

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ОЗЁРНОГО  
И РЕЧНОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА»  
(ФГБНУ «ГосНИОРХ»)

Международная научная конференция, посвященная 100-летию ГОСНИОРХ

# РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ВОДОЕМЫ РОССИИ

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Санкт-Петербург

2014



## ДИНАМИКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ПОВЕДЕНИЕ И ПИТАНИЕ МОЛОДИ СЕМГИ (*SALMO SALAR LINNAEUS, 1758*) В ПРОЦЕССЕ АДАПТАЦИИ К ЕСТЕСТВЕННЫМ УСЛОВИЯМ

***М.Ю. Алексеев, А.М. Николаев***

Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ФГУП «ПИНРО»), Мурманск

[mal@pinro.ru](mailto:mal@pinro.ru), [nikolaev@pinro.ru](mailto:nikolaev@pinro.ru)

### Введение

Несмотря на накопленный за многие десятилетия научный материал, охватывающий практически все аспекты биотехники искусственного воспроизводства атлантического лосося, до сих пор не выработана целостная концепция в подходе к вопросу адаптации выпускаемой молоди к естественным условиям. К началу 80-х гг. XX столетия была разработана общая схема выпуска молоди: серебрянки и серебристые пестрятки должны выпускаться в нижнем течении в сроки, соответствующие срокам катадромной миграции естественной молоди (миграционное окно); молодь, не достигшая серебрения, должна быть расселена на выростные участки с учетом их приемной мощности (Бакштанский и др., 1981; Костылев, Ермолаев, 1983; Черницкий, Лоенко, 1990, и др.). Проблема состояла в том, что на морально и физически устаревших рыболовных заводах Северо-Запада России получить молодь с отчетливыми признаками серебрения, а тем более качественного смолта, было сложно. В результате заводы выпускали, как правило, трехлетнюю молодь, большая часть которой не имела выраженных признаков серебрения. Кроме того, в процессе выращивания до трехлетнего возраста физиологическое состояние молоди, а с ним и адаптационные способности существенно ухудшались (Карасева, 2003; Алексеев и др., 2007). По этой причине в начале 2000-х гг. было решено сократить на рыболовных заводах Мурманской области сроки выращивания молоди семги до годовика, а выпуск осуществлять весной под лед на все доступные участки зарыбляемых рек. Принятие такого решения было мотивировано следующими соображениями: во-первых, в возрасте годовика у молоди еще не выражен некроз плавников и другие нежелательные признаки, приобретаемые в условиях завода, во-вторых, выпуск до начала паводка позволит плохо адаптированным к течению пестряткам успешно расселиться в условиях малой воды. Наконец, стал возможным вывоз молоди снегоходами почти по всему руслу рек и притокам.

Результаты контрольных обловов 2006-2013 гг. показали, что молодь приживается почти на всех выростных участках, но, судя по небольшой плотности расселения, ее смертность в первые месяцы после выпуска остается высокой. В связи с этим представляется актуальным провести всестороннее изучение процесса адаптации выпускаемой в возрасте одного года молоди атлантического лосося с конечной целью разработать практические рекомендации для рыбоводов, касающиеся корректировки биотехники лососеводства.

Цель исследований – оценить качественные показатели молоди атлантического лосося, выращенной в условиях Умбского рыбоводного завода (УРЗ) перед выпуском и в период адаптации, в сравнении с аналогичными показателями естественной молоди.

Задачами работы были: сравнительная характеристика разновозрастной молоди семги естественного и искусственного происхождения по ряду существенных признаков (длине и массе, индексам основных органов, концентрации гемоглобина, упитанности, характеру питания, выработке территориального поведения) и изучение динамики этих показателей в процессе адаптации молоди к естественным условиям.

### **Материал и методы**

Осенью 2013 г. изучались разновозрастная молодь семги естественного происхождения из р. Умба и разновозрастная молодь, выращенная на УРЗ, которая выпускалась на нерестово-выростные участки реки в апреле 2013 и 2012 гг. в возрасте годовика. Отлов «дикой» молоди осуществлялся в октябре с помощью электроловильного аппарата. В это же время отлавливалась и ранее выпущенная «заводская» молодь в возрасте 1+ и 2+, которая идентифицировалась по ампутированному жировому плавнику. «Дикая» молодь использовалась в качестве контроля.

Сравнительный биологический анализ «заводской» и «дикой» молоди включал определение длины и массы, возраста, упитанности, степени наполнения ЖКТ, оценку жирности по пятибалльной шкале (Правдин, 1966). Для выявления биологически значимых различий у выращиваемой на рыбоводных заводах молоди семги использовался метод морфофизиологических индикаторов (Рыжков, 1972). В исследования входило определение индексов внутренних органов (печени, сердца, грудных плавников и жабр), концентрации гемоглобина. Кровь для анализа отбирали у живой рыбы сразу после отлова из хвостовой артерии. В пробах крови устанавливали концентрацию гемоглобина колориметрическим методом Сали (Глаголева, 1985; Глаголева, Бодрова, 1988). Сбор и обработка проб дрифта, бентоса, а также проб на питание осуществлялись в соответствии с общепринятой методикой (Методическое пособие..., 1974; Определитель пресноводных беспозвоночных..., 1977).

Оценивались различия в распределении молоди по выростным участкам, в ее окраске и характере питания.

Анализ данных проводился в соответствии с законами математической статистики. Достоверность различий определяли по критерию достоверности  $t$  на 95-99%-ном доверительном уровне (Лакин, 1968). Минимальный объем выборки, необходимый для надежной оценки разницы, вычислялся по величине дисперсии и заданному значению  $t$ .

### Результаты и обсуждение

Длина и масса «заводских» сеголеток были сопоставимы с аналогичными показателями «диких» двухлеток – 6,9 см и 3,2 г против 6,9 и 3,1 соответственно. Такой интенсивный рост «заводских» сеголеток объясняется усиленным режимом кормления, сбалансированным кормом и хорошими условиями содержания в условиях завода. Различия показателей длины и массы «заводских» и «диких» особей сохраняются в течение последующего периода: средняя длина АС и масса молоди в возрасте 2+ (т.е. через 18 мес. после выпуска в реку) составили 13,3 см и 20,8 г, тогда как у «диких» трехлеток 12,2 и 19,4 соответственно.

Содержание полостного жира (средний балл) было почти одинаковым – 2,4 у адаптируемой против 2,2 у «дикой». Молодь, содержащаяся в условиях рыбоводного завода, практически вся характеризовалась сильным ожирением – средний балл 4,9. В некоторых случаях при вскрытии такой рыбы за слоем жира невозможно было увидеть пилорические придатки.

На рис. 1 приведена графическая информация, характеризующая упитанность, концентрацию гемоглобина и величину индексов разных органов у молоди семги различного происхождения. Группа молоди, обозначенная как «заводская», была взята из выростного цеха УРЗ. Ее возраст одинаков и равен 6 мес. (0+). Группа «адаптируемые» – это выпущенные рыбоводным заводом пестрятки семги, которые провели в реке 6 и 18 мес. (в возрасте 1+ и 2+ соответственно). Наконец, группу «естественные» составляет молодь, полученная от естественного нереста. Возраст этих рыб - 1+ и 2+.

Анализ данных показал, что у заводской молоди меньший ( $p < 0,01$ ), чем у естественной, индекс грудных плавников (рис. 1, а), а также коэффициент упитанности и концентрация гемоглобина (см. рис. 1, б, е). Напротив, индексы печени, сердца и жабр были выше ( $p < 0,01$ ) (см. рис. 1, в, г, д). Все вышеперечисленные исследуемые индексы у адаптируемой молоди занимают промежуточное положение, достоверно отличаясь как от заводских, так и от естественных рыб.

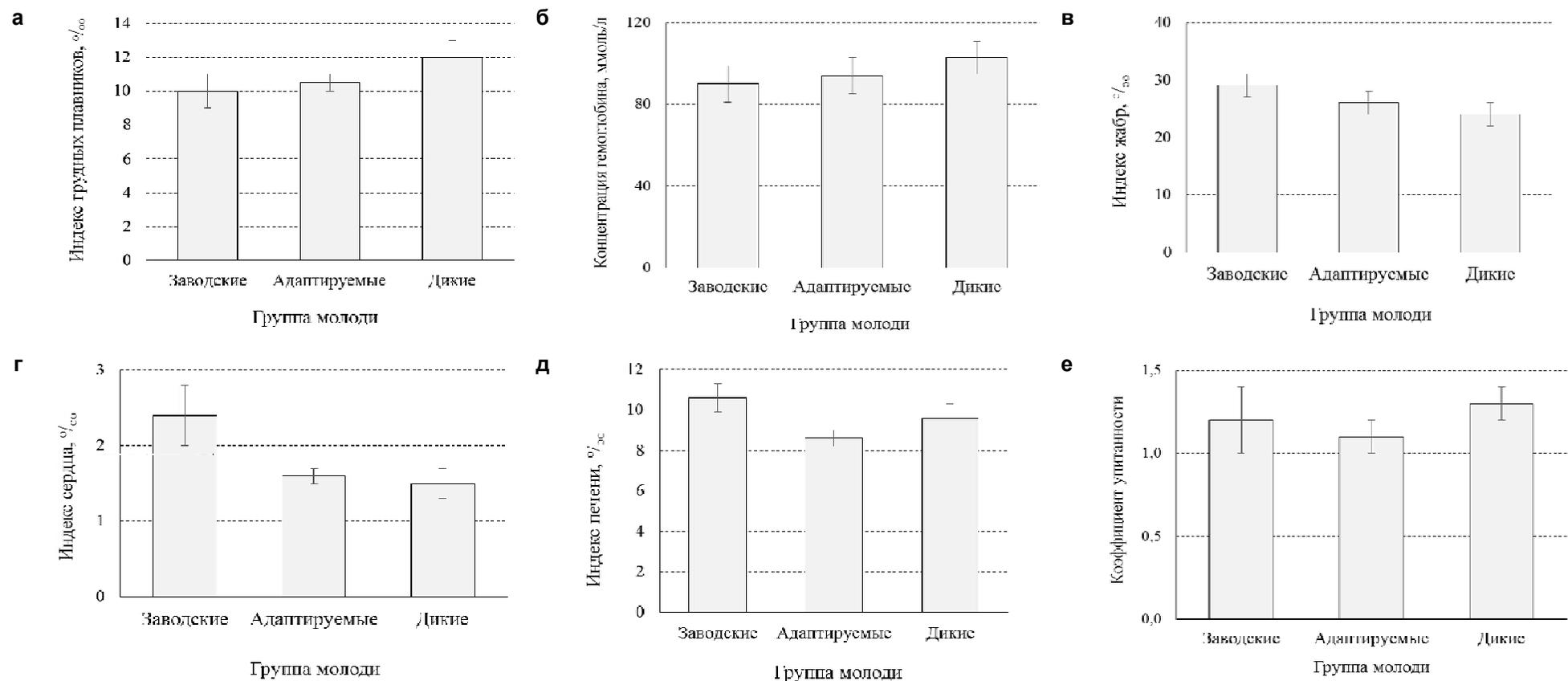


Рисунок 1. Динамика физиологических показателей молоди семги в процессе адаптации

Из рис. 1 видно, что в процессе адаптации молоди к естественным условиям направление и динамика разных показателей неодинаковы. Например, значения индексов сердца, печени и жабр уменьшаются, тогда как индексы грудных плавников и концентрация гемоглобина растут.

Особенно выделяется слабое развитие грудных плавников у заводских пестряток (см. рис. 1, а). Эту разницу отмечали многие авторы (Шустов и др., 1980; Казаков, Семенова, 1986 и др.). Следует отметить, что низкие индексы плавников в нашем случае обусловлены именно их слабым развитием, а не являлись следствием некроза. Известно, что большое функциональное значение грудных плавников как

локомоторных органов связано с особенностями экологии молоди атлантического лосося (Шустов, 1983; Щуров, Шустов, 1989, и др.). Недостатки развития этого парного органа могут привести к сложностям при удержании в потоке и сносу молоди в плесовые участки, что многократно увеличит вероятность стать жертвой хищника. Следовательно, среди мер по улучшению качества выпускаемой молоди следует рассматривать увеличение скорости течения воды в рыбоводных емкостях.

Концентрация гемоглобина у «заводской» молоди была достоверно ниже, чем у одновозрастной адаптируемой и «дикой» (см. рис. 1, б). Несмотря на относительно невысокий показатель гемоглобина у «заводских» сеголеток, считать этот факт проявлением анемии не следует, поскольку абсолютные значения этого показателя укладываются в физиологическую норму, принятую в границах 70-120 ммоль/л (Аминева, Яржомбек, 1984).

Достоверные, а порой и заметные различия в экстерьере и значениях различных индексов были отмечены многими авторами у естественной и заводской молоди в реках Лувеньга (Салманов, 1986) и Умба (Казаков, Семенова, 1986). По данным Г.И. Ермолаева (1982), заводская молодь семги отличается от дикой индексами жабр, сердца, печени, парных плавников, а также некоторыми морфометрическими показателями. Таким образом, полученные нами данные укладываются в сложившиеся представления о существенных отличиях морфофизиологических показателей выращиваемых лососей от нормы.

Обнаруженные различия могут быть объяснены только условиями содержания молоди на рыбоводных заводах: малой подвижностью, связанной с невысокой проточностью воды, обильным кормлением и повышенным содержанием жира в применяемых кормах.

Поведенческие реакции естественной и адаптируемой молоди существенно отличаются. Во-первых, выпущенная молодь избегает быстрого течения: подавляющее большинство поимок (90%) было сделано в прибрежной зоне, среди выступающих на поверхность валунов. В большинстве случаев молодь скрывалась в прибрежных водорослях. Скорость течения на этих участках не превышала 0,2 м/с, а глубина – 30 см. Вероятно, молодь в условиях малой проточности, характерной для заводских условий содержания, не приобретает в должной степени навык удерживаться в потоке. «Дикие» пестрятки попадались повсеместно, где можно было применить электролов, но основная их масса (около 70%) была поймана на удалении 2-3 м от береговой линии, где скорость течения была существенно выше – от 0,3 до 0,7 м/с, а глубина колебалась от 0,4 до 0,6 м.

Вторая интересная закономерность, характерная для молоди заводского происхождения, – создание скоплений. Часто при одном ударе током с одного участка дна малой площади на поверхность всплывали одновременно по 2-4 особи. «Дикие» пестрятки редко создавали подобные скопления, что может свидетельствовать о привыкании «заводской» молоди к жизни в условиях больших скоплений

и сложностям при выработке территориального поведения в естественных условиях. Также были отмечены относительно меньшая подвижность адаптируемых рыб и их более выраженная реакция на электрический ток. Данные различия характерны как для двухлеток, так и для трехлеток. Это может означать, что даже через полтора года после выпуска заводская молодь не вырабатывает навыков территориального поведения в той степени, в которой это свойственно ее «диким» сверстникам. А.В. Орлов (2007), проведя подобные наблюдения за молодью семги в р. Лувеньга, пришел к выводу, что наибольшее количество «дикой» молоди (90%) расселено на участках со скоростями течения 0,25–0,55 м/с. В то же время «заводские» пестрятки предпочитают обитать на участках с диапазоном малых скоростей течения. Автор связывает это обстоятельство с низкой выносливостью «заводской» молоди.

Разница в экстерьере и окраске очень заметна при сравнении выращиваемых и естественных сеголеток (рис. 2, а). Первые крупнее, более прогонистые и светлые. По всей вероятности, окраска определяется цветом дна, а не освещенностью: дно и стенки бассейнов имеют светло-серый цвет, а дно реки преимущественно темных тонов. Естественное же освещение в реке гораздо ярче, чем в цехе рыбоводного завода. В процессе адаптации окраска довольно быстро выравнивается: уже через полгода выпущенных пестряток сложно отличить от «диких». Стираются и отличия в экстерьере (см. рис. 2, б).

а



б



Рисунок 2. Различия в окраске: «заводская» (сверху) и «дикая» сеголетки (а); «заводские» (слева) и «дикие» двухлетки (б)

А.Р. Митанс (1970), проводя аналогичные сравнения у молоди балтийского лосося в р. Салаца, наоборот, отмечал менее яркую окраску заводских рыб, связывая этот факт с темным цветом внутренней поверхности аппаратов, в которых содержалась молодь. Внешний процесс адаптации, по мнению этого автора, занимает от двух недель до месяца, в зависимости от сроков выпуска.

Различия в питании естественной и адаптируемой молоди атлантического лосося отчетливо выражены. Поскольку отлов тех и других рыб осуществлялся практически на одном и том же биотопе, существенных отличий в качественном составе дрифта, составляющего основу рациона молоди семги, мы не обнаружили.

Индекс наполнения желудка у адаптирующейся к естественным условиям молоди составил в среднем  $75\text{‰}$ , тогда как у естественной молоди только 54 ( $p < 0,01$ ). Анализ состава пищи выявил разную избирательность у адаптируемой и естественной молоди. «Дикие» пестрятки предпочитали поденок; кроме них в желудках присутствовали ручейники, двукрылые, веснянки и нематоды. Спектр питания естественной молоди в процентном соотношении соответствовал распределению организмов в пробах дрифта. Доминирующая группа Ephemeroptera составила 82% от всех потребляемых в пищу организмов. Распределение таксономических групп пищевых организмов в питании адаптируемой молоди было похоже на распределение организмов в пробах бентоса. Очевидно, адаптируемая молодь, в отличие от «дикой», берет корм не только с поверхности и в толще воды, но и со дна. Об этом, в частности, свидетельствует большое количество в желудках моллюсков и ручейников, которые почти не встречались в дрифте, но присутствовали в пробах бентоса. Напротив, поденки, составляющие основу дрифта, занимали только четверть в пищевом комке адаптируемых пестряток как по массе, так и по численности. Сходную информацию приводит А.Р. Митанс (1970), указывая на разницу в качественном составе пищи. В частности, «дикая» молодь потребляет в два раза больше имагинальных форм летающих насекомых, тогда как заводские рыбы отдают предпочтение личинкам ручейника с домиками и моллюскам, которые имеют большую массу, но плохо перевариваются.

Наблюдения за молодью в рыбоводных бассейнах показали, что пестрятки часто поднимают корм со дна. Сразу после выпуска отдельные экземпляры начинают отрывать органические частицы с камней либо поднимают их с грунта. Таким образом, пищевое поведение молоди заводского происхождения долгое время сохраняет черты, характерные для пестряток, которые содержатся в искусственных условиях.

### **Заключение**

Исследованиями прошлых лет было показано, что при содержании молоди в заводских условиях до трехлетнего возраста отдельные нежелательные признаки закрепляются и с определенного момента становятся необратимыми (Алексеев и др., 2007). Молодь, выпускаемая в возрасте годовика, также отличается от «диких» сверстников по ряду показателей. Наиболее заметны различия в длине,

массе и содержании полостного жира. Достоверно различаются индексы основных органов. Тем не менее в процессе привыкания к жизни в естественной среде эти различия постепенно стираются. В процессе адаптации к естественным условиям молодь компенсирует недостатки в физическом развитии, приобретенные за время выращивания в заводских условиях.

С процессом поведенческой адаптации дела обстоят хуже. Доместикация, развивающаяся при длительном содержании молоди в условиях рыбоводного завода, даже при условии выпуска мальков в возрасте годовика приводит к стойким изменениям в поведении. Это, в частности, выражается в стремлении выпущенной молоди расселяться в основном на прибрежных участках реки с низкой скоростью течения, а также в закреплении пищевого поведения, несвойственного естественной молоди.

Учитывая вышесказанное, в качестве первоочередной меры рекомендуется увеличить проточность воды в цехах УРЗ для физической тренировки молоди и оптимизировать нормы кормления.

#### Литература

*Алексеев М.Ю., Донецков В.В., Зубченко А.В.* Сравнительная характеристика физиологического состояния молоди семги (*Salmo salar* L.) естественного и искусственного происхождения в р. Умба // *Вопр. ихтиологии.* – 2007. – Т. 47. – № 3. – С. 399-405.

*Аминева В.А., Яржомбек А.А.* Физиология рыб. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 200 с.

*Бакштанский Э.Л., Нестеров В.Д., Черницкий А.Г.* Рекомендации по выпуску молоди атлантического лосося и кумжи. – М.: изд. ВНИРО, 1981. – 30 с.

*Глаголева Т.П.* Инструкция по клиническому анализу крови молоди лососевых рыб в условиях рыбоводных хозяйств с целью оценки их физиологического состояния и дифференциальной диагностики заболеваний. - Рига: изд-во БалтНИИРХа, 1985. – 48 с.

*Глаголева Т.П., Бодрова Т.И.* Диагностическое значение гематологического анализа у лососевых видов рыб // *Корма и методы кормления в марикультуре.* – М., 1988. – 230 с.

*Ермолаев Г.И.* Выживаемость заводской молоди семги в речной период // *Сб. научных трудов ГосНИОРХ.* – 1982. – Вып. 190. – С. 70-76.

*Казаков Р.В., Семенова О.В.* Морфологическая характеристика заводской и природной молоди семги // *Морфология и экология рыб.* – Л.: изд-во Зоол. ин-та АН СССР, 1986. – С. 75-86.

*Карасева Т.А.* *Проблемы здоровья рыб в аквакультуре Севера России (на примере Кольского полуострова).* Автореф. канд. дис. – Петрозаводск. – 2003. – 22 с.

*Костылев Ю.В., Ермолаев Г.И.* Методические указания по выпуску молоди атлантического лосося, выращиваемой на рыбоводных заводах Карелии. – Петрозаводск: изд. СеврыбНИИпроект, 1983. – 14 с.

*Лакин Г.Ф.* Биометрия. – М.: Высшая школа, 1968. – 288 с.

Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. – М.: Наука, 1974. – 254 с.

*Митанс А.Р.* Поведение, питание и рост заводской молоди лосося после ее выпуска в реку // *Рыбохоз. исследования в бассейне Балтийского моря.* – Рига, 1970. – Вып. 7. – С. 102-123.

- Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 510 с.
- Орлов А.В. Формирование адаптивного поведения у молоди лососевых рыб при искусственном разведении. Автореф. канд. дис. – Борок, 2007. – 26 с.
- Петренко Л.А. Сравнительная характеристика речной и заводской молоди семги в реке // Вопр. ихтиологии. – 1964. – № 2. – С. 342-346.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая пром-сть, 1966. – 376 с.
- Рыжков Л.П. 1972. Применение метода морфофизиологических индикаторов в экологии рыб // Труды СевНИОРХ. – 1972. – Т. 7. – 168 с.
- Салманов А.В. Остеологические особенности заводской и природной молоди семги из р. Лувеньга // Морфология и экология рыб. – Л.: изд-во Зоол. ин-та АН СССР, 1986. – С. 87-98.
- Черницкий А.Г., Лоевко А.А. Биология заводской молоди семги после выпуска в реку. – Апатиты: изд-во КНЦ АН СССР, 1990. – 120 с.
- Шустов Ю.А. Экология молоди атлантического лосося. – Петрозаводск: Карелия, 1983. – 152 с.
- Шустов Ю.А., Щуров И.Л., Смирнов Ю.А. О сроках адаптации заводской молоди семги к речным условиям // Вопр. ихтиологии. – 1980. – Т. 20. – Вып. 4. – С. 758-761.
- Щуров И.Л., Шустов Ю.А. Сравнительное изучение физических способностей молоди атлантического лосося и кумжи в речных условиях // Вопр. ихтиологии. – 1989. – Т. 29. – Вып. 2. – С. 340-342.

## **DYNAMICS OF PHYSIOLOGIC PARAMETERS, BEHAVIOR AND FEEDING OF JUVENILE SALMON (*SALMO SALAR* LINNAEUS, 1758) IN THE PROCESS OF ADAPTATION TO NATURAL CONDITIONS**

*M. Alekseev, A. Nikolaev*

Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (PINRO), Murmansk, [mal@pinro.ru](mailto:mal@pinro.ru), [nikolaev@pinro.ru](mailto:nikolaev@pinro.ru)

Quality parameters of the Atlantic salmon juveniles grown at the Umba Hatchery before release and during adaptation were estimated as compared to the same in natural young fish. The juveniles released at the age of yearling differ from the wild young fish of the same age in a number of parameters including length, weight and the cavitory fat content. The parameters of primary organs differ for certain. These differences gradually diminish in the process of adaptation to natural conditions. Domestication which develops when juveniles grow at a fish farm results in steady changes in behavior even under releasing fry at the age of yearlings. In particular, this becomes apparent in settling of released juveniles, primarily, at the coastal river parts with a low current speed, as well as in stabilization of food behavior, which is not peculiar to wild fish juveniles.