

АКВАКУЛЬТУРА

УДК 693.3.006.3:597.553.2(282.257.21)

А.В. Бугаев, Н.А. Растягаева, Н.Н. Ромаденкова, М.А. Кудзина,
Д.А. Давидюк, Т.В. Гаврюсева, Е.А. Устименко, Е.В. Бочкова,
Е.Г. Погодаев*

Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства
и океанографии, 683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, 18

**РЕЗУЛЬТАТЫ МНОГОЛЕТНЕГО БИОЛОГИЧЕСКОГО
МОНИТОРИНГА ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ
РЫБОВОДНЫХ ЗАВОДОВ КАМЧАТСКОГО КРАЯ**

На основе материалов многолетнего (2001–2013 гг.) мониторинга тихоокеанских лососей рыбноводных заводов (ЛРЗ) Камчатского края рассмотрен ряд биологических вопросов, связанных с их искусственным воспроизводством на региональном уровне. Показаны результаты исследований по следующим направлениям: динамика численности заводских стад лососей в базовых водоемах ЛРЗ, отолитное маркирование, биологическое состояние молоди и производителей, эпизоотическая обстановка на рыбноводных предприятиях, оценка эффективности и перспектив искусственного воспроизводства лососей на Камчатке. На ЛРЗ Камчатки объектами разведения являются следующие виды тихоокеанских лососей: кета ~ 60–70 %, нерка ~ 25–30, чавыча ~ 2–3, кижуч ~ 2–3 %. Суммарный среднегодовалый выпуск всей заводской молоди в Камчатском крае в 2001–2013 гг. ежегодно составляет около 36 млн экз. Основной упор в крае сделан на разведение высокоценных видов, таких как чавыча, нерка и кижуч. Их вклад в структуру запасов тихоокеанских лососей, имеющих искусственное происхождение, по среднегодовым данным, составлял соответственно около 100, 95 и 35 % от суммарного выпуска этих видов на Дальнем Востоке. В то же время общий выпуск молоди кеты на камчатских ЛРЗ на дальневосточном уровне не превышал 3–5 %. Суммарный уровень среднегодовалых возвратов лососей заводского происхождения ежегодно составлял около 38 тыс. экз. Расчеты коэффициентов возвратов производителей показали относительно низкие показатели эффективности работы ЛРЗ Камчатки. В большинстве случаев коэффициенты были заметно

* Бугаев Александр Викторович, кандидат биологических наук, заведующий отделом, e-mail: bugaev.a.v@kamniro.ru; Растягаева Надежда Алексеевна, младший научный сотрудник, e-mail: rastyagaeva.n.a@kamniro.ru; Ромаденкова Наталья Николаевна, стажер-исследователь, e-mail: romadenkova.n.n@kamniro.ru; Кудзина Марина Альбертовна, научный сотрудник, e-mail: kudzina.m.a@kamniro.ru; Давидюк Денис Анатольевич, научный сотрудник, e-mail: daviduk.d.a@kamniro.ru; Гаврюсева Татьяна Владимировна, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией, e-mail: gavruseva.t.v@kamniro.ru; Устименко Елена Александровна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, e-mail: ustimenko.e.a@kamniro.ru; Бочкова Елена Валентиновна, научный сотрудник, e-mail: bochkova.e.v@kamniro.ru; **Погодаев Евгений Геннадиевич**, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией.

Bugaev Alexander V., Ph.D., head of department, e-mail: bugaev.a.v@kamniro.ru; Rastyagaeva Nadezhda A., junior scientist, e-mail: rastyagaeva.n.a@kamniro.ru; Romadenkova Natalya N., trainee researcher, e-mail: romadenkova.n.n@kamniro.ru; Kudzina Marina A., researcher, e-mail: kudzina.m.a@kamniro.ru; Davidyuk Denis A., researcher, e-mail: daviduk.d.a@kamniro.ru; Gavruseva Tatyana V., Ph.D., head of laboratory, e-mail: gavruseva.t.v@kamniro.ru; Ustimenko Elena A., Ph.D., senior researcher, e-mail: ustimenko.e.a@kamniro.ru; Bochkova Elena V., researcher, e-mail: bochkova.e.v@kamniro.ru; **Pogodaev Evgeny G.**, Ph.D., head of laboratory.

меньше 1 %. Наиболее высокий их показатель отмечен для нерки ЛРЗ Малкинский — 2,1 %, что связано с применением на заводе термальной воды при подращивании молоди. Основные проблемы, которые необходимо решить для повышения эффективности работы камчатских ЛРЗ, — борьба с нелегальным (браконьерским) промыслом и развитие технологий подращивания молоди. Кроме того, необходимо соблюдение всех технических норм для проведения отолитного маркирования лососей на ЛРЗ. Это важнейший элемент оценки вклада искусственного воспроизводства в формирование структуры промыслового запаса дальневосточных лососей. Принимая во внимание, что тихоокеанские лососи относятся к видам водных биоресурсов, уровень запасов которых может быть подвержен значительным флюктуациям как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе, необходимо наращивание потенциала пастбищного лососеводства в Камчатском крае. Данные действия необходимо согласовывать с принципами рационального распределения усилий и средств поддержки условий воспроизводства диких популяций, а также с регулированием традиционного промысла с учетом возможного влияния рыб искусственного воспроизводства на структуру запасов тихоокеанских лососей в Дальневосточном регионе. Наблюдение за состоянием здоровья выращиваемых рыб позволит предотвратить и/или снизить потери при возникновении инфекционных, инвазионных, алиментарных и других заболеваний и выпустить жизнестойкую и конкурентоспособную заводскую молодь.

Ключевые слова: мониторинг, рыболовные лососевые заводы, тихоокеанские лососи, отолиты, маркирование, заболевания рыб.

Bugaev A.V., Rastyagaeva N.A., Romadenkova N.N., Kudzina M.A., Davidyuk D.A., Gavruseva T.V., Ustimenko E.A., Bochkova E.V., Pogodaev E.G. Results of long-term biological monitoring of pacific salmon in the hatcheries of Kamchatsky Krai // *Izv. TINRO*. — 2015. — Vol. 180. — P. 273–309.

The following biological problems of the pacific salmon cultivation in Kamchatka are considered on the base of long-term monitoring data (2001–2013): 1) dynamics of cultivated salmon abundance in the water bodies of salmon hatcheries; 2) salmon otolith marking; 3) biological state of salmon juveniles and adults; 4) epizooty in hatcheries; 5) assessment of hatcheries effectiveness and prospects of salmon cultivation in Kamchatka. Four pacific salmon species are cultivated in Kamchatka: chum salmon (~ 60–70 %), sockeye salmon (~ 25–30 %), chinook salmon (~ 2–3 %), and coho salmon (~ 2–3 %). Their total annual release from Kamchatka hatcheries is estimated as approximately 36 million juveniles on average for the period 2001–2013. Mean contribution of chinook, sockeye and coho salmon cultivated in Kamchatka to the total release of these species from all Far-Eastern hatcheries is 100 %, 95 % and 35 %, respectively, but the contribution of chum salmon does not exceed 3–5 % of its total release. Total annual return of the salmon to Kamchatka hatcheries is about 38,000 on average, so the coefficients of return are usually < 1 % that means rather poor effectiveness of the hatcheries. The highest coefficient of return (2.1 %) is reached in Malkinsky hatchery that uses local geo-thermal water for rearing of salmon juveniles. To enhance the returns, illegal fishing (poaching) should be limited as much as possible and technologies of rearing have to be enhanced. Besides, the process of otoliths marking for cultivated juveniles in hatcheries has to be strictly controlled by technical standards for better evaluation of their contribution to commercial stocks. Promising ways of salmon fishery industry development in Kamchatka are ranching, supporting of wild salmon reproduction, and regulation of traditional fishery. All these measures should minimize effects of hatchery cultivation on structure of the stocks of pacific salmon. Health surveillance for hatchery-reared juveniles has to prevent and/or reduce their mortality in case of infectious, parasitological, alimentary and others diseases.

Key words: monitoring, salmon hatchery, pacific salmon, otolith, otolith marking, fish disease.

Введение

Известно, что в настоящее время значительная часть тихоокеанских лососей имеет искусственное происхождение. Ежегодный выпуск молоди лососевыми рыболовными заводами (ЛРЗ) стран Тихоокеанского бассейна составляет около 5 млрд экз. (Irvine et al., 2009). На долю России за последние 10 лет приходится в среднем приблизительно 15 % общего количества выпускаемой в Северной Пацифике молоди. Из 56 ЛРЗ Дальнего Востока на Камчатке действуют только 5. Все они находятся под управлением Севвострыбвода.

На ЛРЗ Камчатки объектами разведения являются следующие виды тихоокеанских лососей: кета ~ 60–70 %, нерка ~ 25–30, чавыча ~ 2–3, кижуч ~ 2–3 %. Суммарный

среднегодовалый выпуск всей заводской молоди в Камчатском крае за последние 5 лет составлял около 42 млн экз. Необходимо признать, что это относительно незначительный вклад в искусственное воспроизводство дальневосточных лососей, в среднем соответствующий приблизительно 5 %.

В отличие от других дальневосточных регионов, в Камчатском крае значительное внимание уделяется разведению таких ценных видов тихоокеанских лососей, как чавыча и нерка. Их вклад в структуру запасов дальневосточных лососей, имеющих искусственное происхождение, по среднегодовым данным составлял соответственно 100 и 95 %. Доля кижуча ежегодно колеблется в пределах 35–40 % от суммарного выпуска этого вида на Дальнем Востоке. В то же время общий выпуск молоди кеты на камчатских ЛРЗ на дальневосточном уровне не превышал 3–5 %, хотя данный вид — основной объект искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей в Российской Федерации (более 50 %). Воспроизводство другого массового вида, горбуши, на Камчатке не осуществляется.

Отметим, что основной сбор биологической информации (данные о численности выпусков и возвратах, биологические показатели, отолитное маркирование) ежегодно производится специалистами лососевых рыбоводных заводов под управлением Севострыбвода. Сотрудниками КамчатНИРО в основном выполняется аналитическая часть мониторинга, а также работы по разработке схем отолитного маркирования и считыванию меток с целью идентификации происхождения и определения возрастной структуры.

В монографии Г.В. Запорожец и О.М. Запорожец (2011) в сводном виде дается характеристика лососевых рыбоводных заводов, функционирующих в Камчатском крае. Кроме того, в ней приводятся основные результаты биологических наблюдений по искусственному воспроизводству тихоокеанских лососей в период 1999–2010 гг. По нашему мнению, на современном этапе исследований это наиболее полный труд, отражающий деятельность камчатских ЛРЗ. Тем не менее проведение этих работ продолжается на уровне мониторинга, поэтому происходит постоянное накопление новых данных, а также переосмысление уже имеющихся.

В предлагаемой статье рассмотрен ряд наблюдений 2001–2013 гг. по искусственному воспроизводству тихоокеанских лососей. Представленные материалы включают анализ динамики численности и биологических показателей тихоокеанских лососей заводских стад. Впервые приведены полные имеющиеся данные результатов многолетних исследований по отолитному маркированию рыб, которые ведутся на ЛРЗ в рамках мероприятий по оценке эффективности их работы в Камчатском крае. Кроме того, рассмотрены исследования по оценке здоровья молоди и производителей лососей искусственного воспроизводства. Комплекс данных работ и составляет основу биологического мониторинга лососевых рыбоводных заводов Камчатки, проводимых в рамках программных исследований КамчатНИРО.

Цель проводимого мониторинга — выявление основных биологических принципов, позволяющих производить разработку практических рекомендаций для потенциального повышения эффективности искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей на ЛРЗ Камчатского края.

Материалы и методы

Материалом для исследований послужила многолетняя статистика (2001–2013 гг.) по искусственному воспроизводству тихоокеанских лососей на ЛРЗ Камчатского края: ЛРЗ «Озерки» — ОЛРЗ и ЛРЗ Малкинский (бассейн р. Большой) — МЛРЗ, ЛРЗ «Кеткино» (бассейн р. Авача) — КЛРЗ, ЛРЗ Паратунский (бассейн р. Паратунка) — ПЛРЗ и ЛРЗ Виллойский (бассейн оз. Большой Виллой) — ВЛРЗ (рис. 1). Статистические данные включали следующие параметры: объемы выпускаемой молоди, количество вернувшихся производителей, стандартные биологические показатели молоди и производителей.

Идентификацию заводских рыб в смешанных речных уловах производили с помощью отолитных меток. Маркирование отолитов осуществлялось на ЛРЗ во время



Рис. 1. Карта-схема расположения ЛРЗ в базовых водоемах Камчатского края
 Fig. 1. Scheme of salmon hatcheries location on the water bodies of Kamchatka

инкубации икры с помощью термического и «сухого» мечения (Акиничева, Рогатных, 1996; Акиничева, 2001, 2006; Рогатных и др., 2002; Акиничева и др., 2004, 2011; Кудзина, 2006; Кудзина и др., 2013). Разработку схем маркирования лососей производили согласно правилам международной программы Северотихоокеанской комиссии по анадромным рыбам (North Pacific Anadromous Fish Commission, NPAFC, <http://npafc.taglab.org>).

Камеральную обработку отолитов выполняли в лабораторных условиях, где их сначала клеили на предметные стекла при помощи термопластического цемента (Buechler, США), а затем шлифовали с помощью мелкозернистых дисков до появления центральной части. На визуальном-аналитическом комплексе LEICA DM 1000 сканировались имиджи отолитов с разрешением 900 точек/мм.

Коэффициенты возврата рассчитаны на основе процентного соотношения количества выпущенной молоди и возврата производителей к родным ЛРЗ от поколений выпуска. В качестве предиктора возврата бралось количество рыб, непосредственно вернувшихся к ЛРЗ, а также та часть особей, которая потенциально облавливалась официальным и браконьерским промыслом. Средняя интенсивность промыслового воздействия принята на уровне 70 %. Подобный уровень промыслового прессинга характерен для большинства стад лососей Северной Пацифики, находящихся под постоянным антропогенным воздействием (Бугаев, 1995, 2011; Clark et al., 2006; Рыбы ..., 2007).

Оценку здоровья тихоокеанских лососей на ЛРЗ в полной мере осуществляли только в период с 1996 до 2004 г., когда проводились систематические комплексные исследования эпизоотической обстановки на всех 5 лососевых рыболовных заводах Камчатского края. Начиная с 2005 г. исследовали только производителей нерки и чавычи на МЛРЗ, а также кеты и нерки на ОЛРЗ. Эти работы ведутся для выявления особо опасных патогенов.

Гидробионтов отбирали методом случайных выборок. В процессе работы определяли биологические показатели, описывали клинические и патологоанатомические изменения у исследуемых особей. Единовременная выборка в зависимости от возраста особей, вида и цели исследований составляла от 15 до 135 экз.

Для выделения вирусных патогенов рыб использовали перевиваемые линии клеток CHSE-214 и EPC-1. Культивирование линий клеток и заражение проводили по общепринятым методикам (Сборник инструкций ..., 1998*; Fish pathology ..., 2000).

При бактериологических исследованиях рыб посева производили из почки, а при наличии патологических изменений — из поражений и других внутренних органов (Austin, Austin, 1989). Использовали универсальные и селективные питательные среды. Идентификацию бактерий проводили по их культуральным, морфологическим и биохимическим свойствам (Holt et al., 1994). Для биохимического тестирования бактерий использовали тест-системы API 20E, API 20NE, RapiD 20E и Staph (BioMerieux).

Для паразитологических исследований осуществляли полное и неполное паразитологическое вскрытие (Лабораторный практикум ..., 1983; Чернышева и др., 2009). Видовую принадлежность паразитов устанавливали с помощью отечественных определителей (Определитель паразитов ..., 1984, 1987). Для фиксации, окрашивания и изготовления постоянных препаратов паразитов использовали отечественные методики (Лабораторный практикум ..., 1983; Чернышева и др., 2009), для обнаружения сертифицируемых видов паразитов *Myxosoma cerebralis*, *Ceratomyxa shasta* и возбудителя пролиферативной болезни почки (PKD) — зарубежные**. Применяли окрашивание железным гематоксилином, по Романовскому-Гимза, азотно-кислым серебром.

Отобранные для гистологического и гистохимического анализа образцы внутренних органов гидробионтов фиксировали в жидкости Дэвидсона. Дальнейшую обработку гистологических проб и окрашивание препаратов гематоксилин-эозином (Г-Э) по Мейеру, Граму, Романовскому-Гимза, Циль-Нильсену и ШИК-световым зеленым проводили по общепринятым методикам (Austin, Austin, 1989; Bancroft et al., 1990).

Для уточнения и подтверждения диагноза заболеваний осуществляли электронно-микроскопические исследования. Подготовку образцов проводили по общепринятой методике (Уикли, 1975; Glauert, 1991). Ультратонкие срезы просматривали под трансмиссионным электронным микроскопом НТАСН1-7000.

Для определения патогенности штаммов *Aeromonas salmonicida*, *A. hydrophila* использовали заводскую молодь лососей (Sergeenko, Ustimenko, 2005).

Авторы статьи выражают глубокую благодарность сотрудникам камчатских ЛРЗ и Севострыбвода, в течение многих лет помогавшим собирать биологический материал, положенный в основу данной работы: Г.А. Ставенко (заместитель начальника Севострыбвода), М.В. Андрееву (начальник отдела воспроизводства Севострыбвода), С.В. Макаренко (ведущий рыбовод — заместитель начальника отдела по воспроизводству Севострыбвода), С.И. Сахаровскому (директор ЛРЗ «Озерки»), А.Н. Акбатырову (главный рыбовод ЛРЗ «Озерки»), Л.В. Сахаровской (директор Малкинского ЛРЗ), Т.В. Волковой (главный рыбовод Малкинского ЛРЗ), Е.В. Ставенко (главный рыбовод Паратунского ЛРЗ), Н.Г. Винник (главный рыбовод ЛРЗ «Кеткино»), О.В. Охоте (главный рыбовод Вилюйского ЛРЗ).

Результаты и их обсуждение

Процесс искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей можно условно отнести к индустриально-пастбищному типу аквакультуры. Индустриальный этап включает мероприятия по инкубации икры и подращиванию молоди в выростных бассейнах до выпуска в естественную водную среду, пастбищный этап охватывает часть пресноводного и полный океанический периоды жизни лососей до анадромных миграций в базовые водоемы рыбоводных заводов.

При проведении биологического мониторинга заводских стад лососей контроль фактически осуществляется только на индустриальном этапе их воспроизводства и

* Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. Ч. 1. М.: АМБАР, 1998. 310 с.

** Blue book. Suggested procedures for the detection and identification of certain finfish and shellfish pathogens. 4th ed. Fish Health Section, American Fisheries Society. Bethesda, Maryland, 1994. 294 p.

на заключительной стадии полового созревания при возврате к ЛРЗ. Период нагула рыб до товарных размеров остается практически неподконтрольным, поэтому реально повлиять на качество потенциальной лососевой продукции не представляется возможным.

Тем не менее в рамках международных мероприятий по искусственному воспроизводству тихоокеанских лососей осуществляется масштабный проект по отолитному маркированию рыб с возможностью последующей идентификации их принадлежности к конкретным ЛРЗ всех стран Северотихоокеанского региона. Это позволяет с высокой степенью достоверности определять пути нагульных миграций заводских лососей в бассейне Северной Пацифики.

Но, учитывая специфику мониторинга, мы акцентируем внимание на изучении некоторых аспектов биологии тихоокеанских лососей только непосредственно на индустриальном этапе воспроизводства и в базовых водоемах ЛРЗ во время их андромных миграций.

Динамика численности выпуска и возвратов заводских лососей

Прежде чем говорить непосредственно о динамике объемов выпуска молоди и возврате производителей лососей заводских стад в базовые водоемы ЛРЗ, необходимо уточнить, что настоящий вариант статистических данных является наиболее полным согласно официальной отчетности Севвострыбвода. Ранее подобные материалы уже публиковались, по 2010 г. включительно (Запорожец, Запорожец, 2011), но в отдельных случаях представленные в сводке данные были неполными. В основном это могло быть связано с предварительным характером представленных специалистами Севвострыбвода оперативных отчетов, которые впоследствии корректировались. В большей степени это касается оценок численности возврата производителей к ЛРЗ. В частности, речь идет о некоторых данных по относительно малочисленным видам тихоокеанских лососей — чавыче и кижучу. Подобное уточнение необходимо, чтобы избежать возможных разночтений в статистике, которая может использоваться специалистами в дальнейшей работе.

Молодь. Фактические данные об объемах выпуска молоди лососей ЛРЗ Камчатского края в 2001–2013 гг. представлены в табл. 1. Межгодовая динамика этого показателя показана на рис. 2.

Таблица 1
Объемы выпуска молоди тихоокеанских лососей с ЛРЗ Камчатки в 2001–2013 гг., млн экз.
Table 1
Volume of juvenile pacific salmon release from hatcheries of Kamchatka in 2001–2013, 10⁶ ind.

Год	Нерка		Кета				Чавыча	Кижуч	
	МЛРЗ	ОЛРЗ	ОЛРЗ	КЛРЗ	ПЛРЗ	ВЛРЗ	МЛРЗ	ПЛРЗ	ВЛРЗ*
2001	0,576	–	–	2,682	4,559	0,907	0,517	0,494	0,098
2002	0,412	7,656	5,257	1,598	12,846	3,020	0,297	0,615	0,188
2003	0,524	8,712	4,551	7,210	19,039	0,707	0,741	–	0,237
2004	0,576	7,129	2,371	6,870	18,031	4,889	1,177	–	0,500
2005	0,710	8,830	1,783	5,623	11,880	3,485	0,839	0,511	1,044
2006	0,561	4,825	0,744	0,836	14,042	1,340	0,779	0,325	1,084
2007	0,533	9,283	1,109	5,595	16,582	0,627	0,799	0,417	1,118
2008	0,534	8,605	1,549	10,317	15,023	0,589	0,780	0,433	0,553
2009	0,574	9,297	1,594	5,231	9,443	–	0,784	0,831	0,449
2010	0,605	10,052	1,117	10,623	16,594	–	0,877	0,603	0,466
2011	0,613	13,609	3,236	10,743	15,238	–	0,814	0,380	0,483
2012	0,569	11,835	0,993	11,156	20,366	–	0,911	0,657	0,344
2013	0,546	13,056	4,175	11,306	20,389	–	0,910	0,662	0,449
Среднее	0,564	9,407	2,373	6,907	14,926	1,945	0,787	0,539	0,539

* На Виллойском ЛРЗ с 2004 г. начат выпуск двухгодовиков кижуча совместно с сеголетками, а с 2009 г. выпускаются только двухгодовики. На всех остальных ЛРЗ выпускаются только сеголетки.

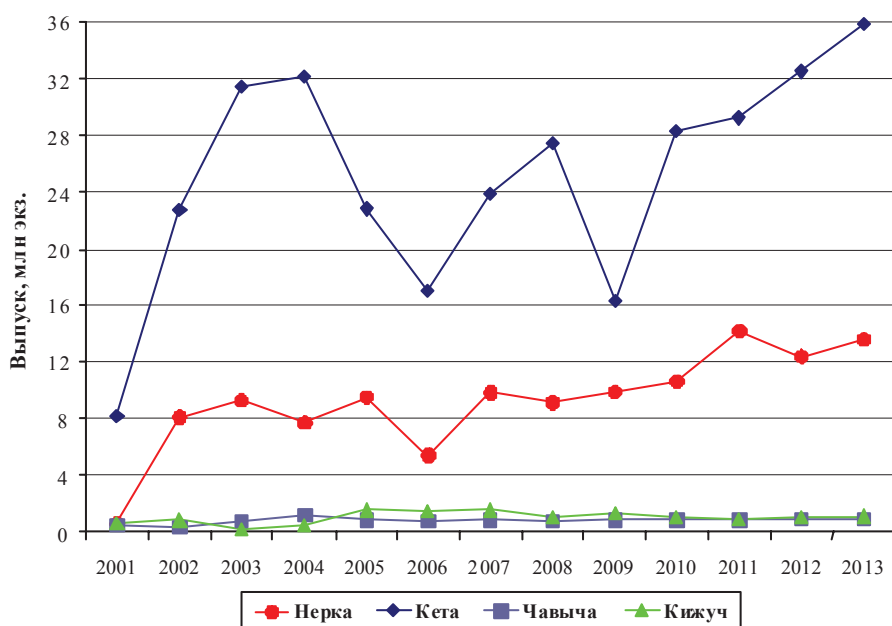


Рис. 2. Динамика выпуска молоди тихоокеанских лососей с ЛРЗ Камчатского края в 2001–2013 гг.

Fig. 2. Dynamics of juvenile pacific salmon release from hatcheries of Kamchatka in 2001–2013

Исходя из имеющейся статистики общий ежегодный выпуск молоди всех видов лососей по данным 2001–2013 гг. в среднем составлял 37,987 млн экз. Соотношение объемов выпусков по видам было следующим: кета — 26,151 млн экз. (8,148–48,926 млн экз.), нерка — 9,971 (0,576–14,222), чавыча — 0,787 (0,297–1,177), кижуч — 1,078 млн экз. (0,237–1,555 млн экз.).

Наибольшая изменчивость количества выпущенной молоди отмечена у кеты. Максимальные выпуски пришлось на 2003–2004, 2008, 2010–2013 гг., а минимальные — на 2006 и 2009 гг., при этом имеется тренд на увеличение. У нерки характер динамики объемов выпусков молоди близок к экспоненциальному росту. Для чавычи и кижуча этот показатель относительно стабилен на протяжении всего ряда наблюдений.

Общий объем выпуска молоди лососей с ЛРЗ Дальнего Востока РФ по среднголетним данным 2001–2013 гг. составлял приблизительно 803 млн экз. (590–1039 млн экз.) (Irvine et al., 2009; North Pacific Anadromous Fish Commission, 2010–2014*). Доля камчатских ЛРЗ в формировании искусственных запасов дальневосточных лососей, как правило, ежегодно не превышала 5 %. При этом такие ценные виды, как нерка и чавыча, составляли 100 % общего выпуска молоди лососей российскими ЛРЗ.

Следует отметить, что в случае с рыбоводными предприятиями Камчатского края планируемый объем выпускаемой молоди напрямую не зависит от экологической емкости базовых водоемов воспроизводства. Реальный выпуск мог бы быть значительно выше. В настоящее время 4 из 5 заводов расположены в бассейнах рек (Авача, Паратунка и Большая), которые подвержены значительному антропогенному воздействию, причем здесь имеет место не только фактор промысла, как законного, так и незаконного, но и значительное влияние последствий человеческой жизнедеятельности, которое отража-

* North Pacific Anadromous Fish Commission. Records of the 18th Annual Meeting: NPAFC Doc. 2010. № 1249. 141 p.: <http://www.npafc.org>; North Pacific Anadromous Fish Commission. Records of the 19th Annual Meeting: NPAFC Doc. 2011. № 1326. 143 p.: <http://www.npafc.org>; North Pacific Anadromous Fish Commission. Records of the 20th Annual Meeting: NPAFC Doc. 2012. № 1395. 152 p.: <http://www.npafc.org>; North Pacific Anadromous Fish Commission. Records of the 21th Annual Meeting: NPAFC Doc. 2013. № 1491. 139 p.: <http://www.npafc.org>; North Pacific Anadromous Fish Commission. Records of the 22th Annual Meeting: NPAFC Doc. 2014. № 1543. 193 p.: <http://www.npafc.org>.

ется на состоянии экосистем данных водоемов. По сути, на современном этапе запасы диких лососей рек Авача, Паратунка и Большая в значительной степени подорваны и находятся в депрессивном состоянии, о чем свидетельствуют данные авиаучетных работ КамчатНИРО об относительно низком заполнении производителями естественных нерестилищ перечисленных водоемов. Особенно это заметно при сопоставлении данных учетов 1970–1980-х гг. и 2000-х гг.

В настоящее время все камчатские ЛРЗ работают исходя из производственных возможностей заводов, которые складываются из их обеспеченности водными ресурсами, инкубационными и выростными мощностями, а также объемами средств, выделяемых Росрыболовством для закупки кормов. Потенциально масштаб искусственного воспроизводства лососей, даже в пределах бассейнов рассматриваемых базовых водоемов ЛРЗ, мог бы наращиваться.

Производители. Эффективность работы ЛРЗ в первую очередь определяет уровень возвратов производителей в базовые водоемы воспроизводства. Фактические данные об объемах возвратов лососей к ЛРЗ Камчатки представлены в табл. 2. Межгодовая динамика этого показателя показана на рис. 3.

Таблица 2
Возврат производителей тихоокеанских лососей к ЛРЗ Камчатки в 2001–2013 гг., тыс. экз.

Table 2
Returns of pacific salmon adults to hatcheries of Kamchatka in 2001–2013, 10³ ind.

Год	Нерка		Кета				Чавыча	Кижуч*
	МЛРЗ	ОЛРЗ	ОЛРЗ	КЛРЗ	ПЛРЗ	ВЛРЗ	МЛРЗ	ВЛРЗ
2001	4,412	0,238	1,805	0,150	12,441	0,324	1,803	0,313
2002	13,995	3,500	2,900	1,212	36,770	0,809	1,444	0,345
2003	19,360	2,361	1,855	0,216	52,107	0,403	0,408	0,438
2004	17,815	1,976	2,232	0,334	6,714	0,089	0,818	0,218
2005	3,613	0,078	1,170	0,124	3,529	0,207	0,102	1,340
2006	2,099	3,173	1,674	1,326	6,990	0,863	0,133	1,551
2007	2,333	4,753	1,672	5,284	10,245	0,708	0,089	1,519
2008	15,000	2,641	2,309	0,600	4,969	–	0,859	2,457
2009	10,000	7,367	1,381	2,216	4,932	–	2,141	2,503
2010	4,300	5,687	3,141	2,255	23,424	–	0,480	0,666
2011	3,075	2,999	1,227	1,339	39,156	–	0,567	0,674
2012	9,010	14,874	10,037	1,685	18,047	–	0,341	0,675
2013	0,527	4,328	2,954	2,155	38,244	–	0,135	0,358
Среднее	8,118	4,152	2,643	1,454	19,813	0,486	0,717	1,004

Примечание. Данные только для рыб, вернувшихся непосредственно к ЛРЗ, без учета промыслового и браконьерского лова во время анадромных миграций в базовых водоемах.

* Отсутствуют данные о возврате производителей кижуча, воспроизводящегося на ЛРЗ Паратунский.

На среднемноголетнем уровне возврат производителей лососей заводских стад в 2001–2013 гг. ежегодно составлял 38,387 тыс. экз., из которых на кету приходилось 24,395, на нерку — 12,270, на чавычу — 0,717 и на кижуча — 1,004 тыс. экз. Отметим, что исходя из масштабов промыслового лососевого фонда Камчатки эти цифры не представляются достаточно значимыми.

Тем не менее следует учитывать тот факт, что данные официальной статистики возвратов производителей к ЛРЗ, представленные Севвострыбводом, значительно занижены, поскольку производится учет только тех рыб, которые непосредственно вернулись к заводам. В данном случае не учитывается часть стад, изымаемая промыслом. Как правило, уровень официального промыслового прессинга лососевых запасов в водоемах, находящихся под активным антропогенным воздействием, в среднем варьирует в пределах 50–80 %. Соответственно потенциальные возвраты производителей заводских стад в базовые водоемы ЛРЗ могут быть в 1,5–2,0 раза выше, чем учтено.

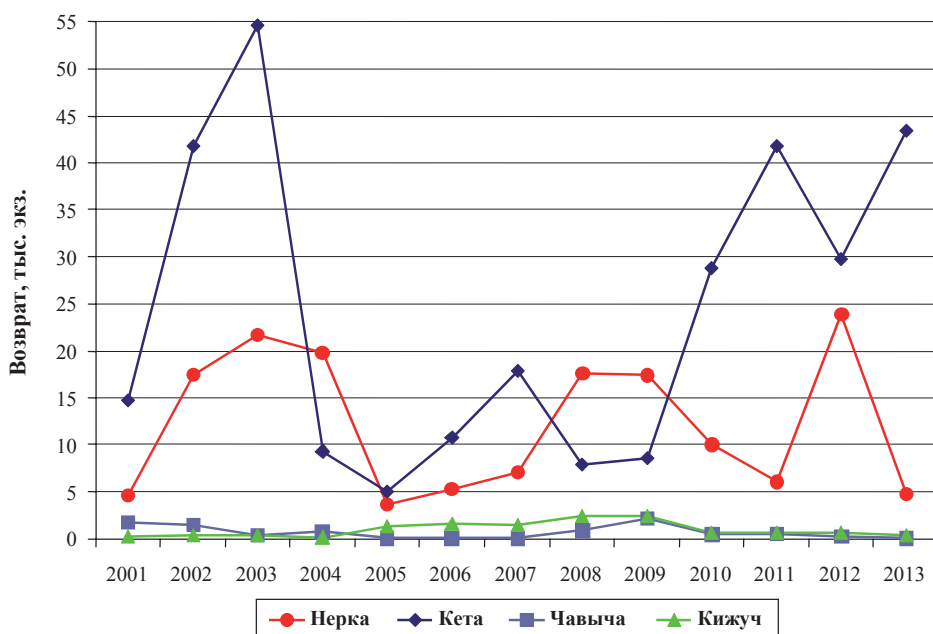


Рис. 3. Динамика возвратов производителей тихоокеанских лососей к ЛРЗ Камчатского края в 2001–2013 гг. Отсутствуют данные по возврату кижуча к Паратунскому ЛРЗ

Fig. 3. Dynamics of pacific salmon returns to hatcheries of Kamchatka in 2001–2013 (except the returns of coho salmon to Paratunsky hatchery)

При этом необходимо еще принимать во внимание, что по данным некоторых экспертов (Запорожец и др., 2008) уровень нелегального (браконьерского) промысла может на порядки превосходить оцениваемый фактический вылов лососей в водоемах Камчатки. Это особенно касается водоемов, расположенных в относительной близости от населенных пунктов. Без сомнения, к этим водным объектам относятся и базовые водоемы ЛРЗ. Но это крайне сложный вопрос, который трудно однозначно решить с применением экспертных или полужурналистских методов, поэтому в дальнейших расчетах для оценки эффективности работы камчатских ЛРЗ мы брали единый показатель интенсивности облова рыб заводских стад на уровне 70 %. Этот уровень промыслового прессинга лососей вполне адекватен для водоемов, подверженных повышенному антропогенному воздействию.

Оценивая динамику процесса возвратов, можно отметить, что наибольшая флюктуация численности характерна для двух массовых видов — кеты и нерки. Заметно, что пики возвратов кеты пришлись на 2002–2003 и 2010–2013 гг., а нерки — на 2002–2004, 2008–2009 и 2012 гг.

Если сопоставить динамику выпуска молоди и возврата производителей заводских стад, то заметно, что максимальные выпуски молоди самого массового вида, кеты, совпадают с пиками возвратов ее производителей. Но если учесть, что период океанического нагула кеты в среднем 3–4 года, то понятно, что принцип «больше выпустили — больше вернулось» не очень действует в данном случае. На наш взгляд, это в первую очередь связано с неравномерностью промысловой и браконьерской нагрузки в разные годы периода наблюдений. Отсюда и столь высокая «рваная» флюктуация численности кеты заводских стад.

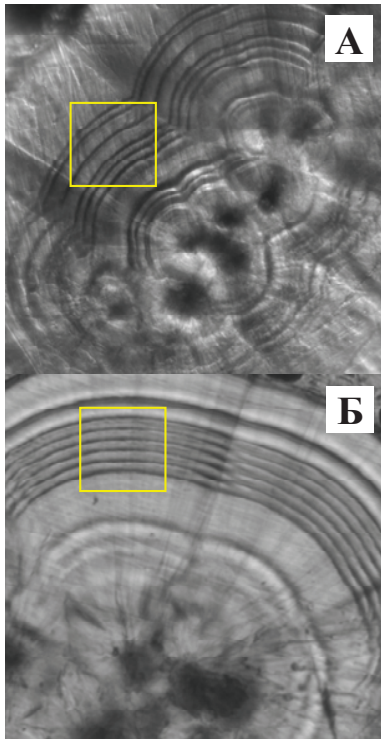
У нерки эта ситуация просматривается еще более четко, особенно учитывая тот факт, что объемы выпусков молоди имели четкую тенденцию на повышение. В данном случае, кроме непосредственно промыслового прессинга, большое значение могут иметь колебания уровней выпуска молоди с более высокой (МЛРЗ) и низкой (ОЛРЗ) навесками, поскольку от этого может зависеть выживаемость молоди на ранних этапах морского периода жизни.

Для чавычи и кижуча в целом уровень флюктуаций объемов выпуска молоди и возвратов производителей оставался на относительно низком уровне. При этом уровень возвратов в обоих случаях также был низок. Учитывая, что чавыча и кижуч выпускаются с более высокой навеской, это может говорить о том, что фактор промыслового прессинга на них отражается сильнее, чем на кете и нерке. И это вполне логично, поскольку именно эти два вида лососей являются излюбленными объектами спортивно-любительского рыболовства, которым зачастую прикрывается браконьерский лов.

Отолитное маркирование заводских лососей

Маркирование имеет чрезвычайно большое значение для решения как чисто биологических задач (распространение и пути миграций), так и экономических и политических вопросов на уровне предприятий различных стран, которые занимаются искусственным воспроизводством тихоокеанских лососей в бассейне Северной Пацифики. По сути, речь идет о сертификации продукции, выпускаемой рыболовными заводами. В последние годы этот процесс приобретает все больший масштаб, поскольку тихоокеанские лососи имеют статус стратегических запасов продовольствия на государственном уровне большинства стран. Кроме того, отолитное маркирование позволяет проводить работы по идентификации диких и заводских лососей в базовых водоемах ЛРЗ, что дает возможность повысить уровень качества оценки эффективности их работы.

На ЛРЗ Камчатки работы по отолитному маркированию целенаправленно ведутся начиная с 2000-х гг. Специалистами КамчатНИРО ежегодно разрабатываются схемы маркировки отолитов для всех видов лососей, воспроизводящихся на заводах (Кудзина, 2006; Кудзина и др., 2013). Образцы некоторых меток, отражающих принадлежность к различным ЛРЗ Камчатского края, представлены на рис. 4–6.



Говоря об отолитном маркировании тихоокеанских лососей на камчатских заводах, следует учитывать тот факт, что все работающие в регионе ЛРЗ — государственные предприятия. Это в значительной степени снижает остроту проблемы при идентификации запасов по сравнению с теми регионами искусственного воспроизводства лососей, где имеются рыбзаводы, работающие на коммерческой основе. В Камчатском крае важнейшим прикладным параметром данного направления научно-исследовательской деятельности, по сути, становится только оценка эффективности работы ЛРЗ.

Рис. 4. Образцы отолитного маркирования нерки на ЛРЗ Камчатского края: А — ЛРЗ Малкинский (термическое мечение); Б — ЛРЗ «Озерки» («сухое» мечение)

Fig. 4. Samples of otolith marking for sockeye salmon: А — Malkinsky hatchery (thermal marking); Б — Ozerki hatchery (dry marking)

В настоящее время для решения этой задачи проводится оценка соотношения маркированных заводских и диких рыб в общих смешанных выборках из уловов в базовых водоемах ЛРЗ (табл. 3). Ранее уже были опубликованы первые результаты по данной тематике (Кудзина, 2006). Подчеркнем, что все идентификационные работы в рамках мониторинга осуществляются в период анадромных миграций лососей, когда ведется их активный промысел.

Рис. 5. Образцы отолидного маркирования кеты на ЛРЗ Камчатского края: **А** — ЛРЗ «Озерки» («сухое» мечение); **Б** — ЛРЗ «Кеткино» («сухое» мечение); **В** — ЛРЗ Паратунский (термическое мечение)

Fig. 5. Samples of otolith marking for chum salmon: **A** — Ozerki hatchery (dry marking); **B** — Ketkino hatchery (dry marking); **B** — Paratunsky hatchery (thermal marking)

Полученные среднеголетние оценки (2004–2012 гг.) соотношения долей заводских и диких производителей в смешанных речных и прибрежных уловах свидетельствуют об относительно низком вкладе искусственного воспроизводства в структуру промышленного запаса лососей в базовых водоемах ЛРЗ. Доли рыб различных заводов в смешанных выборках в основном невысоки. У массовых видов кеты и нерки они составляют соответственно около 3,1–6,9 и 3,6–6,3 %. У чавычи этот показатель в среднем достигает 5,1 %. Лишь доля заводского кижуча по среднеголетним данным доходит до 59,5 %, но следует уточнить, что в последнем случае речь идет только об оз. Большой Вилюй, в котором популяция дикого кижуча крайне малочисленна (Зорбиди, 2010). При этом, к сожалению, отсутствует информация по возврату кижуча в бассейн р. Паратунка с ПЛРЗ, что не позволяет сопоставить эти данные на уровне двух водоемов.

Однако, говоря об относительно низком влиянии заводских рыб на структуру запасов тихоокеанских лососей в базовых водоемах ЛРЗ, нельзя не учитывать ряд технических нюансов, объективно влияющих на адекватность полученных оценок. Наиболее очевидны следующие проблемы:

1. В отдельные годы маркирование лососей на заводах проводится не в полной мере, в результате значительная часть молоди выпускается немаркированной. Особенно это проявилось в 2012–2013 гг., когда на некоторых ЛРЗ объем маркированной молоди составлял около 30–50 %.

2. Качество меток оставляет желать лучшего, поскольку нередко нарушается технология маркирования. В основном это связано с тем, что, по мнению специалистов Севвострыбвода, в отдельных случаях смена режимов инкубации при маркировке отолидов может приводить к значительному отходу икры. Поэтому иногда происходят сбои при формировании рисунков штрих-кодов отолидных меток.

Рис. 6. Образцы отолидного маркирования чавычи на ЛРЗ Малкинский (термическое мечение) (**А**) и кижуча на ЛРЗ Вилюйский («сухое» мечение) (**Б**)

Fig. 6. Samples of otolith marking for chinook salmon (**A**) and coho salmon (**B**): **A** — Malkinsky hatchery (thermal marking); **B** — Vilyusky hatchery (dry marking)

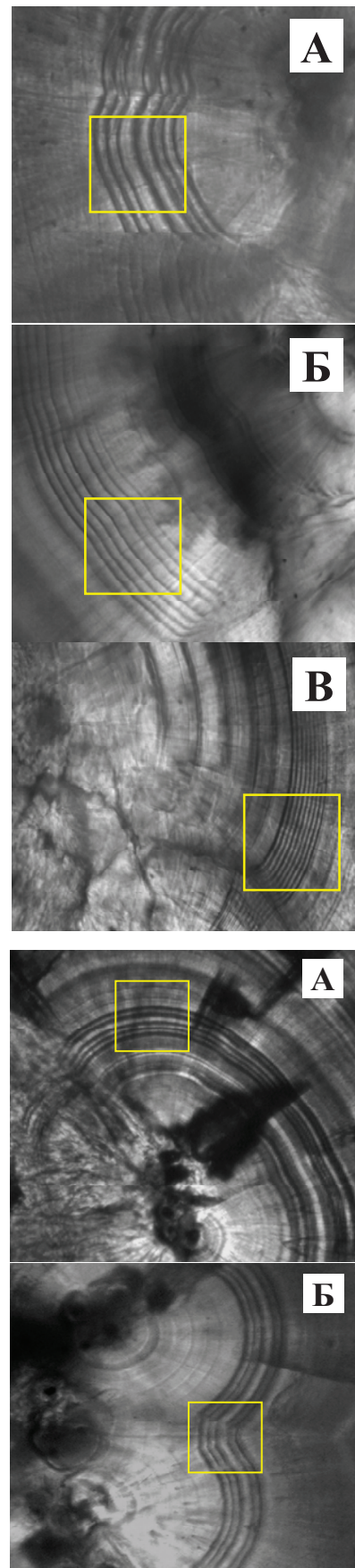


Таблица 3

Доля заводских производителей тихоокеанских лососей в смешанных выборках из базовых водоемов ЛРЗ Камчатского края (на основе результатов отолитного маркирования в 2004–2012 гг.)

Table 3

Portion of cultivated pacific salmon in mixed samples collected in water bodies of salmon hatcheries in Kamchatka, % (estimated on the base of otolith marking in 2004–2012)

Водоем	ЛРЗ	Вид	Год	№ выборки, экз.	Доля рыб искусственного происхождения, %
Р. Большая	Малкинский	Нерка	2004	634	5,5
			2005	300	2,7
			2006	300	3,7
			2007	300	12,0
			2010	351	6,0
			2011	237	7,0
			2012	130	7,3
			Среднее		6,3
		Чавыча	2004	110	0,9
			2007	175	6,9
	2010		217	6,0	
	2011		200	8,0	
	2012		206	3,9	
	Среднее			5,1	
	«Озерки»	Кета	2005	300	3,7
			2006	300	10,3
			2007	350	11,0
			2010	372	6,0
			2011	70	7,0
			2012	184	3,3
Среднее				6,9	
Нерка		2006	300	3,0	
		2007	300	9,0	
		Среднее		3,6	
Р. Авача	«Кеткино»	Кета	2005	156	3,9
			2006	154	4,6
			2010	90	2,5
			2011	300	1,3
			Среднее		3,1
Р. Паратунка	Паратунский	Кета	2010	198	3,0
			2011	300	4,3
			Среднее		3,7
Оз. Большой Виллой	Виллойский	Кижуч	2008	300	62,0
			2009	302	33,0
			2010	182	62,0
			2012	300	81,0
			Среднее		59,5

3. Сбор смешанных проб в большинстве случаев не привязан непосредственно к промысловым уловам. Зачастую контрольные работы весьма локализованы по районам лова, так как все базовые водоемы ЛРЗ разграничены по рыбопромысловым участкам, принадлежащим конкретным пользователям.

К сожалению, весь набор вышеперечисленных технических проблем, а также неучтенный фактор легального и нелегального промыслового воздействия пока не позволяют однозначно говорить о реальном вкладе заводских стад в структуру за-

пасов тихоокеанских лососей в Камчатском крае. Полагаем, что в действительности он заметно выше, чем оценивается на данном этапе мониторинга. В настоящее время продолжаются совместные работы специалистов КамчатНИРО и Севвострыбвода, которые регламентированы общей программой мероприятий по искусственному воспроизводству лососей. Возможно, что в ближайшей перспективе учет численности заводских стад приобретет более масштабный характер на уровне базовых водоемов камчатских ЛРЗ.

Биологические показатели заводских лососей

Оценка биологического состояния заводских лососей — один из элементов их эффективного воспроизводства. В случае с молодь это в значительной степени определяет уровень их выживаемости во время пастбищного этапа нагула в морской период жизни. На стадии полового созревания биологическое состояние производителей в известной мере влияет на качество икры, закладываемой на инкубацию. Поэтому мы акцентируем внимание на этих двух периодах жизненного цикла заводских тихоокеанских лососей.

Молодь. На данном этапе производственного цикла тихоокеанские лососи наименее подвержены влиянию условий среды, поэтому их рост в основном определяется термическим режимом выростных бассейнов и качеством кормления. На камчатских ЛРЗ применяются корма фирмы «Aller Aqua» — марки Aller 493, 514 и Futura. Длительность подращивания напрямую зависит от принятых нормативов навески для выпуска молоди в базовые водоемы ЛРЗ. Основная часть выпускаемых лососей имеет возраст сеголеток, только кижуч представлен двухлетками.

В табл. 4 представлены данные о навеске молоди, выпускаемой с ЛРЗ Камчатского края в 2001–2013 гг. Все имеющиеся данные получены от специалистов Севвострыбвода. Более подробная биологическая информация о заводской молоди в настоящее время отсутствует, поскольку навеска является единственным нормативным показателем для ее выпуска. Но в последние годы (2012–2014) специалистами КамчатНИРО все большее внимание уделяется биологическому блоку информации по молоди (Ромаденкова, 2013).

Таблица 4

Данные о навеске молоди тихоокеанских лососей, выпускаемой с ЛРЗ Камчатского края в 2001–2013 гг.

Table 4

Mean body weight of pacific salmon juveniles released from Kamchatka hatcheries in 2001–2013

ЛРЗ	Вид	Год	Масса тела, г		
			М	Min	Max
Малкинский	Нерка	2001	4,92	–	–
		2002	5,71	–	–
		2003	2,23	–	–
		2004	4,10	–	–
		2005	4,75	–	–
		2006	5,63	–	–
		2007	5,42	2,80	7,60
		2008	5,77	3,60	9,20
		2009	5,71	4,00	9,60
		2010	5,18	4,00	9,60
		2011	5,48	1,70	9,80
		2012	5,31	3,30	9,30
		2013	5,39	3,00	9,60
			Среднее	5,05	1,70
		Чавыча	2001	7,81	–
	2002		9,49	–	–
	2003		8,41	–	–
	2004		8,05	–	–

Продолжение табл. 4
Table 4 continued

ЛРЗ	Вид	Год	Масса тела, г			
			М	Min	Max	
Малкинский	Чавыча	2005	7,85	–	–	
		2006	8,56	–	–	
		2007	8,96	5,00	15,00	
		2008	10,49	5,80	18,60	
		2009	10,12	5,80	19,20	
		2010	6,83	2,60	14,20	
		2011	9,54	4,80	16,00	
		2012	8,90	4,20	13,60	
		2013	9,20	2,80	18,80	
			Среднее	8,79	2,60	19,20
«Озерки»	Кета	2002	0,88	–	–	
		2003	0,96	–	–	
		2004	0,94	–	–	
		2005	0,84	–	–	
		2006	0,84	–	–	
		2007	0,92	0,32	1,96	
		2008	0,91	0,24	1,78	
		2009	0,93	0,36	2,27	
		2010	1,12	0,57	1,67	
		2011	0,89	0,27	1,26	
		2012	0,97	0,41	1,72	
		2013	0,90	0,25	1,44	
			Среднее	0,93	0,35	2,27
		Нерка	2002	0,78	–	–
	2003		0,83	–	–	
	2004		0,64	–	–	
	2005		0,48	–	–	
	2006		0,54	–	–	
	2007		1,02	0,26	2,34	
	2008		0,92	0,32	1,90	
	2009		1,09	0,26	2,34	
	2010		1,04	0,23	1,94	
	2011		1,09	0,27	2,04	
	2012		1,11	0,37	1,64	
	2013	1,08	0,34	2,71		
	Среднее	0,89	0,23	2,71		
«Кеткино»	Кета	2001	0,82	–	–	
		2002	0,89	–	–	
		2003	0,89	–	–	
		2004	0,83	–	–	
		2005	0,81	–	–	
		2006	0,86	–	–	
		2007	0,98	0,36	2,16	
		2008	0,88	0,28	2,31	
		2009	0,82	0,33	2,21	
		2010	0,93	0,24	1,99	
		2011	0,93	0,42	1,97	
		2012	0,92	0,37	1,37	
		2013	1,01	0,34	2,00	
			Среднее	0,89	0,24	2,31
Паратунский	Кета	2001	1,48	–	–	
		2002	1,19	–	–	
		2003	1,20	–	–	
		2004	1,06	–	–	

Окончание табл. 4
Table 4 finished

ЛРЗ	Вид	Год	Масса тела, г		
			М	Min	Max
Паратунский	Кета	2005	1,28	–	–
		2006	1,38	–	–
		2007	1,33	0,32	2,74
		2008	1,29	0,32	2,96
		2009	1,34	0,46	2,22
		2010	1,23	0,20	2,26
		2011	1,30	0,48	2,34
		2012	1,32	0,44	2,32
		2013	1,13	0,51	2,30
	Среднее	1,27	0,20	2,96	
	Кижуч	2001	5,60	–	–
		2002	5,36	–	–
		2005	6,74	–	–
		2006	6,30	–	–
		2007	5,10	1,40	9,40
		2008	5,86	2,60	12,80
		2009	9,71	3,40	20,60
		2010	4,83	2,00	9,80
		2011	5,73	3,12	11,04
		2012	5,89	2,00	15,00
2013		6,08	1,90	19,93	
Среднее	6,11	1,40	20,60		
Виллойский	Кижуч	2001	0,54*	–	–
		2002	1,29*	–	–
		2003	1,28*	–	–
		2004	0,96*/15,46**	–	–
		2005	1,28*/32**	–	–
		2006	1,55*/11,26**	–	–
		2007	1,52*/14,14**	0,68*/3,60**	2,59*/29,80**
		2008	1,47*/14,54**	0,60*/6,27**	2,80*/29,91**
		2009	11,61**	3,28**	22,30**
		2010	13,51**	4,40**	23,00**
		2011	16,15**	5,00**	24,60**
		2012	15,49**	4,67**	28,03**
		2013	11,60**	2,80**	25,10**
	Среднее	1,24*/13,21**	0,60*/2,80**	2,80*/29,91**	
	Кета	2001	0,73	–	–
		2002	0,92	–	–
		2003	1,20	–	–
		2004	1,02	–	–
		2005	1,13	–	–
2006		1,14	–	–	
2007	1,39	0,68	2,13		
2008	1,45	0,37	2,38		
Среднее	1,12	0,37	2,38		

Примечание. Данные предоставлены сотрудниками Севвострыбвода. Ежегодные объемы выборки мальков для определения навески мальков в среднем составляют около 500 экз. На всех ЛРЗ (кроме ВЛРЗ) молодь выпускается в возрасте сеголеток.

* Кижуч, выпускаемый в возрасте сеголеток.

** Кижуч, выпускаемый в возрасте двухгодовиков.

Среднемноголетние навески имеют характерную видовую специфичность и зависят от условий подращивания на ЛРЗ. Разброс значений навесок у кеты: ОЛРЗ — 0,93 г, КЛРЗ — 0,89, ПЛРЗ — 1,27 и ВЛРЗ — 1,12 г; у нерки: МЛРЗ — 5,05 г и

ОЛРЗ — 0,89 г; у чавычи — 8,79 г; у кижуча: ПЛРЗ — 6,11 г и ВЛРЗ — 13,21 г (по данным 2009–2013 гг.). В принципе, линейка массового ряда навесок сходна для всех видов лососей разных ЛРЗ. Единственное отличие, которое наиболее заметно, это повышенная навеска молоди нерки на ЛРЗ Малкинский. Но, как уже отмечалось выше, на данном заводе используется термальная вода, которая стимулирует рост молоди, потенциально это способствует уровню выживаемости нерки данного стада в ранний морской период жизни.

Производители. Учитывая, что тихоокеанские лососи относятся к моноциклическим видам рыб, период их полового созревания становится заключительным этапом производственного цикла искусственного воспроизводства. На данной стадии решаются некоторые биологические вопросы, имеющие непосредственное отношение к оценке эффективности работы ЛРЗ. В их ряду наиболее существенным представляется определение возраста производителей.

Следует отметить, что эта тема в значительной степени перекликается с проблемой идентификации происхождения заводских лососей. В обоих случаях используются данные отолитного маркирования. Именно ежегодная метка на отолите и периодика вылова производителей являются основой для определения их возраста по разнице лет от выпуска до возврата. По этой тематике сотрудниками КамчатНИРО опубликовано достаточно большое количество научных работ (Kudzina, 2004; Кудзина, Давидюк, 2005; Растягаева, 2011, 2013; Rastyagaeva, 2013). Одновременно с отолитным методом определение возраста производится и традиционным способом с использованием чешуйных критериев. Обе эти методики имеют свои преимущества и недостатки.

У отолитного способа критерии эффективности следующие:

преимущества — 100 %-ное определение общего возраста (пресноводный + морской) при наличии четкой метки;

недостатки — трудоемкость сбора и обработки отолитных препаратов, сложность дифференциации возраста на пресноводный и морской периоды, потенциальная отбраковка материала из-за недостаточного качества меток (уменьшается объем выборок).

У чешуйного способа:

преимущества — легкость сбора и обработки чешуйных препаратов, возможность дифференцированного определения пресноводного и морского возраста;

недостатки — резорбция чешуи в связи с физиологией брачных изменений, что значительно влияет на точность определения возраста в морской зоне роста, а также возможность образования ложных годовых колец на чешуе в пресноводной зоне роста (для видов с продолжительным пресноводным периодом жизни — нерка, чавыча и кижуч), что связано со сменой условий среды нагула во время выпуска молоди в базовые водоемы ЛРЗ.

В рамках данной работы мы не рассматриваем более подробно преимущества и недостатки методов определения возраста тихоокеанских лососей. Отметим лишь, что в мировой практике (страны массового воспроизводства лососей — Россия, США, Канада, Япония) для диких популяций лососей повсеместно используются чешуйные критерии, а для заводских — отолитные (при условии проведения маркирования). В нашем случае приводятся сравнительные данные по определению возрастной структуры заводских лососей обоими способами (табл. 5). Более наглядно соотношение возраста производителей различных ЛРЗ по чешуе и отолитам на среднемноголетнем уровне представлено на рис. 7. В этом случае даются только возрастные составы лососей, объемы выборок которых достаточно репрезентативны ($N > 300$ экз.). В большей степени это касается именно отолитных проб.

Из полученных данных видно, что на среднемноголетнем уровне соотношения основных возрастных групп производителей заводских лососей, полученные чешуйным и отолитным методами, приблизительно сходны. Безусловно, в отдельные годы могут наблюдаться значительные расхождения в возрастной структуре рыб, определенной тем или иным способом. В первую очередь это связано с объемами использованных выборок. Как правило, количество чешуйного материала значительно выше, чем отолитного.

Таблица 5

Возрастная структура поколений (данные представлены суммарно без учета пресноводного и морского периодов жизни) производителей тихоокеанских лососей, вернувшихся к ЛРЗ Камчатского края в 2001–2012 гг., %

Table 5
Age structure of pacific salmon spawning generations (freshwater and marine periods are summarized) returning back to Kamchatka hatcheries in 2001–2012, %

ЛРЗ	Вид	Год	Возраст по чешуе						N выборки, экз.	Возраст по отолитам						N выборки, экз.		
			2+	3+	4+	5+	6+	2+		3+	4+	5+	6+					
Малкинский	Нерка	2001	1,0	96,0	1,0	2,0	–	–	89	–	–	–	–	–	–	–	180	
		2002	2,0	93,0	5,0	–	–	–	180	2,0	92,0	6,0	–	–	–	–	–	
		2003	2,0	90,0	8,0	–	–	–	182	–	–	–	–	–	–	–	–	
		2004	11,0	62,0	27,0	–	–	–	103	11,0	66,0	23,0	–	–	–	–	100	
		2006	–	–	–	–	–	–	–	2,0	98,0	–	–	–	–	–	92	
		2008	–	–	–	–	–	–	–	6,0	90,0	4,0	–	–	–	–	182	
		2009	16,0	80,0	4,0	–	–	–	195	2,0	94,0	4,0	–	–	–	–	155	
		2010	–	–	–	–	–	–	–	–	98,0	2,0	–	–	–	–	144	
		2011	1,0	98,0	1,0	–	–	–	231	10,8	87,8	1,4	–	–	–	–	217	
		2012	–	–	–	–	–	–	–	3,5	90,5	6,0	–	–	–	–	85	
				Среднее	5,5	86,5	7,7	0,3	–	980	4,7	89,5	5,8	–	–	–	–	1155
		«Озерки»	Чавыча	2001	22,0	28,3	28,3	18,1	3,3	127	–	–	–	–	–	–	–	–
2002	14,3			33,0	35,3	16,2	1,2	167	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
2003	1,0			33,0	47,0	19,0	–	154	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
2004	21,0			47,0	29,0	3,0	–	136	33,0	54,0	13,0	–	–	–	–	–	89	
2008	–			–	–	–	–	–	–	–	66,0	30,0	2,0	–	–	–	53	
2009	19,0			70,0	11,0	–	–	54	–	72,5	20,0	–	–	–	–	–	40	
2010	13,0			77,0	8,0	2,0	–	48	7,5	92,1	7,9	–	–	–	–	–	38	
2011	18,0			82,0	–	–	–	17	21,0	79,0	–	–	–	–	–	–	28	
2012	–			–	–	–	–	–	–	85,0	15,0	–	–	–	–	–	88	
				Среднее	15,5	52,9	22,7	8,3	703	10,3	74,8	14,3	0,3	0,3	0,3	–	–	336
«Озерки»	Кета	2001	–	30,0	63,0	7,0	–	250	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
		2002	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
		2003	–	42,2	32,5	25,0	0,3	289	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
		2004	0,7	4,0	93,0	2,3	–	252	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
		2007	–	7,0	73,0	20,0	–	289	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
		2008	–	36,4	44,1	19,0	0,5	195	–	34,9	44,1	–	–	–	–	–	176	
		2009	0,5	65,0	29,0	5,0	0,5	179	–	22,0	78,0	–	–	–	–	–	27	

Окончание табл. 5
Table 5 finished

ЛРЗ	Вид	Год	Возраст по чешуе						N выборки, экз.	Возраст по отолитам						N выборки, экз.
			2+	3+	4+	5+	6+	2+		3+	4+	5+	6+			
«Озерки»	Кета	2010	0,4	45,1	49,4	4,7	0,4	—	73,0	23,0	4,0	—	—	—	28	
		2011	—	3,0	37,0	57,0	3,0	142	—	54,0	46,0	—	—	—	50	
		2012	—	29,0	70,3	0,7	—	150	—	32,0	64,0	4,0	—	—	22	
		Среднее	0,2	29,1	54,6	15,6	0,5	1981	—	43,2	51,0	5,8	—	—	303	
		2009	10,0	87,0	3,0	—	—	305	—	33,0	67,0	—	—	—	12	
Нерка	Кета	2010	—	—	—	—	—	—	100	—	—	—	—	5		
		2011	3,0	95,0	2,0	—	—	128	—	—	100	—	—	24		
		2012	—	—	—	—	—	—	—	31,4	57,2	11,4	—	—	35	
		Среднее	6,5	91,0	2,5	—	—	433	—	25,0	69,7	5,3	—	—	76	
		2001	—	33,0	31,0	36,0	—	45	—	—	—	—	—	—	—	
«Кеткино»	Кета	2002	1,0	21,0	73,0	5,0	—	267	—	—	—	—	—	—	—	
		2007	0,3	12,1	74,5	13,1	—	373	—	—	—	—	—	—	—	
		2008	0,3	32,9	51,8	15,0	—	280	0,4	32,8	51,8	15,0	—	—	280	
		2009	0,7	25,0	67,0	7,0	0,3	303	—	42,0	58,0	—	—	—	81	
		2010	—	60,9	28,2	10,6	0,3	287	—	62,0	38,0	—	—	—	37	
		2011	—	29,0	68,0	3,0	—	292	—	74,0	26,0	—	—	—	249	
		2012	—	12,8	85,8	1,4	—	281	—	14,0	79,0	7,0	—	—	213	
		Среднее	0,3	28,3	59,9	11,4	0,1	2128	0,1	44,9	50,6	4,4	—	—	860	
		2001	2,0	61,0	29,0	6,0	2,0	51	—	—	—	—	—	—	—	
		2002	0,4	29,0	68,6	2,0	—	255	—	—	—	—	—	—	—	
Парагунский	Кета	2004	—	7,0	83,0	9,0	1,0	171	—	—	—	—	—	—	—	
		2008	4,0	52,3	34,0	9,3	0,4	277	—	—	—	—	—	—	—	
		2009	6,0	55,0	38,0	1,0	—	172	—	48,5	51,5	—	—	—	53	
		2010	2,0	77,7	19,6	0,7	—	148	2,0	91,0	7,0	—	—	—	45	
		2011	2,0	85,0	13,0	—	—	151	2,0	62,0	36,0	—	—	—	179	
		2012	1,5	69,9	28,1	0,5	—	196	1,0	58,0	41,0	—	—	—	74	
		Среднее	2,2	54,6	39,2	3,6	0,4	1421	1,2	64,9	33,9	—	—	—	351	
		2001	—	70,0	20,0	10,0	—	189	—	—	—	—	—	—	—	
Виллоийский	Кета	2002	—	13,0	82,0	5,0	—	212	—	—	—	—	—	—		
		2004	—	10,0	68,0	21,0	1,0	81	—	—	—	—	—	—		
		2007	—	12,0	84,0	4,0	—	267	—	—	—	—	—	—		
		Среднее	—	26,3	63,5	10,0	0,2	749	—	—	—	—	—	—		
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

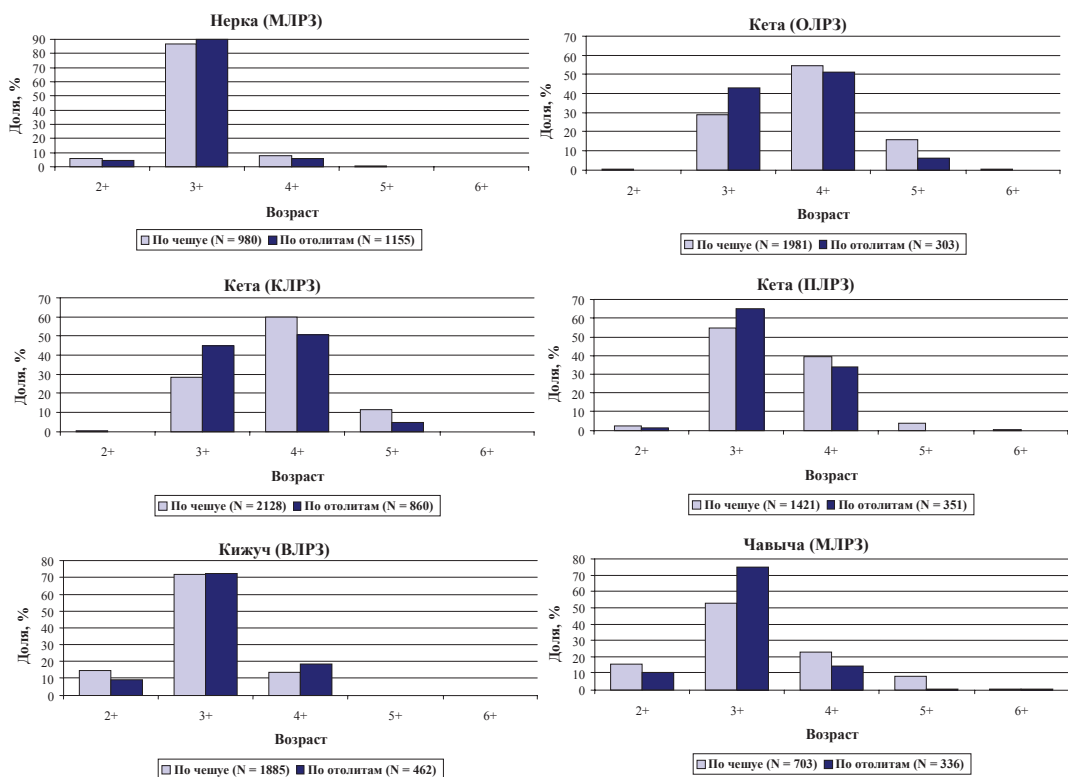


Рис. 7. Средневозрастной состав тихоокеанских лососей заводских Камчатки (данные 2001–2013 гг.), определенный с помощью чешуйного и отолитного (маркирование) методов

Fig. 7. Mean age composition of Pacific salmon in Kamchatka hatcheries determined by scale method and otolith marking method (data for 2001–2013)

знаку, так и такого параметра, как масса тела, которая определяется после сцеживания молок и извлечения икры. В большей степени данный показатель соответствует массе поротой рыбы. Сотрудниками КамчатНИРО выполняются более полные биологические анализы. Но далеко не во всех случаях удается присутствовать на забое производителей, поэтому приходится использовать данные, предоставляемые специалистами, работающими на ЛРЗ.

Это уточнение необходимо в качестве справки, поскольку в рамках настоящей работы мы не проводим детального анализа биологического состояния заводских лососей, а говорим только о базовых элементах мониторинга. Отметим, что сотрудниками КамчатНИРО осуществляется полноценный биологический анализ у рыб заводского происхождения, которые взяты из смешанных уловов в бассейнах базовых водоемов ЛРЗ. Но, как правило, в этих случаях речь идет о единичных экземплярах, имеющих четко считываемую отолитную метку, поэтому в данном обзоре мы не акцентируем внимание на этих материалах.

Оценка состояния здоровья заводских лососей

Одной из важнейших задач мониторинга заводских тихоокеанских лососей является оценка состояния их здоровья и профилактика заболеваний на различных этапах воспроизводства. Очевидно, что эффективность процесса воспроизводства на заводских заводах напрямую зависит от эпизоотического контроля, который включает оценку состояния здоровья молоди и производителей, а также санитарно-микробиологического качества воды.

Проникновение на ЛРЗ патогенов может происходить как с водой, поступающей через систему водоснабжения из естественных водоемов, так и при неэффективной

Таблица 6
 Некоторые биологические показатели производителей тихоокеанских лососей, вернувшихся к ЛРЗ Камчатского края в 2001–2013 гг.
 Table 6
 Some biological parameters of pacific salmon adults returning back to Kamchatka hatcheries in 2001–2013

ЛРЗ	Вид	Год	N выборки, экз.	Доля самцов, %	Длина тела (АС), см			Масса тела поротой рыбы, кг				
					M	SE	Min	Max	M	SE	Min	Max
Малкинский	Нерка	2001	100	40	62,5	0,4	52,0	72,0	3,20	0,06	1,50	4,50
		2002	301	48	61,8	0,4	50,0	74,0	3,04	0,03	1,85	4,70
		2003	298	48	64,0	0,3	53,5	74,0	3,20	0,03	1,70	4,60
		2004	300	28	63,0	0,2	50,0	72,0	3,10	0,04	1,50	5,00
		2005	300	49	63,0	0,2	57,0	72,0	3,26	0,03	2,10	5,20
		2006	200	51	63,0	0,3	52,0	78,0	3,29	0,04	2,00	4,70
		2007	150	50	63,0	0,3	52,0	71,0	3,23	0,03	2,30	4,70
		2008	202	49	62,5	0,3	52,0	72,0	3,14	0,04	1,60	4,60
		2009	195	48	61,0	0,3	49,0	72,0	3,02	0,04	1,50	4,40
		2010	199	51	61,0	0,3	52,0	79,0	2,94	0,04	1,80	4,40
		2011	257	44	59,0	0,3	47,0	68,0	1,90	0,03	1,00	2,50
		2012	140	46	59,0	0,3	53,0	68,0	2,67	0,03	1,65	3,90
		2013	207	58	60,0	0,3	49,0	69,0	2,93	0,03	1,60	4,00
		Среднее		47	61,8	0,3	47,0	79,0	2,99	0,04	1,00	5,20
«Озерки»	Цавыгча	2001	140	69	82,0	1,3	45,0	113,0	6,30	0,40	0,80	16,50
		2002	182	43	81,0	0,7	54,0	107,0	6,90	0,20	2,00	15,10
		2003	159	55	90,0	0,9	65,0	180,0	8,84	0,20	1,11	19,80
		2004	140	67	82,0	1,2	50,0	122,0	7,60	0,30	1,70	13,50
		2005	101	50	87,0	1,0	64,0	108,0	8,36	0,30	3,10	15,40
		2006	102	55	88,0	1,0	68,0	110,0	8,71	0,30	3,70	16,50
		2008	56	52	84,0	1,2	69,0	105,0	7,23	0,30	3,30	13,30
		2009	57	49	81,0	1,1	66,0	102,0	6,58	0,30	3,10	12,50
		2010	67	57	79,0	0,9	59,0	95,0	6,03	0,20	2,10	10,10
		2011	32	66	76,0	1,6	64,0	103,0	5,73	0,40	3,10	12,70
		2012	108	47	81,0	0,7	62,0	98,0	6,19	0,20	1,90	12,20
		2013	112	67	78,0	0,9	62,0	102,0	5,84	0,20	2,70	13,98
				Среднее		56	82,4	1,0	45,0	180,0	7,03	0,28
2001	300	49	66,0	0,2	55,0	76,0	3,19	0,04	1,70	5,60		
2003	301	50	71,0	0,3	60,0	82,0	3,62	0,05	1,80	6,60		

Окончание табл. 6
Table 6 finished

ЛРЗ	Вид	Год	N выборки, экз.	Доля самцов, %	Длина тела (АС), см			Масса тела поротой рыбы, кг						
					M	SE	Min	Max	M	SE	Min	Max		
«Озерки»	Кета	2004	299	50	67,0	0,2	56,0	79,0	3,32	0,04	1,60	5,50		
		2005	150	37	63,0	0,4	52,0	79,0	2,74	0,06	1,05	4,90		
		2007	300	50	67,0	0,2	56,0	85,0	3,07	0,04	1,58	5,20		
		2008	207	50	66,0	0,3	56,0	79,0	2,79	0,05	1,48	5,34		
		2009	184	50	68,0	0,4	34,0	83,0	2,96	0,06	1,32	5,92		
		2010	240	51	66,0	0,3	55,0	79,0	2,85	0,04	1,64	4,84		
		2011	241	49	65,0	0,3	52,0	78,0	2,81	0,05	1,18	5,41		
		2012	150	50	64,0	0,2	51,0	77,0	2,80	0,05	1,60	4,60		
		2013	150	61	67,0	0,3	56,0	76,0	3,23	0,06	1,80	5,30		
		Среднее			50	66,4	0,3	34,0	85,0	3,03	0,05	1,05	6,60	
		«Кеткино»	Кета	2002	150	50	63,0	0,3	53,0	74,0	3,02	0,07	1,70	5,30
				2004	150	50	66,0	0,3	55,0	75,0	3,35	0,08	1,80	5,20
				2005	15	76	61,0	1,4	50,0	71,0	3,12	0,20	1,65	4,40
				2007	200	40	64,0	0,3	50,0	75,0	2,87	0,06	1,38	4,92
2009	306			50	64,0	0,3	44,0	77,0	2,67	0,05	1,30	4,38		
2010	151			50	62,0	0,3	52,0	74,0	2,62	0,06	1,24	4,48		
2011	139			50	62,0	0,4	46,0	71,0	2,71	0,07	1,16	4,17		
2012	380			52	63,0	0,3	52,0	73,0	2,63	0,04	1,40	4,40		
2013	150			50	64,0	0,4	51,0	79,0	2,81	0,06	1,30	4,50		
Среднее					52	63,2	0,4	44,0	79,0	2,87	0,08	1,16	5,30	
«Кеткино»	Кета	2001	50	44	65,0	0,6	57,0	77,0	3,30	0,09	2,20	5,40		
		2002	282	51	65,0	0,2	55,5	75,0	3,43	0,04	2,10	5,90		
		2005	102	50	59,0	0,5	47,0	71,5	2,47	0,07	1,20	4,25		
		2007	400	48	63,0	0,2	50,0	73,5	3,12	0,04	1,00	4,90		
		2008	300	66	64,0	1,9	53,0	63,0	2,84	0,03	1,40	4,60		
		2009	305	50	64,0	0,2	51,0	74,0	3,45	0,04	1,50	5,50		
		2010	300	50	62,0	0,2	50,0	77,0	3,00	0,04	1,70	5,50		
		2011	300	50	62,0	0,3	48,0	74,0	3,04	0,05	1,15	4,90		
		2012	291	48	62,0	0,2	52,0	72,0	2,90	0,03	1,50	4,90		
		2013	300	50	64,0	0,2	54,0	92,0	3,32	0,04	1,90	6,60		
Среднее			51	63,0	0,5	47,0	92,0	3,09	0,05	1,00	6,60			

Паратунский	Кета	2001	62	59	65,0	0,3	51,0	78,0	—	—	—	—	—	
		2002	300	44	66,0	0,2	54,0	77,0	—	—	—	—	—	
		2004	172	52	67,0	0,4	52,0	80,0	—	—	—	—	—	
		2005	150	82	66,0	0,3	54,0	78,0	3,16	—	—	—	—	
		2008	302	100	69,0	0,2	56,0	80,0	3,60	0,06	0,04	1,00	5,50	
		2009	179	64	68,0	0,3	52,0	78,0	3,70	0,06	0,06	2,00	5,50	
		2010	149	73	67,0	0,4	57,0	77,0	3,20	0,06	0,06	2,10	5,60	
		2011	168	100	66,0	0,3	56,0	76,0	3,05	0,04	0,04	1,60	5,00	
		2012	204	100	67,0	0,3	54,0	78,0	3,14	0,04	0,04	1,90	4,80	
		2013	120	100	71,0	0,3	64,0	79,0	3,94	0,05	0,05	1,80	5,20	
		Среднее		77	67,2	0,3	51,0	80,0	3,40	0,05	0,05	1,00	5,60	5,60
		Виллойский	Кижуч	2001	80	57	65,0	1,0	36,5	77,0	2,90	0,10	0,60	4,90
				2002	84	44	65,0	0,5	52,0	75,4	2,80	0,07	1,10	4,50
				2003	184	44	66,0	0,4	49,0	77,0	3,05	0,06	1,25	7,50
2004	140			21	66,0	0,5	41,0	76,0	—	—	—	—		
2005	322			42	66,0	0,3	50,5	79,0	—	—	—	—		
2007	89			41	62,0	0,7	51,5	75,0	2,10	0,08	0,80	4,00		
2008	300			52	61,0	0,3	49,0	77,0	1,70	0,04	0,30	3,90		
2009	302			50	69,0	0,3	35,0	84,0	2,84	0,04	1,00	4,90		
2010	182			50	63,0	0,4	54,0	85,0	2,60	0,07	1,20	7,40		
2011	301			51	60,0	0,3	47,0	75,0	2,00	0,04	0,80	4,80		
2012	300			64	56,0	0,3	43,0	73,0	1,60	0,03	0,70	4,80		
2013	296			43	66,0	0,4	39,0	80,0	3,00	0,05	0,60	5,30		
Среднее				47	63,8	0,5	35,0	85,0	2,46	0,06	0,30	0,30	7,50	
Кета	2001	269	47	64,0	0,3	53,5	80,0	2,90	0,09	1,50	5,70			
	2002	263	46	68,0	0,3	53,0	79,0	3,20	0,06	1,50	5,90			
	2004	84	52	68,0	0,6	53,0	80,0	—	—	—	—			
	2005	193	49	66,0	0,4	50,0	80,0	—	—	—	—			
	2007	300	49	69,0	0,2	55,5	83,0	3,20	0,04	1,70	5,70			
	Среднее		49	67,0	0,4	50,0	83,0	3,10	0,06	1,50	5,90			
	Среднее		49	67,0	0,4	50,0	83,0	3,10	0,06	1,50	5,90			

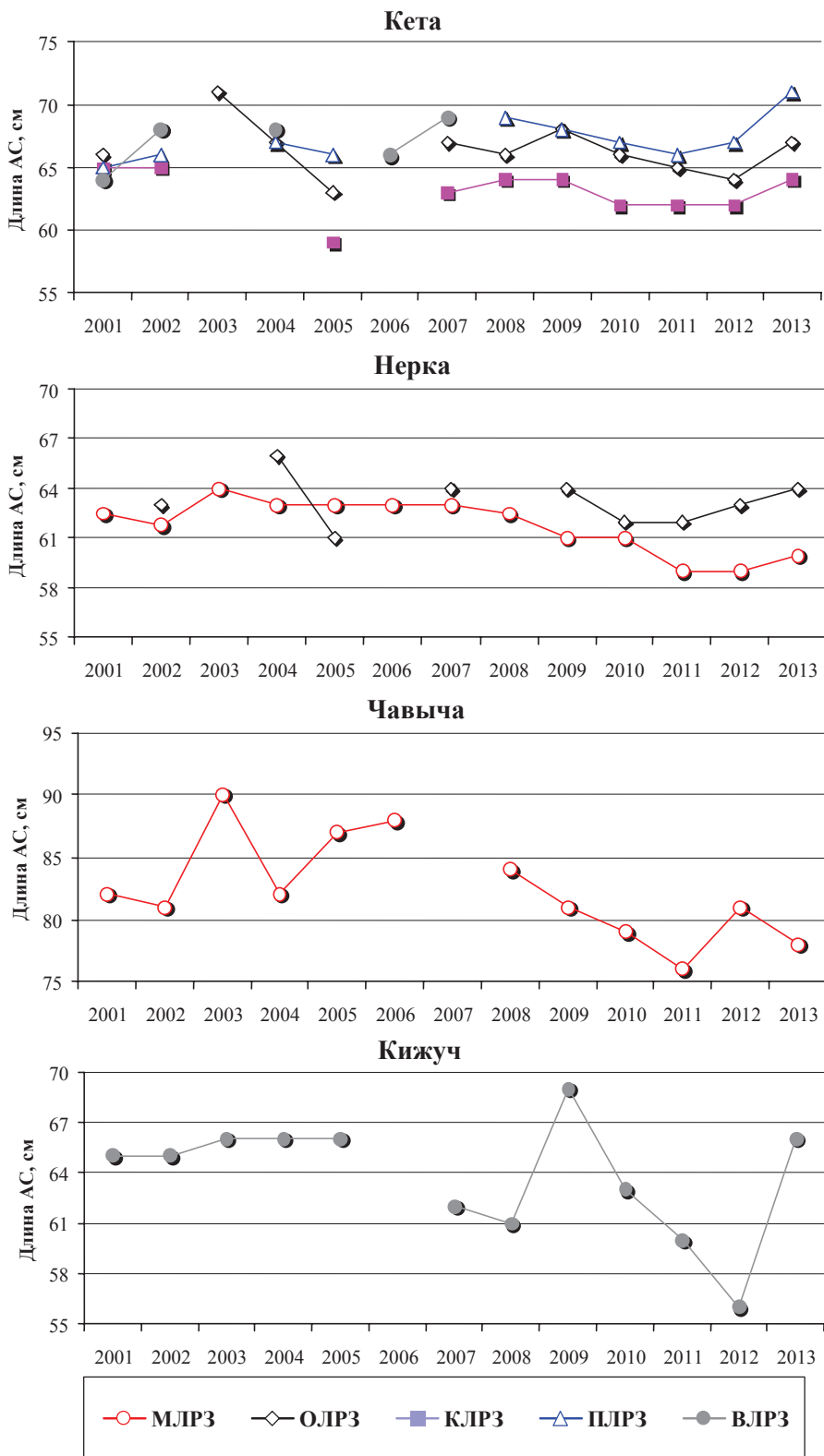


Рис. 8. Динамика изменчивости длины тела тихоокеанских лососей, воспроизводящихся на рыбоводных заводах Камчатки, по данным возвратов 2001–2013 гг.

Fig. 8. Dynamics of body length variation for pacific salmon returning back to Kamchatka hatcheries in 2001–2013

обработке оплодотворенной икры при закладке в инкубаторы. От правильной и своевременной постановки диагноза зависит выбор лечебных препаратов и эффективность обработок, что позволяет избежать высоких потерь при выращивании молоди. В случае с производителями от этого в первую очередь зависит качество половых продуктов, а также товарный вид и возможность потребления рыбной продукции населением.

В настоящее время основные направления эпизоотического контроля на рыбных заводах Камчатского края следующие:

1) выявление видового состава инфекционных и инвазионных патогенных агентов у молоди тихоокеанских лососей и производителей, используемых для воспроизводства, при помощи комплексных (вирусологических, бактериологических, паразитологических, гистологических) исследований;

2) определение показателей зараженности патогенами рыб;

3) оценка чувствительности бактериальных патогенов к антибиотикам;

4) контролирование санитарного состояния воды, поступающей на рыбные заводы;

5) проведение диагностики заболеваний рыб и разработка рекомендаций профилактических или лечебных мероприятий для их ликвидации;

6) выявление условий и факторов, способствующих возникновению и развитию заболеваний у молоди и производителей тихоокеанских лососей.

В результате проведенных работ по оценке эпизоотической обстановки на рыбных лососевых заводах Камчатского края были получены некоторые диагностические заключения и выполнен ряд профилактических мероприятий.

Наиболее опасным патогеном, выявленным у заводской молоди нерки, был вирус инфекционного некроза гемопоэтической ткани. Вспышка инфекции, вызванная ИHNV, была зарегистрирована на МЛРЗ в 2002 г., где в одном из цехов погибло 79 % выращиваемой молоди нерки (рис. 9, а, б). Средний титр вируса в течение эпизоотии существенно не изменялся и оставался на высоком уровне. Оставшаяся в живых молодь была уничтожена. В 2004 г. подобная эпизоотия среди молоди нерки возникла на ОЛРЗ, где погибло 33,8 % рыб (Рудакова, 2003, 2004; Бочкова, Рудакова, 2008).

Диагноз вирусного некроза гемопоэтической ткани у мальков нерки подтвердили гистологическими (рис. 9, в, г) и электронно-микроскопическими методами (Рудакова, 2003, 2004; Гаврюсева, 2004а, 2006). При экспериментальном заражении ИHNV мальков нерки отмечали характерные признаки заболевания и гистопатологические изменения. Для снижения экономических потерь, связанных с эпизоотиями инфекционного некроза гемопоэтической ткани, был предложен ряд профилактических и санитарных мероприятий (Рудакова, 2009).

У производителей нерки, используемых для воспроизводства на МЛРЗ и ОЛРЗ, выявляли носительство вируса инфекционного некроза гемопоэтической ткани. Встречаемость рыб-вирусоносителей на МЛРЗ в разные годы варьировала от 0 до 83,3 %, на ОЛРЗ — от 0 до 16,7 %. У производителей чавычи (МЛРЗ), кеты (ОЛРЗ, КЛРЗ, ПЛРЗ, ВЛРЗ) особо опасные вирусные агенты не обнаружены.

Другим заболеванием вирусной природы, обнаруженным у мальков кеты на 4 заводах (ОЛРЗ, КЛРЗ, ВЛРЗ и ПЛРЗ), был предположительно вирусный некроз эритроцитов — VEN (Рудакова, 2002; Бочкова, 2007). Типичным признаком заболевания являются внутриэритроцитарные тельца-включения, видимые в цитоплазме эритроцитов при микроскопировании. Вирусный некроз эритроцитов редко бывает прямой причиной гибели, однако он приводит к снижению адаптационных способностей и резистентности организма, в результате чего рыба погибает от различных стрессовых воздействий и вторичных инфекций (Биологические основы ..., 1998). Для постановки окончательного диагноза необходимо проведение электронной микроскопии.

Бактериологическими методами у рыб на ЛРЗ Камчатки выявили 22 вида микроорганизмов. Из них основное эпизоотическое значение для молоди лососей имели представители условно-патогенной бактериальной флоры — псевдомонады видов *Pseudomonas fluorescens*, *P. putida* (73,0 %) и флавобактерии — *Flavobacterium*

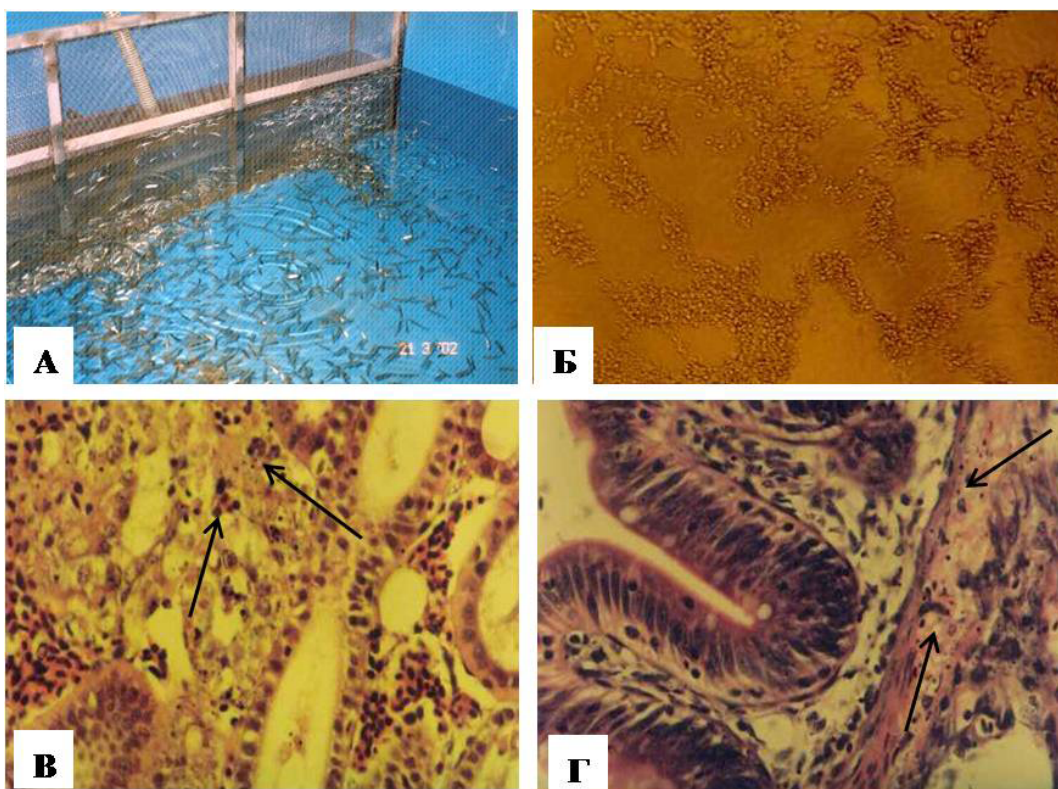


Рис. 9. Эпизоотия инфекционного некроза гемопоэтической ткани у молоди нерки на МЛРЗ (2002 г.): **А** — гибель рыб в период эпизоотии в одном из бассейнов; **Б** — цитопатический эффект на перевиваемой линии клеток EPC-1; **В, Г** — гистопатологические изменения: кариорексис (↑), цитоллиз гемопоэтической ткани почки (**В**) и некроз гранулированных клеток (↑) компактного слоя подслизистой оболочки желудка (**Г**) (×400, Г-Э)

Fig. 9. Samples of infectious hematopoietic necrosis for juvenile sockeye salmon in Malkinsky hatchery in 2002: **A** — mass epizootic mortality of fish in one of ponds; **Б** — cytopathic effect on cell line EPC-1; **В, Г** — histopathological changes: cariorrhesis (↑), cytolysis of kidney hematopoietic tissue (**В**), necrosis of granulated cells (↑) in compact layer of stomach submucosa (**Г**) (×400, H+E staining)

psychrophilum, *Flavobacterium* sp. (8,5 %), для лососей-производителей — псевдомонады (38,0 %) и подвижные аэромонады *Aeromonas hydrophila*, *A. caviae*, *A. sobria* (37,9 %) (Рудакова и др., 2005, 2006, 2009; Устименко, 2008а, 2012). Данные микроорганизмы входят в состав микробиоценоза воды, особенно в водоемах, богатых органическими веществами. Заболевания рыб, вызываемые этими патогенами, включены в «Перечень карантинных и особо опасных болезней рыб» (Приказ Минсельхоза РФ № 173 от 29.09.2005 г.).

Бессимптомное носительство нетипичных штаммов возбудителя фурункулеза *A. salmonicida* отмечали у молоди кеты на КЛРЗ (2002 г.) и на ОЛРЗ (2002, 2004 гг.). Типичные и нетипичные штаммы этого патогена выделяли от производителей кеты на ПЛРЗ и ВЛРЗ, нерки — на МЛРЗ, нерки и кеты — на ОЛРЗ (Sergeenko, Ustimenko, 2005; Устименко, 2012).

При исследовании воды и кормов выявляли превышение общего микробного числа (ОМЧ) — до 5000 КОЕ/мл (аварии, поступление в водозабор талых вод и т.п.). Обнаруженные в кормах псевдомонады, стафилококки и дрожжеподобные грибы негативно влияли на состояние здоровья заводской молоди лососей, что было подтверждено гистологическими методами (Устименко и др., 2003; Гаврюсева, 2006, 2007а, 2008).

Сравнение зараженности бактериальными патогенами разных видов заводской молоди лососей показало, что кижуч и нерка более подвержены инфекциям. Были

зафиксированы вспышки заболеваний бактериального генеза, сопровождающиеся гибелью рыб у нерки на ОЛРЗ и МЛРЗ и кижуча на ВЛРЗ (Гаврюсева, 2006; Устименко, 2006, 2008б; Гаврюсева и др., 2012). Гистологическими методами у больного кижуча обнаружили некротические изменения в жабрах и на поверхности эпидермиса. В очагах некроза отмечали скопление нитевидных грамотрицательных бактерий длиной до 8 мкм (рис. 10). В паренхиматозных органах выявили обильное кровенаполнение.

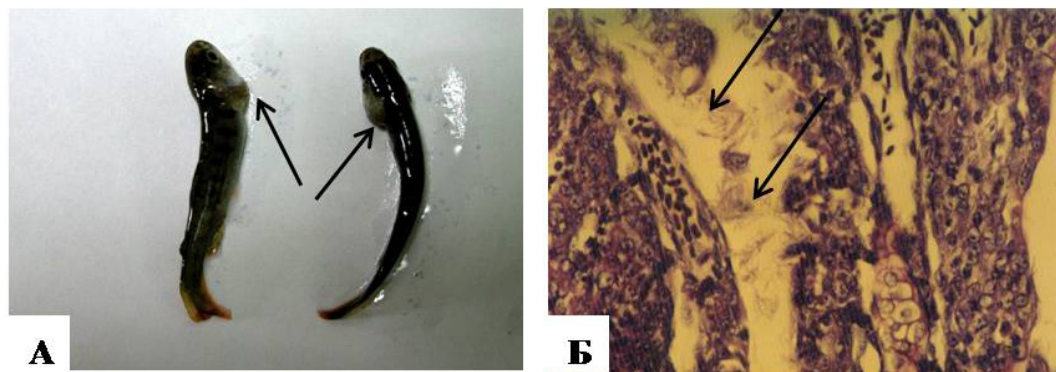


Рис. 10. Бактериальная жаберная болезнь у заводской молоди кижуча на Вилуйском ЛРЗ: А — внешний вид рыб на поздней стадии заболевания: жаберные крышки приоткрыты (↑) вследствие разросшегося респираторного эпителия; Б — гиперплазия респираторного эпителия, слипание жабрных ламелл, скопление бактерий (↑) (×400, Циль-Нильсен)

Fig. 10. Bacterial gill disease of cultivated coho juveniles in Vilyusky hatchery: А — late stage of the disease: the overgrown respiratory epithelium caused opening of gill operculum (↑); Б — hyperplasia of the respiratory epithelium, gill lamellae fusion, and bacteria aggregating (↑) (×400, Ziehl-Neelsen staining)

Паразитологическими методами у заводской молоди лососей выявили 4 вида паразитов, относящихся к патогенным простейшим. Жгутиконосец *Ichthyobodo necator*, инфузории *Apiosoma conicum*, *Trichodina truttae*, *Chilodonella piscicola* разрушают поверхностный слой эпителия, вызывают нарушение кожного и жаберного дыхания (рис. 11). При искусственном выращивании лососей они способны вызывать энзоотии (Карманова, 1998). В 1999, 2000, 2003 и 2004 гг. у молоди кеты и нерки на двух ЛРЗ отмечали паразитарную инвазию — ихтиободоз (костиоз), вызванный жгутиконосцем *I. necator*. При 100 %-ной встречаемости патогена интенсивность заражения достигала 50 экз. В 2003 и 2004 гг. у заводской молоди диагностировали триходиноз. Методы борьбы и профилактики с болезнями рыб, вызываемыми паразитарными простейшими, отработаны и являются эффективными при строгом соблюдении периодичности и доз обработок.

В 2004 г. впервые на Камчатке у 10 % годовиков кижуча, оставленных на подращивание на ВЛРЗ, выявили опасное заболевание, вызываемое простейшим *Ichthyophonus hoferi* (Гаврюсева, 2007б). У рыб при ихтиофозе прежде всего повреждались васкуляризированные ткани: почка, сердце, печень, в меньшей степени — скелетная мускулатура, поджелудочная железа, соединительная и жировая ткани. В этих тканях выявлены многоядерные «покоящиеся споры» 50–230 мкм в диаметре. Ответной реакцией организма на внедрение данного паразита явилось образование гранул, которые часто были окружены волокнистой соединительной тканью, иногда со скоплениями вокруг них меланоцитов, макрофагов или нейтрофилов (рис. 12). Лечение болезни не разработано, поэтому она наносит значительный ущерб рыбоводству за счет больших затрат на оздоровление хозяйств (Post, 1987; Справочник ..., 1999).

В течение всего периода исследований у выращиваемой молоди тихоокеанских лососей выявляли заболевания алиментарной природы, которые, как правило, протекают в хронической форме. Для алиментарного заболевания были характерны липоидная (рис. 13, а) и цериодная дегенерация гепатоцитов, расширение желчного пузыря и переполнение его желчью, фокальный некроз гемопоэтической ткани почки,

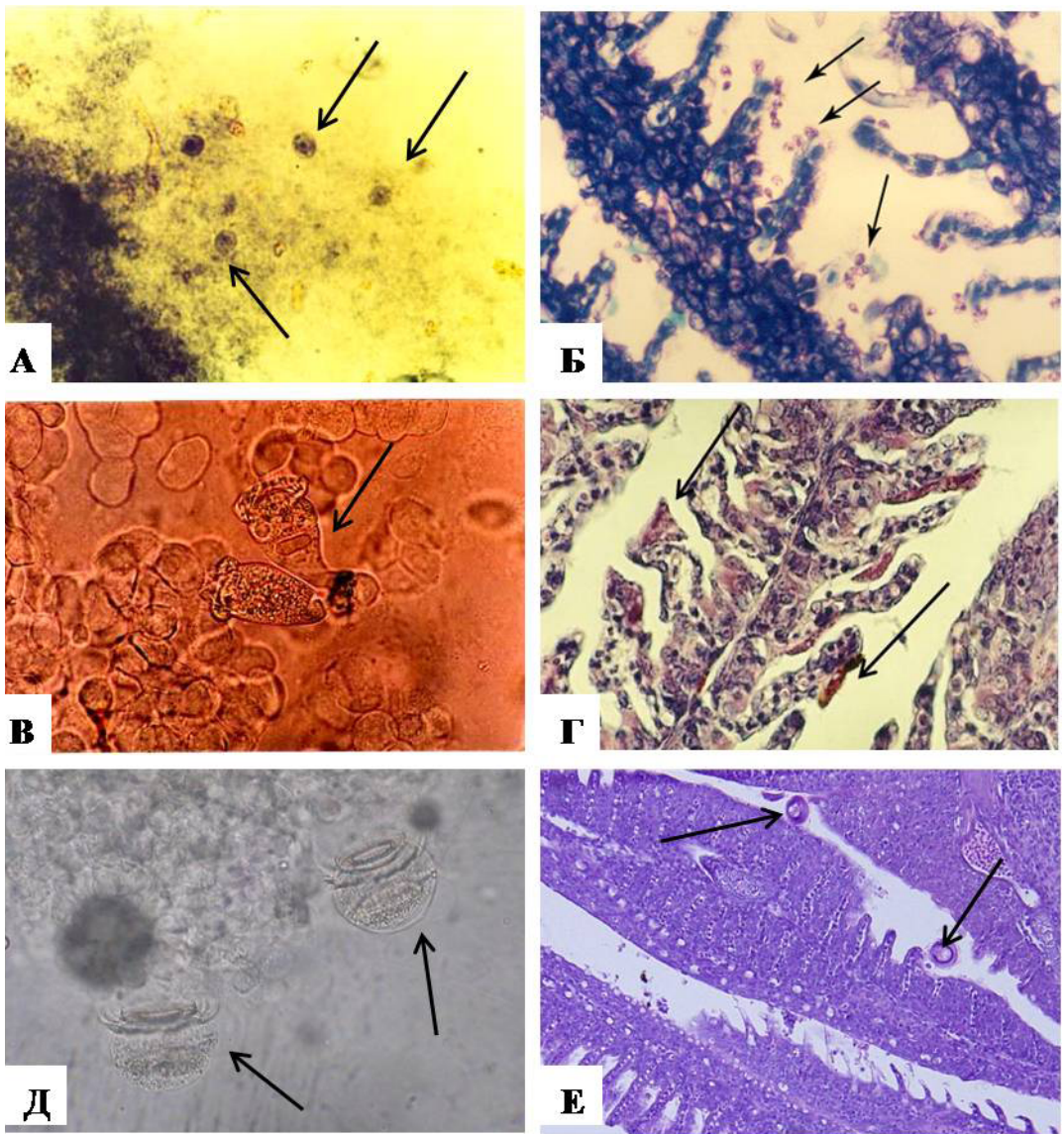


Рис. 11. Паразитарные простейшие и патологические изменения, выявленные у заводской молоди тихоокеанских лососей на ЛРЗ Камчатки. **А, Б** — жгутиконосец *Ichthyobodo necator* (↑): **А** — окрашенный соскоб с поверхности жабр (×1000, железный гематоксилин), **Б** — очаговая гиперплазия респираторного эпителия жаберных ламелл, вызываемая паразитом (×400, Романовского-Гимза); **В, Г** — инфузория *Apiosoma conicum* (Peritricha) (↑): **В** — на коже рыб (×400, водный препарат), **Г** — на жаберных ламеллах (×400, Г-Э); **Д, Е** — круглоресничная инфузория *Trichodina* sp. (↑): **Д** — общий вид (×1000, водный препарат), **Е** — гистопатологические изменения при инвазии паразитом, видны гиперплазия респираторного эпителия и слипание жаберных ламелл (×200, Г-Э)

Fig. 11. Parasitic protozoa and caused by them pathological changes revealed for juvenile salmon in Kamchatka hatcheries: **A** — *Ichthyobodo necator* (↑), stained scraping from the gill surface (×1000, iron hematoxylin staining); **B** — *Ichthyobodo necator* (↑), focal hyperplasia of the respiratory epithelium of gill lamellae (×400, Romanovsky-Giemsa staining); **V** — *Apiosoma conicum* (Peritricha) (↑) on fish skin (×400, fresh mount); **Г** — *Apiosoma conicum* (Peritricha) (↑) on gill lamellae (×400, H+E staining); **Д** — *Trichodina* sp. (↑) (×1000, fresh mount); **Е** — *Trichodina* sp. (↑) and histopathological changes as result of its invasion as hyperplasia of the respiratory epithelium and gill lamellae fusion (×200, H+E staining)

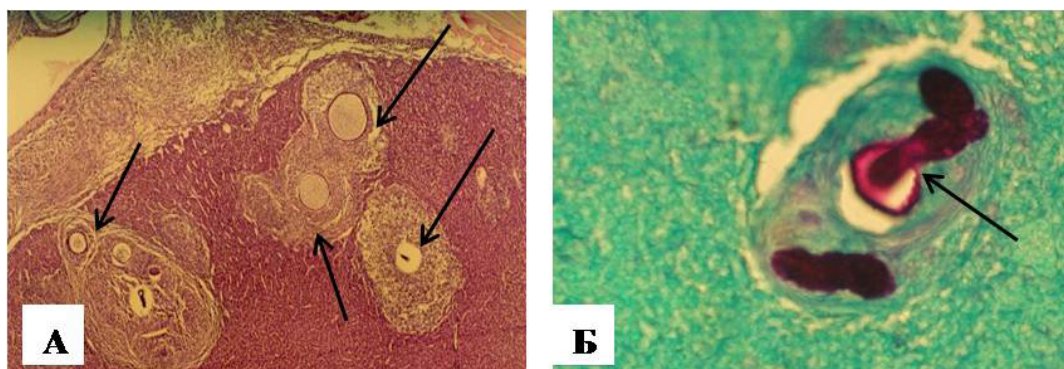


Рис. 12. Гистопатологические изменения в органах и тканях у годовиков кижуча на Вилуйском ЛРЗ при ихтиофозе: **А** — множественное скопление «покоящихся спор» *Ichthyophonus hoferi* (↑) в печени (×50, Г-Э); **Б** — прорастание «покоящейся споры» (×400, ШИК-световой зеленый)

Fig. 12. Histopathological changes in organs and tissues of coho yearlings in Viluysky hatchery in the case of ichthyophonosis caused by *Ichthyophonus hoferi* (↑): **A** — multiple aggregation of «resting spores» in liver (×50, H+E staining); **B** — waked «resting spores» (×400, PAS-light green staining)

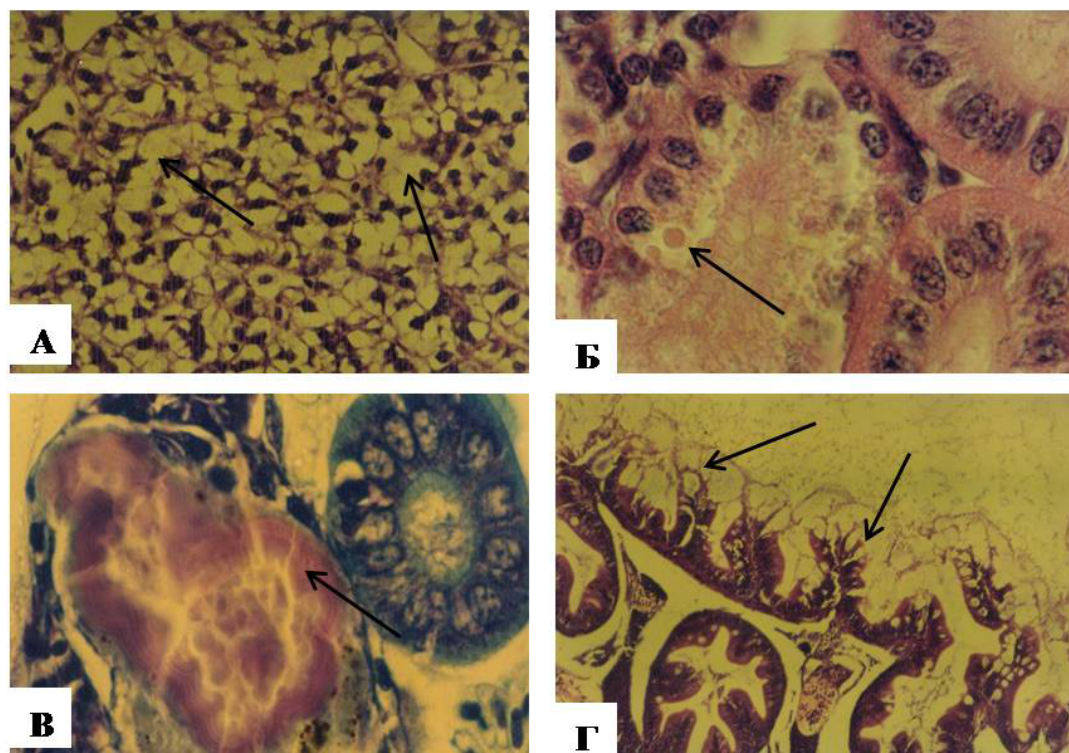


Рис. 13. Гистопатологические изменения у заводской молоди при алиментарном заболевании: **А** — четвертая степень липоидной дистрофии гепатоцитов (↑) (×400, Г-Э); **Б** — гиалиново-капельная дегенерация (↑) эпителия почечных канальцев (×400, Г-Э); **В** — нефрокальциноз (↑) в гемопоэтической ткани почки (×1000, Романовского-Гимза); **Г** — некроз эпителиальных клеток слизистой оболочки (↑) пилорического отдела желудка (↑) (×50, Г-Э)

Fig. 13. Histological pathologies for hatchery juveniles in case of alimentary disease: **A** — lipid degeneration of hepatocytes (↑) at the 4th stage (×400, H+E staining); **B** — hyaline droplet degeneration (↑) of epithelium in renal tubules (×400, H+E staining); **B** — nephrocalcinosis (↑) of kidney hematopoietic tissue (×1000, Romanovsky-Giemsa staining); **Г** — necrosis of epithelial cells (↑) in pyloric mucosa of stomach (×50, H+E staining)

гиалиново-капельная дегенерация цилиндрического эпителия почечных канальцев и нефрокальциноз (рис. 13, б, в), некроз поджелудочной ткани и слизистого слоя желудка (рис. 13, г) и увеличение внутренних жировых отложений (Гаврюсева, 2004б, 2006, 2007а, в, 2008). Степень тяжести деструктивных изменений варьирует в зависимости от вида рыб, длительности кормления и температуры воды. Патологии алиментарной природы наиболее выражены у чавычи, наименее — у кеты. Выявленные гистопатологические изменения, вероятно, связаны с тем, что заводская молодь лососей получала несбалансированное питание или корма были недоброкачественными (Устименко и др., 2003; Кальченко и др., 2009). Установлено, что при переходе на сбалансированные корма или естественное питание большинство выявленных изменений обратимо, но алиментарные заболевания существенно снижают иммунитет рыб и способствуют повышенной восприимчивости к заболеваниям различной этиологии.

Оценивая потенциал эпизоотических исследований тихоокеанских лососей с позиции проблем их искусственного воспроизводства, невозможно не признать крайнюю необходимость проведения подобных работ. Тем не менее в пределах Камчатского края, где действуют только государственные ЛРЗ, этот потенциал явно не задействован, в основном из-за дороговизны проведения данных исследований. По сути, рыбодные заводы имеют ограниченное бюджетное финансирование, объемы которого не позволяют в полной мере выполнять оценку состояния здоровья тихоокеанских лососей и осуществлять разработку комплекса санитарно-профилактических мер. Этот аспект общего мониторинга еще предстоит решить.

Оценка эффективности работы лососевых рыбодных заводов

Говоря непосредственно об эффективности работы ЛРЗ, необходимо понимать, что существуют два вида ее оценки — фактическая и относительная. Первая отражает фактическое количество выпускаемой заводом молоди, а вторая ориентирована на соотношение численности возвратов производителей от объемов выпуска молоди (коэффициент возврата).

Логично предположить, что чем выше объем выпуска молоди, тем выше и фактический возврат производителей. С этой точки зрения в Камчатском крае наиболее эффективно работают ПЛРЗ, ОЛРЗ и КЛРЗ (см. табл. 1). Соответственно наименьшая эффективность по выпуску молоди приходится на МЛРЗ и ВЛРЗ. Но при этом необходимо учитывать, что на МЛРЗ выпускается два наиболее ценных вида тихоокеанских лососей — нерка и чавыча.

Оценки относительной эффективности с помощью коэффициентов возвратов, полученных с учетом возрастной структуры поколений и условного промыслового прессинга на уровне 70 %, представлены в табл. 7. Данные охватывают период с 2001 по 2009 г. Более поздние данные будут готовы позднее после обработки маркированных отолитов для определения всего возрастного ряда поколений от выпуска 2009 г. и последующих лет.

Из полученных данных видно, что на среднемноголетнем уровне оценка эффективности ЛРЗ Камчатки в большинстве случаев составляет заметно меньше 1 %. Наиболее высокий показатель отмечен для нерки МЛРЗ — 2,1 %. Подобный относительно высокий уровень возвратов производителей в первую очередь, как отмечено выше, обеспечивается использованием термальной воды при подращивании молоди. В результате навеска молоди при выпуске существенно выше, чем на других ЛРЗ, что и приводит к повышению выживаемости молоди во время пастбищного этапа воспроизводства.

В целом, характеризуя ситуацию с развитием искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей в Камчатском крае, еще раз подчеркнем, что изначально строительство ЛРЗ было ориентировано не на коммерческий эффект, а на поддержание уровня запасов лососей в водоемах, максимально подверженных антропогенному воздействию. Поэтому присутствие ЛРЗ Паратунский, Малкинский, «Озерки» и «Кеткино» в бассейнах таких рек, как Паратунка, Авача и Большая, вполне оправданно. В значительной степени именно эти ЛРЗ позволяют поддерживать запасы лососей в дан-

ных водоемах. Это происходит даже несмотря на относительно низкие коэффициенты возвратов их производителей в базовые водоемы ЛРЗ.

Для примера отметим, что возврат кеты ЛРЗ Японии колеблется в пределах 3–4 %. Но следует учитывать тот факт, что это четко ориентированный коммерческий проект, поэтому затраты, как технологические, так и кормовые, на подращивание молоди в данном случае значительно выше. Кроме того, комплекс лососевого воспроизводства Японии целенаправленно субсидируется на правительственном уровне, что значительно снижает экономические риски для японских рыбоводных предприятий.

Повышение эффективности искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей в пределах Камчатского края возможно лишь при увеличении объемов выпуска молоди с ЛРЗ, а также при развитии технологий ее подращивания. Для этого существует лишь один путь — строительство новых ЛРЗ. Это особенно актуально для водных объектов, которые постоянно находятся под значительным антропогенным прессом. Но для реального изменения существующего положения вещей требуется привлечение частных инвестиций в создание рыбоводных предприятий и развитие региональной инфраструктуры.

Следует подчеркнуть, что в настоящее время в Камчатском крае приходит понимание необходимости и перспективы использования искусственного воспроизводства лососей как инструмента для повышения ресурсной базы рыболовства. Этот вопрос особенно обостряется в связи с намечающимися тенденциями снижения уровня численности тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России. Ранее из-за отсутствия четкой региональной концепции пастбищного лососеводства постоянно возникали противоречия по рациональному распределению усилий и средств между поддержа-

Таблица 7
Оценки коэффициентов возврата (КВ) производителей тихоокеанских лососей, вернувшихся в базовые водоемы ЛРЗ Камчатского края в 2001–2009 гг.
Table 7
Coefficient of pacific salmon return to Kamchatka hatcheries in 2001–2009

Год	МЛРЗ				ОЛРЗ				КЛРЗ				ПЛРЗ				ВЛРЗ	
	Нерка		Чавыча		Нерка		Кета		Кета		Кета		Кета		Кижуч		КВ	
	Выпуск, млн экз.	КВ	Выпуск, млн экз.	КВ	Выпуск, млн экз.	КВ	Выпуск, млн экз.	КВ	Выпуск, млн экз.	КВ	Выпуск, млн экз.	КВ	Выпуск, млн экз.	КВ	Выпуск, млн экз.	КВ		
2001	0,576	3,36	0,517	0,16	—	—	—	—	2,682	0,004	4,559	0,09	0,098	0,75	0,098	0,75		
2002	0,412	2,29	0,297	0,20	7,656	0,01	5,257	0,09	1,598	0,16	12,846	0,07	0,188	1,16	0,188	1,16		
2003	0,524	0,66	0,741	0,03	8,712	0,06	4,551	0,07	7,210	0,11	19,039	0,08	0,237	1,09	0,237	1,09		
2004	0,576	0,74	1,177	0,03	7,129	0,15	2,371	0,09	6,870	0,02	18,031	0,06	0,500	0,50	0,500	0,50		
2005	0,710	2,98	0,839	0,19	8,830	0,11	1,783	0,19	5,623	0,05	11,880	0,07	1,044	0,30	1,044	0,30		
2006	0,561	3,73	0,779	0,38	4,825	0,09	0,744	0,23	0,836	0,36	14,042	0,05	1,084	0,43	1,084	0,43		
2007	0,533	1,42	0,799	0,13	9,283	0,19	1,109	0,50	5,595	0,06	16,582	0,36	1,118	0,17	1,118	0,17		
2008	0,534	1,04	0,780	0,11	8,605	0,17	1,549	0,78	10,317	0,04	15,023	0,36	0,553	0,32	0,553	0,32		
2009*	0,574	2,67	0,784	0,09	9,297	0,09	1,594	0,34	5,231	0,01	9,443	0,20	0,449	0,08	0,449	0,08		
Среднее		2,10		0,15		0,11		0,29		0,09						0,15	0,53	

* С 2001 по 2008 г. оценки выполнены с определением возраста поколений по структуре чешуи, а в 2009 г. — по данным отолитного маркирования.

нием условий воспроизводства диких популяций, регулированием промысла и искусственным воспроизводством лососей.

Основной причиной этого было слабое развитие нормативно-правовой базы, регулирующей деятельность в области аквакультуры. До настоящего времени правовое регулирование аквакультуры в России осуществлялось рядом норм, относящихся к различным областям законодательства, которые зачастую противоречили друг другу и не учитывали ее специфики. Большие проблемы возникали из-за отсутствия определенности в толковании терминов и понятий, применяемых в аквакультуре, несовершенства механизмов реализации правовых актов. В настоящее время благодаря вступлению в силу закона об аквакультуре и практике применения его федеральными государственными бюджетными учреждениями Росрыболовства появляется надежда на принятие более продуктивных решений в области аквакультуры.

Немаловажный фактор, сдерживающий развитие искусственного воспроизводства в Камчатском крае, — низкая инвестиционная привлекательность деятельности в области аквакультуры. Понятно, что производство продукции аквакультуры в большей части является длительным процессом, а необходимость привлечения значительных финансовых средств под капитальное строительство на начальном этапе деятельности еще увеличивает неопределенность.

Но именно сейчас, когда произошло закрепление рыбопромысловых участков на 20 лет, у рыбодобывающих компаний появилась определенная стабильность и возможность долгосрочного планирования расширения своей деятельности. В принципе созданы основные предпосылки для реализации механизма использования частных инвестиций рыбопромышленников в увеличении запасов лососей в подконтрольных им реках. Для создания условий по реализации потенциала увеличения сырьевой базы рыболовства в 2012 г. была разработана Программа «Развитие аквакультуры на территории Камчатского края на 2013–2020 гг.», которая предусматривает расширение сети рыбоперерабатывающих заводов по воспроизводству тихоокеанских лососей.

Учитывая устойчивые тенденции по росту числа ЛРЗ как на Дальнем Востоке России, так и в целом в северной части Тихого океана, Камчатский край, несомненно, должен определить собственные перспективы в этом направлении. Результаты современных комплексных исследований экологической емкости дальневосточных морей и субарктической Пацифики (Шунтов и др., 2010а–г) указывают на значительный потенциал для увеличения масштабов искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России. Тем не менее в пределах Камчатского края, известного как один из основных центров воспроизводства диких дальневосточных лососей, приоритетной задачей при планировании мероприятий по развитию лососеводства остается максимальное сохранение существующей структуры естественного воспроизводства данных биоресурсов.

В связи с этим специалистами КамчатНИРО проведена ревизия данных по оценке вклада водных объектов в воспроизводство диких популяций тихоокеанских лососей. Были уточнены данные о локальных популяциях, запасы которых подорваны или находятся в состоянии депрессии и нуждаются в восстановлении. По результатам работы из общего числа (38 тыс.) отдельных водотоков на территории Камчатского края, к которым приурочено естественное воспроизводство тихоокеанских лососей, сформирован перечень из 125 водных объектов, в целом пригодных для целей аквакультуры.

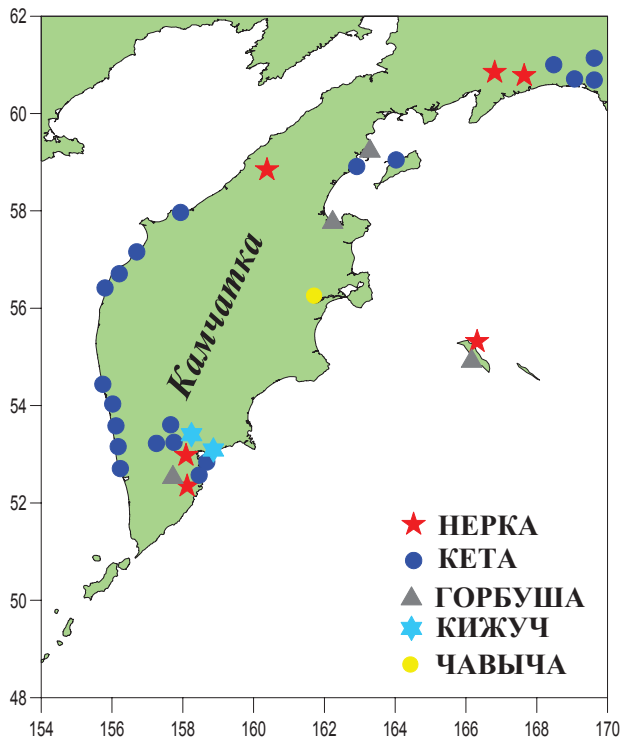
В рамках данной Программы рассматривается возможность строительства только 35 ЛРЗ (5 государственных и 30 частных) на водных объектах Камчатского края (рис. 14). Основанием выбора были предполагаемая перспективность для привлечения частных инвестиций, а также необходимость принятия государственных мер по поддержанию и восстановлению лососевых ресурсов в водоемах, наиболее сильно подверженных антропогенному воздействию.

Отбор водных объектов осуществлялся по следующим условиям: водный объект не представляет ценности для сохранения генофонда лососей; существует дефицит естественного нерестового фонда лососей; водный объект низкопродуктивен и не имеет

промыслового значения; в водном объекте популяции лососей отсутствуют или их численность сильно подорвана; существует возможность повышения рыбопродуктивности водного объекта за счет применения наукоемких технологий.

Рис. 14. Предполагаемые районы строительства новых ЛРЗ в водных объектах Камчатки по Программе «Развитие аквакультуры на территории Камчатского края на 2013–2020 гг.»

Fig. 14. The sites suggested for new salmon hatcheries establishment in Kamchatka, from the program «Development of aquaculture in Kamchatsky krai in 2013–2020»



При этом предпочтение было отдано водным объектам, где создание ЛРЗ наиболее рационально, поскольку имеются: условия для размещения ЛРЗ на расстоянии не более 10–20 км от устья, соответствующая инфраструктура (населенные пункты, развитая береговая производственная база рыбообрабатывающих предприятий и, как минимум, вездеходные подъездные дороги), термальные источники для подогрева воды.

По каждому из водных объектов данного перечня подготовлен паспорт, включающий картографические материалы и краткое описание с указанием физико-географических характеристик, продуктивности и рекомендованного объекта аквакультуры.

Разумеется, нет никаких гарантий, что потенциальные рыболовные заводы будут построены. Возможно, лишь часть проектов будет реализована. Тем не менее это конкретные шаги для потенциального развития лососеводства в Камчатском крае. Впоследствии те или иные проекты всегда могут быть скорректированы в соответствии с экономической и природоохранной целесообразностью.

Заклучение

В представленной работе изложен комплекс основных направлений биологического мониторинга тихоокеанских лососей, осуществляемого последние 10–15 лет сотрудниками КамчатНИРО на рыболовных предприятиях Камчатского края. Показаны результаты следующих исследований:

- динамика численности заводских стад лососей в базовых водоемах ЛРЗ,
- отолитное маркирование,
- биологическое состояние молоди и производителей,
- эпизоотическая обстановка на рыболовных предприятиях,
- оценка эффективности искусственного воспроизводства этого вида биоресурсов на Камчатке.

В процессе подготовки материалов был поднят ряд проблемных вопросов, которые имеют прямое отношение к развитию лососеводства в пределах Камчатского края. Наиболее значимые из них: необходимость усиления контроля нелегального промысла тихоокеанских лососей в водоемах, максимально подверженных антропогенному воздействию; повышение согласованности действий научных и производственных

структур, занимающихся искусственным воспроизведением тихоокеанских лососей; улучшение технологической базы уже существующих рыбоводных предприятий; подготовка социально-правовых и экономических предпосылок для развития аквакультурного сектора в регионе.

Учитывая, что тихоокеанские лососи относятся к видам водных биоресурсов, уровень запасов которых может быть подвержен значительным флюктуациям как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе, необходимо наращивание потенциала пастбищного лососеводства в Камчатском крае. Данные действия необходимо согласовывать с принципами рационального распределения усилий и средств поддержки условий воспроизводства диких популяций, а также с регулированием традиционного промысла с учетом возможного влияния рыб искусственного воспроизводства на структуру запасов тихоокеанских лососей в Дальневосточном регионе.

Список литературы

Акиничева Е.Г. Использование маркирования отолитов лососевых рыб для определения эффективности рыбоводных заводов // Состояние и перспективы рыбохозяйственных исследований в бассейне северной части Охотского моря. — Магадан : МагаданНИРО, 2001. — Вып. 1. — С. 288–296.

Акиничева Е.Г. Особенности сухого маркирования тихоокеанских лососей // Современные проблемы лососевых рыбоводных заводов Дальнего Востока : мат-лы Междунар. науч.-практ. семинара. — Петропавловск-Камчатский : Печатный двор, 2006. — С. 231–240.

Акиничева Е.Г., Изергин И.Л., Фомин Е.А. Об организации исследований по идентификации тихоокеанских лососей на основе термического маркирования их отолитов // Состояние рыбохозяйственных исследований в бассейне северной части Охотского моря. — Магадан : МагаданНИРО, 2004. — Вып. 2. — С. 364–374.

Акиничева Е.Г., Рогатных А.Ю. Опыт мечения лососей на рыбоводных заводах посредством термического маркирования // Вопр. ихтиол. — 1996. — Т. 36, № 5. — С. 693–698.

Акиничева Е.Г., Сафроненков Б.П., Фомин Е.А. Организация маркирования тихоокеанских лососей на ЛРЗ Дальнего Востока // Бюл. № 6 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2011. — С. 275–283.

Биологические основы марикультуры / под ред. Л.А. Душкиной. — М. : ВНИРО, 1998. — 319 с.

Бочкова Е.В. Сравнительный анализ состояния здоровья молоди кеты *Oncorhynchus keta* разного происхождения в пресноводный период жизни // Вопр. рыб-ва. — 2007. — Т. 8, № 3(31). — С. 525–537.

Бочкова Е.В., Рудакова С.Л. Влияние биотехнологий, используемых при воспроизводстве нерки, на течение эпизоотий инфекционного некроза гемопоэтической ткани // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. — Минск : Ин-т рыб. хоз-ва, 2008. — Вып. 24. — С. 387–390.

Бугаев А.В., Бугаев В.Ф., Погодаев Е.Г. Возрастная и размерно-массовая структура локальных стад нерки *Oncorhynchus nerka* некоторых нагульно-нерестовых озер Камчатского края // Наст. том.

Бугаев В.Ф. Азиатская нерка (пресноводный период жизни, структура локальных стад, динамика численности) : монография. — М. : Колос, 1995. — 464 с.

Бугаев В.Ф. Азиатская нерка — 2 (биологическая структура и динамика численности локальных стад в конце XX — начале XXI вв.) : монография. — Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2011. — 380 с.

Гаврюсева Т.В. Гистопатологические изменения при инфекционном некрозе гемопоэтической ткани (ИHN) у мальков нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) на Малкинском ЛРЗ в период эпизоотии // Вопр. рыб-ва. — 2004а. — Т. 5, № 1(17). — С. 132–146.

Гаврюсева Т.В. Гистопатологические изменения при алиментарном токсикозе у искусственно выращиваемых мальков тихоокеанских лососей на рыбоводных заводах Камчатки // Расшир. мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. «Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб». — М. : ООО Авошь-ка, 2004б. — С. 276–286.

Гаврюсева Т.В. Морфологические изменения у молоди тихоокеанских лососей из естественных водоёмов и на рыбоводных заводах Камчатки : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток : ИБМ, 2006. — 24 с.

Гаврюсева Т.В. Патоморфологический анализ заводской молоди тихоокеанских лососей Камчатки // Расшир. мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. «Проблемы патологии, им-

- мунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов-2». — М. : Россельхозакадемия, 2007а. — С. 327–331.
- Гаврюсева Т.В.** Первый случай ихтиофоза у молоди кижуча *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum) в условиях аквакультуры на Камчатке // Биол. моря. — 2007б. — Т. 33, № 1. — С. 49–53.
- Гаврюсева Т.В.** Патоморфологические изменения при алиментарном токсикозе у молоди тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus* на Камчатке // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2007в. — Вып. 9. — С. 170–184.
- Гаврюсева Т.В.** Сравнительный анализ патоморфологических изменений у молоди тихоокеанских лососей из естественных водоемов и на рыбоводных заводах Камчатки // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. — Минск : Ин-т рыб. хоз-ва, 2008. — Вып. 24. — С. 397–399.
- Гаврюсева Т.В., Сергеев Н.В., Устименко Е.А. и др.** Патогены гидробионтов Камчатки // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2012. — Вып. 25. — С. 190–207.
- Заварина Л.О.** Биология и динамика численности кеты *Oncorhynchus keta* северо-восточного побережья Камчатки : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — М. : ВНИРО, 2008. — 25 с.
- Запорожец Г.В., Запорожец О.М.** Лососевые рыбоводные заводы Дальнего Востока в экосистемах Северной Пацифики : монография. — Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2011. — 268 с.
- Запорожец О.М., Шевляков Е.А., Запорожец Г.В.** Динамика численности камчатских лососей с учетом легального и нелегального изъятия // Изв. ТИНРО. — 2008. — Т. 153. — С. 109–133.
- Зорбиди Ж.Х.** Кижуч азиатских стад : монография. — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2010. — 306 с.
- Кальченко Е.И., Гаврюсева Т.В., Юрьева М.И.** Физиолого-биохимические показатели молоди кеты при выращивании на импортных комбикормах // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2009. — Вып. 12. — С. 58–71.
- Карманова И.В.** Паразиты тихоокеанских лососей в эпизоотической обстановке паразитозов в бассейне реки Паратунки (Камчатка) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — М. : Ин-т Паразитол. РАН, 1998. — 23 с.
- Кудзина М.А.** Оценка доли лососей искусственного происхождения в бассейне р. Большая по данным отолитного мечения // Современные проблемы лососевых рыбоводных заводов Дальнего Востока : мат-лы Междунар. науч.-практ. семинара. — Петропавловск-Камчатский : Печатный двор, 2006. — С. 242–250.
- Кудзина М.А., Давидюк Д.А.** Исследование особенностей формирования возрастной структуры с использованием данных по отолитному мечению у лососей из бассейна р. Большая // Популяционная биология, генетика и систематика гидробионтов. — Петропавловск-Камчатский, 2005. — Т. 1. — С. 196–206.
- Кудзина М.А., Давидюк Д.А., Растягаева Н.А. и др.** Опыт массового маркирования лососей на ЛРЗ Камчатки // Мат-лы науч.-практ. конф. с международ. участием «Интенсивная аквакультура на современном этапе развития». — Махачкала : ДГУ, 2013. — С. 74–78.
- Лабораторный практикум по болезням рыб** / под ред. В.А. Мусселиус. — М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1983. — С. 28–36.
- Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Паразитические простейшие** / под ред. О.Н. Бауера. Т. 1. — Л. : Наука, 1984. — 431 с.
- Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Паразитические многоклеточные** / под ред. О.Н. Бауера. Т. 3. — Л. : Наука, 1987. — 583 с.
- Растягаева Н.А.** Возраст возврата кеты и нерки искусственного воспроизводства, определенный по отолитам, и сравнение с данными по чешуе // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : тез. докл. 12-й междунар. науч. конф., посвящ. 300-летию со дня рождения С.П. Крашенинникова. — Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2011. — С. 84–85.
- Растягаева Н.А.** Некоторые результаты идентификации лососей различного происхождения и определения их возрастной структуры разными методами // Вестн. КамчатГТУ. — 2013. — Вып. 23. — С. 72–77.
- Рогатных А.Ю., Акиничева Е.Г., Сафроненков Б.П.** Методы массового мечения лососей: проблемы и перспективы их внедрения в практику // Рыбоводство и рыболовство. — 2002. — № 1. — С. 49–51.
- Ромаденкова Н.Н.** Биологическое состояние молоди тихоокеанских лососей, выпущенных с рыбоводных заводов Камчатского края в 2012 г. // Вестн. КамчатГТУ. — 2013. — Вып. 26. — С. 48–54.

Рудакова С.Л. Анализ развития эпизоотии, вызванной вирусом инфекционного некроза гемопоэтической ткани (IHNV) у мальков нерки *Oncorhynchus nerka* при искусственном выращивании (Камчатка) // *Вопр. рыб-ва.* — 2004. — Т. 5, № 2(18). — С. 362–374.

Рудакова С.Л. Изменение экстенсивности поражения эритроцитов VEN-подобными включениями у заводских сеголеток кеты *Oncorhynchus keta* Walbaum (Salmonidae) в процессе роста // *Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана.* — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2002. — Вып. 6. — С. 314–317.

Рудакова С.Л. Некроз гемопоэтической ткани у производителей нерки и предполагаемые источники инфекции // *Вопр. рыб-ва.* — 2003. — Т. 4, № 1(13). — С. 93–102.

Рудакова С.Л. Профилактика и контроль инфекционного некроза гемопоэтической ткани (IHNV) на лососевых рыбоводных заводах // *Вет. практика.* — 2009. — № 1(44). — С. 30–37.

Рудакова С.Л., Устименко Е.А., Гаврюсева Т.В. и др. Профилактика и контроль заболеваемости молоди на лососевых рыбоводных заводах Камчатки как одно из направлений повышения эффективности воспроизводства // *Современные проблемы лососевых рыбоводных заводов Дальнего Востока : мат-лы Междунар. науч.-практ. семинара.* — Петропавловск-Камчатский : Печатный двор, 2006. — С. 87–92.

Рудакова С.Л., Устименко Е.А., Гаврюсева Т.В. и др. Эпизоотическая обстановка на ЛРЗ Камчатки и состояние здоровья производителей, используемых для воспроизводства тихоокеанских лососей в 2004 г. // *Расширен. мат-лы Всерос. науч.-практ. конф.-семинара «Эпизоотический мониторинг в аквакультуре: состояние и перспективы».* — М. : Россельхозакадемия, 2005. — С. 101–104.

Рудакова С.Л., Устименко Е.А., Гаврюсева Т.В., Бочкова Е.В. Эпизоотологические проблемы на лососевых рыбоводных заводах Камчатки и пути их решения // *Мат-лы Всерос. конф. с междунар. участием «Проблемы и перспективы использования водных биоресурсов Сибири в XXI веке».* — Красноярск : ФГНУ НИИЭРВ, 2009. — С. 131–136.

Рыбы реки Камчатка : монография / В.Ф. Бугаев, Б.Б. Вронский, Л.О. Заварина и др. — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2007. — 459 с.

Справочник ветеринарного врача-ихтиопатолога / под ред. П.П. Соторова. — М. : Росзоветснабпром, 1999. — 245 с.

Уикли Б. Электронная микроскопия для начинающих : монография. — М. : Мир, 1975. — 324 с.

Устименко Е.А. Бактериальные инфекции у молоди нерки на рыбоводных заводах Камчатки // *Мат-лы Междунар. конф. «Современное состояние водных биоресурсов».* — Новосибирск : Агрос, 2008а. — С. 402–404.

Устименко Е.А. Бактерии — возбудители заболеваний тихоокеанских лососей на рыбоводных заводах Камчатки // *Вопросы рыбного хозяйства Беларуси.* — Минск : Ин-т рыб. хоз-ва. — 2008б. — Вып. 24. — С. 496–498.

Устименко Е.А. Бактериальные инфекции у тихоокеанских лососей при искусственном воспроизводстве на Камчатке : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2012. — 24 с.

Устименко Е.А. Признаки бактериальной жаберной болезни у молоди кижуча *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum) на Виллойском рыбоводном заводе (Камчатка) // *Вопр. рыб-ва.* — 2006. — Т. 7, № 3(27). — С. 436–445.

Устименко Е.А., Гаврюсева Т.В., Сергеенко Н.В. Признаки алиментарного токсикоза у молоди тихоокеанских лососей на рыбоводных заводах Камчатки // *Мат-лы науч.-техн. конф. «Экологические и социально-экономические проблемы Камчатки».* — Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2003. — С. 21–32.

Чернышева Н.Б., Кузнецова Е.В., Воронин В.Н., Стрелков Ю.А. Паразитологическое исследование рыб. Методическое пособие. — СПб. : ГОСНИОРХ, 2009. — 20 с.

Шунтов В.П., Волвенко И.В., Темных О.С. и др. К обоснованию экологической емкости дальневосточных морей и субарктической Пацифики для пастбищного выращивания тихоокеанских лососей. Сообщение 1. Нагульные акватории тихоокеанских лососей // *Изв. ТИНРО.* — 2010а. — Т. 160. — С. 149–184.

Шунтов В.П., Волков А.Ф., Долганова Н.Т. и др. К обоснованию экологической емкости дальневосточных морей и субарктической Пацифики для пастбищного выращивания тихоокеанских лососей. Сообщение 2. Состав, запасы и динамика зоопланктона и мелкого нектона — кормовой базы тихоокеанских лососей // *Изв. ТИНРО.* — 2010б. — Т. 160. — С. 185–208.

Шунтов В.П., Найдено С.В., Заволокин А.В. и др. К обоснованию экологической емкости дальневосточных морей и субарктической Пацифики для пастбищного выращивания тихоокеанских лососей. Сообщение 3. Суточная ритмика питания, состав рационов и избирательность питания тихоокеанских лососей // *Изв. ТИНРО.* — 2010в. — Т. 161. — С. 3–24.

Шунтов В.П., Темных О.С., Найдено С.В. и др. К обоснованию экологической емкости дальневосточных морей и субарктической Пацифики для пастбищного выращивания тихоокеанских лососей. Сообщение 4. Влияние фактора плотности на обеспеченность тихоокеанских лососей пищей и их роль в потреблении кормовой базы нектона // Изв. ТИПРО. — 2010г. — Т. 161. — С. 25–52.

Austin B., Austin D.A. Methods for the microbiological examination of fish and shellfish. — Ellis Horwood Limited, Chichester, England, 1989. — 260 p.

Bancroft D., Stevens A., Turner D.R. Theory and practice of histological techniques. — Edinburgh ; L. ; Melbourne ; N.Y. : Churchill Livingstone Inc., 1990. — 725 p.

Clark J.H., McGregor A., Mecum R.D. et al. The commercial salmon fishery in Alaska : Alaska Fish. Res. Bull. — 2006. — Vol. 12, № 1. — 146 p.

Fish pathology Section Laboratory Manual / ed. T.R. Meyers. : Alaska Dep. Fish and Game, Spec. Publ. — 2000. — № 12. — 191 p.

Glauert A.M. Fixation, dehydration and embedding of biological specimens. Practical methods in electron microscopy. — North-Holland, 1991. — 207 p.

Holt J.G., Krieg N.R., Sneath P.H.A. et al. Bergey's manual of determinative bacteriology. — Baltimore : Wilkins, 1994. — 787 p.

Irvine J.R., Fukuwaka M., Kaga T. et al. Pacific salmon status and abundance trends : NPAFC Doc. — 2009. — № 1199. — 153 p.: <http://www.npafc.org>.

Kudzina M.A. The use of the method of mass marking of salmon for the studies of age structure of wild and hatchery adult sockeye salmon // NPAFC, Techn. Rep. — 2004. — № 5. — С. 120–122.

Myers K.W. NPAFC sockeye scale aging test : NPAFC Doc. — 1998. — № 361. — 6 p.: <http://www.npafc.org>.

Post G. Textbook of fish health. — Neptune City : T.F.H. Publ., 1987. — 288 p.

Rastyagaeva N.A. Some results of salmon origin identification and of figuring out the age structure of identified stocks by different methods // PICES Book of abstracts. — Sidney, Canada, 2013. — P. 150.

Sergeenko N.V., Ustimenko E.A. Characterization of strains of *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* isolated from spawning salmon in fish hatcheries on Kamchatka // Health and Diseases of Aquatic Organisms: Bilateral Perspectives. — Living Oceans foundation, Michigan State University, 2005. — P. 256–259.

Поступила в редакцию 30.09.14 г.