося, предварительно выдержанной в соленой воде в течение трех суток или прошедшей 20-часовую акклимацию в условиях

солевого градиента, понизился до 0,35.

4. Активность рыб во всех вариантах опытов значительно ниже активности контрольных рыб, постоянно находившихся в пресной воде.

### Л и т е р а т у р а

1. Бочаров Г.Д. Об избирательной реакции молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walb.) по отношению к морской воде. - Тр.Мурм.биол.ин-та, вып.3(7), 1961.
2. Закс М.Г., Соколова М.М. О механизмах адаптации к изменениям солености воды у нерки - *Oncorhynchus nerka* (Walb.). - "Вопр.ихтиол.", т.1, вып.2(19), 1961.
3. Карпевич А.Ф. Влияние изменяющегося стока рек и режима Азовского моря на его промысловую и кормовую фауну. - Тр.АзНИИРХ, т.1, вып.1, 1960.
4. Привольнев Т.И. Отношение пресноводных и проходных рыб к различной солености воды. - Изв. ГосНИОРХ, т.8, 1964.
5. Плохинский Н.А. Биометрия. - М., изд.МГУ, 1970.
6. Шершнев А.П. Некоторые биологические особенности молоди кеты в начальный морской период жизни. Сб.НТИ [ВНИРО], 1968, № 3.
7. Houston, A.H. Responses of juvenile chum, pink and coho salmon to sharp sea water gradients. Canadian J. Zool. v.35, No.3, 1957.
8. Parry, G. The development of salinity tolerance in salmon, *Salmo salar* L. and some related species. J.Exp.Bio. v.37, 1960.

THE BEHAVIOUR OF YOUNG SALMON OF VARIOUS SIZES  
UNDER SALINITY GRADIENT CONDITIONS

L.I.Speshilov

S u m m a r y

The observations on the behaviour of the young of salmon under salinity gradient conditions, namely when they are directly transferred into a gradient tank, after staying in it for 20 hours and after acclimatization to salt water for 3 days, show that the young salmon of various sizes except fry and one-summer-old steelhead salmon weighing 0.16-0.36 g prefer diluted (6-9‰) or pure sea water from the Black Sea.

In young salmon and hybrid of steelhead salmon x rainbow trout acclimatized to salinity some positive correlations between the weights of fish and their preference to staying in water with various salinities has been ascertained. The locomotion activity in fish kept under salinity gradient conditions is much lower than in fish kept in fresh water.