

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного
рыбоводства - ФГБНУ ВНИИР**

**«Государственно-кооперативное объединение рыбного хозяйства
(Росрыбхоз)»**

ЗАО "Международный выставочный комплекс ВДНХ"

АКВАКУЛЬТУРА СЕГОДНЯ

**Доклады Всероссийской научно-практической конференции
4 февраля 2015 г.**



**Москва
2015**

Литература

1. Песериди Н.Е. Некоторые данные по размножению осетровых и использованию ими нерестилищ р. Урал.// Биологические основы рыбного хозяйства на водоемах Средней Азии и Казахстана – Алма-Ата: Наука КазССР, 1969.- С.38.
2. Бокова Е.Б. Атлас нерестилищ осетровых рыб// г .Атырау. Изд-во Атырауский областной Акимат – С. 2-154. 6. Отчеты НИР, 2004-2012 гг. Фонды Атф «КазНИИРХ».
3. Покатная миграция молоди рыб в реках Волга и методика исследования покатной миграции молоди рыб - М.:Издательство «Наука», 1981. С. 19-40
4. Никольский Г.В. Экология рыб.- М.: Высшая школа, 1974.-376 с.
5. Отчеты НИР, 2014 г. Фонды Атф «КазНИИРХ».

УДК 577.4:591.524.12

ВОЗМОЖНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ЗАВОДСКОЙ МОЛОДИ БАЛТИЙСКОГО ЛОСОСЯ В ЕСТЕСТВЕННОЙ СРЕДЕ НАГУЛА - СОЛОНОВАТОЙ МОРСКОЙ ВОДЕ

Гарлов П.Е., Бугримов Б.С., Рыбалова Н.Б., Титаренко К.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, email: garlov@mail.ru

POSSIBILITY OF THE EFFECTIVE BALTIC SALMON FRY CULTIVATION IN BRACKISH SEA WATER

Garlov P. E., Bugrimov, B.C., Rybalova N.B., Titarenko K.A.

***Резюме.** В статье обсуждаются трудности биотехники заводского выращивания заводской молоди лосося в речных условиях. Основной причиной их является низкая выживаемость молоди при выпуске в природную среду обитания. Предлагается метод интенсивного садкового доращивания молоди в солоноватой морской воде. Установлено многократное многократное повышение темпов роста молоди в этой среде, обеспечивающей процесс преадаптации*

***Ключевые слова:** атлантический лосось, заводское воспроизводство, морская солоноватоводная аквакультура*

Summary. *This article discusses the difficulties of bioengineering plant cultivation factory young salmon in the rivers. The main reason is the low survival rate of juveniles upon release into the natural environment. The method of intensive growing of juvenile fish in brackish seawater is proposed. Multiple repeated juvenile growth rates is stated in this environment, ensuring the process preadaptacii*

Key words: *Atlantic salmon, factory reproduction, marine brackish water cage pisciculture*

Численность Балтийской популяции атлантического лосося *Salmo salar* (Linne, 1758) в Северо-Западном регионе в настоящее время минимальна и поддерживается в основном за счет заводского воспроизводства. Возврат производителей заводского происхождения составляет около 2% от общего количества выпущенной молоди, что свидетельствует о ее низкой выживаемости и необходимости совершенствовать биотехнику выращивания [Доклад коллегии ФАР, 2009]. Наибольшие отходы заводской молоди происходят на конечных этапах биотехники выращивания и особенно при выпуске ее в естественную среду. Это принято объяснять ее неподготовленностью к выживанию в окружающей среде из-за несоответствия степеней развития и роста молоди в речных заводских условиях, асинхронности достижения смолтификации [Пестрикова, Шамрай, 2005; Stefansson e.a., 2008]. Важно, что и степень возникновения «пресноводных» карликовых самцов среди заводской молоди гораздо выше, чем в природе. Средняя масса посадочного материала – «навеска» молоди должна быть не менее 30г. Однако на многих лососевых рыбоводных заводах всю или значительную часть молоди выпускают в водоем при значительно меньших навесках, что чаще всего объясняют высокими плотностями посадки из-за недостатка выростных (бассейновых) площадей. В последние годы также и аномально высокие летние температуры, нарушающие все звенья процесса воспроизводства, вынуждают в аварийном порядке выпускать недорощенную молодь (сеголеток) навеской 2-8г. вблизи территории заводов. Проблему получения достаточного количества крупного посадочного материала может решить разработка биотехники усиленного - интенсивного дорощивания молоди. Некоторый опыт дорощивания молоди в садках в пресной воде уже накоплен. Так, в садковых форелевых хозяйствах Карелии с 1999г. выращивают двухгодовиков озерного лосося и семги навесками 23-50г., которых выпускают в рр. Выг, Шуя (Онежская), Кереть. Однако, смена условий содержания заводской молоди (транспортировка и перевод в садки) заметно увеличивает отход в течение нескольких суток акклимации. В северном регионе выживание молоди семги (смолтов) от выпуска до возврата составляет всего 0.02-0.43%, при этом выживание в море - 0.09-2.16%, а отход в речной период - 32-93% [Черницкий,

Лоенко, 1990]. Опыт выращивания заводской молоди в морских садках при океанической солености (35‰) также показывает неэффективность существующей биотехники ее выращивания [Пестрикова, Шамрай, 2005]. Это связано, прежде всего, с недостаточной подготовленностью молоди к выпуску в естественные условия и переводу ее в морскую среду, по существу, с отсутствием этапа преадаптации [Пестрикова, Шамрай, 2005; Черницкий, Лоенко, 1990].

С целью устранения указанных недостатков и повышения эффективности биотехники выращивания заводской молоди лосося мы предлагаем метод управления, темпами роста, степенью развития и подготовленности ее к морскому образу жизни, наконец, сроками наступления смолтификации с целью синхронизации этого процесса [Гарлов, 2011; Гарлов и др., 2011]. Основа предлагаемого метода заключается в доращивании годовиков лосося (а возможно и сеголетков, в начале смолтификации) в солоноватой морской воде «критической» солености 4-8‰. Критическая соленость, являясь пороговой для созревания гамет морских и пресноводных организмов, определяет предел их физиологической устойчивости, а также ряд важных порогов, границ и градиентов взаимоотношений организма с внешней средой [Гарлов, 2011, 2013]. Важно, что эта среда, естественная для нагула молоди в Финском заливе, оказывает минимально необходимое, физиологически адекватное пороговое воздействие на организм.

Первоначальные опыты были проведены для выяснения общего эффекта влияния среды критической солености на организм рыб, в частности, на наиболее доступном промысловом объекте - вобле *Rutilus rutilus caspicus* (Jakowlew, 1870). Более 350 самок размером 15-21см в состоянии IV завершённой стадии зрелости гонад (СЗГ) предварительно содержали 23 суток в круглых бассейнах ВНИРО с проточной речной водой без кормления при температурах 11,0-12,4⁰С. Затем на равных партиях особей проводили следующие варианты опытов: 1 – контроль в речной воде, 2 – в растворе промышленной поваренной соли (Гост 13880-63, № 2) концентрацией 3‰, 3 – в таком же растворе концентрацией 5‰, т.е. в критической солености, 4 - в таком же растворе концентрацией 12‰. Самок содержали при прочих равных условиях в течение 58 суток при температурах 17,4-23,8⁰С и концентрации кислорода 6,3-7,1 мг/л.

Предварительными опытами на производителях воблы установлено, что наибольшая степень выживаемости (до 85%) к концу сроков сохраняется только в среде критической солености, при гибели всех особей в контроле к 11 суткам опыта. Таким образом было доказано, что именно эта среда способствует выживаемости рыб, оказывая биостимулирующее действие на организм (Рис. 1).

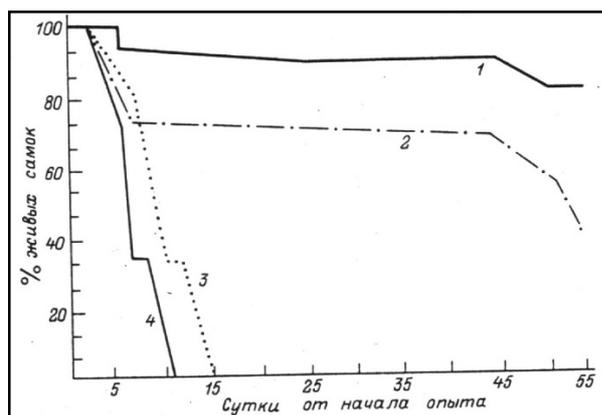


Рисунок 1 - Выживаемость самок воблы в растворах поваренной соли различной концентрации. Обозначения: **1** - 5‰ (критическая соленость); **2** - 12‰; **3** - 3‰; **4** – контроль (речная вода)

Внешнее состояние и поведение самок в растворе 5‰ соответствовало исходному, которое мы оцениваем как «благоприятное физиологическое состояние». Резорбция ооцитов наблюдалась практически у всех самок в речной воде (контроль) к 11 суткам и у большинства - в растворе 3‰ к 15 суткам содержания. Наряду с покраснением покровов тела, большинство особей были покрыты язвами и поражены сапролегнией.

Для характеристики общего физиологического состояния в опытах на вобле определяли содержание в крови гемоглобина и общего белка, не менее чем у 5 особей в каждом варианте опытов. Оценка их содержания у подопытных рыб показала наибольшее, либо высокое их содержание в среде 5‰ даже к концу сроков опыта, а наименьшее (общего белка) - уже на 11-е сутки в пресной воде (Табл. 1).

Таблица 1 - Содержание гемоглобина и общего белка у самок воблы после выдерживания в растворах поваренной соли и речной воде

Соленость раствора (‰)	Продолжительность выдерживания (сутки)	Содержание (г - %)	
		Гемоглобина	Общего белка
3	15	<u>5.7 – 7.9</u> 6.6	<u>1.51 – 2.28</u> 1.93
5	45	<u>7.0 – 12.9</u> 9.0	<u>2.18 – 2.61</u> 2.32
12	45	<u>4.9 – 7.9</u> 6.3	<u>2.36 – 3.12</u> 2.84
Речная вода	11	<u>5.6 – 7.0</u> 6.7	<u>1.51 – 2.11</u> 1.75

Опыты по выращиванию молоди Атлантического лосося в производственных масштабах в солоноватой морской воде, близкой к критической солености, проводили в садках на рыбноводном хозяйстве (рыбопромысловом участке) «Ключевое» у пос. «Прибылово» в Выборгском заливе (Рис. 2).



Рисунок 2 - Прибрежное садковое выростное хозяйство в Выборгском заливе в районе пос. Прибылово, где выращивали молодь лосося до трехлетнего возраста. **А.** - на карте – «о». **Б.** – понтонный садок с мостками и ограждением

Основными объектами выращивания на этом хозяйстве суммарной мощностью 35-40 т. являлись форель и муксун. Кормление рыбы, включая подопытные партии лосося, производили кормами фирмы «БИОМАР», Гатчинского Комбикормового Завода при расходе кормов 1,3-1,4 кг. При аномально жарких температурах (выше 20°C, в 2010г. – до 24°C) был установлен высокий отход как молоди, так и производителей, особенно из-за вибриоза (*vibrio anguillarum*). Температура воды при бонитировках составляла в среднем 3°C, содержание кислорода: 7-8, РН: 8-9. Усредненные гидрохимические показатели в этом районе по данным гидрологических станций ГОСНИОРХ приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Важнейшие гидрохимические характеристики Выборгского залива по данным гидрологических станций (2010г.; у садков – собственные гидрохимические пробы)

Показатели/ биотоп	S - Соленость (‰)	РН	Кислород (mg/L).	хлорофилл, (mg/L).
Поверхностный	2,01 – 3,06	8,55 – 9,95	7,5 – 9,47	0,2 – 8,5
Придонный	2,36 – 5,45	7,8 – 9,95	7,43 – 10,7	0,2 – 8,6
У садков	2,51	8,0	9,11	-

Опытные партии молоди лосося, выращивали до сеголеток (0+), годовиков, (1), двухлеток (1+), двухгодовиков (2), трехлеток (2+), всего более 3000 шт. особей. Для оценки рыбоводно-биологических и товарных качеств проводили бонитировки выращенной молоди. У последних двух возрастных групп (не менее, чем по 20 особям) определяли следующие рыбоводно-биологические морфометрические показатели: 1. Длину головы, 2. Длину рыла, 2. Диаметр глаза, 3. Длину заглазничного отдела головы, 4. Высоту головы, 5. Ширину лба, 6. Длину от вершины рыла до спинного плавника, 7. Длину от вершины рыла до анального плавника, 8. Длину основания спинного плавника, 9. Наибольшую высоту спинного плавника, 10. Наибольшую высоту анального плавника, 11. Длину основания анального плавника, 12. Наибольший обхват тела. Массу тела (в г.) определяли как индивидуальным взвешиванием, так и объемно-весовым методом на большой выборке особей. Результаты (первичные данные) заносили в таблицы, по которым определяли коэффициент упитанности (по Фультону) и относительный прирост, строили гистограммы (индивидуально и по возрастным группам) и графики динамики роста. Полученные результаты сравнивали с имеющимися отчетными (многолетними, по декадам) данными Невского лососевого рыбоводного завода (ЛРЗ) и нормативными по заводскому выращиванию лосося в Ленинградской области.

В результате выращивания и бонитировок молоди лосося в садках объемно-весовым методом было установлено, что сеголетки в достигли массы в среднем 15 г. (Табл. 3).

Таблица 3 - Средняя масса молоди лосося различных возрастных групп, выращенной в садках Выборгского залива, на Невском ЛРЗ и согласно нормативу

	Возраст			
	Сеголетки 0+	Годовики 1	Двухлетки 1+	Трехлетки 2+
пос. Ключевое	15	160	280	694
Невский ЛРЗ	11,3	<u>26</u> 10-35	41,6	-
Норма по Ленинградской обл.	5-7	9-18	20-25	-

В то же время средняя масса сеголеток, выращенных на Невском ЛРЗ (НЛРЗ) составила 11,3 г. при нормативной величине этого показателя для лосося в Ленинградской области 5-7 г. Для сравнения, динамика роста сеголеток на НЛРЗ в первое лето выращивания в 2012 г. составила, в частности: 02.07.12 – **0,6** г.; 31.07.12 – **2,2** г.; 31.08.12 – **6,9** г.; 28.09.12 – **10** г. Средняя

масса годовиков в садках в солоноватой воде достигла 160 г., в то время как на НЛРЗ она составила 26 г. (по многолетним отчетным данным Севзапрыбвода). Нормативная величина этого показателя: 9-18 г. Средняя масса двухлеток в садках составила 280 г., на НЛРЗ – 41,6 г., при нормативе: 20-25 г. И, наконец, в трехлетнем возрасте средняя масса молоди, выращенной в садках в солоноватой воде Выборгского залива достигла практически товарной величины – 694 г. (2013 г.). Важно, что динамика сезонных изменений температур для сравниваемых районов сходна (Рис. 3).

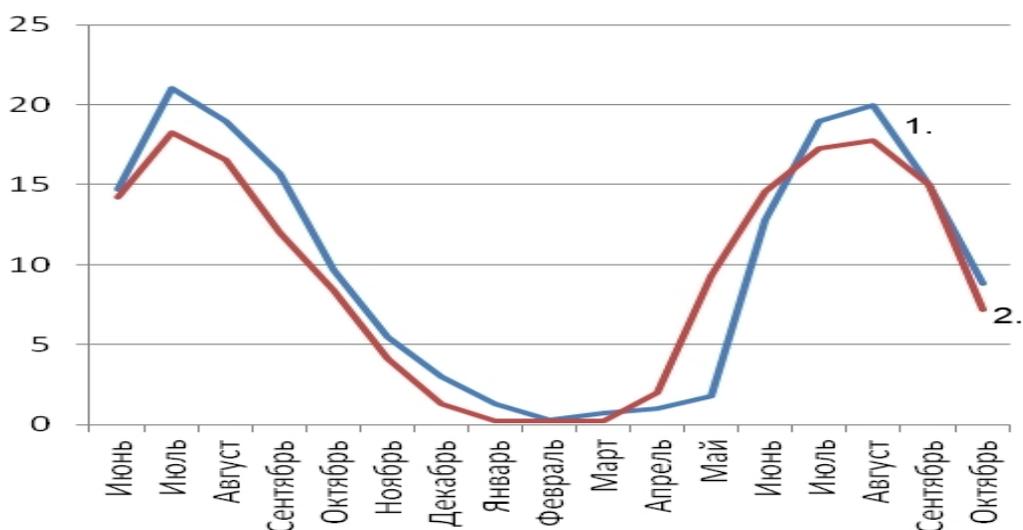


Рисунок 3 - Динамика изменений температур воды по месяцам (2008-2012) в районах садкового рыбоводного хозяйства (1.) и Невского лососевого рыбоводного завода (2.)

Усредненные результаты морфометрической оценки рыбоводных и товарных качеств выращенной молоди двух последних возрастных групп представлены в таблице 4.

На основании этих первичных бонитировочных показателей можно представить следующую сравнительную динамику роста молоди лосося, выращенной в садках Выборгского района в солоноватой воде и на Невском ЛРЗ в бассейнах в речной воде (Рис. 4).

Таблица 4 - Средние величины морфометрических показателей двухлеток и трехлеток лосося по всем партиям, выращенным в садках Выборгского района

Показатели		Средняя величина по лососям в пос. Ключевое	
		Двухлетки 1+	Трехлетки 2+
Длина головы	ao	4,6	7,45
Длина рыла	an	1,8	2,23
Диаметр глаза	np	1,26	1,28
Заглазничный отдел головы	po	2,88	4,23
Высота головы	lm	4	5,39
Ширина лба	oz	2,01	3,42
Длина тела	ab	28,7	39,12
Длина тела без хвостового плавника	ad	26,2	35,06
Максимальная высота тела	gh	6,42	8,706571
Минимальная высота тела	ik	2,19	3,322286
От вершины рыла до спинного плавника	ag	13,1	15,92571
От вершины рыла до анального плавника	ay	19,16	25,01629
Длина основания спинного плавника	qs	2,74	4,88
Наибольшая высота спинного плавника	tu	2	2,91
Наибольшая высота анального плавника	h	1,82	2,3
Длина основания анального плавника	l	2,6	2,67
Масса	m	280	694,97

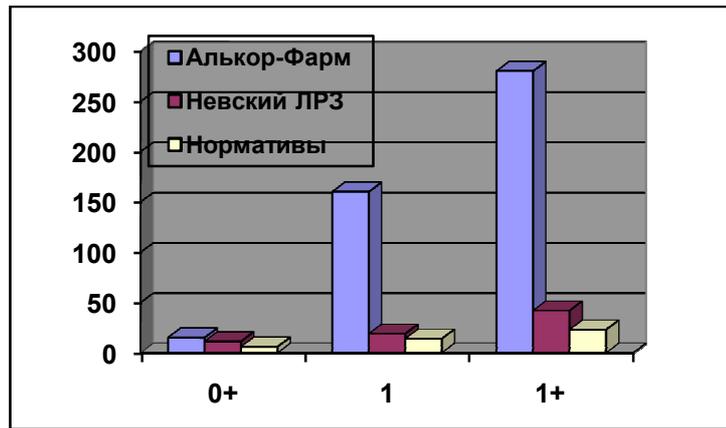


Рисунок 4 - Сравнительные показатели массы тела (m, г.) молоди лосося (сеголеток, годовиков, двухлеток), выращенной в садках Выборгского залива (ООО Алькор-Фарм), на Невском ЛРЗ и согласно нормативам

Таким образом, сравнение величин массы молоди, выращенной в садках в солоноватой воде, с заводскими и нормативными показателями показывает весьма значительную разницу особенно в возрасте годовиков и двухлеток. Важно, что динамика сезонных изменений температур для сравниваемых районов сходна (Рис. 3) и поэтому повышенную соленость мы вправе считать ведущим фактором, определяющим положительные результаты выращивания молоди в этой среде. При этом у заводской молоди на Невском ЛРЗ уже с раннего возраста - у сеголеток начинается асинхронный процесс спонтанной, т.е. неуправляемой смолтификации, что связано с повышением отхода и целым рядом биотехнических трудностей [Доклад коллегии ФАР, 2009; Stefansson e.a., 2008; Гарлов и др., 2011]. Наоборот, в садках в солоноватой воде этот процесс имеет массовый характер, т.е. высокую степень дружности. Особенно важно, что такое выращивание препятствует и массовому появлению «речных» карликовых самцов, характерных для заводской продукции.

Сравнение характеристик массы молоди, выращенной в садках в солоноватой воде с заводскими и нормативными показателями показывает весьма значительную разницу (Табл. 3, 4) особенно в возрасте годовиков и двухлеток - в 5-7 раз.

С целью массовой стандартизации доброкачественной продукции путем управления процессом смолтификации нами предложено сочетать 2 пути совершенствования биотехники выращивания молоди [Гарлов и др., 2011]. Однако, если использование новых искусственных кормов, режимов кормления, биостимуляторов и пр. не усиливает степень приспособляемости молоди к жизни в естественной среде, то вполне применим метод акселерации развития и роста молоди в эколого-физиологическом отношении оптимальном комплексе условий (Рис. 5).

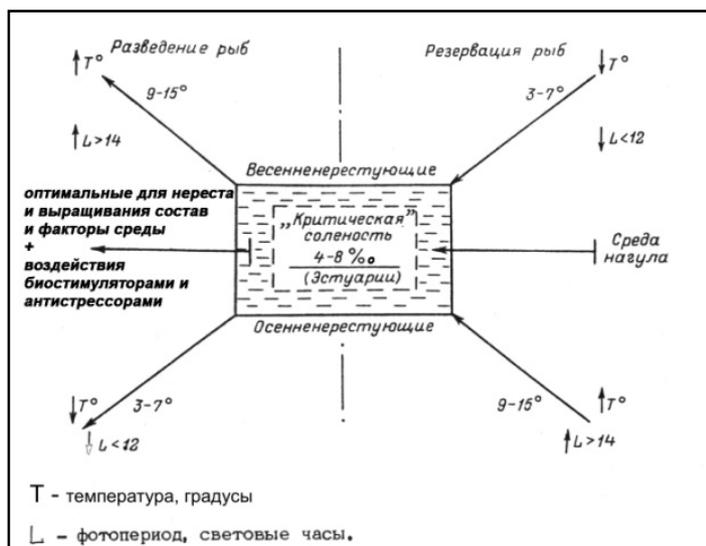


Рисунок 5 - Принцип управления разведением, резервацией и акселерацией выращивания промысловых рыб триадой ведущих экологических факторов: сигнального (T° , L) и филогенетического (‰) значения, на примере основного механизма миграций рыб (по авт. свид. СССР № 682197 «Способ воспроизводства популяций рыб»)

Критическая соленость выполняет роль ведущего фактора в этом комплексе из триады экологических факторов сигнального и филогенетического значения, отражающем основной механизм миграций проходных рыб. Эти факторы определяют как сезонные физиологические циклы, так и в целом физиологическое равновесие организма со средой (критическая соленость). В природе эта среда обеспечивает жизненно важный физиологический механизм – преадаптацию мигрирующей молодежи (и производителей) к переходу в новую среду обитания [Гарлов, 2013].

В целом, эффекты влияния солоноватой морской воды (от критической солености до изотонической, не более 12‰) на рост и выживаемость промысловых рыб уже давно привлекают внимание исследователей и рыбоводов. В нашей стране проф. Суворов [Суворов, 1940] впервые указал на возможность "использования скрытых возможностей роста рыб в солоноватой воде" и рекомендовал широко использовать ее в товарном рыбоводстве, особенно лососеводстве. Разведение лососевых в этой среде широко используется за рубежом, например в Норвегии, США, Канаде, Японии, Шотландии, Дании [Jobling, 1998; Stefansson e.a., 2008; Гарлов, 2011]. Эффект повышения в этой среде выживаемости молодежи, усвоения корма сеголетками и особенно темпов роста годовиков установлен и у других видов рыб, например сельдевых, кефалевых, осетровых и даже карповых; он используется также при их транспортировке. Можно заключить, что для развития аквакультуры особенно важно комплексное (завершенное инновациями) исследование комплексных физиологических эффектов влияния этой среды на процессы

развития и размножения рыб при их содержании, выращивании и воспроизводстве, которые реализуются биостимулирующими механизмами эустресса [Селье, 1982].

Литература

1. Гарлов П.Е., Рыбалова Н.Б., Бугримов Б.С. «Биотехника заводского воспроизводства популяций рыб» // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2011, № 24. с. 126-134.

2. Гарлов П.Е. «Биотехника управления размножением рыб» (ФАР ФГБНУ «ГосНИОРХ»). СПб. 2011. 95с.

3. Гарлов П.Е. Среда «критической» солености как перспективная модель для изучения эустресса и развития аквакультуры. Коллективная монография: «Пятьдесят лет концепции критической солености» (по материалам конференции «Фактор солености в биологических науках» к 50-летию создания концепции критической солености и 80-летию профессора, доктора биологических наук В.В. Хлебовича, 27 февраля – 1 марта 2012). (под ред.: Н.В. Аладина и А.О. Смурова). ЗИН РАН. 2013. С. 75-84.

4.

Д

оклад Коллегии Федерального Агентства по рыболовству. Итоги деятельности Федерального агентства по рыболовству в 2008 году и задачи на 2009 год (20 марта 2009 г.). СПб.: Федеральное агентство по рыболовству. 2009. 91с.

5. Пестрикова Л.И., Шамрай Т.В. Исследование смолтификации заводской молоди Атлантического лосося. В кн.: Лососевидные рыбы Восточной Фенноскандии. Петрозаводск. 2005. С. 103-108.

6. Селье Г. Стресс без дистресса. М.: Прогресс. 1982. 128с.. Суворов Е.К. Использование скрытых возможностей роста рыб. – Информационный сб. консультативного бюро ВНИОРХа, 1940. 4. С. 7-9.

7. Суворов Е.К. Использование скрытых возможностей роста рыб. – Информационный сб. консультативного бюро ВНИОРХа, 1940. 4. С. 7-9.

8.

Ч

ерницкий А.Г., Лоенко А.А. Биология заводской молоди семги после выпуска в реку. Апатиты: Кольский научный центр АН СССР, 1990. 120с.

9. Jobling M. Environmental biology of fishes. Chapman, Hall, 1998. 455p.

10. Stefansson S.O., Vjörnsson B.Th., Ebbesson L.O.E., and McCormic S.D. Smoltification. In.: Fish Larval Physiology (Finn R.N., Kapor B.G. Eds.) Science Publishers, Inc. Enfield (NH) and IBN Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi. ISBN 978-1-57808-388-6. 2008, Chapter 20. P. 639-681.