

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САХАЛИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

В. Н. ЕФАНОВ, А. В. БОЙКО

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
И ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ИСКУССТВЕННОГО
ВОСПРОИЗВОДСТВА ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ
НА СОВРЕМЕННЫХ РЫБОВОДНЫХ ЗАВОДАХ
САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Монография

Южно-Сахалинск
Издательство СахГУ
2014

SAKHALIN STATE UNIVERSITY

V. N. YEFANOV, A. V. BOIKO

**ENVIRONMENTAL SPECIAL ASPECTS
AND OPTIMIZATION OF AN ARTIFICIAL
REPRODUCTION CONDITIONS FOR PACIFIC SALMON
AT THE ACTUAL FISH HATCHERIES
OF SAKHLAIN REGION**

Monograph

Yuzno-Sakhalinsk
SSU Press
2014

УДК
ББК

Е

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Христофорова Надежда Константиновна, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры ШЕН Федерального бюджетного государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Дальневосточный федеральный университет»;

Веселов Алексей Елпидифорович, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник государственного бюджетного учреждения науки Институт биологии Карельского научного центра Российской академии наук.

Ефанов, В. Н. Экологические особенности и оптимизация условий искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей на современных рыбоводных заводах Сахалинской области : монография / В. Н. Ефанов, А. В. Бойко. – Южно-Сахалинск : изд-во СахГУ, 2014. – 124 с.

ISBN

В книге представлены многолетние исследования по воспроизводству лососей на рыбоводных заводах Сахалинской области, использующих современное рыбоводное оборудование. В процессе исследований установлены, апробированы и подтверждены оптимумы важнейших экологических факторов (абиотических: температура воды, содержание растворенного кислорода, расходы воды и биотических: плотность посадки, заболеваемость икры и молоди) для каждого из этапов воспроизводства горбуши и кеты – основных объектов промысла на Дальнем Востоке России.

Показано, что интегральная сумма отклонений факторов среды от оптимума на различных этапах онтогенеза при искусственном воспроизводстве определяет выживаемость молоди, а соответственно и коэффициент ее возврата: чем она больше, тем меньше возврат рыбы и наоборот.

Для студентов высшего и среднего образования направления водные биоресурсы и аквакультура в качестве дополнительного учебного пособия, аспирантов, исследующих воспроизводство и разведение лососей в зависимости от условий среды, практикующих рыбоводов, а также для всех, интересующихся современным воспроизводством лососей.

THE REVIEWERS:

Khristoforova Nadezhda Konstantinovna, Doctor of Biological Science, professor, Honored Scientist of RF, the professor of Federal Budgetary State Educational Establishment of higher Education «Far East Federal University»;

Veselov Alexey Elpidiforovich, Doctor of Biological Science, the professor, chief research worker of the State Budgetary Institution of Science, the Institute of Biology in Karelsky Scientific Centre, Russian Academy of Science.

Yefanov V. N., Boiko A. V. Environmental special aspects and optimization of an artificial reproduction conditions for Pacific Salmon at the actual fish hatcheries of Sakhalin Region. – Yuzhno-Sakhalinsk : SSU Press, 2014. – p.

ISBN

The book presents longstanding researches on the subject of Pacific Salmon reproduction at the fish hatcheries of Sakhalin Region, which are applying present-day equipment. During the conducted research the following optimums of highly important ecological factors for each stage of Keta and Salmon reproduction as two main cropping objects in the Far East of Russian Federation have been identified, approbated and confirmed: Abiotic: the water temperature, the level of dissolved oxygen, stage of flow; Biotic: stocking density, the level of morbidity of spawn and young fish.

It has been shown that survivability as well as the turn-up coefficient of young fish in the terms of artificial reproduction depends on an integral sum of deviation of the environment from the optimum on the different stages of ontogeny: the higher is an integral sum, the lower is a turn-up coefficient and vice-versa.

For the students of higher and secondary educational establishments at the faculties of aquatic bioresources and mariculture as an additional learning guide; for Ph. D Students studying reproduction and incubation of the Salmon depending on the environment; for practicing fish-farmers; for anyone who is interested in a present-day Salmon reproduction.

© Ефанов В. Н., 2014
© Бойко А. В., 2014
© Сахалинский государственный университет, 2014
© Yefanov V. N., 2014
© Boiko A. V., 2014
© SSU Press

ISBN

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Обзор литературы. История искусственного разведения рыб	14
1.1 Первые шаги разведения лососей.....	14
1.2 Рыбоводное хозяйство Сахалинской области	17
2 Район работ, материал и методы.....	21
3 Выбор расположения пункта сбора икры и условия отбора производителей для искусственного воспроизводства	25
3.1 Расположение пункта сбора икры	25
3.2 Отбор производителей для искусственного разведения	26
3.3 Выдерживание производителей	27
3.4 Определение стадии зрелости половых продуктов и обездвижение производителей.....	33
4 Сбор и закладка икры на инкубацию	35
4.1 Изъятие половых продуктов	35
4.2 Осеменение и оплодотворение икры	37
4.3 Промывка икры и подготовка ее к инкубации.....	38
4.4 Набухание икры	40
4.5 Учет икры и размещение в инкубационные аппараты.....	44
4.6 Инкубация икры	45
4.7 Влияние факторов среды на развитие эмбрионов.....	50
4.8 Уход за рыбоводной продукцией в период инкубации	52
4.9 Контроль заболеваемости, профилактические и лечебные мероприятия.....	57
4.10 Наиболее опасные заболевания икры, личинок и молоди на ЛРЗ Сахалинской области	58
5 Выдерживание предличинок, подращивание личинок и выращивание молоди тихоокеанских лососей.....	65
5.1 Подготовка питомных каналов.....	65
5.2 Выклев свободных эмбрионов.....	70
5.3 Выдерживание свободных эмбрионов (период покоя)	75
5.4 Подращивание личинок	82
5.5 Выращивание молоди. Важность организации подкормки молоди тихоокеанских лососей	83
5.6 Начало подкормки	85
5.7 Результаты кормления молоди различными видами кормов	87
6 Выпуск молоди тихоокеанских лососей в естественные водотоки и эффективность работы рыбоводных заводов Сахалинской области.....	99
6.1 Выпуск молоди лососей.....	99
6.2 Эффективность работы рыбоводных заводов	103
ВЫВОДЫ.....	110
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	111
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	122

ВВЕДЕНИЕ

В условиях усиления антропогенного воздействия на популяции рыб и среду их обитания одним из основных путей восстановления запасов служит искусственное разведение на современных рыбоводных заводах. Что касается северной Пацифики, то в этом регионе наибольшее внимание в направлении искусственного разведения уделяют тихоокеанским лососям. Именно они являются источником высококачественной пищевой продукции, традиционным объектом промысла и, несмотря на высокую цену, пользуются неизменной популярностью на мировом рынке. Однако спрос на них в полной мере не удовлетворяется. В связи с увеличивающейся потребностью на продукцию, вырабатываемую из тихоокеанских лососей и ограниченным потенциалом естественного воспроизводства, возрастает роль искусственного разведения.

В настоящее время такие страны как США, Япония, Канада и Россия выращивают и выпускают в океан более 4 млрд. мальков. При этом доля России составляет 25 % от общего выпуска мальков, из которых 20 % приходится на Сахалинскую область. Столь значительная роль Сахалинской области в воспроизводстве тихоокеанских лососей обусловлена тем, что именно здесь высокое качество нерестилиц сочетается с благоприятными условиями среды в прибрежных водах Охотского моря. Именно поэтому здесь один из самых высоких в мире показателей продукции с квадратного метра нерестилиц (в среднем, более 6 кг/м²).

Однако, нерестовая площадь сахалинских рек невелика, и составляет всего 24,5 млн. м², в сравнении, например, с камчатскими реками, где площадь нерестилиц оценивается в 350 млн. м². Более того, активная работа по разработке и прокладке нефтегазопроводов на протяжении более 800 км через естественные водотоки, несомненно, ставит под угрозу само существование естественного нереста. Факт влияния прокладки нефтегазопроводов на естественные нерестилища на участках протяженностью 500–600 м ниже его прокладки установлен и подробно описан [39].

В то же время, в сочетании с уникальным естественным воспроизводством лососей, на ряде рек функционируют весьма эффективные рыбоводные заводы по разведению горбуши и кеты. В настоящее время на Сахалине и Курильских островах функционируют 38 лососевых рыбоводных заводов различных форм собственности (11 федеральных, 5 в аренде и 22 частных) [42] (табл. 1). Расположение заводов, мощность которых по выпуску сегодня составляет 227,13 млн. мальков горбуши, 480,03 млн. мальков кеты, 1,16 млн. мальков кижуча и 0,26 млн. мальков симы, представлено на рис. 1 и 2.

Таблица 1

Перечень действующих рыбоводных предприятий Сахалинской области, по состоянию на 01.04.2013 (по данным СКТУ ФАР)

№	Базовый водоток ЛРЗ	Наименование ЛРЗ	Организация, собственник ЛРЗ	Вид ВБР
1	ручей Рыбоводный бассейн р. Тымь	Адо-Тымовский	ФГБУ «Сахалинрыбвод»	кета
				кижуч
2	р. Пиленга	«Тымовское»	ООО «Пиленга-98»	горбуша
				кета

Продолжение таблицы 1

№	Базовый водоток ЛРЗ	Наименование ЛРЗ	Организация, собственник ЛРЗ	Вид ВБР
3	ручей Рыбоводный бассейн р. Поронай	Побединский	ФГБУ «Сахалинрыбвод»	кета
4	р. Буюклинка бассейн р. Поронай	Буюкловский	ФГБУ «Сахалинрыбвод»	кета кижуч
5	р. Нитуй	«Нитуй»	ООО «Туровка»	горбуша
6	р. Лазовая	«Лазовой»	ООО «ЛРЗ Лазовой»	кета
7	р. Тихая	«Тихая»	ООО «Охранник-3»	горбуша
8	р. Сенька бассейн р. Пугачевка	Пугачевский	ЗАО «Островной»	горбуша
9	р. Мануй	«Мануй»	ООО «РРЗ Арсентьевка»	горбуша
10	р. Ай	«Ай»	ООО «Лосось-2004»	горбуша кета
11	р. Фирсовка	«Фирсовка»	ООО «Меридиан»	горбуша кета
12	р. Бахура	«Бахура»	ООО «Дельта»	горбуша кета
13	р. Залом бассейн р. Найба	«Залом»	СП ООО «Пиленга Годо»	кета
14	р. Белая бассейн р. Найба	Соколовский	ФГБУ «Сахалинрыбвод»	горбуша кета сима
15	р. Б. Такой бассейн р. Найба	Березняковский	ФГБУ «Сахалинрыбвод»	кета
16	р. Знаменка бассейн р. Очепуха	Лесной	ООО «Салмо»	горбуша кета
17	р. Ударница бассейн оз. Тунайча	Охотский	ООО «Салмо»	кета
18	р. Долинка	«Долинка»	ООО «Долинка»	горбуша кета
19	р. Островка, р. Чиркова	«Монетка»	ЗАО «Пиленга»	горбуша кета
20	р. Игривая	«Игривая»	ЗАО «Пиленга»	горбуша кета
21	р. Быстрая бассейн р. Лютога	Анивский	ФГБУ «Сахалинрыбвод»	горбуша кета сима
22	р. Таранай	Таранайский	ФГБУ «Сахалинрыбвод»	горбуша кета
23	р. Ольховатка	«Ольховатка»	ООО «Олимп»	горбуша кета

Окончание таблицы 1

№	Базовый водоток ЛРЗ	Наименование ЛРЗ	Организация, собственник ЛРЗ	Вид ВБР
24	р. Ясноморка	Ясноморский	ФГБУ «Сахалинрыбвод»	кета
25	р. Заветинка	Сокольниковский	ФГБУ «Сахалинрыбвод»	кета
26	р. Сова	ЛРЗ на р. Сова	ОАО ЛРЗ «ДОРИМП»	кета
27	р. Калинка	Калининский	ФГБУ «Сахалинрыбвод»	кета
28	р. Красноярка	«Красноярка»	ООО «Нерест»	горбуша кета
29	р. Черная Речка	Урожайный	ФГБУ «Сахалинрыбвод»	горбуша кета сима
30	р. Курилка	Курильский	ЗАО «Гидрострой»	горбуша кета
31	р. Рейдовая	Рейдовый	ЗАО «Гидрострой»	горбуша кета
32	руч. Скальный	«Скальный»	ООО Компания «Буг»	горбуша кета
33	руч. Безымянный бассейн р. Куйбышевка	«Куйбышевский»	ООО «Континент»	горбуша кета
34	руч. Безымянный, бассейн оз. Большое Куйбышевское	«Озеро»	ООО «Континент»	кета
35	р. Осенняя	«Осенний»	ООО «Скит»	кета
36	руч. Болотный, бассейн р. Цирк	«Океанский»	ООО «Минеральные источники Итурупа»	кета
37	бухта Оля	«Бухта Оля»	ЗАО «Гидрострой»	кета
38	бухта Китовая	«Китовый»	ЗАО «Гидрострой»	кета
ВСЕГО по Сахалинской области				38

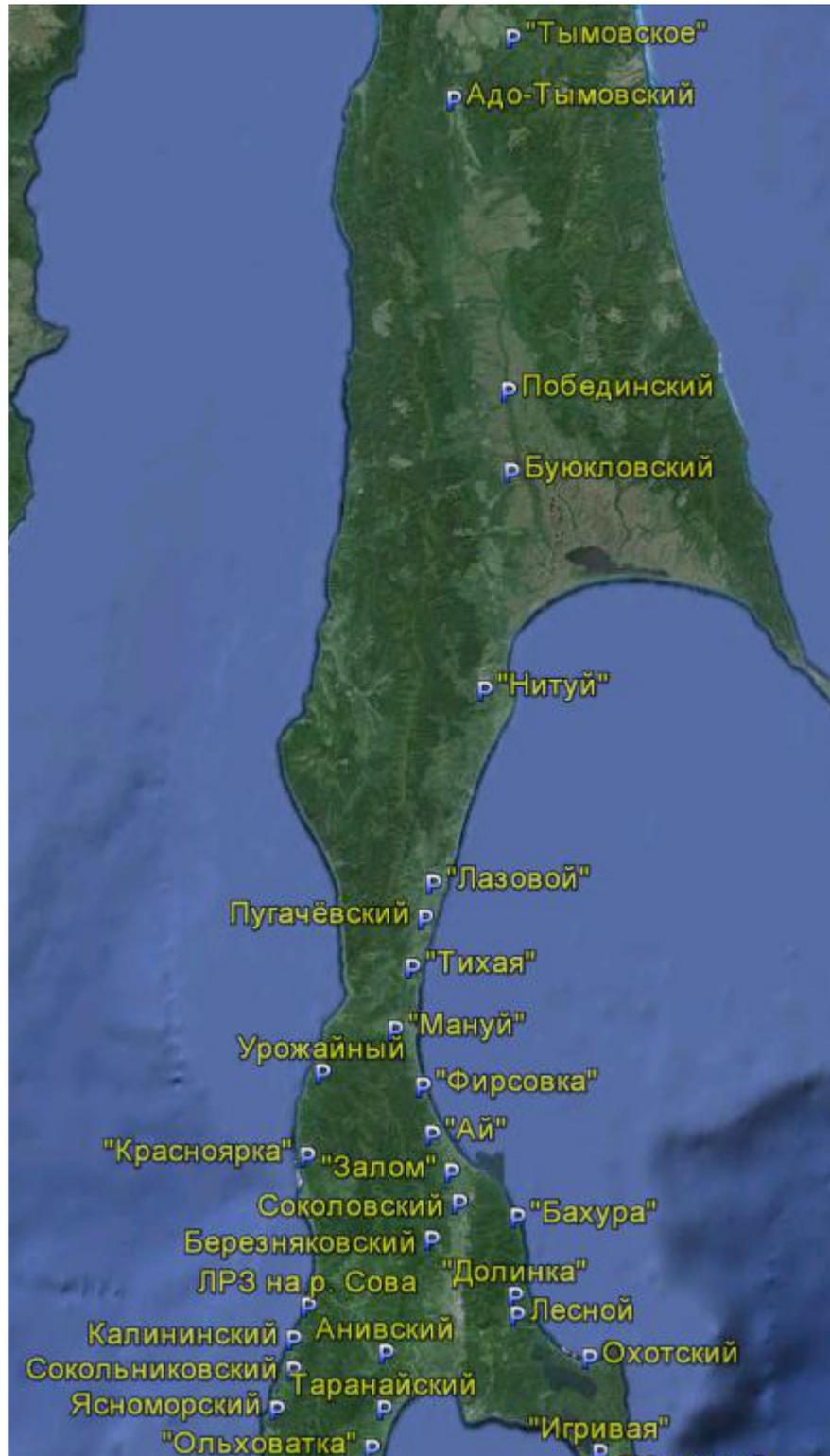


Рис. 1. Расположение рыбоводных заводов на о. Сахалин

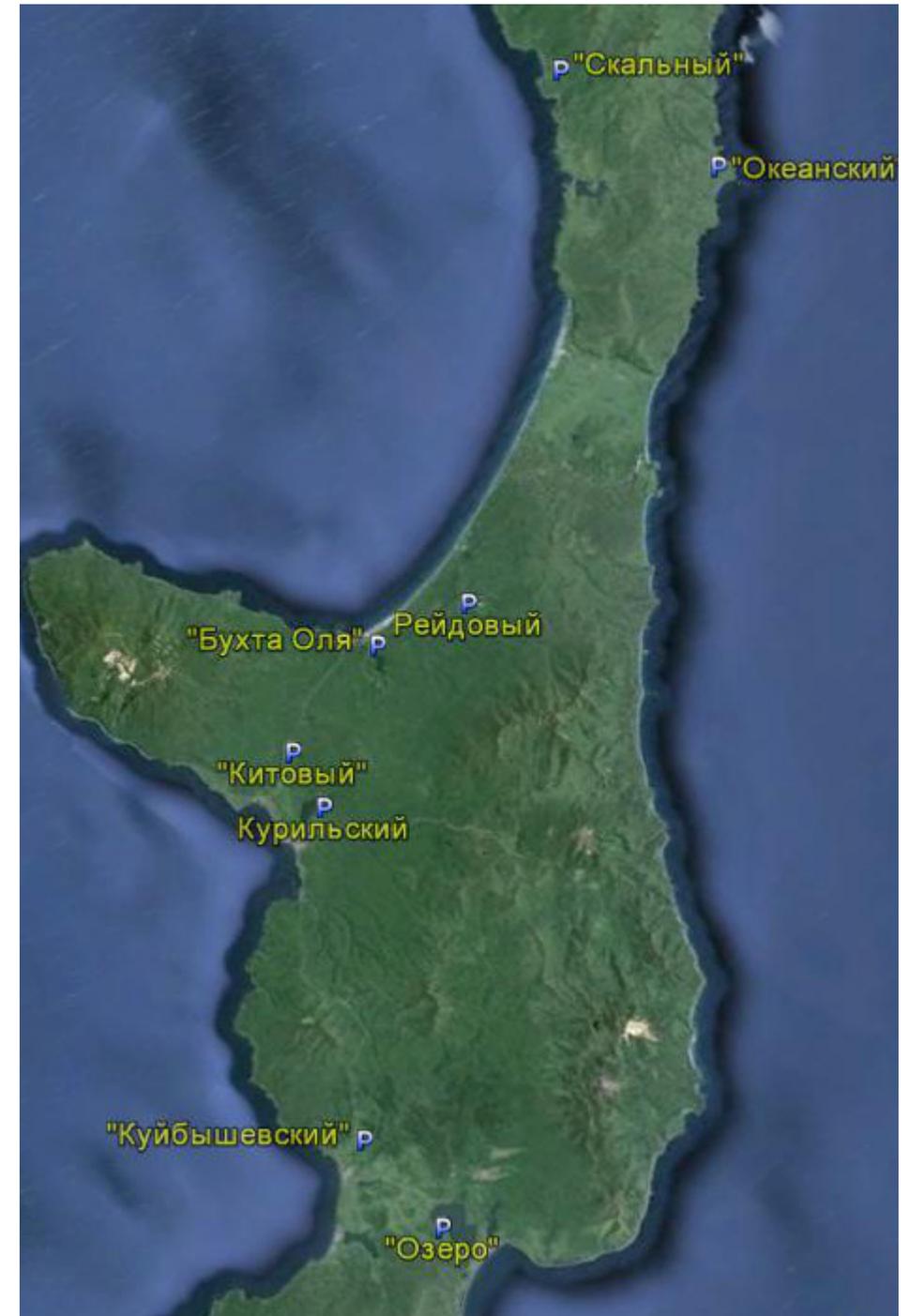


Рис. 2. Расположение рыбоводных заводов на о. Итуруп

В ближайшем будущем планируется проектирование и строительство еще порядка пятидесяти рыбоводных предприятий в различных районах Сахалинской области. Этот процесс является следствием принятия 21 июля 2008 г. Концепции

искусственного разведения тихоокеанских лососей и развития марикультуры на период до 2020 г. Однако, как в самой концепции, так и в сопровождающих ее документах рассмотрены лишь условия для строительства рыбоводных предприятий, то есть, расписаны управленческие и инженерные задачи.

Само по себе строительство новых рыбоводных заводов несет большой положительный эффект, однако этот эффект достигается лишь в том случае, когда их строительство, в части выбора объекта рыборазведения, места размещения, определение мощности и технологии воспроизводства строго базируется на научном, экологическом подходе, учитывающем все особенности экологических требований вида. Только в этом случае усилия в искусственном разведении тихоокеанских лососей дадут положительный результат в деле сохранения генетической структуры разводимых популяций и сохранения и приумножения их запасов. Если размещение рыбоводного завода и объекта искусственного разведения будет рассматриваться лишь с инженерной точки зрения (удобные подъездные пути, наличие воды, желание заказчика и пр.), то эффект от такого капиталовложения в искусственное разведение рыбы может быть не только незначительным, но и отрицательным [38; 39].

Наглядно неверный подход к строительству рыбоводных заводов был проиллюстрирован еще на заре советского государства. Тогда для восстановления былых уловов численностью в 90 тыс. тонн, одними из первых на советском Дальнем Востоке (в 1928–1932 гг.) были построены Тепловский и Биджанский ЛРЗ, в 1200 и 1500 км выше устья р. Амур. Основателями идеи их постройки были В. К. Солдатов и И. И. Кузнецов [82; 83; 84]. Однако, за 75 лет существования Амурских ЛРЗ, численность осенней кеты в реках, на которых эти ЛРЗ расположены, не увеличилась. Стратегические ошибки в организации искусственного воспроизводства лососей в Амуре, по мнению С. Ф. Золотухина [49], следующие:

1. Неправильный выбор места расположения большинства ЛРЗ.
2. Сохранение монокультуры (только осенняя кета и ничего более).
3. Межпопуляционные перевозки.
4. Отсутствие собственной научно-исследовательской структуры.

В 90-е годы двадцатого столетия начались работы по модернизации и реконструкции заводов Сахалинской области. На реконструкцию заводов и закупку импортного оборудования и кормов были выделены значительные капиталовложения, позволившие осуществить реконструкцию 19 рыбоводных предприятий, с поставкой современного японского рыбоводного оборудования. Более того, непосредственно японскими специалистами было построено три завода. Далее, строительство заводов осуществляли за счет частных инвестиций.

За прошедший после реконструкции срок на различных заводах накоплен значительный опыт, который носит чисто эмпирический характер и не систематизирован. Оптимальные условия и соответствие им в производстве учтены только в инструкции, разработанной во всем дальневосточном регионе лишь для Приморских ЛРЗ сотрудниками ТИПРО, под руководством В. Г. Марковцева.

В отечественной науке в настоящее время уже накоплен обширный материал по особенностям биологии развития различных видов тихоокеанских лососей [29; 127; 32; 125; 14; 149; 72; 168]. Но, несмотря на ряд исследований А. И. Смирнова, А. Н. Канидьева, В. Н. Иванкова, В. Г. Марковцева, Н. Б. Хорвиной, Л. Л. Хованской, И. Е. Хованского и др., до настоящего времени не дана оценка влияния факторов среды на воспроизводство лососей, в частности, не отбыла произведена оценка зависимости выживаемости тихоокеанских лососей на ранних этапах онтогенеза от суммы отклонений значений от оптимума

основных абиотических факторов. Кроме того, отсутствует методика, учитывающая оптимальные экологические условия на каждом из этапов искусственного воспроизводства горбуши и кеты.

Необходимость приближения заводских условий содержания рыб к оптимальным естественным продиктована выпуском искусственно воспроизведенной молоди в природную среду, поэтому современные биотехнологии искусственного разведения рыб в условиях лососевых ЛРЗ должны широко использовать экологические методы управления развитием рыбоводной продукции [64; 104; 103; 143; 145; 74]. Управление развитием в условиях современных ЛРЗ, может и должно осуществляться на всех этапах онтогенеза, за счет оптимизации основных факторов среды таких как: температура, содержание в воде кислорода, ее гидрохимический состав, плотность икры, личинок и мальков на различных этапах онтогенеза. Кроме того, весьма важна оптимизация кормления молоди искусственными или естественными кормами до достижения молодью определенной длины и массы. Расположение, устройство и оборудование заводов должны не только обеспечивать условия развития икры и молоди, близкие к их экологическому оптимуму, но и давать возможность управления процессами развития рыб на различных этапах жизненного цикла [117].

Несмотря на большое количество уже построенных и еще строящихся рыбоводных предприятий, определенную опасность для сохранения биоразнообразия тихоокеанских лососей представляет неграмотный подход к планированию и управлению рыбными запасами. До настоящего времени приходится встречаться с переоценкой сходства нерестилищ разных видов и особенно часто с недоучетом специфики экологии внутривидовых группировок [129], несмотря на то, что автор теории экологических групп рыб писал: «Приспособления рыб к условиям размножения и развития отражают в себе не только существенные экологические моменты эмбрионального периода, но также существенные моменты всех остальных периодов жизни. Они накладывают печать на биологию взрослых рыб, определяют характер миграций, возможности переселений и пределы распространения рыб» [82].

Сравнение условий обитания лососей убеждает в специфичности мест размножения и нагула, которая присуща не только каждому виду, но и внутривидовым группировкам разного ранга. В этой связи приобретают глубокий смысл взгляды тех экологов – физиологов, которые утверждают, что «специфичность среды обитания определяется механизмами поведения животного, которые ограничивают ее условиями гораздо более узкими по сравнению с теми, в которых животное может выжить» [11].

Как утверждали многие исследователи [52; 49; 127; 170; 8; 33; 157; 171 и др.], в каждой реке нерестятся различные сезонные расы, мигрирующие из океана в реки в разные сроки. Имеется большое количество генетически отличающихся друг от друга стад. Современные представления о генетическом разнообразии тихоокеанских лососей характеризуются понятием «популяционная структура», которое рассматривает различные иерархические уровни вида. Фактически биологическое разнообразие лососей проявляется на внутривидовом и популяционном уровнях. Основное подразделение каждого вида на популяции определяется тем, что тихоокеанские лососи в большинстве своем возвращаются на нерест в те же реки, откуда они скатились мальками.

На основе наблюдений в исследовании динамики численности популяционных генофондов тихоокеанских лососей показано, что в настоящее время имеется выявляемое по биохимическим маркерам уменьшение генетического разнообразия искусственно поддерживаемых популяций [162; 1; 2; 6; 4; 5; 41

и др.]. Направленный отбор зрелых производителей на рыбоводных заводах ведет к возврату быстро созревающих рыб. Это более удобно с точки зрения рыбоводов, поскольку позволяет выдерживать производителей в садках до созревания половых продуктов наименьшее время, но, в то же время, генетически закрепляет в стаде быстро созревающих производителей. А быстрое созревание также означает более выраженные брачные изменения и худшее качество мяса еще до захода в реки, особенно в короткие реки Сахалина и Курил [123; 47; 6].

Поддержание множества локальных популяций – надежное средство сохранения вида в условиях усиливающегося техногенного воздействия на нерестовые реки через строительство различного рода сооружений в пределах водосбора и шельфа Дальнего Востока, в частности, развития нефтедобычи с морского дна, где велик риск крупномасштабных экологических катастроф [35]. Сохранение биологического разнообразия тихоокеанских лососей весьма важно, по причине их основополагающей роли в экономике отрасли региона. Для этого необходимо проводить целый ряд мероприятий. В частности, требуется мониторинг стад лососей по биологическим и генетическим характеристикам, а также мониторинг состояния нерестилищ и кормовой базы побережья; моделирование и расчет запасов на основе уравнения динамики численности с учетом основных факторов воспроизводства [115; 36]; периодический пропуск в реки ранней рыбы для естественного и искусственного воспроизводства. При проектировании строящихся заводов нужно предусмотреть их расположение на реке таким образом, чтобы производители начала, середины и конца хода, нерестящиеся в естественных условиях, соответственно в верховьях средних и нижних участках реки, использовались для закладки икры пропорционально количеству производителей в нативной среде.

Цель работы: выявить оптимальные экологические условия искусственного разведения тихоокеанских лососей на всех этапах онтогенеза для рыбоводных предприятий современного типа в условиях Сахалинской области. Для достижения цели исследований решали следующие **задачи:**

1. Выявить оптимумы основных абиотических факторов для ранних этапов онтогенеза в условиях рыбоводных заводов; оценить зависимость между оптимальными условиями среды и эффективностью воспроизводства, выраженной в коэффициенте возврата.

2. Установить оптимальное расположение пункта сбора икры и процесса отбора производителей для искусственного разведения горбуши и кеты.

3. Сравнить сбор и закладку икры на инкубацию для искусственного разведения горбуши и кеты в условиях старых и современных лососевых рыбоводных заводов и выявить оптимальные условия среды во время инкубации.

4. Выяснить оптимальные соотношения экологических факторов для выдерживания предличинок, подращивания личинок и выращивания молоди.

5. Изучить требования молоди к среде для ее выпуска с рыбоводных заводов в естественные водотоки, выявить оптимальные сроки выпуска.

Объект исследования: горбуша и кета на разных этапах онтогенеза в условиях искусственного воспроизводства.

Предмет исследования: выявление оптимальных экологических факторов, обеспечивающих успех воспроизводства на всех его этапах.

Научная новизна: установлены, апробированы и подтверждены оптимумы важнейших экологических факторов (абиотических: температуры воды, содержания растворенного кислорода, расходов воды и биотических: плотности посадки, заболеваемости икры и молоди) для каждого из этапов воспроиз-

водства горбуши и кеты – основных объектов промысла на Дальнем Востоке России. Интегральная сумма отклонений факторов среды от оптимума воспроизводства по этапам онтогенеза определяет выживаемость молоди, а соответственно и коэффициент возврата: чем она больше, тем ниже возврат рыбы и наоборот.

В процессе исследований показано следующее:

Оптимальные экологические факторы для воспроизводства горбуши и кеты в Сахалинской области на всех этапах складываются из соответствия технических возможностей реконструированных рыбоводных заводов природным условиям региона.

Максимальной эффективности искусственного воспроизводства можно добиться, только при строгом соблюдении оптимальных экологических условий на всех этапах онтогенеза.

Практическая значимость. Соблюдение выявленных в исследовании оптимумов экологических факторов в условиях искусственного воспроизводства позволит повысить эффективность ЛРЗ.

Личное участие авторов: А. В. Бойко лично участвовала в сборе, обработке и анализе материала, работая на ЛРЗ Рейдовый в период с 1994 по 1999 гг., а также в СахГУ – с 2009 по 2013 гг. (9 рыбоводных заводов). В. Н. Ефанов и А. В. Бойко сформулировали цель и задачи исследования, статистически обработали фактический материал, проанализировали полученные результаты, сделали выводы, разработали практические рекомендации. Кроме собственных материалов в работе использованы данные за период с 1990 по 2012 гг., любезно предоставленные ФГБУ «Сахалинрыбвод» и ЗАО «Гидрострой».

Благодарности. Авторы признательны за поддержку идей, методическую помощь и обсуждение результатов докт. биол. наук, профессору, заслуженному деятелю науки РФ Надежде Константиновне Христофоровой, докт. биол. наук, главному научному сотруднику государственного бюджетного учреждения науки Института биологии Карельского научного центра Российской академии наук Алексею Елпидифоровичу Веселову, докт. биол. наук, профессору Николаю Николаевичу Ковалеву, докт. биол. наук, профессору Вячеславу Николаевичу Иванкову, канд. биол. наук Виктору Григорьевичу Марковцеву, докт. биол. наук, профессору Нине Григорьевне Клочковой, канд. биол. наук, руководителю ФГБУ «Сахалинрыбвод» Владимиру Григорьевичу Самарскому, сотрудникам ФГБУ «Сахалинрыбвод»: Екатерине Владимировне Гринберг, Людмиле Геннадьевне Шадринной, Людмиле Константиновне Федоровой, Анне Евгеньевне Лапшиной; начальнику рыбоводного отдела ЗАО «Гидрострой» Виктору Петровичу Погдину; директору ЛРЗ Рейдовый Татьяне Павловне Мизиной; ведущему специалисту отдела воспроизводства СКТУ Федерального Агентства Госкомрыболовства Ольге Александровне Барковской; зам. начальника ФГБУ «Амуррыбвод» Сергею Анатольевичу Иванову и всем сотрудникам кафедры экологии и природопользования, поддерживавшим авторов в работе.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ. ИСТОРИЯ ИСКУССТВЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ РЫБ

1.1 Первые шаги разведения лососей

Сахалино-Курильский район рыболовства уникален по своим масштабам. С севера на юг он простирается более чем на тысячу километров, от тепловодных районов океана у Курильских островов до вод Сахалинского залива, отличающегося почти арктическим режимом; с запада на восток – от Японского моря, омывающего западное побережье Сахалина, до Охотского моря и Тихого океана у Северных Курил. В южных районах у Сахалина и Курил значительно влияние теплых морских течений – Куро-Сио и Цусимского. Наряду с теплыми имеются и холодные течения, отличающиеся по своим свойствам – Ойя-Сио, Восточно-Сахалинское, Приморское. Условия жизни здесь являются причиной великолепного и необычайного видового разнообразия.

Сахалин издавна славился своими рыбными богатствами. Известный русский исследователь, этнограф Л. Я. Штернберг [156], находясь на острове весной 1894 года, так описал свои впечатления: «Мы видели сонмы этой рыбы в таких речушках, в которых с трудом соображаешь, какими путями она могла забраться в них (так, например, речушка между Таук и Пильво, шириной не более аршина и каскадами спадающая с некоторой вышины по прибрежному обрыву)». Замечим, что уже в те времена отмечали одну особенность в распределении лососей: «Чем севернее живет эта рыба, тем качество ее лучше, тем она питательнее» [86].

Изобилие лососей исследователи видели не только на северном, но и на южном Сахалине. А. Фон-Фриккен [140] записывал: «Около конца июня в нее (Лютогу) начинает заходить горбуша, сначала в небольшом, а затем в огромном количестве». Но все же основная доля лососей обитала в северной части острова. П.Ю. Шмидт [155] отмечал: «Наибольшее количество лососевых держится в Тыми и Поронае. Гораздо меньше – на южном Сахалине».

Лососи издавна были основой экономического благополучия местного населения. С колонизацией Сахалина (1876) начался промысловый лов этих видов. Сведения о количестве вылавливаемой в период русской колонизации на Сахалине рыбы имеются с 1876 года. Количество добываемых лососей в период с 1876 по 1902 год колебалось от 18340 до 553924 пудов. Основным промысловым участком был залив Терпения от р. Поронай до р. Найбы [155]. Однако, Мурао Мотонага [153] сообщает, что еще до колонизации Россией, в период с 1830 до 1876 года, на Сахалине («Карафту») ежегодно добывалось 500 кок (4585 пудов) кеты.

П. Ю. Шмидт [155] детально описавший состояние морских промыслов острова Сахалина, пришел к выводу, «что они представляют собой явление совершенно ненормальное, можно сказать, уродливое. В этом отношении морские промыслы вполне гармонируют с общей уродливостью всей жизни Сахалина».

П. Ю. Шмидт [155] подчеркивал, что из ряда вон выходящим является тот факт, что промысел осуществляется подданными другого государства, ничем не компенсирующим такого исключительного права. Арендная плата была ничтожной. Вину за такое положение дел автор возлагал на царское правительство, равнодушно взиравшее на хищническую эксплуатацию рыбных богатств Дальнего Востока. Напоминая о печальной судьбе лососей на Хоккайдо и в окрестностях Владивостока, автор предлагал начать мероприятия по раз-

ведению этих рыб, рационально сочетая рыболовство и рыбоводство. «Радикальное средство, к которому постепенно переходит человечество, писал П. Ю. Шмидт [155], это – комбинирование рыболовства с рыбоводством. Можно сказать с уверенностью, что принцип этот ляжет в будущем в основу рационального рыбного промысла».

В 1905 году южный Сахалин был отторгнут от России. Началось его интенсивное хозяйственное освоение японскими промышленниками. Развивалась лесная, бумажная, угольная промышленность. Рос вылов тихоокеанских лососей. Японские исследователи признавали, что сплав леса и отходы бумажных фабрик в течение нескольких десятков лет опустошили реки, в которых нерестились лососевые. Уже в начале 20-х годов вылов лососей уменьшился, и японские рыбопромышленники вынуждены были заняться рыбозаводством.

В Японии основной упор делали на разведение кеты – более ценного в пищевом отношении, по сравнению с горбушей, вида. Заводы строили на Хонсю, Хоккайдо, Итурупе, Кунашире. В 1912 году был введен в эксплуатацию первый рыбоводный завод на Сахалине – на р. Асанай (Заветинка). С 1924 по 1943 год на Сахалине японские рыбопромышленники построили 21 рыбоводное предприятие разной мощности – с закладкой от 1 до 30 миллионов икринок. Чтобы привлечь частный капитал к строительству рыбных запасов, японское правительство представляло хозяевам ряд существенных льгот. Они приобретали право на использование по своему усмотрению рыбных богатств водоемов, где осуществляли искусственное воспроизводство. Заинтересованность государства в разведении кеты явилась следствием работ японских ученых, которые пришли к выводу, что «при естественном нересте от момента оплодотворения до выклева личинок выживаемость не превышает 40–60 %, между тем как при искусственном разведении можно довести выживаемость икры кеты до 90–97 %, горбуши до 80–90 %».

На Сахалине в 50-е годы предыдущего столетия (первый период своей деятельности) лососеводство встретилось с большими трудностями и развивалось очень медленно. Большая гибель производителей при их выдерживании в садках до созревания, значительные отходы икры и личинок в инкубационных и выростных аппаратах, болезни молоди, вызывающие ее гибель и снижение жизнестойкости, вызывало скептическое отношение к разведению лососей со стороны целого ряда исследователей.

Рыбоводные заводы в начале 20 века, в принципе, не могли быть эффективными, поскольку еще не были известны многие особенности воспроизводства тихоокеанских лососей. Например, икру могли сразу раскладывать на рамки после оплодотворения, упуская этап ее набухания в покое, либо – напротив – держать часами при значительной проточности перед раскладкой; неизвестны были и профилактические средства – большое количество икры погибало от сапролегниоза. Источниками водоснабжения в те годы служили ручьи и открытые речные водозаборы, для устройства водоводов приспособляли бочки, деревянные короба и грунтовые желоба. Инкубация икры проходила на деревянных рамках со стойками, выклев и выдерживание свободных эмбрионов проводили в открытых питомниках грунтового типа.

Состояние рыбоводной продукции находилось в прямой зависимости от внешних условий, поэтому большая ее часть (60–80 %) погибала. Искусственное воспроизводство было ориентировано только на инкубацию и выдерживание личинок, которых выпускали в естественные водоемы без подкормки с желточными мешками, в связи с чем большое количество их гибло. При выборе места для заводов не учитывали главную опасность рек горного

типа – высокие осенние и весенние паводки. Основанием для строительства завода было максимальное приближение к условиям естественного нереста местных популяций лососей, наличие незамерзающих ключей и избыток производителей.

Система водоснабжения также не была проработана: икру закладывали на местах выхода ключей, и воды в межень не хватало, а в половодье инкубаторы и мальковые питомники были затоплены и туда заходили гольцы. Свободных эмбрионов нередко уносило весенними паводками. Кроме того, водотоки часто загрязняли и сами сотрудники заводов: по берегам пасли скот, туда сбрасывали бытовые отходы, по родникам разъезжали тракторы и машины, разрушая их [44]. Положение дел определенным образом изменилось в пятидесятых годах двадцатого столетия, когда был достигнут очевидный прогресс в совершенствовании биотехники разведения. Эти успехи стали возможными, прежде всего благодаря проведению широкомасштабных научных исследований на всех этапах искусственного воспроизводства лососей [152].

В период с 1954 по 1957 гг. прошел первый этап реконструкции рыбоводных заводов Сахалинской области. В этот период впервые начали строить верхние строения над питомниками, чтобы осуществлять уход и контроль состояния рыбоводной продукции в зимние месяцы. В результате гибель свободных эмбрионов и личинок уменьшилась до 20 % от заложенной икры [143]. Второй этап реконструкции рыбоводных заводов пришелся на конец 60-х – середину 70-х годов двадцатого века. Именно тогда на заводах стали осуществлять профилактические мероприятия, в результате чего гибель икры и личинок, на большинстве предприятий, уже не выходила за пределы 5–8 %. Были отработаны оптимальные системы рыболовных заграждений. Выпускаемую молодь стали подкармливать, что привело к уменьшению ее гибели в начальный период жизни. Выпускаемых с рыбоводных предприятий мальков начали метить и определять, таким образом, их возврат.

С конца 80-х и в начале 90-х гг. в рыбоводстве Сахалина произошли серьезные перемены – началась широкомасштабная реконструкция рыбоводных заводов на базе зарубежного опыта (третий этап реконструкции). Для освоения японского опыта развития лососеводства, строили совместные предприятия (с участием японской стороны). Таким образом, на Сахалине к 1994 г. было построено три завода, на Камчатке – один [30; 120].

В основу проектных решений реконструкции рыбоводных заводов Сахалина были положены требования современной технологии, ориентированной на создание оптимальных условий для рыбоводной продукции и получения высоких промысловых возвратов. В ходе реконструкции была произведена полная модернизация производственных фондов, построены новые трассы водоснабжения длиной до 4,5 км, глубиной залегания до 9 м, с подключением на ряде ЛРЗ нескольких источников водоснабжения для терморегуляции рыбоводных процессов. Кроме того, осуществлено строительство шахтных колодцев и насосных станций, а также строительство пунктов сбора икры. Пункты сбора икры укомплектованы новейшим технологическим оборудованием: стационарными садками, бассейнами с пристроенными к ним аэрационными установками для выдерживания производителей до созревания половых продуктов, транспортерами, тельферами, бункерами для отгрузки отработанных производителей.

Впервые в практике отечественных лососевых рыбоводных заводов было введено использование электронных расходомеров; компьютерная система

автоматизации рыбоводных процессов «Oxyguard» для автоматического замера содержания растворенного кислорода в воде, pH, температуры и уровня воды в рыбоводных емкостях [144]. В период кормления молоди на ЛРЗ стали применять автоматические кормораздатчики производства Японии, которые не только строго дозированно выдают корм, но и снимают эффект «одомашнивания». Внедрено независимое водоснабжение каждого канала в питомной части цехов, что в значительной мере сняло проблему недостатка растворенного кислорода в последних секциях питомника дальневосточного типа, как это было до реконструкции.

1.2 Рыбоводное хозяйство Сахалинской области

Сегодня лососевые рыбоводные заводы Сахалинской области – это современные, модернизированные предприятия, оснащенные, как правило, импортным оборудованием, запроектированные и построенные из современных материалов. Результаты всех этих работ не замедлили сказаться. По мнению Е. Д. Романчук [121], эффективность лососеводства значительно увеличилась и продолжает оставаться стабильной в настоящее время.

За почти вековую историю лососеводство в странах Азиатско-Тихоокеанского региона, развиваясь путем проб и ошибок, сегодня превратилось в самостоятельную отрасль рыбного хозяйства. Сейчас в Северной Пацифике действуют свыше 800 лососевых рыбоводных заводов (ЛРЗ), из которых 378 предприятий приходится на Японию, в Канаде лососей воспроизводят на 191 заводе, а в США – на 178. Еще 12 ЛРЗ работают в Республике Корея. Начинают строить заводы Китай и КНДР. На российском Дальнем Востоке в настоящее время функционирует 53 рыбоводных предприятия. При этом, основным регионом искусственного воспроизводства лососевых является Сахалинская область.

По данным NPAFC (Северо-Тихоокеанская комиссия по анадромным рыбам), в последние годы в океан ежегодно выпускают более 5 млрд. молоди различных видов тихоокеанских лососей, основная масса из которых – горбуша и кета. Масштабы искусственного воспроизводства действительно внушительны. Весьма ощутим вклад лососевых заводов и в улов рыбаков. Достаточно сказать, что вылов кеты в Японии, а это более 200 тыс. тонн в год, обеспечен исключительно работой заводов, так как естественное воспроизводство этой рыбы на японских островах в настоящее время практически отсутствует, поскольку производителей в реки не пропускают. На Аляске около 70 тыс. тонн или порядка 31 % вылова лососей составляет заводская рыба.

В России, в частности на Сахалине, высокие уловы кеты обусловлены в большей степени работой ЛРЗ. Объемы добываемой горбуши не менее чем на 10–15 % обеспечены деятельностью заводов. Промысел осенней амурской кеты, несмотря на довольно низкие уловы в последние годы, на 20 % обязан своими показателями работе рыбозаводных предприятий. На материковом побережье Охотского моря 15 % вылова составляет рыба, выращенная на ЛРЗ. В Приморском крае, в зоне действия двух рыбоводных заводов, вылов лососей обеспечен именно работой этих предприятий. Вылов и количество выпускаемой молоди кеты с рыбоводных заводов Сахалинской области с 1990 по 2011 гг. представлены на рис. 3 (по данным ФГБУ «Сахалинрыбвод»).

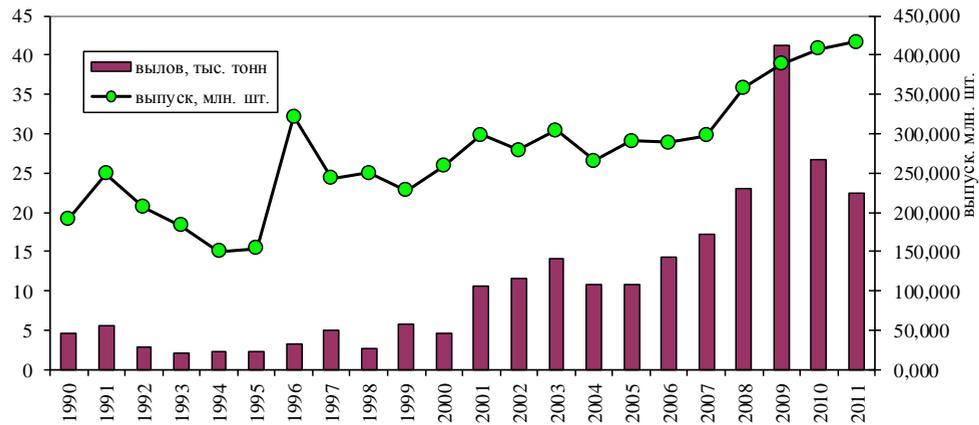


Рис. 3. Вылов и количество выпускаемой молоди кеты с рыбоводных заводов Сахалинской области с 1990 по 2011 гг.

Вылов и количество выпускаемой молоди горбуши с рыбоводных заводов Сахалинской области с 1990 по 2011 гг. представлены на рис. 4 (по данным ФГБУ «Сахалинрыбвод»).

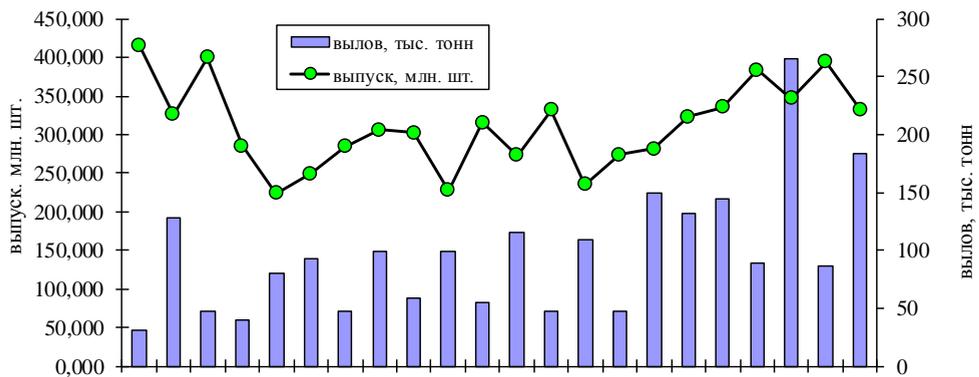


Рис. 4. Вылов горбуши и количество выпускаемой молоди с рыбоводных заводов Сахалинской области с 1990 по 2011 гг.

Налицо весьма впечатляющие результаты лососеводства в странах Азиатско-Тихоокеанского региона. Вместе с тем, до сих пор не утихают споры о целесообразности разведения лососей. Существуют совершенно противоположные точки зрения на этот вопрос: от полного отрицания искусственного воспроизводства как способа восстановления запасов лососей, приводящего к смешиванию природных и заводских популяций, до единственной меры, способной прекратить деградацию лососевых рек, которая ведет к вымиранию этих ценных видов биоресурсов [143; 117; 119; 144; 147; 163].

Несмотря на значительные успехи в осуществлении развития рыбоводства, модернизации имеющихся производственных мощностей и строительстве новых рыбоводных заводов, а также изменении методов искусственного воспроизводства в конце 90-х годов 20 века, вплоть до конца 2011 года рыбоводы ЛРЗ

в своей работе пользовались старым инструктивным документом, который был предложен в 1963 году А.И. Смирновым, и лишь частично откорректирован в 1998 году [21]. Действовавший до конца 2011 года нормативный документ был построен без какого либо учета экологических условий среды на предприятии, в нем не рассмотрено влияние абиотических и биотических факторов среды на производителей, оплодотворенную икру, эмбрионов и молодь на разных этапах онтогенеза. С 01 января 2013 года введен новый инструктивный документ, в котором также не предусмотрен учет экологических условий среды и влияние абиотических и биотических факторов, даже такого основного, как температура воды [22].

Считаем, что в связи с внедрением в рыбоводство новых технологических приемов и оборудования, необходима разработка методики искусственного разведения по видам, базирующаяся на оценке оптимумов абиотических и биотических факторов среды в период ведения всех рыбоводных процессов. Эта работа должна быть осуществлена с учетом биологических и, особенно, экологических особенностей объектов рыбоводства на каждом из этапов онтогенеза.

Авторы в своих работах уже достаточно давно обращают внимание на непосредственное влияние факторов среды на рыбоводную продукцию в процессе искусственного воспроизводства [65; 71; 80; 92; 122; 130; 138; 143; 145; 147; 148]. Непосредственно влияние термического режима упоминается в контексте с определением достаточно широких пределов, в которых может происходить развитие тихоокеанских лососей. Одновременно с этим авторы отмечают, что при отклонении от оптимальных значений нарушается баланс энергии и повышается гибель организмов. Так, А. Н. Канидьев [68] подчеркивает, что при инкубации икры целесообразно использовать переменный температурный режим (от 12–14 до 0,2–0,3 °С для горбуши и от 10–11 до 1,5–3,0 °С для кеты); Л. Л. Хованская [143] рекомендует в начале инкубации подключать охлажденную подрусловую воду, а за 1,5–2 месяца до выпуска молоди использовать только подогреваемую воду в пределах 5,5–7 °С, указывая, что резкие колебания термического режима приводят к повышенной (до 35 %) гибели лососей. Е. В. Тарасюк [138] констатирует значительные колебания температуры во время прохождения отдельных этапов развития на ЛРЗ Сахалинской области и различные сроки наступления отдельных этапов в зависимости от этих колебаний. Однако ни один автор в известных нам литературных источниках не выявляет четкой связи между зависимостью выживаемости рыбоводной продукции на каждом из этапов развития соответствию рекомендованных оптимальных значений каждого из факторов среды.

Усилиями работников ТИПРО в 2012 году был проведен эксперимент по выявлению оптимальных условий для рыбоводной продукции на двух заводах Приморского края – Барабашевском и Рязановском. Это позволило создать инструктивный документ для использования в рыбоводном процессе, применимый непосредственно для ЛРЗ Приморья. Нами в результате систематизации и обобщения комплекса данных, полученных за 22 рыбоводных цикла на трех наиболее успешных рыбоводных заводах Сахалинской области, будет составлен инструктивный документ для ЛРЗ Сахалина и Курил, учитывающий все их особенности и оптимальные значения факторов среды.

Для повышения эффективности управляемого воспроизводства рыб, основным содержанием которого является искусственное разведение, необходимо на каждом этапе индивидуального развития раскрыть систему адаптаций к окружающей среде, обеспечить их реализацию при минимальной гибели особей и найти способ усиления индивидуальных приспособительных реакций. В

этой связи представляется целесообразным исследовать адаптации и приспособительные связи лососей по этапам эмбрионально-личиночного и малькового периодов развития на рыбоводных предприятиях. Кроме того необходимо изучить жизнестойкость молоди под воздействием основных элиминирующих факторов и способность ее к приобретению и усилению защитных реакций [143; 166; 165]. Решение таких задач является чрезвычайно перспективной, но мало затронутой областью биологической науки [69; 147; 146; 31; 74; 35; 23; 28; и др.]. Следует заметить, что решение вышеназванных задач позволит моделировать эффективность воспроизводства лососей в процессе искусственного воспроизводства в зависимости от показателей абиотических и биотических факторов среды непосредственно как для предприятий Сахалинской области, так и для рыбоводных заводов других регионов Дальнего Востока.

2 РАЙОН РАБОТ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В основу работы положены материалы исследований, проведенные с 1990 по 2012 г. на ЛРЗ Курильский и Рейдовый, расположенных на острове Итуруп Курильской гряды и ЛРЗ Лесной – в Корсаковском районе Сахалинской области. Места расположения предприятий представлены на рис. 5а и 5б.



а

б

Рис. 5. Район проведения исследований:
а) Лесной ЛРЗ; б) Рейдовый и Курильский ЛРЗ

В качестве объектов исследований использованы горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha* Wallbaum, 1869) и кета (*O. keta* Wallbaum, 1869) на разных этапах онтогенеза (эмбрионы, предличинки, личинки, молодь и половозрелые особи) в условиях искусственного воспроизводства.

Измерение параметров среды во время прохождения стадий онтогенеза горбуши и кеты проводили в условиях производственных предприятий. Температуру воды измеряли три раза в день: в 9:00, 14:00 и в 18:00, отдельно для каждого из видов, используя термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ (всего обработано 106 380 измерений). Содержание растворенного кислорода контролировали три раза в день (используя термооксиметр) в период выдерживания производителей в садках, и при выращивании молоди, а также еженедельно в процессе инкубации, выдерживания предличинок и подращивания личинок (всего обработано 61 776 показаний). Расход воды в период инкубации икры, выдерживания предличинок и подращивания личинок измеряли еженедельно, во время выдерживания производителей горбуши и кеты в садках и выращивания их молоди – два раза в день. Расход воды в единицу времени в инкубационных аппаратах и питомных каналах определяли расчетным методом, на основании пропускной способности водоподводящих труб, снабженных шаровыми кранами (всего обработано 41 976 данных).

При непосредственном участии одного из авторов был собран материал в период с 1994 по 1999 год на ЛРЗ Рейдовом, с 2009 по 2012 год – на ЛРЗ Лесном, с 2009 по 2013 гг. – работая в СахГУ.

Градусодни (гр/дн) считали, как сумму тепла, накопленную организмами за время развития.

Для измерения абиотических параметров среды применяли следующее оборудование:

- для измерения температуры воды применяли термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ в оправе Фусса (от 0 до 50 °С, цена деления 0,1 °С); максимальная глубина измерения – 5 м. Измерение проводили следующим образом: термометр опускали в воду, 2–3 раза воду набирали в стакан и сливали. После этого термометр опускали в вертикальном положении в воду на 5 минут, поднимали до уровня глаз и по шкале определяли температуру воды;

- термооксиметр «Норува» японского производства, с цифровым жидкокристаллическим индикатором, предназначенным для оперативного измерения содержания растворенного кислорода и температуры воды непосредственно в водоеме. Технические характеристики термооксиметра приведены в приложении.

Биологический анализ производителей и молоди выполняли по стандартной методике измерения лососевых рыб [117]. Во время биологического анализа собирали отолиты, согласно «Методике массового маркирования отолитов» [1; 161].

Для определения количества икринок в навеске взвешивали обе гонады, затем из середины одной из них брали навеску в 20 г для горбуши и 50 г для кеты и просчитывали в ней количество икринок. После этого пересчитывали количество икринок на всю массу гонад и, тем самым, рассчитывали величину абсолютной плодовитости самки лососей в конкретное время хода. После определения плодовитости 50-ти самок определяли среднюю плодовитость на момент отбора пробы. Для определения популяционной плодовитости, определение индивидуальной производили трижды во время нерестового хода: в начале, середине и конце. Полученные значения соотносили на долю особей в каждом из подходов и тем самым получали средневзвешенное значение плодовитости, которое, в большинстве случаев, можно принять за популяционную плодовитость.

Рабочую плодовитость определяли во время сбора половых продуктов. Ее значение равно абсолютной за вычетом икринок невыметанных или недозревших, оставшихся в брюшной полости.

Возраст производителей кеты определяли по чешуе. Пробы чешуи для определения возраста брали во втором-третьем ряду выше боковой линии за вертикалью, проходящей сзади спинного плавника.

Биологический анализ икры выполняли по следующей схеме: набирали 100 икринок одной партии из разных инкубационных аппаратов в чашку Петри, обязательно закрывая крышкой во избежание высыхания. Биологический анализ икры проводили на 3-х стадиях развития:

- оплодотворенной икры;
- после набухания;
- перед выклевом.

Количество икринок в каждой пробе – не менее 100 штук. Пробы брали отдельно из первой, средней и последней партий сбора в течение всего периода наблюдений. Анализ включал в себя: А/Д икры – диаметр икринки в мм; Б/Р икры – вес икринки в мг.

Диаметр икринки определяли с помощью окуляр – микрометра МБС-9 или «методом средних». На миллиметровую металлическую линейку укладывали плотный ряд из 10 икринок и определяли их суммарный диаметр (рис. 6). Среднее значение из суммарных диаметров 10 икринок дает размер диаметра икринки в пробе.

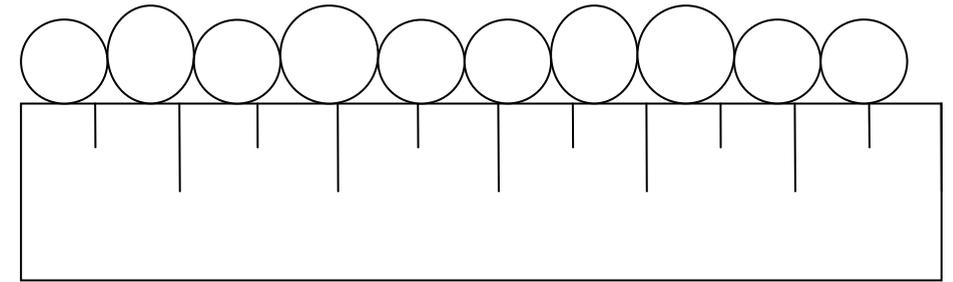


Рис. 6. Измерение диаметра икры лососей с применением мерной линейки

Вес икры определяли как средне взвешенную величину из 100 икринок. Взвешивание производили на электронных весах «Sartorius». Данные заносили в журнал биологических анализов икры, где указывали вид рыбы, дату анализа, место взятия пробы (№ аппарата), номер партии, количество градусодней.

Биологический анализ свободных эмбрионов и личинок. Частота проведения анализа – 1 раз в месяц. Количество эмбрионов в пробе 100 штук. Пробы брали от первой, средней и последней партий сборов, причем от одних и тех же в течение всего рыбоводного цикла. Пробу отбирали в различных местах питомного канала. Свободных эмбрионов и личинок фиксировали следующим образом: пробу помещали в стакан с 4 % раствором формалина на 15–20 минут, после чего личинок промывали в чистой воде, обсушивали в марлевой салфетке и сразу производили промеры и взвешивание. При длительном выдерживании пробы в формалине может наблюдаться искажение весовых данных, по этой причине пробы фиксировали не более 15–20 минут. Перед измерениями свободного эмбриона и личинку расправляли, так как в растворе формалина форма тела может деформироваться. Определяли следующие параметры свободных эмбрионов (рис. 7) и личинок: длина АС в мм, длина АД в мм, общий вес в мг и вес желточного мешка в мг. Весовые показатели определяли на электронных весах «Sartorius» с точностью до 1 мг.



Рис. 7. Измерение длины свободного эмбриона кеты

Желточный мешок перед взвешиванием отделяли от личинки с помощью препаровальной иглы или скальпеля. Работу по отделению желточного мешка

проводили очень внимательно, тщательно отделяя желточный мешок от кожного покрова и внутренних органов, так как этот показатель является наиболее важным при оценке степени развития свободных эмбрионов и личинок.

Средний вес личинок и желточного мешка получали путем деления суммы весовых показателей на количество рыб в пробе [87].

По результатам осредненных данных вычисляли следующие показатели:

– *запас желточного мешка в % от первоначального веса*; определяли по формуле: Вес желточного мешка (Р ж. м.) (на отчетную дату) $\times 100 \%$ / Вес желточного мешка (Р₁ ж. м.) (первоначальный);

– *резорбция желточного мешка в мг за отчетный месяц* – показывает какое количество желтка израсходовано за отчетный месяц; определяли по формуле: Р ж. м. в предыдущий месяц минус Р ж. м., полученный по анализу месячной резорбции желточного мешка в мг;

– *доля желточного мешка от общего веса личинки (%)* – вычисляли за весь период развития 2 раза – после выклева и на момент поднятия на плав. Этот показатель использовали для оценки влияния абиотических факторов на ход развития лососей и для накопления биостатистического материала.

Отклонения от оптимума считали в относительных величинах (Δ от средне-месячных оптимальных значений температуры на каждом этапе онтогенеза).

Обработку и анализ данных осуществляли в программах Microsoft Office Excel и R-Statistica. Для построения картосхем расположения рыбоводных заводов использованы космоснимки Google Earth.

3 ВЫБОР РАСПОЛОЖЕНИЯ ПУНКТА СБОРА ИКРЫ И УСЛОВИЯ ОТБОРА ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ДЛЯ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА

Искусственное разведение рыб, как способ пополнения запасов проходных лососей, имеет определенные преимущества – возможность контроля на всех этапах эмбрионально-личиночного и малькового развития. Это позволяет выращивать потомство с определенными свойствами, нужного размера и качества и обеспечивает их повышенную жизнестойкость. Но, несмотря на значительные успехи, биотехника искусственного разведения тихоокеанских лососей нуждается в совершенствовании. Это и определяет современные задачи лососеводства [70; 43; 56; 128; 123; 124].

3.1 Расположение пункта сбора икры

Незрелые производители за время хода к нерестилищам, часто расположенным за сотни километров от устья рек, постепенно созревают. Для окончательного созревания половых продуктов требуется различное время (от нескольких дней до месяцев), которое зависит от стадии зрелости половых желез рыбы в момент захода в реку, а также от биологических особенностей производителей. Это связано с принадлежностью производителей к различным внутривидовым структурам (популяциям), которым требуется различный период времени для завершения процесса оогенеза и сперматогенеза под воздействием внешних условий. Овуляция у самок и образование у самцов семенной жидкости происходит также при наличии совокупности определенных факторов среды, необходимых для нереста [57].

Ряд исследователей [52; 20; 39] установили, что особи позднего хода ежегодно заходят на нерест в притоки, впадающие в русло рек неподалеку от устья, а также нерестятся на нижних участках реки. Производители же раннего хода нерестятся на верхних и средних участках основного русла реки и в ее притоках. То есть, между производителями тихоокеанских лососей существует биотопическая изоляция, которая подтверждается результатами генетических исследований [4; 6; 5; 34]. Каждая из внутривидовых группировок приурочена к определенным территориальным комплексам, характеризующимся специфическими особенностями нерестово-выростного водоема (гидрологический режим, качество нерестилищ) и климатическими условиями, влияющими на уровень воспроизводства лососей [35]. Сложная внутривидовая структура позволяет лучше использовать нерестовый фонд и прибрежные места нагула с наиболее полным использованием кормовой базы побережья молодь. При этом нерест каждой группировки приурочен в водотоке к определенному биотопу со своим комплексом абиотических факторов среды. Каждая группировка адаптирована к этим факторам среды, а система адаптации выражается в таких основных показателях как: сроки захода на нерест, протяженность миграционного пути, как в системе водотока, так и его особенности в период миграции молоди к местам нагула, скорость течения в местах нереста, биологические показатели и др. [35; 81].

Отсюда следует, что для того, чтобы разводить определенный вид лососей, необходимо и обязательно знать приуроченность его определенной естествен-

ной группировки к конкретному биотопу, а также условия среды на нем. При проектировании и строительстве пунктов сбора икры необходимо определять не только наличие (достаточности) водных ресурсов и экономической выгоды, но и в первую очередь исходить из популяционной структуры объекта искусственного разведения.

В. Н. Ефановым [35] исследовано, что для достижения высокой эффективности воспроизводства располагать рыболовную забойку следует в центре размножения определенной группировки, создавая на предприятии оптимальные условия, свойственные тому биотопу, на котором она обитает. Более того, непосредственно предприятие должно быть расположено не далее как на расстоянии в 2 км от забойки. Результаты проведенных нами исследований, которые будут представлены ниже, показывают, что неправильное расположение завода и забойки приводит к генетическим нарушениям разводимой группировки и уменьшению эффективности воспроизводства.

3.2 Отбор производителей для искусственного разведения

Стада лососей – сложно структурированные популяционные системы, состоящие из множества дискретных субпопуляций. Поскольку такие системы на рыболовных заводах воспроизводят искусственно, то необходимо осуществить сбор половых продуктов на всем протяжении нерестового хода, а не ограничиваться использованием только дифференцированного генофонда [162; 3]. Чем рельефнее субпопуляционная структура популяции, тем меньше шансов воссоздать целое по его отдельной части. К сожалению, это обстоятельство на ЛРЗ нередко игнорируют, вследствие чего генетическое разнообразие разводимых популяций сокращается. Для сбора и закладки икры на инкубацию в условиях искусственного воспроизводства необходимо строго соблюдать рекомендации ученых, направленные на поддержание генетического разнообразия в популяции [6].

Поскольку время возврата производителей наследуется – среднее время возврата поколения совпадает со временем нереста родительского поколения [6; 159], поэтому отбор производителей для закладки икры по Ю.П. Алтухову необходимо производить в равных долях от каждой из частей возврата, а именно: 25 % от начала, 50 % от массового хода и 25 % от конца нерестового хода лососей, либо пропорционально каждой совокупности в возврате в естественных условиях для той внутривидовой структуры, которую предполагают разводить или уже разводят. Последнее, более предпочтительно, так как в этом случае будут представлены практически все генотипы единого генофонда разводимой внутривидовой группировки. Именно такой подход позволяет сохранить эволюционно сложившееся оптимальное разнообразие сложной внутривидовой структуры тихоокеанских лососей или восстановить те системы, структура которых уже нарушена [2].

На многих заводах идущие в голове стада крупные производители изымаются из воспроизводства из года в год. Практически исключается из выборки для воспроизводства и «хвост» стада, состоящий преимущественно из мелких самок. И то и другое приводит к снижению гетерогенности популяции. Нарушенная структура популяции закрепляется генетически и каждый последующий возврат производителей приходит на нерест все более гомогенным. По-

этому особенно важно сохранить гетерогенность стада и жизнеспособность популяции, используя для искусственного воспроизводства производителей от всех частей нерестового стада. Биологический анализ, основанный на генетическом материале подтверждает наблюдаемое уменьшение разнообразия внутривидовых группировок тихоокеанских лососей [2]. Однако такая практика отбора производителей сохраняется на многих заводах. Подобная практика, существующая и в Приморье, приведет в конечном итоге, по мнению В. Г. Марковцева [97] к изменению популяционной структуры стада реки.

В результате собственных исследований мы выяснили, что при нарушении сроков сбора изменяются как сроки так и интенсивность возврата рыб. Обобщение многолетних данных позволило установить, что при относительно правильном сборе на одном из заводов кривая интенсивности возврата рыб в реки на нерест практически «нормальная» (1994 г.), при многолетнем нарушении системы сбора производителей – «асимметричная» (2012 г.), время массового подхода производителей сдвигается минимум на неделю (рис. 8).

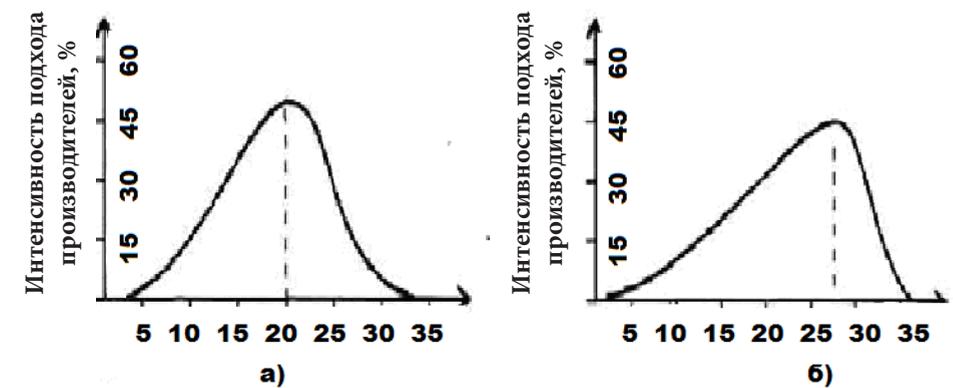


Рис. 8. Кривые интенсивности подхода производителей в 1994 г. (а) и 2012 г. (б) по срокам хода

Аналогичная картина наблюдается при расположении завода в нижнем течении реки и, естественно, отборе производителей позднего хода.

3.3 Выдерживание производителей

Гонады идущих вверх по реке производителей кеты и горбуши, как правило, находятся в IV стадии зрелости, поэтому, до использования в рыболовном процессе, производителям необходимо предоставить время и место для созревания, для этой цели служат русловые и решетчатые садки.

В процессе проведенных нами исследований пришли к заключению о том, что садки для выдерживания производителей должны отвечать основным требованиям условий содержания, необходимым для нормального прохождения гонадогенеза, в результате которого должны быть получены высококачественные половые продукты. Эти требования вытекают из связей экологических факторов среды с системой управления половозрелостью рыб. Для того, что-

бы производители перешли в нерестовое состояние, они «должны получить информацию» из окружающей среды о наличии всех необходимых условий среды, а именно: температуры воды, скорости течения, наличия требуемого грунта, наличия полового партнера и т. д. Наличие всех этих условий обуславливает прохождение сигнала от экстерорецепторов (органов чувств) через центральную нервную систему, гипоталамус, гипофиз до гонад и обеспечивает с помощью половых гормонов созревание половых продуктов. Исходя из этой схемы, необходимо обеспечивать условия для нормального созревания производителей кеты: температуру воды – от 10 до 13 °С (для разных популяций она может существенно варьировать); скорость потока – 0,2–1,2 м/сек.; гравелистый грунт; наличие половых партнеров [15].

Судя по результатам проводимых нами исследований, выдерживать производителей лососевых длительные сроки (не более 10 суток) целесообразно в русловых садках с экологическими условиями, близким к нерестовым. А именно, плотность посадки должна быть не более 20 шт./м³ для кеты и 50 шт./м³ для горбуши. При этом отход производителей в результате травмирования не должен превышать 3 % при выдерживании менее 10 суток, а при более длительном выдерживании – 10 %.

Мы предлагаем периодически (не реже одного раза в неделю) производить контрольный лов в русловых садках, чтобы определить степень зрелости производителей. При появлении хорошо выраженных признаков брачного наряда необходимо открыть вход в ловушки и начать заполнять речные садки (рис. 9).



Рис. 9. Русловой садок для выдерживания производителей, Лесной ЛРЗ

Мы не рекомендуем сооружать забойки вдали от нерестилищ (ниже места их расположения), так как при этом в уловах значительно увеличивается доля незрелых производителей. При массовых подходах к забойкам недозревших производителей, что чаще всего бывает в начале хода, рекомендуем отбирать рыб, более близких к созреванию половых продуктов (IV, IV–V стадии зрелости). Производителей без признаков брачного наряда необходимо пропускать в верховья реки для участия в естественном нересте. Производителей, оставленных для

получения икры, выдерживают до созревания в садках при оптимальных условиях среды. Производители с хорошо выраженными признаками брачных изменений в конце IV стадии зрелости созревают быстро: от 1–3 до 7–10 суток.

Кратковременное выдерживание производителей следует осуществлять в садках японской или модифицированной российской конструкции, а также в садках из бетона. Специфика японских садков следующая: основа садка металлическая конструкция, по бортам они обиты деревянными рейками, боковые стенки садка обрамлены пластиковыми трубками овальной формы, низ и верх также выполнен из досок толщиной 50 или 60 мм. В верхней части садка оформлены открывающиеся деревянные отверстия для посадки производителей или их изъятия. Общий вид садка представлен на рис. 10.



Рис. 10. Общий вид садков для выдерживания производителей, ЛРЗ «Фирсовка»

Перед садком в русле необходимо установить садки-ловушки, отличительная особенность которых заключается в наличии входного отверстия на боковой стороне садка, направленной в сторону течения водотока против которого мигрируют рыбы.

По нашему мнению, конструкция садков японского типа позволяют устанавливать их в малых водотоках, а также минимизирует травмы у производителей за счет того, что их большая часть выполнена из пластиковых трубок овальной формы. Недостаток заключается в необходимости постоянной чистки садков от древесных наносов во время или после прохождения паводков.

Как показывают наши наблюдения, садки необходимо устанавливать в местах притока чистых холодных ключевых вод. Устанавливать садки на быстром течении нельзя, так как производители, стремясь преодолеть его, расходуют значительное количество энергии, травмируются о стенки садка, в результате чего не только плохо созревают, но и в большом количестве гибнут. Плотность посадки производителей в искусственные садки для кеты – 20–30 экз./м², при

более кратковременном выдерживании допускается повышение плотностей посадки до 50 экз. на 1 м² при глубине садков 50–70 см.

Специфика бетонных садков заключается в следующем. Из бетона выполнены каналы, перегороденные на определенном расстоянии. Пересадку производителей из одного отделения канала в другой осуществляют для отделения самцов от самок, а также по мере созревания гонад рыб (рис. 11).



Рис. 11. Бетонные садки на забойке Курильского ЛРЗ

При длительном (10–15 суток) выдерживании производителям необходимо обеспечить условия, наиболее сходные с естественными. Производителей в III и в начале IV стадии зрелости выдерживают в реке, ниже забойки, или в русловых садках, устраиваемых в протоках, ближних ручьях или самой реке. В таких местах должны быть как приглубые участки, около 1,5–2 м (в период низкого уровня), так и мелководные, грунт галечный или песчано-галечный, течение замедленное. Для производителей тихоокеанских лососей благоприятным считается течение, скорость которого составляет не менее 0,1 м/сек.

Расположение пункта сбора икры влияет на длительность выдерживания производителей в садках, а это оказывает прямое влияние на их выживаемость. Чем ближе к устью будет расположен пункт сбора икры, тем менее зрелыми будут производители, следовательно, потребуется большее время на их выдерживание в садках, а длительность их выдерживания сопровождается преждевременной гибелью и снижается от 15–20 % (при 10–15 суточном выдерживании) до 3 и менее % (при кратком выдерживании) (табл. 2).

Важную роль в гибели производителей при выдерживании в садках играют температура воды и сопряженное с ней содержание растворенного кислорода. Как следует из данных, представленных в таблице 2, производители горбуши при выдерживании переносят более высокие значения температуры, но более требовательны к содержанию растворенного кислорода. Объясняется это биологическими особенностями вида (приуроченностью кеты к местам выхода грунтовых вод).

Таблица 2

Отход производителей в зависимости от длительности выдерживания, %

Вид рыбы	Длительность выдерживания, суток		
	10–15	5–9	1–4
Отход производителей, %			
Горбуша*	15–20	менее 10	3–5
Кета**	10–15	менее 8	менее 3

* – при условии $t \leq 15^\circ\text{C}$ и $\text{O}_2 \geq 5$ мг/л; ** – при условии $t \leq 12^\circ\text{C}$ и $\text{O}_2 \geq 7$ мг/л.

Кроме того, гибель производителей в садках также напрямую зависит от плотности посадки (от 5 % при 20 экз./м² до 70–80 % при 60 экз./м² для кеты) при прочих равных условиях (табл. 3).

Таблица 3

Гибель производителей в зависимости от плотности посадки в садки, %

Вид рыбы	Плотность посадки производителей		
	20 экз. /м ² (кета)	40 экз. /м ² (кета)	60 экз. /м ² (кета)
	40 экз. /м ² (горбуша)	60 экз. /м ² (горбуша)	80 экз. /м ² (горбуша)
Гибель производителей, %			
Горбуша	5	50	80
Кета	5	40	70

Наши наблюдения показывают, что при наличии достаточного количества производителей рыбоводы предпочитают использовать в рыбоводном процессе крупных самцов, а мелких, как правило, отбраковывают. Для отбираемых самок такой селективности не выявлено. Это приводит, по мнению Ю. П. Алтухова [6], к нарушению биологической структуры популяции, увеличению длины тела и нарушению оптимального соотношения полов за счет увеличения доли самцов. В этой связи мы рекомендуем для искусственного воспроизводства не отдавать предпочтение крупным производителям, во избежание нарушения генетической структуры разводимой популяции.

Чтобы максимально и своевременно использовать большие скопления производителей при подходах к рыболовным заграждениям, следует организовать круглосуточную работу пункта сбора икры. При избытке производителей менее зрелых самцов и самок необходимо их пропускать на естественные нерестилища. Если в течение 1,5–2 суток не удастся использовать всех зрелых самок, то часть их необходимо пропустить на нерест, чтобы не допустить перезревание половых продуктов и нереста в неблагоприятной обстановке.

Одним из элементов мониторинга в период сбора материала, служит биологический анализ при контрольных обловах (рис. 12).



Рис. 12. Выполнение биологического анализа производителей горбуши на Курильском ЛРЗ

Результаты биологического анализа, с последующим просмотром чешуи и слежение за возрастным составом рыб, позволяют судить о стабильности либо изменчивости генетической структуры искусственно разводимой группировки возвращающихся рыб. В последние годы в связи наблюдаемым уменьшением разнообразия внутривидовых группировок тихоокеанских лососей на некоторых заводах требуется сбор генетического материала при выполнении биологических анализов производителей. Более того, для участия в сборе материалов по программе массового маркирования, и оценки эффективности работы предприятия необходим сбор отолитов во время биологических анализов [1].

При соблюдении рекомендаций по сбору производителей половозрастная структура рыб будет стабильна (см. рис. 8).

3.4 Определение стадии зрелости половых продуктов и обездвижение производителей

Наши исследования показывают, что на данном этапе работы с производителями важным является следующее: для рыбоводства возможно использовать гонады только от зрелых текучих особей, находящихся в V стадии зрелости и совершенно здоровых производителей. Ориентировочно зрелых производителей следует определять по развитию брачного наряда – степени «лошания» (изменения брачного наряда). Более точные сведения возможно получить следующим способом. Зрелая икра, вышедшая из фолликулов яичника в полость тела, при подъеме самки за хвост перемещается к голове, от этого брюшко за грудными плавниками раздувается (рис. 13).



Рис. 13. Проверка производителей на зрелость, Охотский ЛРЗ

При ощупывании оно оказывается мягким; в хвостовой же части брюшко в этом положении освобождается от икры, брюшные стенки у ануса опадают и образуют продольные складочки. У таких зрелых самок, при слабом массировании брюшка от головы к хвосту из мочеполювого отверстия икра вместе с полостной жидкостью вытекает ровной струйкой, не образуя комков. У зрелых самцов доброкачественная сперма выливается из полового отверстия уже при извлечении из воды, а также при легком массировании брюшка в направлении от головы к хвосту.

Созревших самок и самцов, отобранных для искусственного осеменения икры, следует убивать резким ударом деревянной колотушкой по затылку. При этом их обязательно необходимо удерживать за хвост в висячем положении до прекращения конвульсивных движений (рис. 14).



Рис. 14. Забой производителей, Рейдовый ЛРЗ

Если эту предосторожность не соблюдать, то икра получает повреждения от ушибов при резких движениях самки. В полостной жидкости (в теле самки) икринки сохраняют оплодотворяющую способность значительно дольше, чем в воде. Но и в полостной жидкости зрелые икринки способны активироваться, если они находятся в ней продолжительное время. По этой причине недопустимо не использовать половые продукты забитых производителей длительное время [57].

Забитых производителей оставлять под воздействием прямого солнечного света нельзя. Самцов и самок следует подвешивать на транспортере в прохладное помещение «оплодотворительного» цеха, где разместить их поштучно в отдельные гнезда брюшком вверх, чтобы не вытекали половые продукты.

4 СБОР И ЗАКЛАДКА ИКРЫ НА ИНКУБАЦИЮ

4.1 Изъятие половых продуктов

На ранних этапах развития организма практически все факторы среды являются лимитирующими, и несоблюдение даже в части требований приведет к повышенной смертности. Использование нового оборудования и технологических приемов минимизирует гибель икры до оплодотворения и гибель ее на стадии образования зиготы от механических воздействий, а также уменьшает количество неоплодотворенной икры.

Экспериментально установлено, что количество полостной жидкости, слизи и крови, попадающей в икру перед осеменением, по старой технологии с использованием деревянного стола, в 2–3 раза превышало таковое при изъятии икры с использованием сетчатого наклонного столика и специального ножа (табл. 4).

Этим достигается минимизация количества биологического материала, которая негативно отражается на формировании микрофлоры. В первом случае в таз попадает в 2–3 раза больше полостной жидкости и ступков крови, чем при использовании столика и специального ножа.

Таблица 4

Количество биологического материала, попадающее в собранную для оплодотворения икру в зависимости от типа оборудования, % от массы икры

Тип используемого оборудования и инвентаря	Количество полостной жидкости, слизи и крови, % от массы икры
Прямой деревянный столик	5–6
Столик с наклонной сетчатой рамкой, специальный нож	2

Использование нового оборудования позволяет минимизировать попадание биологического материала, негативно отражающегося на формировании микрофлоры (рис. 15, 16, 17).

При использовании для оплодотворения спермы от убитых самцов, рекомендуем брать рыбу за голову, обычно под жабры, приподняв ее над тазом с икрой. Затем, держа самца левой рукой за хвост, обтереть брюшко тряпочкой, далее правой рукой зажать брюшко чуть ниже грудных плавников и провести несколько раз от головы к хвосту (рис. 18).



Рис. 15. Сетчатый столик для сбора икры, Охотский ЛРЗ



Рисунок 18 – Осеменение икры, Охотский ЛРЗ



Рис. 16. Вскрытие брюшной полости самки; рыбоводный нож, Охотский ЛРЗ

4.2 Осеменение и оплодотворение икры

Наш опыт свидетельствует, что наилучшие результаты получают при осеменении икры тихоокеанских лососей так называемым «полусухим» способом. Суть этого способа заключается в следующем: в эмалированный таз с икрой добавляют сперму, после этого икру перемешивают со спермой. Затем в таз наливают воду и снова перемешивают половые продукты.

Исходя из этого, практически сбор необходимо осуществлять в следующей последовательности. В один таз отобрать икру от 10 самок горбуши или 5 самок кеты. При этом икра должна плавно скатываться на дно по наклонному бортику таза. Попадающая в таз жидкость из полости тела самок имеет важное значение для активизации сперматозоидов. При попадании в икру слизи, сгустков крови и т. п., их необходимо удалить.

С точки зрения количества спермы, достаточно от 0,5 до 10 см³ на 1 кг икры. Однако следует учитывать, что у икринок при осеменении появляется избирательная способность в отношении сперматозоидов. Оплодотворение икры осеменной смесью спермы от нескольких самцов, дает лучший эффект нежели при осеменении ее спермой от одного самца. Стадо рыб, полученное из икры, осеменной смесью спермы от нескольких самцов, обладает повышенной жизнестойкостью за счет сохранения генетического разнообразия потомства [57; 3; 128].

В ходе проведенных исследований мы выяснили, что при использовании 3–5 самцов на 6–8 самок, как практикуют приморские рыбоводы [97], не обеспечивается оплодотворение икры выше 94–96 %. Использование при осеменении полов 1:1 дает возможность половым клеткам, при избирательной активности, оплодотворить большее количество яиц – до 97,0–98,8 %.

Таким образом, для осеменения икры 10 самок требуется сперма не менее 10 самцов. После этого икру и сперму надо перемешать рукой, делая аккуратные круговые движения. Затем в таз по бортику налить воду, не прекращая круговых движений рукой (рис. 19).



Рис. 19. Добавление воды для активации спермиев, Охотский ЛРЗ

При этом вода активизирует сперматозоиды, которые способны к поступательным движениям в течение 1–2 минут. В это время происходит оплодотворение яйцеклеток, поэтому следует оставить таз с икрой, перемешанной со спермой на 2 минуты. На этом осеменение икры заканчивается. После осеменения необходимо сразу же приступить к подготовке оплодотворенной икры к инкубации: отмыть икру от остатков спермы, полостной жидкости, слизи, клейкого вещества и оставить ее в воде для набухания оболочек.

4.3 Промывка икры и подготовка ее к инкубации

Промывка икры должна быть произведена в первые 10 минут после осеменения. С этого момента начинает резко возрастать чувствительность икры к механическим воздействиям, и икра приобретает слабую клейкость. Если икру своевременно хорошо не промыть, то сгустки крови, слизи, спермы и другие частицы будут приклеиваться к икринкам и станут благоприятной средой для развития сапролегнии. Кроме того, разлагающаяся органика требует для своего окисления кислород, необходимый для дыхания эмбриона.

Промывку следует осуществлять следующим образом: оплодотворенную икру переливают в сетчатый таз промывочной емкости (рис. 20).



Рис. 20. Промывка икры после оплодотворения, Охотский ЛРЗ

Сразу же икру следует аккуратно взрыхлить рукой (перемешать в воде), во избежание свертывания спермы, и согнать с поверхности пену. Далее ее оставляют в емкости до полной промывки, пока не будет вытекать чистая вода. Напор воды подбирается такой, чтобы не было вращения икры в потоке. Весь процесс осеменения и промывки должен длиться не более 10 минут. Промытую икру необходимо осторожно перелить в емкость для набухания, опуская таз в толщу воды (рис. 21).



Рис. 21. Помещение оплодотворенной икры в емкость для набухания, Охотский ЛРЗ

Для удобства раскладки икры в ящики, емкость для набухания нужно предварительно выстелить мелкоячейной безузелковой делью.

4.4 Набухание икры

Воду в емкость для набухания следует подавать через шланги из общей водоподводящей сети (рис. 22). Так как в этом случае термический и солевой режимы будут аналогичны тем, которые будут при выдерживании икры в период инкубации.



Рис. 22. Набухание икры, забойка Курильского ЛРЗ

Расход воды в емкостях необходимо устанавливать минимальный, только для обеспечения проточности.

После соединения гамет начинается активация яйца. Под активацией яйцеклетки в широком смысле понимают ее переход из состояния покоя к развитию. Активация заметна по выделению содержимого кортикальных альвеол (гранул) и образованием перивителлинового пространства. Цитоплазма стягивается на анимальный полюс и образует бугорок – бластодиск. На протяжении этого этапа завершается второй этап мейоза (зигонема): сближения мужского и женского пронуклеусов, – и вскоре появляется веретено первого деления (дробления). Кроме того происходит «затвердевание икринки», т. е. увеличение прочности оболочки. Набухшая икра готова к перевозке и размещению ее в инкубационные аппараты. После окончания процесса набухания,

который продолжается 1,5–2 часа, икру следует загрузить в транспортировочные контейнеры вместимостью 25 кг или произвести ее упаковку в изотермических контейнерах вместимостью 50 кг (при проведении процесса набухания икры в них). К этому времени икра переходит в стадию пониженной чувствительности к механическим воздействиям (рис. 23).



Рис. 23. Транспортировочные ящики вместимостью 25 кг, Рейдовый ЛРЗ

При оплодотворении икры, ее промывке и набухании следует использовать воду, наиболее близкую по температуре и химическим свойствам к той воде, в которой будет происходить ее дальнейшее развитие в естественной обстановке и инкубация на заводе.

С пунктов сбора икру необходимо перевозить в инкубаторы сразу после набухания и перехода в стадию пониженной чувствительности к механическим воздействиям. Согласно А. И. Смирнову [129], продолжительность этапа обводнения осемененных икринок и образования зародышевого диска составляет около 10 ч при температуре 10 °С, первая борозда дробления появляется через 11–12 ч после оплодотворения. До начала дробления чувствительность к внешним воздействиям оплодотворенной икры слабая, но к моменту прохождения первой борозды дробления икра должна быть перевезена и помещена в инкубационные аппараты.

Для перевозки икры в инкубационный цех в транспортировочный контейнер на 1/3 объема следует налить воду и с помощью сачка наполнить икрой. После полной загрузки остатки воды сливают. В таком виде контейнер оставляют на 10–15 минут до полного слива воды. Икру, готовую к перевозке, необходимо укрыть свободным краем упаковочной простыни, поверх которой уложить влажный поролон. Контейнер закрывается крышкой настолько плотно, чтобы упакованная икра не могла перемещаться внутри инкубационной камеры в период перевозки.

Осуществляя исследования по перевозке икры пришли к заключению, что с пункта сбора живую икру следует транспортировать в специальных изотермических транспортировочных ящиках на автомобилях. Для улучшения амортизации под ящики обязательно уложить амортизирующий материал – сухой речной песок или поролоновые матрасы (рис. 24).



Рис. 24. Транспортировочные ящики с оплодотворенной икрой перед перевозкой в инкубационный цех, Охотский ЛРЗ

Продолжительность перевозки икры не должна превышать промежутка времени до начала дробления зародышевого диска. Перевозить живую икру нужно, тщательно соблюдая осторожность при передвижении транспортного средства, двигаясь с минимальной скоростью. Трасса, по которой совершают перевозку живой икры, должна быть отгрейдерована, во избежание толчков автомобиля на неровностях. Вносить ящики с живой икрой и выносить их из машины необходимо очень аккуратно и осторожно, избегая резких движений, ударов и тряски транспортировочного ящика (рис. 25).

Во время транспортировки живую икру предохраняют от перегрева и переохлаждения, а также от толчков и ударов. Важно перевезти ее до наступления нового этапа развития, до начала дробления зародышевого диска [129]. Исследуя изменение выживаемости икры от специфики транспортировки установили, что при перевозке с соблюдением перечисленных рекомендаций, по выровненной дороге, на расстояние не более 2 км, со скоростью не более 5 км/ч, гибель, как правило, не превышает 2–3 %; несоблюдение правил перевозки икры приводит к большой гибели (табл. 5).



Рис. 25. Переноска транспортировочного ящика в машину, Охотский ЛРЗ

Таблица 5

Гибель икры горбуши и кеты в зависимости от расстояния от пункта сбора икры до инкубационного цеха и качества дорожного покрытия, %

Вид транспортировочного ящика	Расстояние от пункта сбора (км) и состояние дорожного покрытия*					
	более 15		5–10		0–2	
	1*	2**	1	2	1	2
Гибель икры, %						
Вместимостью 25 кг	8	10	5	8	Менее 1	2–3
Вместимостью 50 кг	10	13	8	10	1	5

* – удовлетворительное состояние дорожного покрытия, скорость передвижения не более 5 км/час; ** – неудовлетворительное состояние дорожного покрытия, скорость передвижения более 5 км/час.

4.5 Учет икры и размещение в инкубационные аппараты

Мы рекомендуем сразу по доставке икры в инкубационный цех контейнер открыть; крышку и поролон снять. Доставленную в инкубационный цех икру взвесить на весах, записав номер и вес каждого контейнера в специальный журнал учета. Учет количества икры в партии, в настоящее время удобно вести весовым или объемным методом. При использовании транспортировочных контейнеров вместимостью 25 кг следует применять весовой метод учета икры (рис. 26).



Рис. 26. Учет икры весовым методом, Соколовский ЛРЗ

Вес икры в партии определяют, вычтя из общего веса икры с тарой вес контейнеров и упаковочного материала и определив средний вес одной икринки. Для определения среднего веса одной икринки в чашку Петри, под крышку, нужно отобрать 100 икринок из всех контейнеров партии и взвесить на электронных весах. Следует учесть, что точность учета увеличивается, если отбирать икру, когда влажность ее одинакова. Чашка Петри должна быть закрыта крышкой во избежание высыхания икры.

После взвешивания в контейнер необходимо подать воду из расчета 0,83 л/с на 0,5 млн. шт. икры. Привезенную с пункта сбора икру некоторое время в тех же емкостях следует выдерживать в инкубационном цехе и постоянно измерять температуру среды в икре. Если она неодинакова с водой, используемой для инкубации, то постепенным добавлением воды с разницей не более 1–2 °С

следует добиться плавного выравнивания температуры воды и живой икры. При необходимости эту операцию нужно повторять неоднократно, чтобы температура воды в транспортировочном ящике приняла температуру инкубатора, тем самым не допустить температурного шока. Наши исследования показывают, что при нарушении термического режима в период переноса икры из транспортировочных ящиков в инкубационные аппараты ее гибель может достигать 5–7 %, и он практически отсутствует при соблюдении рекомендуемых технологических приемов (табл. 6).

Таблица 6

Гибель икры горбуши и кеты в зависимости от соблюдения термического режима при помещении оплодотворенной икры в инкубационные аппараты, %

Вид рыбы	Разница температуры икры и воды в инкубационном цехе, Т°С		
	более 5	2–5	1–2
Гибель икры, %			
Горбуша	5	1,5–2,0	0
Кета	7	2,0–3,0	0,2

При использовании объемного метода учета предварительно нужно просчитать количество икры в раскладочной кружке или в совке, обтянутом мелкой сеткой, используя при этом стандартную мерку на 300 икринок, затем количество кружек или совков с оплодотворенной икрой, помещенных в инкубационный аппарат. Учет икры необходимо вести в каждой отдельной партии, не распространяя данные по одной партии на всю заложенную на инкубацию икру.

После выравнивания температуры следует приступить к загрузке икры в инкубационные аппараты, для чего в тару с икрой наливают воду и выбирают икру специальными кружками, или контейнер с икрой помещают в аппарат, заполненный водой, и поднимают шандорную пластину контейнера. Икра постепенно просачивается через нижний паз. Икру больших партий равномерно размещают в нескольких аппаратах для создания одинаковых условий при инкубации [21; 79]. Перед закладкой икры нужно произвести отбор проб для определения степени оплодотворения. Анализируют при этом каждую партию. Как показывают наши исследования, при условии строгого выполнения всех вышеописанных рекомендаций по сбору и закладке икры на инкубацию, степень ее оплодотворения составляет не менее 96,0–98,8 %.

4.6 Инкубация икры

Исследование абиотических условий эмбрионально-личиночного развития лососей в естественных нерестовых буграх и на рыбоводных предприятиях позволяет оценить эффективность инкубации икры в зависимости от основных факторов среды и определить оптимальный режим инкубации. Кроме того, структура нерестовых бугров, характер расположения икры, особенности во-

дообмена в нерестовых гнездах представляют собой основу для совершенствования инкубационных аппаратов и повышения эффективности использования их на рыбоводных предприятиях [71].

При инкубации икры, прежде всего, следует создать благоприятные условия для нормального развития зародышей. Для этого необходимо регулярно удалять конечные продукты обмена, выделяемые зародышами, обеспечивать развивающихся зародышей необходимым количеством кислорода, требуемой температурой и определенным гидрохимическим режимом [57; 128]. Во время инкубации икры необходимо бесперебойно снабжать качественной чистой водой все инкубационные аппараты, лотки, секции питомника, обеспечивать необходимую проточность в аппаратах, поддерживать благоприятный температурный, кислородный и световой режимы, бороться с заболеваниями икры. Для этого икру систематически просматривают и осуществляют измерения по основным гидрохимическим показателям, таким как содержание кислорода, рН, содержание железа, а также температура воды и содержание взвешенных веществ.

Из опыта работы сахалинских заводов, обобщенного нами, следует, что наилучшие результаты достигают при инкубации икры лососевых в аппаратах ящичного типа двух видов: аппараты типа «Бокс» вместимостью 500 тыс. икры кеты и 600 тыс. икры горбуши и аппараты типа Аткинса, вместимостью одного отсека 100 тыс. икры кеты и 120 тыс. икры горбуши (рис. 27).



Рис. 27. Аппараты типа Аткинса, Таранайский ЛРЗ (задний план)

Размер аппарата Аткинса 3500×3500×300 мм, причем лотки разделены на 4 отсека. Икру помещают в аппараты на сетчатые поддоны в «навал». Вода циркулирует снизу вверх, проходит через донную сетку омывает икру и выходит в приемную

камеру следующего отсека. Приемная камера каждого из отсеков имеет донное щелевидное отверстие, через которое вода направляется в следующий отсек и снова проходит снизу вверх, сквозь икру. Каскадный уровень вод в аппаратах Аткинса создается наборными шандорными пластинами, количество которых уменьшается от верхнего к нижнему отсеку. Расход воды на один инкубационный аппарат Аткинса, в зависимости от стадии развития икры, варьирует от 20 до 30 л/мин, причем от начала к концу инкубации потребность эмбрионов в кислороде, как и количество выделяемых метаболитов возрастают. Эти аппараты удобны при закладке икры на инкубацию небольшими партиями, например, в начале и конце периода сбора икры, или на предприятиях с малой мощностью.

Каскадный уровень вод в аппаратах «Бокс» создается путем их ступенчатой установки на специальной платформе секциями по шесть боксов, расположенных попарно ступеньками один над другим (рис. 28).



Рис. 28. Аппараты типа «Бокс», Курильский ЛРЗ

Вода, также как в аппаратах типа «Аткинса», циркулирует снизу вверх, омывает икру и перетекает из впереди стоящего бокса в последующий (рис. 29). В боксах нет съемных шандор, они оборудованы сливным отверстием с пробкой, которое позволяет осушать инкубационный аппарат после завершения процесса инкубации икры или во время проведения «сухого» маркирования, а также промывания икры от заиливания в процессе инкубации. На «вытоке» из каждого «Бокса» закрепляют защитную сетку, предотвращающую утечку икры во время инкубации. Конструкция аппаратов и схема их установки (каскадом) обеспечивают, при правильном уходе за икрой, ее 100 %-ную омываемость. Размеры боксов 900×640×550 мм. Расход воды на один ряд боксов (3 шт.) в начале инкубации следует устанавливать в пределах 50–60 л/мин [78; 79]. Во-

доподача на каждый ряд аппаратов осуществляется шаровыми кранами, с помощью которых можно регулировать расход.

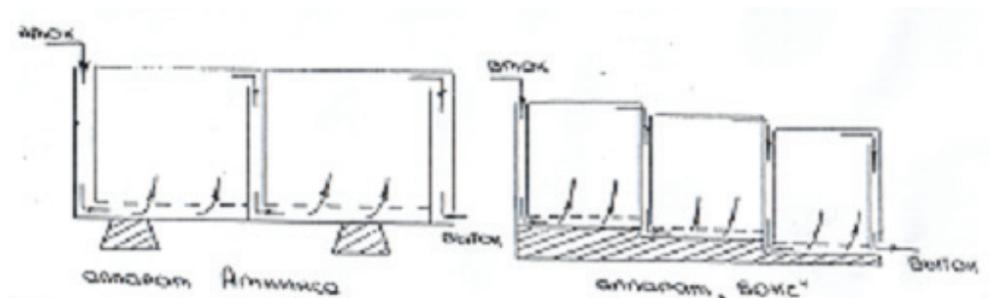


Рис. 29. Схема движения воды в инкубационных аппаратах (из материалов ФГБУ «Сахалинрыбвод»)

В отличие от аппаратов дальневосточного типа, которые широко использовали на сахалинских ЛРЗ до реконструкции, водоснабжение инкубационных аппаратов типа «Бокс» и Аткинса выгодно отличается: на каждый каскад из «Боксов» вода подается независимо из водоподающего лотка, а водоснабжение аппаратов дальневосточного типа было зависимого типа, то есть, стопки с икрой расставляли от первых партий сбора снизу вверх по течению, вследствие чего икра, находящаяся в «нижних» аппаратах, омывалась водой с меньшим количеством кислорода, по сравнению с «верхними» аппаратами.

Кроме того, специальные транспортировочные ящики вместимостью 25 кг и большой объем «Боксов» позволяют икру на инкубацию помещать непосредственно «переливанием» из транспортировочного ящика в инкубационный аппарат, т. е., минуя раскладку икры на рыбоводные рамки (рис. 30).



Рис. 30. «Переливание» икры из транспортировочного ящика вместимостью 25 кг в инкубационный аппарат, Соколовский ЛРЗ

В случае перевозки икры в транспортировочных ящиках вместимостью 50 кг икру, после выравнивания температуры воды, следует помещать в инкубационные аппараты при помощи специализированной кружки с сетчатым дном, пр считывая при этом их количество (рис. 31).



Рис. 31. Размещение икры из транспортировочного ящика вместимостью 50 кг на инкубацию, Курильский ЛРЗ

До введения в эксплуатацию нового оборудования раскладку икры на рыбоводные рамки производили следующим образом: пустые рамки ставили в «раскладочный» специальный желоб, наполненный водой. Желоб во время раскладки икры на рамки находился в рабочей комнате цеха, при комнатной температуре воздуха, комфортной для рабочих-рыбоводов. Икру из транспортировочного ящика набирали в кружку с сетчатым дном или в тюлевый сачок и в воде раскладывали на рамки. На одну рамку помещали 2500 икринок кеты и 3000 икринок горбуши. После того, как икра была разложена на 10 рамок, их ставили одна на другую и закладывали в так называемые стойки. Сверху для утяжеления рамки с икрой накрывали дополнительной рамкой с металлической сеткой или помещали на верхнюю рамку груз во избежание всплывания рамок с икрой. После наполнения двух стоек рабочий при помощи специальных крючков относил их в инкубатор и помещал в аппараты. Длительность процесса раскладки икры на рамки зависела от квалификации и опыта рабочих, но, как правило, составляла от 2–3 до 10 минут. Все это время икра испытывала температурный шок. В целом, инкубационный отход во многом зависел также от скорости раскладки икры и опыта рабочих – рыбоводов. Омываемость икры в инкубационных аппаратах дальневосточного типа при указанной плотности икры на рамках была неудовлетворительной и не

благоприятствовала как поступлению кислорода, так и выносу продуктов метаболизма. Отход икры, инкубируемой на рамках, достигал 50–80 % за период инкубации из-за высокой плотности размещения и плохой омываемости икры водой, и, как следствие, вторичного поражения сапролегниозом.

Таблица 7

Среднемесячная температура воды при инкубации икры, оптимум, °С

Вид рыбы	Месяцы				
	09	10	11	12	01
Горбуша	7,9	7,2	5,3	3,1	
Кета		7,0	5,8	4,6	4,5

4.7 Влияние факторов среды на развитие эмбрионов

Температура является важнейшим фактором любого биологического процесса. При инкубации происходит развитие эмбрионов от дробления зародышевого диска до выклева свободных эмбрионов (многостадийный процесс). Все эти процессы происходят в яичевой оболочке. Для прохождения отдельных этапов оптимальными будут различные температуры. Как следует из данных, представленных на графике зависимости гибели икры кеты при инкубации от температуры воды, наибольшая выживаемость (наименьшая гибель) кеты на этапе инкубации наблюдается при $t = 4,5$ °С (рис. 32). Поскольку процесс инкубации икры длится 4 месяца, важно было проверить, изменяется ли оптимум в каждый из этих месяцев, и нужно ли корректировать температуру в течение каждого из них. В природных условиях температура в процессе инкубации икры уменьшается и в эмбриональном развитии организма, проходящем на этапе инкубации, меняются от стадии зиготы, дробления, бластуляции и далее, включительно до выклева свободных эмбрионов.

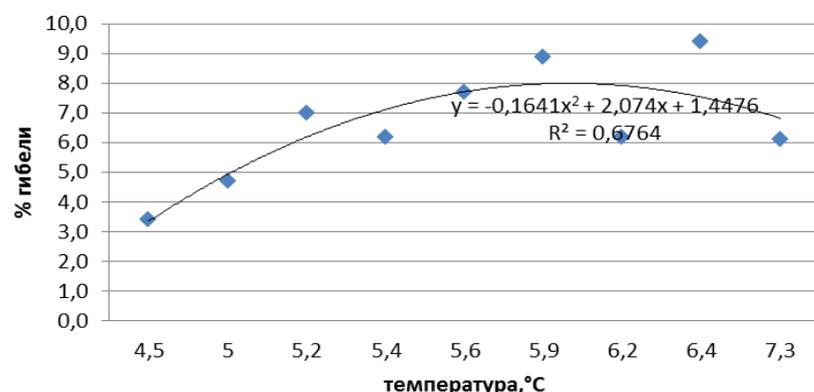


Рис. 32. Кривая зависимости гибели икры кеты при инкубации (%) от температуры воды (°С)

Для приморской кеты выявлен оптимальный температурный режим, заключающийся в понижении температуры воды от 10–12 в начале до 4–6 °С к концу инкубации [97].

С целью выяснения оптимальных значений для каждого месяца развития кеты и горбуши на рыбоводных предприятиях Сахалинской области, были обработаны данные по температурному режиму за 22 рыбоводных цикла на Рейдовом ЛРЗ. В результате установлено, что температура воды уменьшается с 7,9 °С в сентябре до 3,1 °С в декабре для горбуши и от 7,0 °С в октябре до 4,5 °С в январе для кеты (табл. 7).

Следует заметить, что на большинстве заводов, расположенных на Сахалине термический режим источников подруслового водоснабжения несколько отличен: температура выше в сентябре и ниже в декабре.

Известно, что температура предопределяет величину концентрации растворенного кислорода в воде. На его содержание оказывают влияние повышение плотности рыбоводной продукции на всех этапах, и в случае необходимости используют дополнительную аэрацию или увеличивают проточность воды для коррекции его содержания. Как и в случае температуры, был определен оптимум содержания кислорода ежемесячно на этапе инкубации (табл. 8).

Таблица 8

Оптимальное среднемесячное содержание растворенного кислорода при инкубации икры, выдерживании предличинок и подращивании личинок горбуши и кеты, мг/л

Вид рыбы	Месяцы				
	09	10	11	12	01
Горбуша	9,00	10,50	11,24	11,80	
Кета		9,93	10,67	10,90	10,80

Оптимальное содержание кислорода варьирует в пределах от 9,0 мг/л в сентябре до 11,8 мг/л в декабре для горбуши и 9,93 мг/л в октябре до 10,9 мг/л в январе для кеты. Потребность эмбрионов в кислороде значительно возрастает к концу инкубации, поэтому в этот период увеличивают расход воды в «Боксах» до 65–70 л/мин, в аппаратах Аткинса – до 40–45 л/мин.

Развитие икры и свободных эмбрионов тихоокеанских лососей должно проходить в темноте, по аналогии с развитием икры в нерестовых буграх, поэтому все работы с ними проводят в условиях слабого рассеянного света. Последнее достигается путем покрытия инкубационных аппаратов специальными акриловыми крышками, многократно рассеивающими прямой свет и тем самым предохраняющими живую икру от воздействия лучей солнечного спектра.

4.8 Уход за рыбоводной продукцией в период инкубации

В процессе накопления данных установлено, что на сахалинских и курильских заводах инкубация икры горбуши, в зависимости от температуры воды, длится от 55 до 150 дней, кеты – от 55 до 165 дней. Это очень ответственный период в разведении организмов. При его прохождении специалисты заводов ежедневно должны просматривать все партии сбора икры, предупреждая возможные отходы.

При недостатке в воде кислорода следует чаще устраивать в водоподающих желобах перепады воды. В случае превышения оптимального содержания в воде кислорода допускается меньшая подача воды; в результате жизнедеятельности эмбрионов содержание кислорода в воде будет снижаться. В инкубаторах предусматривается хорошая циркуляция воды, омывающая икру в аппаратах и отсутствии заиленности икры. Очень важно предупреждать образование в аппаратах зон застоя воды. О благоприятном водоснабжении аппаратов свидетельствует хорошее состояние икры и нормальное содержание кислорода в воде, выходящей из аппаратов или секций питомников. Пробы на содержание кислорода поступающей в аппараты и выходящей из них воды отбирают не реже одного раза в 10 дней.

В том случае если температура воды равна 5–7°C, содержание кислорода 7–8 мг/л, при определенной выше загрузке инкубационных аппаратов икрой достаточно поступление в среднем 1,5–2 л/сек воды на 1 млн. икринок. Такое количество воды избыточно для начального периода инкубации икры и ближе к потребностям эмбрионов в конце инкубации и после выклева, когда потребление кислорода существенно повышается. Как было выявлено в ходе проведенных исследований, эти параметры среды на данном этапе развития являются оптимальными и их выдерживание обуславливает минимальный отход икры и отсутствие нарушений в ее развитии.

При водоснабжении икры речной водой в процессе инкубации возможно заиление икры, особенно в период паводков. Оно резко ухудшает условия развития, затрудняет дыхание эмбрионов, способствует распространению заболеваний, особенно сапролегнии.

Воду, поступающую из открытых источников необходимо отстаивать и фильтровать. При инкубации икры в старых цехах заиленную икру промывали под душем-лейкой (рис. 33).

Сроки промывки приурочивали к стадии пониженной чувствительности икры к механическим воздействиям.

На чувствительных стадиях развития, от момента оплодотворения до стадии пигментации глаз, при работе с икрой следует соблюдать особую осторожность. В этот период промывку икры необходимо делать пассивным способом, вынимая пробку нижнего слива и выпуская воду. Двух или трехразовой смены воды в аппарате обычно бывает достаточно для освобождения икры от иловых наносов, что увеличивает доступ кислорода к икре. В аппаратах Аткинса промывку производят с нижнего отсека, взрыхлив икру, поднимают шандору на 1–1,5 см (до уровня сетчатого поддона) и сливают воду (рис. 34).



Рис. 33. Душевание икры на Курильском ЛРЗ



Рис. 34. «Рыхление икры» в аппаратах «Бокс», Березняковский ЛРЗ

После 2–3 кратной смены воды шандоры закрепляют в приподнятом положении с помощью клинышков и переходят к промывке вышерасположенного отсека.

Погибшая в процессе инкубации икра служит субстратом для развития и распространения сапролегниоза, поэтому ее необходимо своевременно отбирать.

До оснащения ЛРЗ икроотборочными аппаратами икру дважды за инкубацию подвергали выборке: транспортировочного отхода (на следующий день после закладки) и инкубационного отхода (после достижения икрой стадии «глазка»). Выборку проводили вручную, при этом рамки с икрой длительное время (до получаса) находились без воды, в теплом помещении с температурой 20 °С. При этом, безусловно, икра испытывала температурный шок (рис. 35).



Рис. 35. Выборка вручную икры кеты на Курильском ЛРЗ

Результирующий отход за период инкубации оценивался в 10–15 %. В настоящее время отбор погибшей икры за этап инкубации проводят один раз, перед выносом в питомник на выклев при помощи икроотборочных аппаратов в интервале от 320 до 350 градусодней, когда эмбрионы наиболее устойчивы к механическим воздействиям. Процесс выборки максимально укорочен для минимизации времени пребывания икры без воды. В результате минимизации отрицательного воздействия на икру при отборе, общая сумма погибшей за инкубацию икры не превышает 7–8 %. Заметим, что за сутки до выборки инкубационного отхода необходимо осуществить «стрессование» икры. Этот метод отбора погибших икринок заключается в механическом воздействии на икру путем ее пересыпания и промывки (рис. 36).



Рис. 36. Стрессовый метод отборки икры на Таранайском ЛРЗ

В результате этого после механического воздействия («пересыпания» икры) белок в неоплодотворенных икринках коагулирует и они становятся непрозрачными, что делает возможным их лучше отсортировать в икроотборочной машине (для отбора погибшей икры в аппарате используют фотоэлемент, который отбраковывает непрозрачную икру в отдельную емкость) (рис. 37).



Рис. 37. Икроотборочный аппарат типа JX, Таранайский ЛРЗ

На приморских ЛРЗ в качестве стрессовой обработки предлагается шевелить и надавливать икру на рамках перед выборкой отхода [97].

Результаты проведенных нами исследований свидетельствуют о том, что нарушения температурного, газового режима и расходов воды на ранних этапах эмбриогенеза приводят как к увеличению отхода, так и к возникновению различных аномалий развития и функциональных заболеваний, таких как водянка желточного мешка, белопятнистая болезнь и сдвоенные эмбрионы (рис. 38).



Рис. 38. Аномалии развития эмбрионов кеты, ЛРЗ Соколовский

Произведя слежение за процессом развития эмбрионов на ранних этапах онтогенеза установили, что при условии строгого соблюдения всех оптимальных абиотических условий в период инкубации производственный отход икры кеты варьирует по партиям от 4,7 до 9,4 % и в среднем составляет 7,4 %; по горбуше – от 5,8 до 10,8 %, в среднем – 7,8 %, что ниже нормативно допустимых показателей, определенных действующей на настоящее время инструкцией (табл. 9).

Таблица 9

Производственный отход икры на ЛРЗ Сахалинской области, рыболовный цикл 2011–2012 гг. [108]

Наименование ЛРЗ	Производственный отход, %			
	Горбуша		Кета	
	норматив	факт	норматив	факт
Адо-Тымовский			10,0	6,2
Березняковский			10,0	7,9
Буюкловский			10,0	4,7

Наименование ЛРЗ	Производственный отход, %			
	Горбуша		Кета	
	норматив	факт	норматив	факт
Калининский			10,0	8,9
Курильский	11,0	5,8	10,0	6,1
Лесной	11,0	7,9	10,0	8,2
Охотский			10,0	8,7
Побединский			10,0	7,0
Пугачевский			10,0	6,5
Рейдовый	11,0	6,3	10,0	5,7
Соколовский			10,0	7,7
Сокольниковский			10,0	9,4
Таранайский	11,0	10,8	10,0	6,2
Урожайный	11,0	8,1	10,0	8,6
Ясноморский			10,0	8,9

4.9 Контроль заболеваемости, профилактические и лечебные мероприятия

Из биотических факторов среды, влияющих на выживаемость, важнейшим является подверженность заболеваемости микозами. В случае инкубируемой «в навал» икры, несмотря на достаточную аэрацию и проточность, возникает сапролегниоз икры. До внедрения в технологическую схему работ рыболовных предприятий регулярных профилактических обработок, отход икры, погибшей от сапролегниоза, был значительным: до 80 % всей заложенной на инкубацию икры. Этому способствовала высокая плотность икры на рамках, препятствующая доступу кислорода (табл. 10). После реконструкции заводов и использования новых инкубационных аппаратов типа «Бокс» и Аткинса с принципиально иной схемой водоснабжения в период инкубации гибель икры от сапролегниоза на инкубации составляет не более 3,0–3,5 %.

Таблица 10

Гибель икры от сапролегниоза на стадии инкубации

Годы закладки	Гибель икры от заболевания сапролегниозом, %	
	горбуша	кета
1970–1980 гг. (рамки)	80	50
2013 г. (аппарат типа «Бокс»)	3,5	3,0

На заводах Сахалинской области до 1959 г. в качестве дезинфицирующего средства применяли 0,5 % раствор формальдегида, в который опускали на 0,5–

1 мин. стопки с икрой. Начиная с 1959 г., в качестве антисептика применяли органический краситель малахитовый зеленый. Проводили кратковременные (от 10 до 30 сек) купания икры в растворе «малахитовой зелени» концентрации 1:15000. Кроме того, на некоторых рыболовных заводах использовали насыщенный раствор поваренной соли, в котором проводили профилактические купания икры перед выносом на выклев. Кроме дезинфицирующего воздействия, плотный солевой раствор позволял проводить выборку инкубационного отхода икры «флотационным методом», при котором погибшая икра всплывала на поверхность, а живая опускалась на дно емкости.

В последние годы на ЛРЗ Сахалинской области в качестве лечебно-профилактического средства снова стали применять раствор формальдегида. В тоже время заметим, что хорошие перспективы в качестве дезинфицирующего средства имеет раствор перекиси водорода, экспериментальные работы с которым еще ведутся.

После первой обработки формальдегидом необходимо соблюдать следующую периодичность обработок: от дня оплодотворения до отборки инкубационного отхода – 1 раз в неделю (декаду), далее – 1 раз в 10–14 дней. Применяемая концентрация формальдегида для обработки икры: 1:800, экспозиция 30 мин.

Обработку икры проводят в проточной воде с помощью капельной установки. С помощью капельницы можно обработать как один аппарат, или ряд, так и все аппараты одновременно. В этом случае дезинфицирующий раствор вносят в водораспределительный лоток на водотоке. Профилактической обработке подвергают всю икру после душевания или выборки инкубационного отхода (рис. 39).

Как показывают наши наблюдения, проведение плановых профилактических обработок тихоокеанских лососей на всех этапах онтогенеза является неотъемлемым звеном в биотехнике искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей и способствует сокращению возможных потерь рыболовной продукции во время рыболовного цикла.

Как показывают наши наблюдения, проведение плановых профилактических обработок тихоокеанских лососей на всех этапах онтогенеза является неотъемлемым звеном в биотехнике искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей и способствует сокращению возможных потерь рыболовной продукции во время рыболовного цикла.



Рис. 39. Капельница для профилактических обработок, ЛРЗ «Соколовский»

4.10 Наиболее опасные заболевания икры, личинок и молоди на ЛРЗ Сахалинской области

На ранних этапах развития тихоокеанские лососи наиболее уязвимы к различным видам заболеваний и изучение этих заболеваний является неотъем-

лемой частью рыболовства. Благодаря этому мы можем выращивать молодь с гораздо меньшим отходом, более упитанную и способную, будучи уже выпущенной в море, расти здоровой и высокотолерантной [57].

На Сахалинских ЛРЗ, где используют современные биотехнологии искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей и регулярно осуществляют профилактическую обработку икры, практически не наблюдается массовой гибели рыболовной продукции по причине различных заболеваний. Но опасность заражения сохраняется, особенно на тех предприятиях, которые в качестве источника водоснабжения используют речную воду. Наиболее опасными заболеваниями рыболовной продукции на этапе эмбрионального развития являются сапролегниоз и расслабление оболочек икры, а на этапах подращивания личинок и выращивания молоди – триходиниоз, хилодонеллез, микоз плавательного пузыря, аэромоноз и газопузырьковая болезнь.

Сапролегниоз – заболевание рыбы и икры грибной этиологии, широко распространенное в рыболовных хозяйствах разного профиля, в том числе и на ЛРЗ. Сапролегниоз вызывается сапрофитными грибами из порядка сапролегниевых (*Saprolegniales*), относящимися к нескольким родам: *Achlya*, *Aphonomyces*, *Dictyuchus*, *Leptolegnia*, *Saprolegnia* и др. Наиболее распространенными и патогенными являются следующие виды: *Ach. flagellate*, *Aph. laevis*, *D. monosporus*, *S. ferax*, *S. mixta*, *S. Parasitica*.

Сапролегниоз распространен повсеместно, так как возбудители этой болезни, являясь сапрофитными организмами, постоянно присутствуют в воде и грунтах. Заболевание может возникать в любое время года, однако каждый вид гриба обладает определенными требованиями к условиям среды и, в частности, имеет свой температурный оптимум. Установлено, что максимум развития для *S. mixta* и *S. ferax* приходится на весну и осень, *S. monica* – на зиму, *Ach. flagellate* на лето, *S. parasitica* встречается в течение всего года.

Болезнь у рыб может протекать длительно, особенно при низкой температуре воды, вызывая повышенную гибель. Сапролегниоз часто сопутствует ряду инфекций и инвазий, осложняя их. Факторами, способствующими развитию болезни на рыбе, являются травмы, стресс, низкая температура воды (ниже 1 °С), высокий показатель рН (более 8,3), наличие в воде рыболовных сооружений большого количества органических веществ.

Интенсивность развития грибов на икре зависит от доли травмированной и неоплодотворенной – то есть, мертвой икры. Сапролегниоз проявляется в виде ватообразного разрастания гриба на различных участках поверхности тела, плавниках, жабрах, реже на внутренних органах. Цвет мицелия белый, но может варьировать от желтоватого до коричневатого в зависимости от цвета осаждающихся на нем взвешенных в воде частиц.

По мере развития болезни рыба становится вялой, слабо реагирует на внешние раздражители. Присутствие на теле рыбы светлых грибковых пятен делает ее более заметной и затрудняет ее движение.

Здоровая, нормально развивающаяся икра, как правило, заражается сапролегниозом при контакте с мертвой пораженной икрой. Установлено, что у рыб с длительным сроком инкубации икры возможно заражение и живых развивающихся икринок. Под воздействием гриба происходит разрыхление поверхности оболочек икры, их деструкция, вакуолизация. В ряде случаев гифы инвазируют внутреннее содержимое икринки.

Диагноз на сапролегниоз ставят на основании эпизоотологических данных, клинических признаков и обнаружения гифов грибов на рыбе и икре. Обнаружение десятков больных рыб в одном рыболовном сооружении или боль-

шого числа пораженных икринок в инкубационном аппарате свидетельствует о наличии болезни. При постановке диагноза следует выяснить первичную причину возникновения заболевания, учесть факторы, способствующие ее возникновению, и в случаях гибели исключить сопутствующую инвазию или инфекцию [59; 99].

В целях профилактики сапролегниоза икры мы рекомендуем выполнять ряд следующих мероприятий:

1. Строго соблюдать технологию получения и оплодотворения икры и содержания производителей. Избегать стресса и других неблагоприятных факторов, снижающих иммунно-физиологическое состояние маточного стада, особенно в преднерестовый период.

2. Лечебно-профилактическую обработку икры лососевых проводить в соответствии с действующими ветеринарно-санитарными правилами для ЛРЗ.

3. Икру с момента обнаружения сапролегнии в течение всего периода инкубации (кроме чувствительных стадий) необходимо систематически обрабатывать в растворах следующих препаратов:

Формальдегид – 0, 2–0, 5 % – 3 мин (через 10 дней);

Малахитовый зеленый – 1:15000 – 3 мин (через 10 дней); 1:200000 – 30 мин (через 3 дня).

4. Молодь рыб при появлении сапролегниоза следует обрабатывать в растворе малахитового зеленого – 1:800000 – 5–10 мин, или формалина 1:4000 4–5 мин, 1:20000 – 30 мин., производителей рыб – в растворе малахитового зеленого – 1:200000 – 20 мин.

5. При работе с икрой и молодь рыб на всех этапах рыбоводного цикла необходимо соблюдать исключительную осторожность во избежание их травмирования [99; 100].

Расслабление («лопание») оболочек икры тихоокеанских лососей наблюдается иногда в период ее инкубации и рассматривается как вторичное явление.

Первопричиной болезни является нарушение условий инкубации икры, ее травмирование и возникновение стрессовых ситуаций в последующий период ее развития [18; 157]. На поврежденных участках икринок поселяются миколитические или грамтрицательные бактерии, а также низшие грибы, близкие к роду *Rhizophidium*. Постепенно мицелий гриба врастает в оболочки икринок и разрушает их. Помимо этого, неблагоприятные условия газообмена икринок в период инкубации вызывают изменения желез вылупления. В результате наступает раннее вылупление несформировавшихся эмбрионов и их гибель. Диагноз заболевания устанавливают на основании клинических признаков, эпизоотологических данных и результатов микроскопического исследования оболочек и содержимого икринок [13].

Для профилактики болезни проводят обработку икры в растворах ряда химических реагентов:

– формальдегид 0,5 % – 3–5 мин;

– малахитовый зеленый – 1:15000 – 3–5 мин.

В инкубационных аппаратах необходимо соблюдать оптимальные условия среды, обеспечивая необходимую проточность, содержание кислорода и температуру воды. Инкубационные аппараты, рыбоводный инвентарь необходимо дезинфицировать раствором формалина [58; 59].

Возбудителями **триходиноза** являются инфузории из семейства *Urceolariidae*. Локализуются триходины в основном на коже и плавниках молоди кеты и горбуши, а при высокой степени инвазии – и на глазных яблоках. Среди возбудителей заболевания на рыбоводных заводах Сахалинской области широкое распро-

странение имели два вида триходин: *Trichodina truttae* и *T. californica*. *T. truttae* регистрировалась на молоди лососевых с начала 1960-х годов [173; 175].

Возбудители распространяются с зараженной рыбой или водой, и наибольшее число рыб, больных триходинозом, имеет место на хозяйствах с речной водоподачей, потому что дикие популяции служат источником заражения рыбоводной продукции [174]. К триходинозу восприимчивы разные виды и разные возрастные группы рыб. Наиболее подвержены заболеванию младшие возрасты. В связи с этим триходины очень опасны для выращиваемой на рыбоводных заводах молоди лососевых, где они встречались регулярно в прошлые годы с очень высокой численностью [12].

Несмотря на совершенствование биотехнологии искусственного разведения тихоокеанских лососей проблема триходиноза на рыбоводных заводах остается актуальной и в настоящее время представляет определенную опасность для молоди лососевых рыб.

Меры борьбы и профилактики с триходинами у нас в стране и за рубежом разработаны и освещены в литературе достаточно широко. В частности, для дальневосточных рыбоводных заводов они подробно изложены в работах Е. А. Богдановой, Г. П. Вяловой и И. М. Золотаревой [46]. В своей монографии Е. А. Богданова [12] указывает, что триходиноз до 1960 г. был одним из самых распространенных заболеваний молоди лососевых на рыбоводных заводах Сахалинской области (рис. 40).

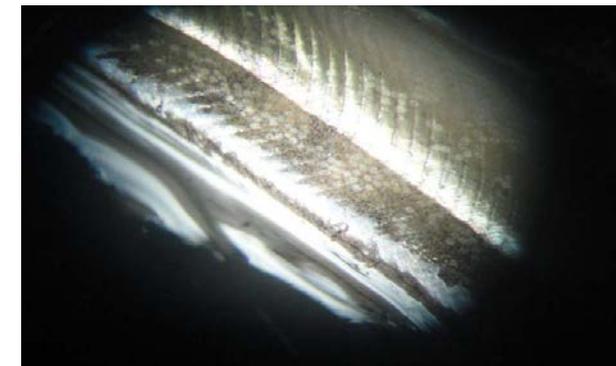


Рис. 40. Поражение кожных покровов молоди кеты *Trichodina truttae*, Соколовский ЛРЗ

Применение разработанных мер борьбы и профилактики привело к значительному уменьшению заражения. В настоящее время благополучие рыбоводных заводов по триходинозу поддерживается за счет введения в биотехнику плановых обработок молоди один раз в декаду и по показаниям. Установленным по нашим исследованиям показанием к обработке является интенсивность инвазии более 5 паразитов на одного малька. Паразитологические обследования молоди на каждом заводе необходимо проводить не реже одного раза в 10 дней. При триходинозе на сахалинских рыбоводных заводах традиционно применяют формалин в разведении 100 мг/л в течение 15–20 мин и малахитовый зеленый 1,4 мг/л в течение 10 мин или 1,0 мг/л в течение 15 мин.

Однако некоторые исследователи указывают на токсичность для рыб малахитовой зелени и формалина высоких концентраций [25]. Появился также ряд работ, указывающих на возможность применения значительно меньших концентраций этих препаратов с одновременным увеличением экспозиции

до нескольких часов, а также ведется поиск менее токсических веществ. В том числе и в течение двух лет проводились экспериментальные обработки молоди лососевых органическими красителями такими как фиолетовым «К» и основным ярко-зеленым против триходин и сапролегнии. Эти препараты давно и успешно применяют для профилактических и лечебных обработок прудовых рыб. Они губительно действуют на ряд эктопаразитов, включая триходин, или нарушают их нормальное развитие.

При современной интенсификации рыбоводства обработка икры молоди лососевых рыб является неотъемлемой частью биотехники. В условиях Сахалинской области, наряду с принятыми и утвержденными к использованию препаратами, можно рекомендовать фиолетовый «К» – препарат эффективный и менее токсичный [24].

Органический краситель малахитовый зеленый реже применяется в последнее время, поскольку имеются сведения о его возможном канцерогенном эффекте, и кроме того, при развешивании его для приготовления растворов нужной концентрации, он сильно пылит. Раствор формальдегида все еще широко используется на наших рыбоводных заводах, но он также имеет свои недостатки: концентрированный (40 %-ный) формалин имеет густую консистенцию, и для его разведения в нужной концентрации требуется возгонка. В разработке находится новое лечебно-профилактическое средство для применения в условиях лососевых рыбоводных заводов: пероксид водорода (H_2O_2). Результаты данной экспериментальной работы будут в ближайшее время внедрены на практике.

Возбудитель *хилодонеллеза* *Chilodonella piscicola* относится к ресничным инфузориям. При тяжелой форме хилодонеллеза на поверхности тела рыбы появляется голубовато – серый налет. Заражение *Ch. piscicola* часто вызывает эпизоотии и служит причиной хронической смертности симы на начальном этапе питания на рыбоводных заводах Японии [176]. Этот паразит встречается также на жабрах диких рыб – таких, как сима, корюшка.

Многие авторы предполагают, что паразит является причиной заболевания только после значительного стресса хозяина [175]. Решающее влияние на численность хилодонеллы оказывает физиологическое состояние и, в первую очередь, упитанность рыбы. В результате голодания наступает отмирание клеток кожного эпителия, который является наиболее благоприятным субстратом для размножения паразита [7]. Это подтверждается также наблюдениями на рыбоводных заводах Сахалинской области, где наибольшая зараженность хилодонеллой была отмечена у погибшей молоди (суточный отход) и колебалась в пределах 1,0–3,1 экз./рыбу при экстенсивности 20–100 %. На живой молоди хилодонеллы встречаются единично при 90 % экстенсивности.

Большое значение в эпизоотологии хилодонеллеза имеет количество заразного начала в цехах-питомниках рыбоводных заводов. Хилодонеллез сначала возникает на плохо упитанной, дистрофичной и отстающей в росте молоди, в дальнейшем увеличение заразного начала приводит к заражению и хорошо упитанных рыб, что может вызвать их гибель. На рыбоводных заводах Сахалина, как правило, наблюдается смешанная инвазия триходин и хилодонелл. В связи с этим меры борьбы и профилактики хилодонеллеза те же, что и для триходиниоза [25; 26]. Кроме того, введение в технологическую схему обязательного кормления искусственными кормами молоди горбуши и кеты, перед выпуском в естественную среду обитания, практически полностью исключило появление хилодонеллеза, как опасного заболевания в рыбоводной практике.

Газопузырьковая болезнь (газовая эмболия) наблюдается у сеголеток кеты и горбуши. Возникает при перенасыщении воды газами большим давлением при подаче воды из артезианских скважин или при помощи водоподающего насоса.

У мальков отмечают образование подкожных газовых пузырьков, скопление их на голове, поверхности тела, вокруг глаз, в ротовой полости, кишечнике, на внутренних органах, в жировой ткани, в кровеносной системе. Эти же симптомы могут возникать у рыб более старшего возраста.

Больные особи малоподвижны, плавают в вертикальном положении, иногда имеют темную окраску тела, плохо берут корм, истощаются [48].

Диагноз болезни устанавливают на основании клинических, патолого-анатомических признаков у рыб и результатов гидрохимического анализа воды (кислород, азот и др.).

Основным мероприятием для предупреждения болезни является восстановление равновесия растворенных в воде газов (особенно азота, кислорода) посредством:

- 1) тщательной аэрации поступающей в каналы воды;
- 2) длительного предварительного отстаивания воды в отдельных емкостях;
- 3) поддержания в каналах умеренного течения [8].

Из бактериальных инфекций на заводах Сахалинской области зарегистрировано заболевание – **аэромоноз (бактериальная геморрагическая септицемия – БСМ)**.

Заболеванию БСМ подвержены многие филогенетически удаленные друг от друга виды пресноводных и морских рыб - объектов аквакультуры. В Сахалинской области заболевание БСМ впервые было зарегистрировано в 1996 г. у молоди кеты Буюкловского рыбоводного завода. Доля больных мальков кеты составила 13%. Возбудителем являлись бактерии из р. *Aeromonas* [156]. Аэромоноз характеризовался поражением кожного покрова, геморрагическим воспалением внутренних органов. Больная молодь была ослаблена, отмечено покраснение плавников, точечные кровоизлияния на теле, при вскрытии наблюдали изменение цвета печени до песочно-глинистого, она была рыхлой, туловищная почка - анемичной. От больной молоди был выделен возбудитель *A. hydrophila* в ассоциации с *A. salmonicida*. Случай выделения *A. salmonicida* от молоди лососевых интересен потому, что раньше его выделяли только от половозрелых лососей в реках [155]. Прогноз перед выпуском для такой молоди - неблагоприятный. Известно, что инфицированная и ослабленная молодь при выпуске в естественный водоем гибнет в массовом количестве [43].

Профилактической мерой для недопущения заболевания БСМ является соблюдение оптимальных абиотических условий в период инкубации икры, выдерживания предличинок и подращивания молоди. Производители, используемые для изъятия половых продуктов должны быть здоровыми, без внешних признаков заболеваний.

Микоз плавательного пузыря – сравнительно недавно выявленное заболевание молоди кеты, горбуши и ряда других лососей. Возбудителями болезни являются сапрофитные грибы класса дейтеромицет – *Alternaria sp.*, *Cephalosporium acremotum*, *Phoma herbarum* и др. Первоначально они локализируются в плавательном пузыре, затем проникают в другие органы и ткани рыб.

В природе эти грибы распространены повсеместно. С водой их зооспоры проникают в инкубационные аппараты, бассейны; они обнаружены также на рыбоводном инвентаре.

Заражение личинок рыб наступает при первом их подъеме к поверхности воды и заглатывании воздуха, с которым в плавательный пузырь через воз-

душный ход проникают конидии грибов; в полости плавательного пузыря они прорастают в мицелий.

У больных особей наблюдается вздутие брюшка, иногда пучеглазие. Рыбы становятся малоподвижными. Разрастающиеся гифы гриба заполняют просвет плавательного пузыря, что сопровождается нарушением его функции. Рыбы испытывают затруднения при плавании и опускаются на дно. Заглатываемый ими воздух скапливается в желудке, вследствие чего объем его увеличивается и стенки истончаются. В результате молодь лососей перестает двигаться. У сильно пораженных особей отмечены резкие нарушения внутренних органов и тканей; иногда наблюдается их некроз.

Эпизоотии болезни наблюдаются примерно через две недели после подъема их к поверхности воды – весной (иногда при хронической форме – и в конце зимы) в питомниках, аппаратах, прудах. Этому способствуют также скопление в выростных сооружениях органических веществ и высокая плотность посадки рыб.

Диагноз болезни ставят на основании клинических и патолого-анатомических симптомов и микроскопического исследования плавательного пузыря и внутренних органов.

Считаем, что профилактика заболеваний может быть достигнута путем осуществления следующих мероприятий:

1) воду, поступающую в инкубационный цех, предварительно пропускать через песчано-гравийные фильтры;

2) систематически очищать каналы от ила, остатков корма, дезинфицировать, не допускать увеличения в них плотности посадки рыб;

3) соблюдать оптимальную проточность воды.

Основные подрусловый и грунтовый источники водоснабжения изначально исключают попадание в водосистему рыбоводного предприятия патогенного начала.

Кроме обеспечения правильного водоснабжения, важными профилактическими мероприятиями, по нашим наблюдениям, являются следующие:

а) сохранение безукоризненной чистоты оборудования и всех производственных помещений;

б) тщательная очистка питомников от ила;

в) борьба с проникновением в инкубаторы и питомники сорной рыбы, являющейся переносчиком различных заболеваний;

г) дезинфекция оборудования и помещений заводов, включая грунт питомников, перед каждым производственным сезоном;

д) промывка икры от осаждающегося на нее ила и периодическое проведение предупредительной дезинфекции икры;

е) своевременное и правильно организованное кормление личинок и молоди, повышающие ее жизнестойкость.

5 ВЫДЕРЖИВАНИЕ ПРЕДЛИЧИНОК, ПОДРАЩИВАНИЕ ЛИЧИНОК И ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ

5.1 Подготовка питомных каналов

На рыбоводных заводах Сахалинской области для выдерживания предличинок и подращивания личинок тихоокеанских лососей применяют питомники и бассейны. Результаты проведенных нами исследований показывают, что используемое при этом оборудование, обеспечивает существование предличинок и личинок в соответствии с их видовыми адаптациями и с учетом их поведения на каждом этапе развития. Для максимального приближения к требованиям на данном этапе развития, перед окончанием инкубации икру тихоокеанских лососей следует вынести в питомную часть цеха и разместить на специальных пластиковых поддонах для выклева. Поддоны установить непосредственно на трубчатый субстрат, матами из которого без промежутков должно быть выложено дно питомных каналов. Для выдерживания предличинок горбуши и кеты требуется использовать японский трубчатый субстрат (применение субстратов, изготовленных в других странах, таких как ФРГ, КНР, республика Корея, приводило к значительной гибели молоди, из-за наличия заусенец на субстрате), параметры выдерживания в котором близки к естественным. На большинстве ЛРЗ питомные каналы в дальнейшем используют в качестве выростных водоемов, поэтому наиболее удобен в применении трубчатый и сотовый субстраты, поскольку их легко можно убрать из каналов после поднятия молоди на плав.

До реконструкции цехов в практике дальневосточного лососеводства применяли крытые питомники или питомники, прикрываемые сверху на уровне земли щитами. Ширина питомников была от 7 до 14 м. Ширина продольных секций 1,5–2,5 м. Таких секций в питомнике дальневосточного типа – от 2 до 4. Площадь питомников колебалась от 400 до 2500 м². В каждом мальковом питомнике через 6 м и более были поперечные шандорные перекрытия, которые делили продольные секции питомника на подсекции. Эти перекрытия состояли из двух шандор, одна подпорная, высотой 12–18 см, а вторая пропускала воду снизу. Водоснабжение питомников осуществлялось самотеком.

При выдерживании предличинок, для их равномерного распределения на дно питомных каналов насыпали гальку. Дно питомников дальневосточного типа, использовавшихся на ЛРЗ до реконструкции, покрывали галькой диаметром 5–6 см. Гальку укладывали на уплотненный грунт или бетон (рис. 41).

Использование гальки в качестве субстрата для выдерживания предличинок имитировало естественные условия, но было крайне неудобно в эксплуатации, поскольку после подъема личинок на плав, в процессе кормления, несъеденный корм падал на дно и покрывал слой гальки. Прометание дна питомников от остатков корма и сдвигание гальки травмировало молодь и приводило к повышенному отходу. В настоящее время галька заменена искусственным субстратом, который обеспечивает нормальный водообмен, защищает их от воздействия потока воды и препятствует образованию скоплений (рис. 42).

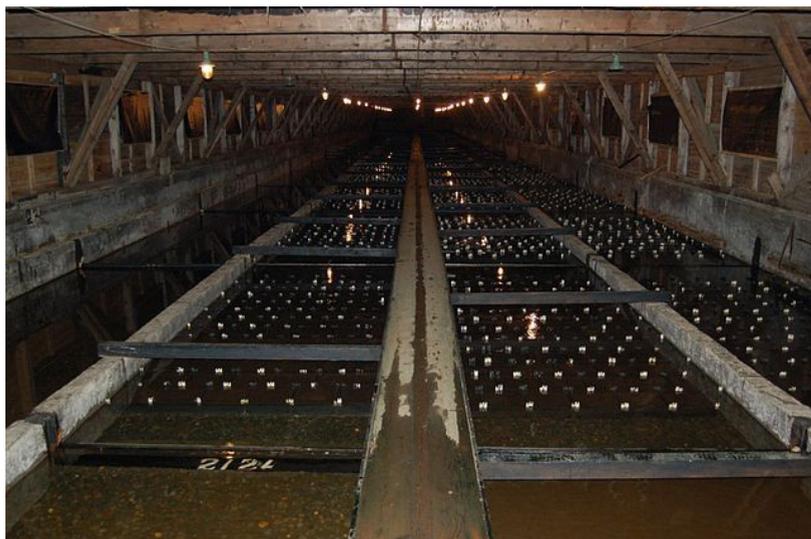


Рис. 41. Питомник дальневосточного типа, Курильский ЛРЗ



Рис. 42. Питомные каналы современного ЛРЗ, Рейдовый ЛРЗ

Как свидетельствуют наши результаты сравнения субстрата, произведенного в разных странах, наилучшими качествами характеризуется японский субстрат фирмы «Сан Нипорос Корпорэйшн» (Токио). Субстрат изготавливают методом формования с непрерывной экструзией – аналогично производству обычных ПВХ-труб. Основным сырьем для изготовления субстрата является полиэтиленовая смола в виде гранул. Сырье загружается в экструдер, где подвергается нагреванию и расплавляется. Это рыбководное оборудование изготавливают с применением высокоточных фильтров, оно характеризуется стандартом размеров по всем параметрам и отсутствием заусенцев, о которые легко могут пораниться личинки [139]. Японский трубчатый субстрат различного диаметра специально адаптирован для процесса выдерживания горбуши и кеты (рис. 43).



Рис. 43. Японский трубчатый субстрат

Трубки субстрата увязаны в маты, и в виде матов их укладывают в питомные каналы. Маты трубчатого субстрата располагают поперек питомного канала, чтобы исключить эффект «гидравлической трубы» и возможность перемещения личинок в нем. Этот субстрат следует хранить и содержать в чистоте и после использования, при необходимости, обработать раствором формальдегида и обязательно тщательно промыть, процесс мойки субстрата представлен на рис. 44.

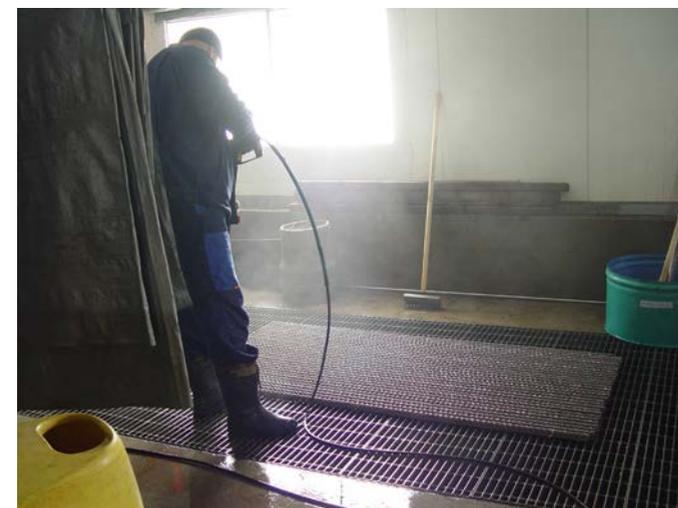


Рис. 44. Мойка субстрата после использования, ЛРЗ «Монетка»

Водоснабжение питомных каналов на современных ЛРЗ независимое, происходит путем подачи воды из водоподающего желоба и регулируется шаровыми кранами. На большинстве заводов длина питомного канала не превышает 19 м, поскольку содержание растворенного кислорода на выходе из канала допускается не менее 8–10 мг/л для горбуши и 6–7 мг/л для кеты, то есть, потребление кислорода в результате жизнедеятельности предличинки,

находящихся в начале и середине канала не должно ухудшать условия жизни предличинок, находящихся в конце канала. Однако есть заводы, где длина каналов равна 21 м.

Уровень воды в питомных каналах следует устанавливать с помощью наборных шандор разной высоты. Плотность установки шандор обеспечивают резиновыми уплотнителями, которые вставляют в паз нижней плоскости шандоры. В районе водоподачи устанавливают одну шандору высотой 6 см, которая не закрепляется жестко, а находится на плаву. Такая постановка шандоры исключает волнение поверхности воды и обеспечивает нижний ток.

Непосредственно перед выклевом у свободных эмбрионов повышается потребность к содержанию в воде кислорода. Для хорошей омываемости икры, скорость течения необходимо поддерживать на уровне 1–1,5 см/с, что составляет приблизительно 120 л/мин на один питомный канал. После окончания выклева расход воды понижается до 50–60 л/мин, и на таком уровне поддерживается до начала поднятия молоди на плав. Падение содержания растворенного кислорода на выходе должно быть не более 50 % по сравнению с содержанием растворенного кислорода на входе.

Для выработки отрицательного фототаксиса у личинок, что необходимо для минимизации их выедаемости хищниками в период выпуска и пократной миграции, перед выносом икры на выклев требуется затемнить цех-питомник. Для этого окна закрывают светонепроницаемыми шторами, каждый канал укрывают черной пленкой. Выклев и последующее выдерживание предличинок должно происходить в условиях полной темноты. Включать электрическое освещение и открывать окна категорически запрещается. Все рыбоводные наблюдения и работы следует осуществлять при свете карманного фонарика, желательнее с красным фильтром.

За 5–7 дней до выклева икру необходимо разместить на поддоны для выклева в питомные каналы цеха. Питомники следует промывать от ила и продезинфицировать. Предварительно отбирают погибшие икринки и оставшуюся икру промывают. Поддоны, используемые для постановки икры на выклев, имеют отверстия прямоугольной формы, которые после выклева обеспечивают свободное перемещение личинок в субстрат. Размеры поддонов 1650×500×40 мм.

Зная полезную площадь каждого питомного канала, необходимо рассчитать количество размещаемой на выклев икры. Плотность посадки свободных эмбрионов на 1 кв. м не должна превышать при выдерживании: горбуша 20 000 шт./кв. м; кета: при подращивании до навески 500 мг – 15 000 шт./кв. м; до навески 700 мг – 10 000 шт./кв. м; до навески 800 мг – 8000 шт./кв. м; до навески 1000 мг – 6000 шт./кв. м [21]. Поддоны с икрой следует устанавливать непосредственно на субстрат, вплотную друг к другу. Первый поддон от водотоков устанавливают на расстоянии 1 м, последний на 1,0–1,5 м до выхода.

До использования пластиковых поддонов, в старых цехах, икру выставляли на выклев в тех же стопках с рамками, где она инкубировалась, только в одной стопке оставляли всего по 5 рамок из 10. Стопки с рамками расставляли по всей площади питомных каналов в шахматном порядке, для лучшей омываемости. После выклева освобожденные от икры стопки с рамками изымали из питомных каналов, подсчитывали отход, промывали и складировали.

На поддонах икру следует рассыпать одним слоем. По нашим наблюдениям, наилучшие результаты при раскладке икры на поддон будут достигнуты при использовании мерной кружки (рис. 45).



Рис. 45. Раскладка икры на поддоны перед постановкой на выклев, Курильский ЛРЗ

В этом случае происходит довольно точное, быстрое и не травмоопасное распределение икры на поддоне. Последнее весьма важно, поскольку икра перед выклевом очень чувствительна к внешним воздействиям. Поддон с икрой 2 работника при помощи железных крючков помещают в воду и слегка встряхивают его, добиваясь равномерного распределения икры (рис. 46).



Рис. 46. Поддоны с икрой на трубчатом субстрате, Таранайский ЛРЗ

Чтобы икру не смывало с поддона в момент погружения, следует снизить расход воды в канале на период раскладки. После окончания выклева поддоны необходимо удалить из канала, тщательно их вымыть и складировать. Для оценки выживаемости в этот период онтогенеза отход икры собирают в емкость и просчитывают, данные заносят в журнал.

Цеха ЛРЗ вмещают в себя по несколько блоков с различным количеством каналов в блоке. Так, например, питомная часть Рейдового ЛРЗ вмещает в себя 5 блоков, в первом блоке размещается 15 каналов, во втором блоке – 24 канала, в третьем – 23, четвертый и пятый блок включают по 26 и 28 каналов, общая длина цеха составляет 350 м. Питомная часть цеха других ЛРЗ намного меньше.

Площадь одного канала в питомнике 38 м², длина 19 м и ширина 2 м. Такая длина питомных каналов, а значит, и ширина здания цеха-питомника, запроектирована в соответствии с существующими в настоящее время биологическими обоснованиями проектов. Считали, что именно эта длина канала позволяет довести необходимое количество растворенного в воде кислорода, до поддонов с икрой и свободных эмбрионов, находящихся в конце канала, с учетом расхода кислорода, потребленного на дыхание рыбководной продукцией, находящейся выше по каналу. При различной температуре воды и стадиях развития рыбководной продукции, в конце питомных каналов содержание растворенного кислорода на выходе из канала допускается не менее 8–10 мг/л для горбуши и 6–7 мг/л для кеты.

Уровень воды в питомных каналах следует установить с помощью наборных шандор типа «А», «Б» и «С». Шандора типа «А» имеет высоту 10 см, без отверстий, шандора типа «Б» – высотой 6 см, также без отверстий, шандора типа «С» – высотой 6 см с резиновыми пробками. Высота слоя воды над поддоном с икрой не должна превышать 1,5–2 см во избежание создания верхнего тока и появления заморных явлений икры. В районе водоподачи устанавливается одна шандора типа «Б», которая не закрепляется жестко, а находится на плаву. Такая постановка шандор исключает волнение поверхности воды и обеспечивает нижний ток [57].

5.2 Выклев свободных эмбрионов

Вылупление предличинок кеты на ЛРЗ Сахалинской области варьирует в пределах 100–130 суток с начала инкубации, при 484,7–493,9 градусоднях в период до начала марта; окончание выклева горбуши приходится на 84–137 суток при 460,6–581,9 градусоднях в период до второй декады февраля.

Весь период выдерживания необходимо строго соблюдать температурный режим и расход воды в питомнике, чтобы не расходовать энергетический резерв организма в виде питательных веществ желточного мешка. Выдерживание предличинок является одним из важнейших периодов в процессе раннего онтогенеза тихоокеанских лососей. Нарушения в части несоблюдения температурного, светового, газового режимов, либо отклонения от рекомендуемых расходов воды, изменения плотности посадки предличинок, длины рыбководных каналов или использование некачественного субстрата приведут к значительным отклонениям от оптимума в развитии рыбководной продукции, а, следовательно, к снижению жизнестойкости и повышенному отходу.

В период выдерживания предличинки расходуют запасные питательные вещества желточного мешка на усложнение своей организации, подготовку к активному образу жизни (полностью формируется ротовой аппарат и хватательный рефлекс), формируется пищеварительный тракт, жаберный аппарат и т. д. [57; 128]. Наши наблюдения свидетельствуют, что к поднятию на плав и

началу кормления личинки горбуши подходят в возрасте 226–232 суток при 770,8–868,3 градусоднях, личинки кеты – на 182–218 суток при 747,0–846,9 градусоднях, в период с 20 апреля по 25 мая.

Вылупление личинок связано с деятельностью желез вылупления, а именно с ферментативным перевариванием яйцевых оболочек. Железы вылупления расположены в основном в покровах головы и передней части желточного мешка. Активность фермента вылупления по отношению к яйцевым оболочкам весьма высока и интервал между началом секреции и вылупления у лососевых не превышает нескольких часов. Выделение фермента в перивителлиновое пространство происходит перед самым вылуплением. Секрет выделяется одновременно, быстро и полностью, сразу разрушая оболочку яйца. После выделения фермента железы полностью дегенерируют. Роль яйцевых оболочек состоит в том, что они не пропускают к почти развившемуся зародышу нужное для него количество кислорода, и зародыш испытывает его определенный дефицит.

Вылупление является сложным процессом, который может нормально осуществляться только при наличии определенных экологических условий. В момент вылупления снимается защитное действие оболочки и перивителлиновой жидкости. При этом резко изменяются условия окружающей среды, улучшаются условия дыхания, появляется возможность свободных движений [63]. В процессе вылупления движения грудных плавников эмбриона становятся непрерывными, а перемещения зародыша – частыми и интенсивными.

Вследствие интенсивного движения грудных плавников перемешивается перивителлиновая жидкость, что способствует выделению и равномерному распределению фермента вылупления – хорионазы. После выделения секрета желез вылупления начинается ферментативный лизис оболочки яйца, который в наибольшей степени идет лишь в нескольких участках. Только в этих участках оболочка значительно утончается, меняются ее структурные свойства. Наружный слой оболочки остается практически не лизированным. В конце периода инкубации толщина оболочки становится неравномерной, диаметр ее канальцев увеличивается, перегородки в них разрушаются. В результате этого под оболочку засасывается некоторое количество воды, а прочность ее снижается. В результате энергичных движений хвостового отдела зародыша оболочка прорывается. При нормальном процессе вылупления эмбрион выходит из оболочки хвостом вперед [113].

На недостаток кислорода зародыш отвечает секрецией желез вылупления и последующим за этим выклевом. Условия, улучшающие дыхание зародыша тормозят секрецию фермента вылупления и процесс выклева. Значение механического фактора при вылуплении для лососевых невелико [71]. Выклев эмбрионов при набухании икры в «навал» может произойти несколько раньше, чем при инкубации на рамках при одних гидротермических условиях. Этому способствует повышенная плотность икры и большое количество фермента «вылупления», накапливаемого в аппарате. Наши наблюдения показывают, что после достижения 400 градусодней необходимо увеличить расход воды в аппаратах «Бокс» до 65–70 л/мин, в аппаратах Аткинса до 40–45 л/мин; также следует регулярно проводить перемешивание икры в аппаратах (через 3–5 дней).

Вылупление происходит за счет ферментативного растворения оболочки яйца (рис. 47). Момент выклева зависит от температурных и других внешних условий.



Рис. 47. Предличинки и икра кеты

В период выклева эмбрионов поддоны в питомнике необходимо просматривать ежедневно. Вылупившихся эмбрионов равномерно распределяют по площади питомника, погибших икринок и эмбрионов выбирают и подсчитывают. В дальнейшем отбор погибших эмбрионов проводят ежедневно. В период выклева оставшихся на рамках разреженные икринки группируют на нижних рамках; плотное расположение икры способствует более успешному выклеву эмбрионов (рис. 48).

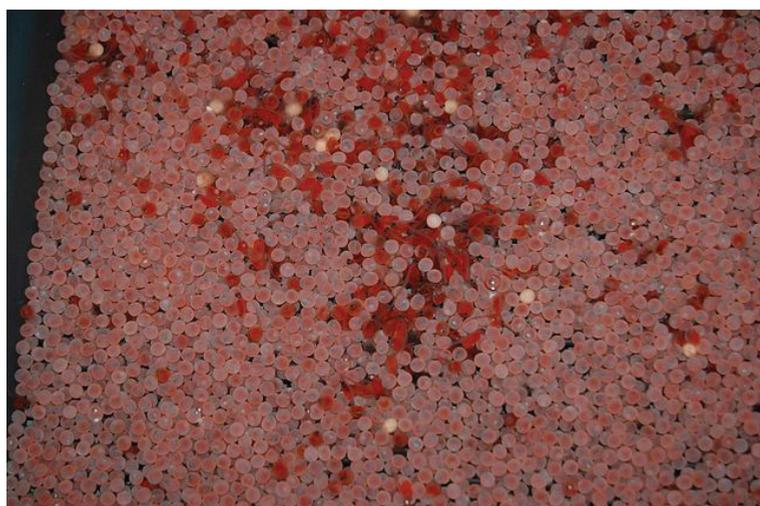


Рис. 48. Начало выклева, Курильский ЛРЗ

Исследуя зависимость между длиной питомника и содержанием кислорода на выходе установили, что ее оптимальный размер равен 17–18 м. Именно

при такой длине потребление кислорода в результате жизнедеятельности личинок, находящихся в начале и середине канала, не ухудшают условия жизни личинок, находящихся в конце канала, в частности, для кеты содержание растворенного кислорода на выходе из канала длиной 17 м составляет не менее 6–7 мг/л. Особенно это актуально на выращивании, при высокой температуре воды. Показатели содержания растворенного кислорода на входе и выходе, в зависимости от различной длины каналов представлены в табл. 11.

Таблица 11

Содержание растворенного кислорода на входе и выходе в зависимости от длины питомных каналов, мг/л

№ п.п.	Длина канала, м	Т воды, °С	Содержание растворенного кислорода на входе, мг/л	Содержание растворенного кислорода на выходе, мг/л
1	17	9,2	8,9	7,0
2	19	9,0	9,0	6,0
3	21	8,9	9,1	4,5

Многолетними наблюдениями установлены оптимальные условия термического режима, сроки выклева, продолжительность инкубации и возраст личинок горбуши и кеты. Анализируя рассматриваемые показатели по партиям сбора на рыбноводном заводе Курильский, представленные в табл. 12, пришли к заключению, что наиболее приближенные к оптимальным условия термического режима были в 2012 г., как для горбуши, так для кеты, которые обусловили равномерное развитие предличинок по партиям. Выклев произошел позднее, а количество градусодней по срокам выклева наилучшим образом коррелирует с оптимумом развития, отмечаемым в нативной среде, по каждому из видов.

Таблица 12

Показатели оптимальных значений средней температуры воды в питомнике в период выклева, количество дней инкубации и возраст горбуши и кеты на Курильском ЛРЗ в 2011–2012 гг.

Партия, год сбора	Т воды среднее, °С	Дата конца выклева	Дней инкубации	Возраст, гр. дн.
<i>горбуша 2011</i>				
Первая	8,0	02.12	80	643,5
Средняя	6,8	23.12	89	608,9
Последняя	5,2	18.01	104	539,6
<i>горбуша 2012</i>				
Первая	6,9	06.12	84	581,9
Средняя	4,6	19.01	112	518,6
Последняя	3,4	25.02	137	460,6

Продолжение таблицы 12

Партия, год сбора	Т воды среднее, °С	Дата конца выклева	Дней инкубации	Возраст, гр. дн.
кета 2011				
Первая	5,2	18.01	103	532,2
Средняя	6,4	12.01	84	540,7
Последняя	4,9	08.02	102	497,2
кета 2012				
Первая	4,0	10.02	120	486,2
Средняя	3,7	04.03	130	484,7
Последняя	4,9	18.02	100	493,9

Следуя рекомендованной нами методике, после окончания выклева, в современном рыбоводном процессе, необходимо выполнить следующие мероприятия:

- удалить поддоны из каналов;
- снизить расход воды в канале;
- остепенно уменьшить уровень воды над трубчатым субстратом до 2–3 см.

На период выдерживания предличинок скорость течения в канале не должна превышать 0,8 см/сек для горбуши и 0,5 см/сек для кеты, а расход воды 60 л/мин. После окончания выклева поддоны необходимо удалить из канала, тщательно вымыть и складировать. Отход икры необходимо собирать в емкость и просчитывать, данные заносит в журнал (рис. 49). Во все питомные каналы, во избежание самопроизвольного ската личинок, необходимо установить сетчатую заградительную шандору, которую, для сохранения ламинарности водотока, требуется ежедневно очищать от загрязнений.



Рис. 49. Не выклюнувшиеся эмбрионы и погибшая икра на поддоне для выклева, Соколовский ЛРЗ

В процессе выдерживания свободных эмбрионов и личинок в питомниках следует их регулярно просматривать на зараженность эктопаразитами. В секции питомника, где обнаружена заболевшая молодежь, требуется провести обработку раствором формалина.

Длительность выдерживания предличинок зависит от длительности желточного питания. Обычно следует выдерживать предличинок столько, сколько необходимо для рассасывания на 2/3 желточного мешка. Показателем этого состояния служат результаты биологических анализов предличинок, которые необходимо выполнять после выклева не реже одного раза в неделю. К этому времени предличинки переходят к внешнему питанию, и начинается личиночный период развития.

5.3 Выдерживание свободных эмбрионов (период покоя)

Одним из наиболее ответственных периодов всего биотехнического процесса искусственного воспроизводства лососей является выдерживание предличинок и подращивание личинок. Эмбриональный период завершается этапом пассивного состояния зародышей, продолжающимся до момента готовности свободного эмбриона к смешанному питанию и превращения его в личинку.

Этап пассивного состояния зародышей. Характеризуется состоянием малой подвижности зародышей после вылупления.

В природных условиях выйдя из оболочек, эмбрионы остаются лежать между галькой в нерестовых буграх. В питомниках с ровным дном они ложатся на бок. Грудные плавники находятся почти в постоянном движении, что способствует смене воды у поверхности желточного мешка и тела и имеет дыхательное значение. Ритмичная работа рта и жаберных крышек обеспечивает хорошую вентиляцию жабр. Рот у вылупившихся зародышей занимает полунижнее положение. Жаберные крышки закрывают жабры. Потребление кислорода после выхода эмбрионов из оболочки резко возрастает. Эмбрионы на этом этапе на струи воды реагируют не четко, к прикосновению относятся безразлично, на свет реагируют отрицательно и при ярком освещении постепенно передвигаются в затененные участки (рис. 50).



Рис. 50. Свободные эмбрионы горбуши, ЛРЗ Курильский

Период покоя кеты в условиях ЛРЗ, при температуре 4-5 градусов, длится примерно до 10 дней, а при температуре ниже одного градуса – до 20 дней. В это время особенно внимательно следует наблюдать за кислородным режимом и за расходом воды, скорость течения которой следует довести до 0,2 м в секунду. При выдерживании предличинки необходимо учитывать приспособительные черты этого периода развития тихоокеанских лососей, создавать условия, обеспечивающие наибольшую выживаемость до перехода на смешанное питание [128].

После окончания стадии покоя личинки начинают концентрироваться у притоков воды, под переливными шандорами. Ранее, в условиях старых цехов (на галечном субстрате), рыбоводы рассредоточивали в этот период скопления личинок на притоке тюлевыми сачками, создающими усиленные токи воды. Рассредоточение скоплений личинок было необходимо, в случае их неравномерного распределения часто случались заморы: личинки нижних слоев скоплений не получали нужного количества кислорода и задыхались [152]. Сегодня эта практика, отнимающая много энергетических затрат у свободных эмбрионов, не применяется, в связи с тем, что изменена система водоподачи с долевой на поперечную (независимую) при которой длина канала, как правило, не превышает 21 м. При этом наилучшая она, как показано нами выше, при длине 17 м. Более того, трубчатый субстрат, правильно уложенный на дно питомных каналов, создает оптимальные условия для распределения предличинки и поступления к ним необходимого количества кислорода. Предличинки в нем находятся в спокойном состоянии и на приток воды не стремятся.

Температуру воды и скорость течения в период выдерживания предличинки необходимо регулировать таким образом, чтобы предличинки расходовали запас желточного мешка как можно медленнее и «экономичнее». На каждом заводе следует рассчитывать график терморегуляции и наступления определенных этапов развития рыбоводной продукции, соблюдаемый для достижения оптимальных сроков поднятия на плав и начала кормления в конкретных условиях каждого рыбоводного завода, ежегодно. Заметим, что терморегуляцию, как важное средство для оптимизации рыбоводного процесса, начали внедрять в планирование развития рыбоводной продукции на ЛРЗ Сахалинской области с 1998–1999 годы, после масштабной реконструкции. В этот период стало возможным использовать для водоснабжения воду из различных источников, благодаря прокладке грунтового и подруслового водоснабжения и смешивания воды различной температуры и гидрохимического состава в специальном водосмесительном баке.

По нашим наблюдениям, температуру воды и скорость течения в период выдерживания предличинки следует регулировать таким образом, чтобы предличинки расходовали запас желточного мешка как можно медленнее и «экономичнее».

В природных условиях предличинки развиваются в нерестовых буграх в условиях абсолютной темноты, определенной температуры и проточности. На заводах эти условия имитируются использованием питомных каналов, на дне которых уложен трубчатый субстрат, и созданием абсолютной темноты. Отсутствие затенения и повышенная проточность на данном этапе приведут к быстрому рассасыванию желтка у предличинки, в результате чего они раньше и с меньшей массой поднимутся на плав, в то время, как температура воды еще не позволит нормально усваивать корм. Выклюнувшиеся предличинки находятся в буграх около 4 месяцев. Проведенные наблюдения позволили установить зависимость гибели предличинки от температуры воды. Эта зависимость положительная с коэффициентом корреляции превышающим 0,4 при $R = 0,95$. При этом, самая минимальная гибель кеты на этом этапе наблюдается

при $T = 4,7$ °C. Эта температура наилучшим образом соответствует видовым требованиям осенней кеты, которая нерестится в местах выхода грунтовых вод. Кривая зависимости гибели предличинки в зависимости от температуры воды, построенная по материалам за 22 рыбоводных циклов, представлена на рис. 51. При этом заметим, что кроме ограничений в пониженной температуре, существует ограничение и в повышенной температуре воды при которой происходит ускоренное развитие пойкилотермных организмов и их переход на другие этапы онтогенеза в более ранние календарные сроки. Последнее приводит к тому, что молодь приходится дольше кормить, для того, чтобы выпустить с завода в оптимальные условия среды в море.

зависимость гибели предличинки кеты при выдерживании и подращивании от температуры

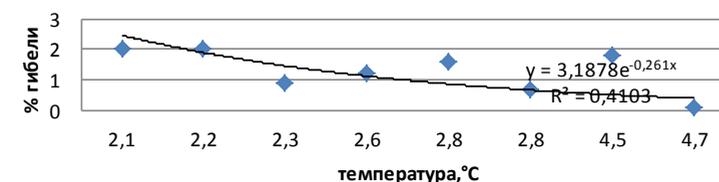


Рис. 51. Кривая зависимости гибели предличинки кеты от температуры воды при выдерживании и подращивании

В природных условиях в период выдерживания предличинки скорость течения не превышает 0,8 см/с для горбуши и 0,5 см/с для кеты, при расходе воды – 60 л/мин. На предприятии достижение необходимой температуры воды обеспечивается путем подачи ее из различных источников (грунтового и подруслового) и смешивания в водосмесительном баке (табл. 13).

Таблица 13

Оптимальные значения сроков поднятия на плав, начала кормления и выпуска молоди горбуши и кеты (по наблюдениям на Курильском ЛРЗ)

Цех № 1, кета						
№ партии	поднятие на плав, начало кормления			выпуск		
	дата	Гр\дни	остаток ж. м, мг	дата	Гр\дни	ср. вес, гр.
первая	21.04	781	22	25.05	930	0,9
средняя	02.05	685	26	08.06	970	0,8
последняя	10.05	623	30	16.06	1010	0,8
Цех № 2, горбуша						
№ партии	поднятие на плав, начало кормления			выпуск		
	дата	Гр\дни	остаток ж. м, мг	дата	Гр\дни	ср. вес, гр.
первая	05.05	682	5	02.06	850	0,3
средняя	08.05	656	9	07.06	810	0,3
последняя	11.05	629	9	14.06	800	0,3

В результате было выявлено, что оптимальными значениями возраста личинок при поднятии на плав являются 620–780 гр/дн для кеты и 629–682 гр/дн для горбуши при остатке желточного мешка от 22 до 30 % у кеты и от 5 до 9 % у горбуши.

Для определения оптимальных значений условий среды в период выдерживания и подращивания были определены температурные параметры и содержание растворенного кислорода в табл. 14 и 15.

Таблица 14

Среднемесячная температура воды при выдерживании личинок, подращивании личинок лососей, оптимум, °С

Вид рыбы	Месяцы			
	01	02	03	04
Горбуша	2,3	1,7	2,8	3,9
Кета		4,5	4,5	5,3

Таблица 15

Оптимальное среднемесячное содержание растворенного кислорода при выдерживании личинок и подращивании личинок горбуши и кеты, мг/л

Вид рыбы	Месяцы			
	01	02	03	04
Горбуша	12,50	12,50	12,20	11,90
Кета		10,70	10,70	10,44

Судя по данным, представленным в табл. 14, оптимальное значение температуры для горбуши в зимние месяцы оценивается в 1,7–2,5 °С, в то время как для кеты – около 4,5 °С. Объясняется это экологическими особенностями видов, в частности, приуроченностью нереста осенней кеты к местам выхода грунтовых вод. Следует отметить, что по мнению В. Г. Марковцева [97] оптимальное значение температуры для кеты в этот период на приморских ЛРЗ равно 5 °С. Считаем, что несколько более высокая температура при выдерживании предличинок следствие того, что сроки выпуска кеты, разводимой на приморских заводах, равно как и ее скат в прибрежье должны быть раньше из-за того, что оптимальные условия в море в Приморье наступает в более ранние календарные сроки.

Для планирования работ на последующий рыбоводный цикл следует составить «модель» развития рыбоводной продукции. Для этого возможно использовать среднесезонные данные по температуре водоисточников и их оптимальные значения для лососей, для того чтобы планировать сроки наступления отдельных этапов развития. В качестве примера приводим «Модель» развития кеты на ЛРЗ Березняковский, представленную в табл. 16.

Развитие кеты на ЛРК «Найба» (Березняковский цех) в рыбоводном цикле 2012–2013 гг. («Модель»)

Возрастные группы	Кол-во икры в группе, млн. шт.	Дата		Температура воды при выклеве, °С	Длительность периода, дней		Температура воды при выдерживании, °С	Дата		Продолжительность периода подращивания, дней
		сбора икры (начало инкубации)	прохождения выклева		инкубации	выдерживания		подъема на плав и начала кормления	выпуска молоди	
Первые	10,0	17.09.–29.09.	07.12.–20.12.	3,6	85	118	3,0	01.04.–06.04.	08.06.–17.06.	69
Средние	11,0	30.09.–10.10.	23.12.–07.01.	3,6	86–91	115	3,0	19.04.–21.04.	18.06.–22.06.	60
Последние	10,0	11.10.–24.10.	08.01.–25.01.	3,6	90–96	104	3,5–4,0	25.04.–29.04.	23.06.–30.06.	59
ИТОГО:	31,0	17.09.–24.10.	04.12.–23.01.	3,6	85–96	118–104	3,0–3,5	01.04.–29.04.	08.06.–30.06.	69–59

По нашим наблюдениям, из всех абиотических факторов среды наиболее обычным и значимым фактором по воздействию на рыб, как пойкилотермных организмов, является температура. Причем с энергетических позиций, развитие эмбрионов при пониженной температуре более экономично, чем при повышенной. Разница в приросте эмбрионов, например, превышает разницу в резорбции желточного мешка [128]. Судя по результатам исследований, в годы соблюдения оптимумов по абиотическим факторам, в частности, приближении к оптимальным значениям термического режима, наблюдаемого в природной среде, отход за период выдерживания на ЛРЗ Сахалинской области составляет менее 2 %.

Фактические и моделируемые процессы развития рыбоводной продукции в зависимости от термического режима и их фактическое выполнение на ЛРК «Найба» представлены на рис. 52 и 53.

5.4 Подращивание личинок

В природе вышедшие из бугров личинки кеты продолжают расходовать остатки запаса желтка и переходят на активное питание, а личинки горбуши, находясь более длительное время в буграх, полностью расходуют желточный запас, и выходят из них незадолго до ската в море. В условиях искусственного воспроизводства поднятие на плав и начало кормления личинок горбуши и кеты необходимо сопровождать подъемом температуры воды, поскольку наиболее эффективно энергия усвоенной пищи используется на рост при температуре воды не менее 3°C, что аналогично природным условиям.

Продолжительность выдерживания предличинок тихоокеанских лососей длится у горбуши 3–5 месяцев, у кеты – 1–3 месяца. К моменту поднятия на плав масса личинок варьирует в пределах 120–140 мг. В этот период они перестают бояться света и переходят к жизни в толще воды. На ЛРЗ Сахалинской области личинки горбуши поднимаются на плав при достижении возраста 226–232 сут при 770,8–868,3 градусоднях, личинки кеты – на 182–218 сут при 747,0–846,9 градусоднях в период с 20 апреля по 25 мая. Желточный мешок к этому времени резорбирован до 1/3 от первоначального веса, сформирован рот, пищеварительный тракт и жаберный аппарат и личинки готовы к переходу на смешанное питание. Именно с этого времени считается наступление личиночного периода развития.

Личиночный период имеет только один этап развития – этап смешанного питания. Морфологически личинка выглядит к этому моменту следующим образом. К началу активного питания на челюстях появляются зубы, развивается хватательная функция рта. Большая часть желточного мешка прикрывается митотомиями. Желток становится вязким, крупная жировая капля вытягивается. Желудок и петля кишечника погружаются в остаток желтка. Преанальная складка по-прежнему остается крупной. В обособившихся анальном и спинном плавниках начинают расчленяться лепидотрихии. Личинки утрачивают светобоязнь [129]. Морфологические изменения горбуши при переходе в мальковый этап онтогенеза мало заметны. У крупных особей появляется чешуя. В то же время в реках чешуя у мальков не закладывается, поэтому наиболее выраженным признаком завершения личиночного периода является резорбция остатка желточного мешка и исчезновение преанальной складки.

Известно, что одним из ответственных моментов при выращивании лососевых рыб является переход молоди на внешнее питание [101; 19]. При определении момента, когда следует начинать кормление, необходимо, прежде всего, ориентироваться на резорбцию желточного мешка, остаточное количество которого на этот момент должно быть не более 30% от первоначальной массы личинок кеты (см. табл. 13). В качестве основного признака наступления этапа используется момент первого появления пищи в желудочно-кишечных трактах молоди. По нашим данным, молодь кеты начинает активно питаться при температуре воды не менее 3 °С, при остатке желточного мешка 30 и менее %, при 700–800 гр/дн. Экспериментально установлено, что подкормку личинок горбуши следует начинать на 220–232 сутки, при 770–990 гр/дн., кеты – на 193–220 сутки, при 740–850 гр/дн., обычно с первой-второй декады мая. В то же время известно, что при температуре 5–11 °С следы пищи впервые регистрируют у молоди горбуши в возрасте 396–400 суток биологического возраста [138]. Определенные нами температурные условия сахалинских ЛРЗ отличаются от приморских, где переход к подращиванию личинок осуществляется при 900–960 гр/дн, масса остаточного желтка при этом не менее 20 % от веса

тела. Кормление молоди проводят при плотности посадки 10 тыс. экз./м², температура воды при этом колеблется от 3 до 10 °С [97].

Для оптимизации рыбоводного процесса, благодаря чему происходит дружный «подъем на плав» рыбоводной продукции и молодь готова к кормлению, целесообразно проводить следующий комплекс мероприятий:

- снять затенение цеха;
- удалить маты трубчатого субстрата из питомных каналов;
- увеличить расход воды до 4–8 л/сек при температуре 3 °С или 6–12 л/сек при температуре 6 °С;
- поднять уровень воды в каналах до 25 см.

Субстрат из каналов следует начинать удалять в то время, когда не менее 50 % молоди поднялось на плав. Заметим, что подъем матов необходимо осуществлять с особой осторожностью, чтобы не поранить оставшихся личинок. Нельзя трясти трубчатый субстрат, освобождая из него молодь. Маты следует убирать осторожными движениями, не вынимая их из воды промыть до полного удаления живой молоди. Сразу после выемки субстрата требуется выбрать и подсчитать погибших личинок.

При этом необходимо следить за началом перехода личинок на внешнее питание, чтобы вовремя обеспечить их пищей. Хорошим внешним признаком начала этого этапа развития является приобретение личинками способности свободно держаться в толще воды, чему способствует заполнение воздухом плавательного пузыря. В это же время на боках личинок кеты появляются крупные темные мальковые пятна. Личинки в этот период проявляют четкую выраженную положительную реакцию на свет. В естественных условиях появление положительной реакции на свет (положительный фототаксис) способствует выходу личинок из грунта и питанию в толще воды. Вскоре после этого у молоди появляется миграционный импульс: молодь постепенно передвигается вниз по течению. Для предотвращения ухода молоди необходимо на выходе из каналов ставить сетчатую заградительную шандору с ячейей 1,5 мм.

В начальный период активного питания (еще при наличии желтка и смешанном питании) молодь в естественных водотоках частично потребляет мелкий животный и растительный планктон, позже она переходит на питание более крупными беспозвоночными и воздушными насекомыми.

5.5 Выращивание молоди.

Важность организации подкормки молоди тихоокеанских лососей

Хорошо известно, что на ранних этапах развития, в частности при переходе на активное питание, гибнет большое количество личинок рыб. Причиной этой гибели часто является отсутствие необходимой пищи.

Свободные эмбрионы кеты приспособились переходить на внешнее питание задолго до полного рассасывания желточного мешка. На рыбоводных заводах необходимо вовремя начать удовлетворять возникшую потребность в приеме внешней пищи. Дело в том, что для нормального развития желудочно-кишечного тракта и пищеварительных желез важно своевременное поступление пищи, первоначально хотя бы в небольшом количестве. При отсутствии пищи, когда своевременно не обеспечивается нормальное функционирование желудочно-кишечного тракта, развитие этих органов будет отставать, что в

дальнейшем неблагоприятно скажется на всем развитии организма рыбы. Своевременное обеспечение личинок пищей способствует их нормальному развитию и повышению выживаемости в естественных условиях. Подорошенная молодь будет успешнее добывать пищу и избегать хищников. Организация подкормки личинок и молоди позволяет также осуществлять выпуск продукции в более благоприятное время, учитывая как особенности биологии молоди, так и обстановку как в водотоке так и в прибрежной зоне моря (температуру и уровень воды в реке, термический режим и развитие естественных кормов в прибрежье, состояние погоды и др.).

В связи с переходом на интенсивные формы искусственного рыборазведения встала весьма сложная в биологическом и техническом отношении задача кормления молоди рыб. При этом методике кормления постоянно совершенствовались в соответствии с изменяющимися кормами [107; 91; 92; 89; 95; 96; 130; 131; 152; 138; 141; 68; 69; 70 и др.].

П. А. Двининым в 1946–1947 годах были начаты работы по подкормке молоди лососевых на сахалинских рыболовных заводах. На Калининском заводе, для кормления кеты, горбуши и симы использовали тресковую печень, фарш из сельди, ее сухие молоки, рыбную муку.

В 1953–1954 гг. на Березняковском заводе Л. А. Фроленко начал разработку биотехники подращивания молоди горбуши и кеты на искусственных и естественных кормах. Он применял фарш из кеты, трупы производителей, дождевых червей, олигохет, икру трески. Л. А. Фроленко доказал возможность кормления молоди лососевых в массовых масштабах, сделал вывод, что все применявшиеся корма могут быть использованы на заводах, им были определены величины рационов и кормовые коэффициенты.

Работы по кормлению молоди лососей были продолжены А. Н. Канидьевым в 1965–1970 гг. Результаты позволили заключить, что «при искусственном разведении кеты возможно получение молоди не только по качеству равной естественной, но и превосходящей ее, при этом оптимальные сроки выпуска и защиты поклатной молоди в реке обеспечат ее высокую выживаемость». Он рекомендовал выращивать молодь в питомниках на икре тресковых, как наиболее доступном и дешевом (в те годы) корме, обеспечивающем хороший темп роста.

Основополагающие заключения и выводы исследований, выполненных А. Н. Канидьевым, были использованы А. И. Смирновым при составлении «Инструкции по искусственному разведению тихоокеанских лососей». Выращивание кеты в питомниках и прудах было включено в биотехнический цикл сахалинских рыболовных заводов.

В начале 60-х годов исследователи «СахТИНРО» рекомендовали подращивать молодь кеты на кормах естественного происхождения, в том числе на свежемороженой икре минтая, трески и бычков. С этого времени на сахалинских рыболовных заводах осуществляют подкормку молоди кеты.

После того, как практически на всех сахалинских рыболовных заводах начали в производственных масштабах кормить молодь кеты до выпуска, стало необходимым выяснить вопрос о влиянии искусственной подкормки на последующие периоды жизни молоди. Экспериментальными работами А. П. Шершнева [153] показал, что «...при содержании молоди только на икре минтая остаются неиспользованными большие потенциальные возможности линейного и особенно весового роста, которые выявились при содержании молоди в речных естественных условиях». Этим исследованием было определено, что искусственные корма не оказывают отрицательного влияния на последующее

развитие молоди кеты. В то же время кормление только икрой минтая не обеспечивает всех потребностей растущего организма.

В конце 80-х годов на сахалинских рыболовных заводах ежегодно использовали для кормления молоди кеты 50–80 т икры минтая. Однако, в связи с сокращением промысла минтая, увеличением выпуска из него пищевой продукции, «Сахалинрыбводу» (в чьем ведении находились все рыболовные предприятия) стали уменьшать поставку кормовой икры минтая, более того, цена на эту продукцию увеличилась более чем в 10 раз. К тому же ухудшилось качество поставляемого продукта, так как кормовую икру стали готовить из гонад V–VI стадии зрелости. Вследствие чего, содержание белка в икре оценивалось всего в 13–18 %, а доля влаги – в 80 %, в то время как стартовый корм для лососевых должен содержать не менее 50 % сырого протеина. В связи с этим остро встала проблема создания полноценных и дешевых кормов для тихоокеанских лососей, а также отработка основных биотехнических приемов их кормления.

Работы в этом направлении были начаты в 1981 году. Было выявлено, что молодь кеты, обладая высокой пищевой активностью, хорошо поедает кормосмеси, подготовленные на основе рыбного фарша и рыбной муки. ВНИИПРХ было разработано 6 рецептов кормосмесей, стоимость которых была в 1,5–2 раза меньше стоимости икры минтая.

В настоящее время искусственная подкормка личинок и молоди тихоокеанских лососей уже стала важным средством выращивания жизнестойкой молоди, при этом накоплен значительный опыт, наглядно показавший важность этого мероприятия на рыболовных заводах Сахалинской области.

5.6 Начало подкормки

В начальный период активного питания (еще при наличии желтка и смешанном питании) молодь в естественных водоемах частично потребляет мелкий животный и растительный планктон, позже она переходит на питание более крупными беспозвоночными и воздушными насекомыми.

Исследования питания молоди лососей в разных естественных водоемах осуществляли многие ученые такие Р. В. Казаков, А. Н. Канидьев, В. Я. Леванидов, Нива Хейтароо, А. П. Шершнева и многие другие [64; 71; 92; 93; 95; 102; 136; 153 и др.]. В результате исследований было выяснено, что спектр их питания довольно широкий. Основными и предпочитаемыми пищевыми объектами являются личинки и куколки хирономид преимущественно из подсемейств *Ortocladiinae* и *Diamesinae*. Также молодь лососей потребляет нимф поденок родов *Ephemerella*, *Siphonurus* и веснянок, личинок, куколок и взрослых особей мошек и некоторых комаров. В отдельных водоемах кета потребляет много водяных осликов, личинок мух и других организмов. Крупные мальки питаются реже мелкими, но с большей интенсивностью. Отмечены утренний и предвечерний максимумы питания. Живые корма, планктонные и донные беспозвоночные, которыми личинки и мальки питаются в естественных условиях, являются лучшими кормами. Эти корма содержат необходимые для рыбы элементы питания, хорошо усваиваются, разввивают у рыб рефлекс охоты.

При замене естественных кормов другими компонентами важно обеспечить биологическую полноценность комбикормовых компонентов. Искусственные корма должны содержать достаточное количество полноценных белков, минеральных солей, витаминов, жиров и углеводов. При этом соотношение между

этими компонентами должно строго соблюдаться. Корма должны обеспечить все потребности быстрорастущих лососей. Из практики подкормки благородных и тихоокеанских лососей известно, что можно применять большой ассортимент разнообразных кормов: свежемороженую или засушенную икру лососей, погибшую при сборе или инкубации (без поражения сапролегниевыми грибами), мелкую икру различных частичковых рыб, свежее и размороженное мясо производителей лососей, особенно их печень, селезенку, сердце, рыбную и мясокостную муку.

Свободные эмбрионы тихоокеанских лососей переходят на активное питание задолго до полного рассасывания желточного мешка. Как правило, к началу приема внешней пищи желточный мешок составляет еще 1/3 своей первоначальной массы. С началом приема пищи начинается новый период жизни лососей – личиночный и продолжается до полного рассасывания желточного мешка, после чего начинается мальковый период.

Следует заметить, что кормление кеты, для получения ее жизнестойкой молоди, осуществляют и японские рыбоводы, которые выпускают около 2 млрд. мальков и добились самых высоких устойчивых возвратов от искусственного воспроизводства этого вида тихоокеанских лососей.

Рассмотрим основные технологические приемы, соблюдение которых, на наш взгляд, позволяет достичь наилучших результатов на сахалинских рыбноводных заводах. Отметим, что материалы для работы собраны нами в период с 1990 по 2012 г. на Лесном ЛРЗ (Корсаковский район) и Рейдовом и Курильском ЛРЗ (Курильский район) Сахалинской области.

Для того чтобы вовремя обеспечить личинок лососей пищей, необходимо следить за ее готовностью к переходу на внешнее питание. Хорошим внешним признаком начала этого этапа развития является приобретение личинками способности свободно держаться в толще воды, чему благоприятствует заполнение воздухом плавательного пузыря. В это же время на боках личинок кеты появляются крупные темные мальковые пятна. Личинки в этот период проявляют четко выраженную положительную реакцию на свет. В естественных условиях появление положительной реакции на свет (положительный фототаксис) способствует выходу личинок из грунта и питанию в толще воды. Вскоре после этого у молоди появляется миграционный импульс: молодь постепенно передвигается вниз по течению. Для предотвращения ухода молоди необходимо на выходе из каналов ставить сетчатую заградительную шандору с ячейей 1,5 мм.

Подкормку молоди горбуши следует начинать на 220–228 сутки, 810–870 гр/дн., кеты – на 180–220 сутки, при 560–750 гр/дн., обычно с первой – второй декады мая. Время начала подкормки планируют заранее, исходя из среднемесячных гидрометеорологических данных и температурного режима водоемов, соответственно графику развития рыбноводной продукции для каждого конкретного рыбноводного предприятия. До начала реконструкции заводы только с речным водоснабжением не имели такой возможности, и, зачастую, молодь расходовала желточный мешок уже в феврале – марте, что обусловлено высокой температурой воды в теплые осенние месяцы и, как следствие, большого количества градусодней. В этом случае, молодь либо выпускали раньше, чем в прибрежье складывалась благоприятная гидрологическая обстановка, либо кормили длительное время, необоснованно расходуя дорогостоящие сухие корма, причем большая часть этого корма не была съедена и падала на дно, поскольку температура воды в питомниках в феврале и марте была еще слишком низкая и пищевая активность молоди была незначительная.

В настоящее время практически на всех сахалинских ЛРЗ существует несколько источников водоснабжения: грунтовое, подрусловое и речное. Различная температура воды в них позволяет в полной мере использовать все достоинства терморегуляции, то есть, подачи воды с различной температурой для получения необходимого результата. Далее, просчитав весь цикл развития рыбноводной продукции, можно оптимизировать биотехнологический режим в течение всего рыбноводного цикла и спланировать наступление той или иной стадии развития рыбноводной продукции в оптимальный период. К сожалению, не на всех заводах сегодня имеется возможность использовать в рыбноводных целях такой расход воды, который необходим для данной стадии развития рыбноводной продукции, особенно в период кормления молоди, когда используется наибольшее количество воды.

После подъема молоди на плав и с началом интенсивного кормления необходимо производить чистку питомных каналов ежедневно, утром. Особое внимание следует уделять очистке сетки на выходе из канала, поскольку если сетка забьется остатками корма и органическими частицами, уровень воды в канале может повыситься и молодь уйдет поверх сетки. Контроль состояния сеток и чистку их необходимо производить постоянно в течение суток.

5.7 Результаты кормления молоди различными видами кормов

В 1986 г. в связи с внедрением интенсивного подращивания молоди проводили экспериментальную работу по подкормке молоди кеты сухим гранулированным кормом РГМ-6М (производства Ростова-на-Дону) на Охотском, Соколовском, Калининском и Сокольниковском ЛРЗ. Рассматривали различные варианты и режимы кормления по методике, разработанной лабораторией «Сахалинрыбвода» и Сахалинского филиала ТИПРО.

Производственная проверка ростовского корма РГМ-6М на молоди кеты положительных результатов не дала. Корм в воде быстро распадался, обладал недостаточной плавучестью, быстро оседал на дно и засорял дно садков. К концу эксперимента у молоди наблюдали уменьшение массы тела, коэффициента упитанности, количество эритроцитов было ниже нормы (0,6–0,7 млн.). В экспериментальной партии молодь была с признаками полной дистрофии, а ее отходы оценены в 20 % и более. В условиях низких температур воды при кормлении, лучшие результаты получали при использовании влажных кормов (икры минтая и трески). В партии, которую выращивали на икре минтая, масса молоди, как и коэффициент упитанности, были значительно больше, а содержание эритроцитов в крови – в норме (0,9–1,2 млн.). Надо заметить, что эксперимент по кормлению молоди проходил с 20.12.1985 по 26.05.1986 гг. Продолжительность кормления у разных групп варьировала от 1,5 до 5 месяцев.

В девяностые годы на рыбноводных заводах была проведена масштабная реконструкция с внедрением новых технологических приемов по рыборазведению. В частности, изменили систему водоподдачи как в инкубационном, так и в цехе-питомнике. Закладку икры стали осуществлять в инкубационные аппараты типа «Бокс» и Аткинса, а в каналах питомников начали использовать искусственный субстрат и поддоны для выклева предличинок. В связи с этим появились возможности для создания на рыбноводных заводах оптимальных

условий развития продукции, с тем, чтобы приурочить выпуск молоди к максимальному развитию кормовой базы в прибрежье.

В это же время возникла необходимость производства сухих гранулированных комбикормов, и такие корма, с торговой маркой ЛС-НТ, были разработаны ВНИИПРХ. Для их изготовления в своем регионе использовали сырье местного происхождения. К недостаткам кормов относили быструю окисляемость, быструю потопляемость и высокий кормовой коэффициент. В 1996 году ФГБУ «Сахалинрыбвод» приобрел пилотную установку для производства собственных комбикормов и произвел монтаж ее на территории Калининского рыболовного завода в 1997 году.

С 1997 по 2008 год эти корма использовали почти на всех сахалинских заводах с большой эффективностью. Заметим, что рецептура гранулированного корма ЛС-НТ (далее «Сах ЛС-НТ») была разработана специально для условий низких температур воды (от 3 °С до 12 °С). Корм «Сах ЛС-НТ» отличался высокой концентрацией протеина, сбалансированностью незаменимых аминокислот и жирных кислот. При норме кальция и фосфора содержание углеводов и клетчатки в корме было снижено, что способствовало высоким темпам прироста массы тела, линейных размеров, и в итоге положительно влияло на выживаемость рыб. Питательные вещества корма «Сах ЛС-НТ» хорошо усваивались при низкотемпературном режиме кормления. Данная пилотная установка для производства кормосмесей на сегодняшний день не используется.

Большое внимание в конце 1990 г. начали уделять физиологической оценке выпускаемой молоди. Научными сотрудниками БиНИИ Санкт-Петербургского государственного университета в 1998 и в 2001–2002 годах были проведены исследования механизма формирования осморегуляторной системы у молоди кеты различных популяций о. Сахалин и о. Итуруп.

Так, в условиях Рейдового завода наиболее близка к «дикой» молоди соответствующего размера оказалась молодь весом до 500 мг. У более крупной молоди (800–900 мг) механизм осмотического гомеостаза, позволяющий молоди успешно адаптироваться к морской среде, был относительно высок. Но в сравнении с «дикой» молодью аналогичного веса, адаптация к морской воде у этой молоди протекала медленнее, при более высоких уровнях осмолярности сыворотки крови. То есть, при выращивании молоди до 500 мг на заводе, ей обеспечивали благоприятные условия для адаптации к морской воде.

По рекомендациям ученых ЛГУ [108; 109; 110] были разработаны новые стандарты выпускаемой молоди с учетом особенностей каждого рыболовного предприятия (учитывали место расположения, длину миграционного пути молоди, температуру воды и соленость водоема вселения при выпуске молоди). В процессе исследований установили необходимость подращивания молоди кеты до следующей массы:

1. На Калининском и Рейдовом ЛРЗ – до 600–800 мг;
2. На Таранайском – до 500–600 мг в связи с пониженной соленостью Анивского залива;
3. На Адо-Тымовском заводе – до 500–600 мг в связи с биологическими особенностями этой популяции кеты.

В начале 2000 годов производители известной датской фирмы «Aller Aqua» предложили использовать на сахалинских рыболовных заводах специально разработанные для молоди тихоокеанских лососей сбалансированные гранулированные корма. До этого на многих рыболовных предприятиях использовали корма японского производства.

Для оценки ростовых процессов молоди в речной период жизни в зависимости от различных видов кормов на ряде рыболовных заводов (Анивский ЛРЗ – по горбуше) (Буюкловский и Сокольниковский ЛРЗ – по кете), в 2003–2004 годах осуществили экспериментальную работу. Суть работы сводилась к следующему: для опытной работы на каждом ЛРЗ была выбрана партия одновозрастной молоди, размещенная в четырех прямооточных каналах (с глубиной воды 24 см) цеха-питомника. В каждом из трех каналов использовали один вид корма, в контрольном канале кормление производили смесью двух видов кормов по аналогии со всей рыболовной продукцией на заводе.

Температурный режим в период кормления составлял:

на Сокольниковском ЛРЗ – 3,8–7,5 °С;

на Буюкловском ЛРЗ – 4,8–11,0 °С;

на Анивском ЛРЗ – 6,5–13,5 °С.

Использовали гранулированные корма производства Дании («БиоМар» и «Аллер Аква») и корм производства пилотной установки ФГБУ «Сахалинрыбвод» (ЛС-НТ). Характеристика кормов представлена в табл. 17.

Таблица 17

Биохимическая характеристика различных видов кормов, используемых в опыте по питанию молоди лососей в речной период жизни на ЛРЗ

Компоненты	Датский БиоМар Bio-Optimal C80	Датский Аллер Аква SGP 514-Oil	ЛС-НТ
	%	%	%
Массовая доля сырого протеина	60,0–66,0	57,7–58,3	51,9–55,7
Массовая доля жира	7,0–16,0	8,8–9,2	10,0–10,8
Углеводы	5,5–7,0	6,2–8,6	5,4–6,6
Стоимость 1 кг, руб. (2003 г.)	101,4	62,7–65,2	41,9–50,7

Кормление осуществляли с применением ленточных кормораздатчиков и вручную в течение всего светового дня. В течение первой декады происходил раскорм молоди, начиная с суточного рациона 1 % от веса тела, с постепенным увеличением до 2 % в течение недели. В дальнейшем суточный рацион рассчитывали в зависимости от температурного режима.

Кормление горбуши начинали при начальной навеске 220 мг, с плотностью посадки 15,0 тыс. шт./м², на выпуске молодь должна была иметь массу не менее 300 мг. Кормление кеты осуществляли в два этапа:

- первый этап: молодь начинали кормить при начальной навеске 320–340 мг и до достижения массы 500 мг; плотность посадки 11,0–15,0 тыс. шт./м²;
- второй этап: происходил выпуск части рыболовной продукции с целью уменьшения плотности посадки до 8,0 тыс. шт./м², оставшуюся часть молоди кормили до плановой навески.

В период проведения опытной работы еженедельно проводили биологические анализы с определением основных биометрических показателей (вес тела, длина АС, АД), помимо этого три раза в сутки измеряли температуру воды и содержание кислорода.

В ходе проведения опытно-производственной работы на рыбоводных предприятиях были получены удовлетворительные результаты применения всех видов гранулированных комбикормов. На нагул была выпущена жизнестойкая, физиологически полноценная молодь лососевых.

По итогам опытного подращивания сделаны следующие выводы: лучшие биометрические характеристики, такие как темп роста и кормовой коэффициент, отмечены у партий молоди, подращивание которых производили кормами производства датской фирмы «БиоМар» на Сокольниковском (924,0 мг) – кета и Анивском ЛРЗ (325,3 мг) – горбуша. На Буюкловском заводе – лучшие показатели у молоди кеты «контрольной» партии, питающейся кормом «АллерАква» (1153,4 мг).

По результатам работы специалистами заводов были сделаны следующие замечания:

1. *Корм «БиоМар».* При кормлении молоди кеты на Буюкловском ЛРЗ этим видом корма отмечен повышенный отход и наличие триходины, последняя была обнаружена только в канале, где осуществляли кормление. После обработки молоди раствором малахитового зеленого (капельный способ, 1:800000 в течение 2 часов) триходина не была отмечена, но через несколько дней ее зафиксировали вновь. Всего за весь период подращивания было проведено три профилактические обработки.

На Сокольниковском ЛРЗ было отмечено увеличение потери корма из-за быстрого оседания крупных фракций (диаметром частиц 1,0 и 1,2 мм) на дно, что затрудняло чистку каналов, т.к. осажженный корм слабо поедается молодью и не удаляется потоком воды.

2. *Корм «Аллер Аква».* На Буюкловском ЛРЗ при кормлении молоди кеты этим видом корма отмечено образование белесой пленки налета на дне каналов, которая с трудом поддавалась очистке. На Сокольниковском ЛРЗ корм при оседании на дно каналов образовывал густую кашеобразную массу, что способствовало мгновенному развитию сапролегнии.

Рыбоводы Сокольниковского ЛРЗ отметили большое содержание пыли в мешках с кормом. В условиях повышенной влажности этот вид корма сильно прессовался и с трудом проходил через кормораздатчики.

3. *Корм «ЛСНТ» (корм производства пилотной установки ФГБУ «Сахалин-рыбвод»).* Было отмечено, что при температуре ниже 4 °С (особенно первые дни кормления) интенсивность потребления этого корма молодью была незначительна, однако при повышении температуры до 5°С и выше пищевая активность молоди лососей увеличивалась.

Во всех опытных партиях полученные биометрические показатели молоди отличались незначительно, кроме того, каждый вид корма характеризовался определенными недостатками, поэтому приоритета какому либо виду корма не было отдано. Был сделан вывод, что все апробированные при опытном кормлении гранулированные комбикорма могут применяться для подкормки молоди на Сахалинских рыбоводных заводах в производственных масштабах.

В 2010 году в условиях Курильского ЛРЗ (находится в аренде у ЗАО «Гидрострой»), проводили опытную работу по возможности частичного замещения сухого сбалансированного корма «Аллер аква» рыбным фаршем из кеты и горбуши с нерестовыми изменениями в целях уменьшения затрат при кормлении молоди. Подкормку молоди кеты на Курильском ЛРЗ фаршем начали 28.05.2010 г., после достижения молодью веса 0,5 г.

Первоначальное внесение фарша в количестве 1,0 кг результатов не дало, молодь фарш не потребляла. После этого рацион внесения гранулированного

корма уменьшили до 1 % и одновременно вносили фарш.

В течение 5 дней активность поедания фарша увеличивалась, после чего начали повышать рационы кормления кормом и фаршем одновременно. Кормовой коэффициент фарша был принят как 3,0 (т. е., 1 кг сухих гранулированных кормов заменили 3 кг фарша). Весовой рост молоди, при кормлении различными видами кормов, представлен на рис. 54.

Перед внесением фарша, его измельчали на механической мясорубке. Фарш вносили непосредственно на дно канала, в средней его трети. Рацион рассчитывали (и в контрольной и в опытной партиях) как 1,7 % от биомассы.

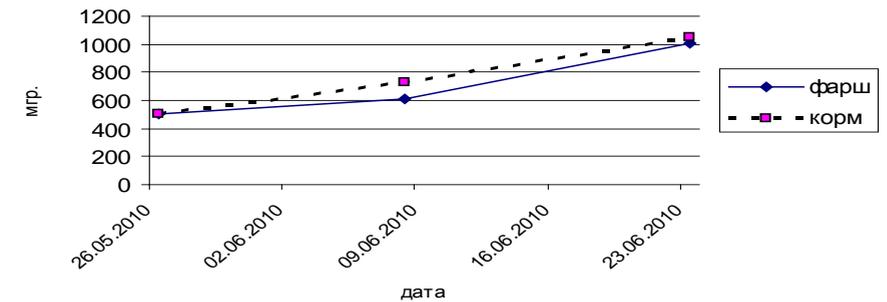


Рис. 54. Кривые роста молоди кеты при кормлении гранулированным кормом Aller Aqua и рыбным фаршем, Курильский ЛРЗ, 2010 г.

При выпуске молоди было отмечено, что при кормлении фаршем по массе молодь распределяется на две модальные группы (два пика на графике) (рис. 55). Полагаем, что причина этого явления – следствие неоднородности гранул фарша и его недоступности и, как следствие, его не полной питательной ценности для молоди. При кормлении только сухим гранулированным кормом в кривой распределения молоди по массе отмечается один пик (модальные группы от 1001 до 1250 мг) и вариации признака значительно меньше (молодь более однородна).

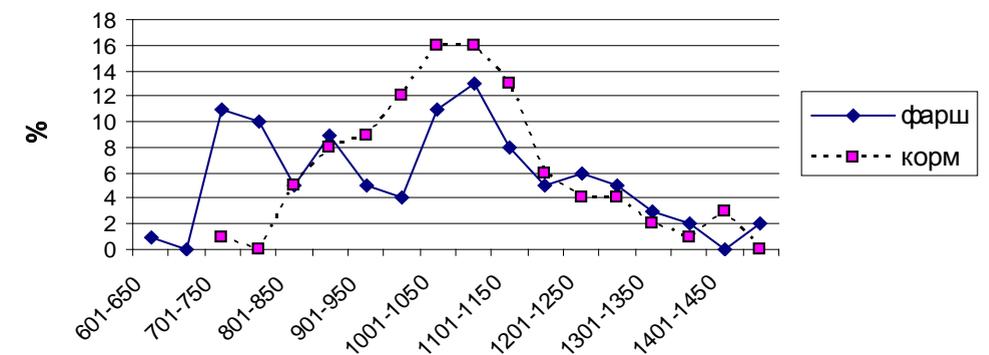


Рис. 55. Распределение молоди кеты по показателям массы тела при ее кормлении различными видами кормов, Курильский ЛРЗ, 2010 г.

В целом, при проведении эксперимента было отмечено:

1. При одинаковой доступности охотнее молодь потребляла сухой гранулированный корм «Aller aqua»;

2. Кормление фаршем необходимо обеспечить не реже 1 раза в час, что достаточно сложно осуществить при ручном внесении фарша;

3. Качество выпускаемой молоди при кормлении фаршем ниже, чем при кормлении гранулированным кормом, причем эта тенденция отмечается при любой доле внесения фарша [111].

Сегодня для подращивания молоди тихоокеанских лососей на предприятиях ФГБУ «Сахалинрыбвод» используют комбикорма только фирмы «Aller Aqua» различных размеров и классификации (табл. 18).

Таблица 18

Состав стартовых кормов, используемых на сахалинских ЛРЗ, по фракциям

Вид комбикорма	Номер	Размер корма по фракциям, мм и их доля, %	
	группы	фракция	%
Стартовые (С)	1	0,2–0,4	17
	2	0,4–0,7	60
	3	0,7–1,0	18
	4	1,0–1,2	5

Корма Aller 514-Oil рекомендуется применять для кормления личинок горбуши и кеты в течение всего периода выращивания: от начала активного питания до выпуска в море. При этом в случае, если личинки кеты крупные (средняя масса более 350 мг), начинать их кормление можно с крупки корма фракции 0+, и затем постепенно переходить на крупку фракции 1+, которая затем используется до выпуска в море.

При кормлении личинок рыб стартовыми кормами следует учитывать соответствие размера кормовых частиц размеру тела рыб. Кормить молодь рыб стартовыми кормами «Аллер Аква» следует, руководствуясь таблицами суточных рационов, ни в коем случае не превышая указанные нормы.

Эффективность использования кормов «Аллер Аква» зависит от ряда факторов, к основным из которых, по нашему мнению, следует отнести соблюдение технологии выращивания рыбы, точность расчета суточного рациона, качественная работа кормораздатчиков, аккуратность рыбоводов. Особое внимание следует обращать на такие правила, как:

- точное соблюдение суточных норм кормления;
- постоянная корректировка рациона.

Максимальной эффективности использования корма «Аллер Аква» достигают при поддержании на хозяйстве должной технологической дисциплины, и соблюдении правил кормления. Использование современных высокоэнергетических кормов для рыб требует определенной осторожности. Важнейшим фактором здесь является тщательный и точный расчет рациона. При этом его корректировку, при кормлении личинок и молоди стартовыми кормами, необходимо выполнять ежедневно. Следует вести контроль поедаемости кормов

и уменьшать рационы в 2–3 раза или полностью прекращать кормление при ухудшении физиологического состояния рыбы, повышенном отходе. Любые резкие отклонения от норм кормления, внезапные скачки содержания кислорода в воде или его низкая концентрация, плохие гидрохимические параметры могут привести к обратному эффекту: замедлению темпа роста, соответственно, увеличению кормового коэффициента, ухудшению физиологического состояния рыбы.

Подбор правильного размера крупок и гранул. Важным фактором для эффективного использования кормов является выбор крупок и гранул доступного рыбам размера. Необходимо внимательно следить за соответствием размера кормовых частиц массе и размеру рыбы, а переизбыток в итоге приведет к снижению темпа роста и увеличению кормового коэффициента.

Соответствие кормовых норм температуре воды. Согласно кормовым таблицам при повышении температуры воды увеличиваются нормы выдачи корма. Количество выдаваемого корма может быть увеличено, если температура воды возрастает медленно и рыба успевает адаптироваться к изменяющимся условиям, если в воде при этом содержится достаточно кислорода. При резком подъеме температуры воды в течение короткого периода времени содержание кислорода в воде падает, что ограничивает возможности рыб в усвоении корма и количество выдаваемого корма должно быть сокращено. При высокой температуре воды метаболизм идет высоким темпом, и кислород быстро становится для рыбы данного размера лимитирующим фактором. Поэтому, если отсутствует оборудование для поддержания высокой концентрации кислорода в воде, рекомендуется уменьшить количество корма, относительно выдаваемого в нормальных условиях:

- соответствие кормовых норм физиологическому состоянию рыбы;
- недопустимость кормления рыбы до насыщения.

При организации кормления рыб кормами «Аллер Аква» следует обратить внимание на два важных принципа:

- 1) кормление по поедаемости кормами «Аллер Аква» запрещено, т.к. это может привести к перекорму и повышенному отходу рыбы;
- 2) использование кормораздатчиков типа «Рефлекс» для кормов «Аллер Аква» не рекомендуется, т.к. они не обеспечивают точного дозирования количества корма, подаваемого в рыбоводные емкости, что также приводит к перекорму рыб.

Кормление следует организовать таким образом, чтобы избежать переизбытка и позволить рыбе усваивать выданный корм. При кормлении до насыщения рыбы съедают избыточное количество корма, больше, чем требуется по нормативам, т.е. переизбыток. При переизбытке рыбы могут съесть количество корма большее, чем позволяет содержание кислорода в воде, что отрицательно сказывается на их состоянии, вызывает стресс, нарушает аппетит. Кроме того, излишне съеденный корм не усваивается. После одного дня переизбытка рыбы питаются слабо, поэтому корм, выданный в течение следующего дня, может оказаться не съеденным, затем проголодавшиеся рыбы опять переизбытуют, в дальнейшем такое чередование переизбытка и недоедания будет повторяться постоянно. В конечном итоге это приведет к очень слабому усвоению корма и значительному повышению кормового коэффициента [16; 158].

Кормовой коэффициент наименьшим будет при норме кормления 70–80 % от максимального уровня. Если параметры среды не лимитируют, скорость роста будет возрастать с увеличением нормы кормления до тех пор, пока рыба будет в состоянии усваивать выданный ей корм. Однако темп скорости роста

уменьшается, когда норма кормления превышает 80 % от максимального уровня. Другими словами, максимальный темп роста рыбы экономически не выгоден, т.к. для его обеспечения требуется повышенный расход кормов. Нормы кормления, приведенные в кормовых таблицах для производственных кормов, соответствуют 90 % от максимального уровня. Следовательно, при наименьшем кормовом коэффициенте корм усваивается более полно, а воздействие на среду выделениями азота и фосфора будет минимальным.

Кормление личинок горбуши и кеты начинают с крупки № 3 (0,4–0,6 мм). Период смешанного питания у лососевых длится 20–30 дней и завершается при достижении массы 200–300 мг. Суточный рацион зависит от температуры воды и индивидуальной массы личинок и колеблется от 2,2 до 7,3 %. Суточную норму раздают вручную, равными небольшими порциями на протяжении светлого времени суток (рис. 56).

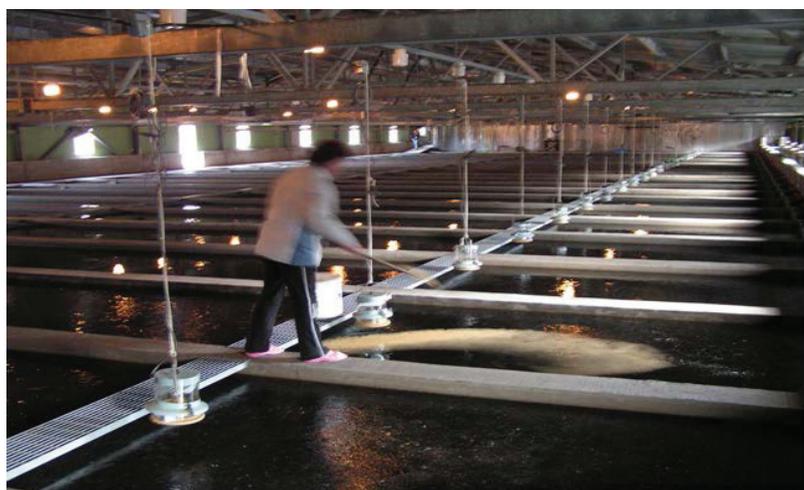


Рис. 56. Подкормка молоди кеты в питомнике вручную, Таранайский ЛРЗ

Эффективность использования корма зависит от частоты кормления. Чем мельче личинки, тем чаще их следует кормить. Судя по результатам проведенных нами наблюдений оптимальная частота кормления на данном этапе оценивается в 12 раз в сутки. Если личинки кеты достаточно быстро переходят на внешнее питание и активно потребляют корм уже в самом начале кормления, то личинок горбуши бывает достаточно трудно «раскормить», особенно при низких температурах воды. При температуре воды ниже 3 °С горбуша вообще не питается. Как свидетельствуют результаты экспериментов, кормление молоди горбуши следует осуществлять до достижения ею навески не менее 0,28 г, а кеты – не менее 0,7 г.

На рыбоводных предприятиях Сахалинской области в процессе подращивания молоди с успехом используют автоматические кормораздатчики (рис. 57). Они имеют механическое реле времени, и определенная порция корма высыпается на воду через каждые несколько минут. Количество корма, высыпавшееся при одном открытии кормораздатчика, можно отрегулировать в соответствии с необходимым рационом. При наличии на некоторых рыбоводных заводах естественных выростных прудов, выращивание молоди может происходить еще более эффективно за счет потребления не только сухих гранулированных кормов, но и естественной кормовой базы.

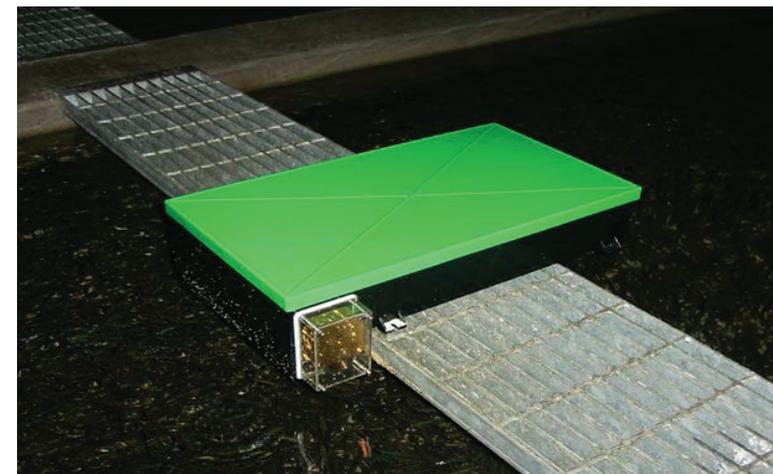


Рис. 57. Кормление молоди кеты с применением автоматического кормораздатчика, Таранайский ЛРЗ

Кроме того, данные пруды можно рассматривать как адаптационные водоемы, в которых молодь получает информацию об условиях окружающей среды и готовится к скату. В таких водоемах возможно специальное использование хищников (кунджа, мальма) в контролируемых количествах, в данном случае хищники будут служить естественным «тренажером» для молоди. Однако необходимо строго соблюдать правила профилактики и лечения заболеваний молоди в период выращивания, поскольку хищные виды рыб могут являться переносчиками паразитов.

Анализ многолетних данных свидетельствует о том, что вес выпускаемой молоди зависит от плотности ее посадки при выращивании (рис. 58). Наибольший вес молоди кеты наблюдается при плотности посадки при выращивании около 8 тыс. экз./м².

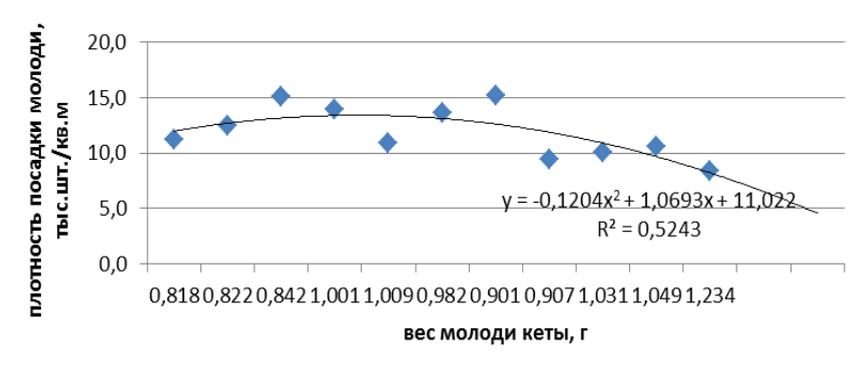


Рис. 58. Кривая зависимости веса молоди кеты от плотности посадки при выращивании

Кроме плотностного фактора, на ростовые процессы молоди влияет температура воды. Судя по данным, представленным на рис. 59, наиболее интенсивный рост молоди отмечается в том случае, когда при прочих равных условиях температура воды в среднем равна 6,7 °С. Именно при этой температуре про-

исходит наиболее эффективное потребление корма и, как следствие, молодь достигает болеей длины нежели при температуре 5,3 и 4,2 °С. Заметим, что наименьший прирост отмечается при самой температуре, которую мы могли достигнуть в эксперименте.

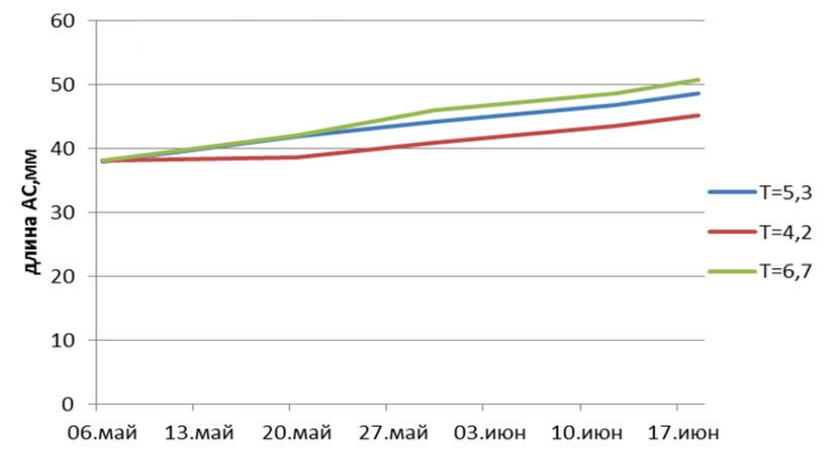


Рис. 59. Кривые линейного роста молоди кеты (Курильский ЛРЗ)

Выбор корма имеет большое значение, и в производственных условиях обеспечивается использованием паст, фаршей и сухих сбалансированных гранулированных кормов. Сравнивая эти виды кормов, выяснили, что при одинаковой доступности, молодь охотнее потребляет гранулированный корм, при этом вариабельность показателей молоди по массе в этом наименьшая, то есть выращиваемая молодь более однородна по своим показателям (кривая распределения по массе приближается к нормальной).

Кормление растущей молоди различными фракциями кормовых частиц сухого гранулированного корма (от 0,1 до 1,0 мм) обеспечивают доступность его для молоди всех размеров, в отличие от фарша. Суточный рацион кормления зависит от температуры воды и индивидуальной массы личинок и варьирует от 0,5 до 2,5 %. Исползованные в работе различные гранулированные корма оказались равно эффективными при выращивании молоди. Однако на этапе выращивания молоди очень важно соблюдение влияния плотности посадки на рост и развитие молоди (биотический фактор): плотность молоди при кормлении не должна превышать 20 тыс. экз./м² для горбуши и 10–12 тыс. экз./м² для кеты (см. рис. 58).

Анализируя влияние абиотических факторов на смертность в период кормления молоди рассмотрели зависимость между ее гибелью молоди, температурой воды и содержанием в ней кислорода (рис. 60).

В процессе слежения установили, что наименьшая гибель молоди кеты отмечается при температуре воды примерно в 5 °С. Как с увеличением температуры, так и с ее уменьшением гибель незначительно увеличивается. Заметим, что наилучшие ростовые процессы отмечены нами при температуре в 6,7 °С, тогда как минимальная смертность при 5 °С.

Этап выращивания наиболее короткий из всех, он длится 2 месяца, но и в этом случае для каждого из месяцев требуются свои оптимальные условия. Более высокая температура воды в первый месяц выращивания, чем во вто-

рой приводит к преждевременному рассасыванию запасов желтка у физиологически не готовых к питанию младших возрастных групп. Для определения оптимальных параметров температуры воды и содержания растворенного кислорода проведен обсчет многолетних данных (табл. 19). Анализируя представленные в таблице данные пришли к заключению, что оптимальные среднемесячные температуры и содержание растворенного кислорода в мае для горбуши равны – 5,4 °С, для кеты – 6,1 °С; содержание растворенного кислорода – 11,5 мг/л и 9,88 мг/л; в июне – 7,1 °С для обоих видов, содержание растворенного кислорода – 10,4 мг/л и 9,7 мг/л, соответственно.

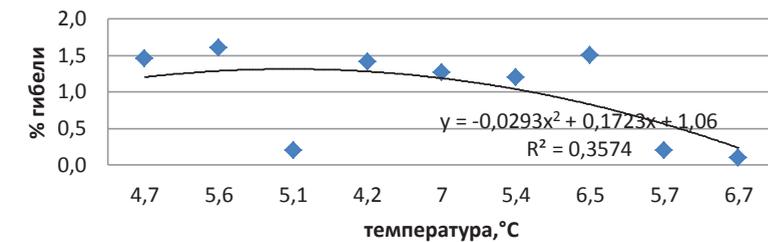


Рис. 60. Кривая зависимости гибели выращиваемой молоди кеты от температуры

Таблица 19

Оптимальная температура воды и содержание растворенного кислорода в период выращивания молоди

Вид рыбы	Месяцы выращивания			
	май		июнь	
	t, °С	содержание кислорода, мг/л	t, °С	содержание кислорода, мг/л
Горбуша	5,4	11,50	7,1	10,4
Кета	6,1	9,88	7,1	9,7

В период выращивания молоди такие важные абиотические факторы среды, как температура воды, содержание растворенного кислорода и гидрохимические показатели необходимо контролировать постоянно. Температуру воды в питомных каналах, в водотоке и в устьевой части моря следует фиксировать несколько раз (3–4) в сутки.

Оптимальные условия среды в период выращивания молоди представлены в табл. 20.

Таблица 20

Оптимальная температура воды и содержание растворенного кислорода в период выращивания молоди

Вид рыбы	Месяцы выращивания			
	май		июнь	
	t, °С	содержание кислорода, мг/л	t, °С	содержание кислорода, мг/л
Горбуша	5,4	11,50	7,1	10,4
Кета	6,1	9,88	7,1	9,7



Рис. 61. Аэрация питомных каналов в период кормления молоди, Охотский ЛРЗ

Количество растворенного кислорода в период кормления молоди следует измерять ежедневно, на входе и выходе. Насыщение воды кислородом на входе должно составлять не менее 90 %, а на выходе – не менее 7 мг/л.

По мере увеличения средней массы молоди потребление кислорода возрастает, кроме того, органика на дне питомных каналов также потребляет кислород для своего окисления. В случае недостатка содержания кислорода в воде питомных каналов, необходимо осуществлять его дополнительную аэрацию, используя перфорированные трубки, устанавливаемые вдоль стенок каналов, или увеличивать расход воды (рис. 61).

6 ВЫПУСК МОЛОДИ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ В ЕСТЕСТВЕННЫЕ ВОДОТОКИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ РЫБОВОДНЫХ ЗАВОДОВ САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

6.1 Выпуск молоди лососей

Кроме выращивания молоди до определенного возраста и воспитания у нее естественных рефлексов, эффективность лососеводства определяется правильным выбором сроков и экологических условий, благоприятных для выпуска молоди в естественные водоемы. И в этом случае надлежит внимательно учитывать особенности экологии видов и конкурентных популяций, а также специфику водоемов и их фауны, состав хищников, время и места их концентрации, и наконец, сроки развития в реке и приустьевом пространстве массовых кормовых организмов. Развившиеся мальки покидают родные реки в течение нескольких дней (продолжительность покатной миграции молоди естественного происхождения, как правило, равна 40–45 дням).

Перед тем, как покинуть пресную воду, у молоди лососей происходит изменение метаболизма – физиологический метаморфоз. Весьма часто этот процесс называют смолтификацией. Часто о смолтификации судят по появлению серебристой окраски тела, вызванной отложением в чешуе пигмента гуанина. Однако отождествлять эти понятия нельзя, так как серебрение это только самый ранний признак начала смолтификации. При смолтификации происходят глубокие преобразования в организме и в поведении молоди, действительно сопоставимые с метаморфозом.

В период смолтификации происходит развитие осморегуляторного аппарата. Серебристая молодь (серебрянки) в конце смолтификации способна к прямому переводу в морскую воду, в то время как пестрятки при таком переводе быстро погибают. Адаптация к морской воде легче осуществляется в период массового ската молоди в море. Заметим, что задержка смолтифицированной молоди в пресной воде может способствовать увеличению смертности. В результате преобразований в организме, связанных со смолтификацией, происходят изменения в пропорциях тела: увеличивается длина хвостового стебля, уменьшается относительная высота тела и т. д. При этом улучшаются гидродинамические качества, необходимые для длительных миграций лососей в океане.

Исследование физиологической полноценности молоди лососей после ее выпуска в реки с лососевых заводов представляют особый интерес в плане изучения адаптивных особенностей рыб при смене среды обитания.

Первые недели молодь обитает и нагуливается в опресненном прибрежье. Именно в это время при переходе в совершенно новые экологические условия отмечается повышенная элиминация природной и заводской молоди лососей, что в конечном итоге определяет формирование численности поколения [72; 17; 76, 71; 51; 62; 63; 77 и др.]. Определено, что заводская и природная молодь кеты обладает хорошей выживаемостью только при пропорциональном соотношении длины и массы тела, а также полноценном развитии внутренних органов.

Несомненно, важным вопросом в оценке качества заводской молоди является определение благоприятных сроков ее выпуска на основе определения выживаемости и сравнительного анализа физиологических характеристик при адаптации к воде морской солености. Обычно скат молоди лососей в прибрежные морские воды происходит в сроки, совпадающие с началом биологической весны, сопровождающейся началом вегетационного периода у водорослей и растений и размножением различных морских животных: ракообразных, моллюсков, рыб. Это обуславливает активное воздействие молоди лососей на формирование продуктивности и структуру отношений, как в прибрежье, так и в более удаленных зонах морей. Роль молоди лососей в экосистемах определяется уровнем численности популяций в данном регионе.

В весеннее – летний период 1999 года сотрудниками ДВГУ была проведена работа «Изучение динамики численности и биомассы кормовых организмов как объектов питания молоди лососей в заливе Анива».

В результате проведенной работы было выяснено следующее: основу планктона в заливе Анива составляли мелкие копеподы *Acartia longiremis*, *Pseudocalanus newmani* и *Oithona similis* а также их науплии. Основное время пребывания молоди лососей в районе залива Анива приходится на весеннее – летние месяцы. В этот период года кормовая биомасса (организмы с размерами до 3 мм) имеет довольно высокие значения как в мейоэпифауне растений 0,11–30,6 г/м², так и в мейобентосе – 0,4–2,7 г/м². Эти данные позволяют предположить, что кормовая база богато представлена различным и группами организмов (число групп до 10) и достаточна для потребления молодью лососей. В прибрежной части побережья залива, благодаря активным обменам организмами между толщей воды и дном, происходит накопление биомассы мелких групп беспозвоночных, что позволяет активно питаться и нагуливаться здесь молоди лососевых [51; 52].

Что касается гидрологического режима Курильских прибрежных вод, то его своеобразие создает возможность для размножения разнообразного по происхождению зоопланктона. Так, в процессе полномасштабных исследований, проведенных под руководством В. Н. Ефанова [35], в прибрежной зоне о. Итуруп в 1981–1982 гг. регистрировали около 40 видов зоопланктеров, принадлежащих к 18 систематическим группам животных, а также личинок и икру рыб. Из отличительных особенностей отмечали, что в 1981 г. в пробах было зафиксировано 17 видов копепод, в 1982 г. из них отсутствовали *Calanus glacialis*, *Pseudocalanus glacialis*, *Acartia longiremis*, *Oncaea borealis*, *Oithona plumifera*, но был обнаружен *Monstrillopsis sp.*

Судя по общей биомассе зоопланктона, наиболее продуктивным были заливы Куйбышевский и Курильский. Преобладающими по численности и биомассе являлись *Pseudocalanus elongatus*, *Eucalanus bungii*, *Calanus plumchrus*, *Harpacticoidae*, *Oithona*, *Acartia* и *Metridia*. *Oithona* почти исключительно были предоставлены *O. similis*. Лишь в 1981 году в заливах Доброе Начало, в Куйбышевском и Курильском отмечена *O. plumifera* по численности 0,7–1,8 % и биомассе 4,2–8,6 % от общего количества организмов этого рода. *Acartia* в равной мере были представлены *A. clausi* и *A. longiremis*, лишь в 1981 году. В пробах из зал. Доброе начало встречено *A. tumida* – 5,3 % численности и 16,7 % биомассы общего количества *Acartia*.

Наличие такой своеобразной пульсации биомассы зоопланктона в южной части охотоморского побережья (шестикратные колебания в заливах Доброе Начало и Одесском в сравнении с двукратными в заливах Куйбышевском и Курильском) позволяют полагать, что урожайность в прибрежье острова в зна-

чительной мере определяется привносом зоопланктеров извне. Характер этого процесса в решающей степени, видимо, определяется взаимодействием потока океанских вод, выходящего из пролива Екатерины и распространяющегося вдоль охотоморского побережья Итурупа, и подходящей в этот район с запада ветви Цусимского течения Соя. В таком случае становятся вполне понятными обилие *C. plumchrus* на прибрежном мелководье в заливах Доброе Начало и Одесском, а также, отмеченная в 1981–1983 гг., противофазность пульсации биомассы планктона в этих заливах из-за особенности режима океанских вод в данной гидрологически активной зоне [35].

Как правило, на рыболовных заводах Сахалинской области к выпуску подращенной молоди горбуши и кеты приступают после обследования молоди и положительного заключения специальной комиссии, которая создается специально для этого, а также при наступлении благоприятной гидрологической ситуации в прибрежье, при стабильном прогреве воды выше 6°C. На большинстве предприятий к выпуску молодь достигает рыболовного стандарта, имеет развитую осморегуляторную систему, не имеет отклонений в развитии и полностью сформирована для перехода к морскому образу жизни.

В 2011 году федеральными ЛРЗ ФГБУ «Сахалинрыбод» было воспроизведено 531,952 млн. шт. молоди лососевых видов рыб, что меньше чем в 2010 году на 10,47 млн. шт. Уменьшение объемов воспроизводства произошло за счет изменения в соотношении воспроизводимых видов, а именно, увеличения количества выпускаемой молоди кеты и уменьшения количества выпускаемой молоди горбуши. В тоже время, для выдерживания молоди кеты необходима меньшая плотность посадки. Следствием этого процесса, интенсификации выпуска кеты, при одинаковых питомных площадях, произошло уменьшение общего количества по выпуску рыболовной продукции. Выпуск кеты увеличен на 9,1 млн. шт., а выпуск горбуши уменьшился на 27,6 млн. шт., симы на 0,168 млн. шт. и кижуча – на 0,547 млн. шт. Выпуск молоди с арендованных заводов, по сравнению с прошлым годом, увеличился на 8,7 млн. шт.: выпуск молоди горбуши увеличился на 14,656 млн. шт., выпуск кеты уменьшился на 5,928 млн. шт.

За последние годы, в связи с активным использованием однотипных кормов, биологические показатели молоди тихоокеанских лососей из года в год варьируют незначительно. Так, средневзвешенная масса горбуши в 2011 году была равна 317 мг, кеты – 866 мг, K/y (Φ) = 0,98. Отход молоди за период подращивания составил 1,7 %, из них не перешло на активное питание – 0,9 % личинок.

Одним из факторов, определяющих выживаемость лососей в весьма кратковременный пресноводный период жизни, является пресс хищных рыб. Элиминация напрямую связана с морфометрическими характеристиками покатников – чем крупнее молодь, тем она менее уязвима. В основном, в связи с короткой длиной миграционного пути и кратковременной продолжительностью ската, пресс хищных рыб на молодь бывает относительно не велик. В тоже время для минимизации выедания хищниками молоди ее с завода выпускают в ночное время суток. Молодь кеты в реке практически не задерживается, а сразу уходит в залив, а молодь горбуши, по разным источникам, может оставаться на мелководьях базовой реки до трех недель, адаптируясь к новым условиям среды и готовясь к скату.

Молодь кеты выпускают с рыболовных заводов Сахалинской области при достижении ею массы тела от 800 до 1200 мг. Проследив за зависимостью между навеской выпускаемой молоди и коэффициентом возврата (в данном диапазоне массы тела выпускаемой молоди) по данным за последние 10 лет

наблюдений мы не установили влияния первого фактора на второй. В тоже время, нами установлена значимая зависимость коэффициентов возврата от температуры воды в прибрежье в период выпуска молоди. А именно, выявлена отрицательная коррелятивная зависимость коэффициента возврата от суммы отклонений от оптимальных значений температуры в процессе рыбоводного цикла (рис. 62).

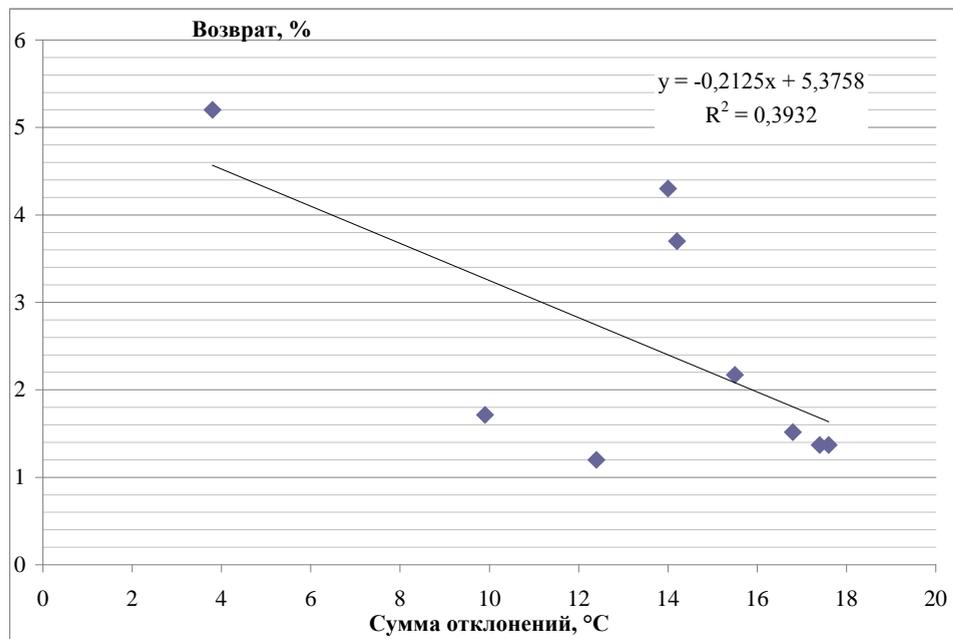


Рис. 62. Кривая зависимости коэффициента возврата кеты от суммы отклонений температуры воды от оптимальных значений на ЛРЗ Сахалинской области, 2011 г.

Именно значительное влияние термического режима в прибрежье на молодь обусловило ее подращивание и выпуск с рыбоводных заводов в период формирования в прибрежье оптимальных термических условий. Реализация этого мероприятия привела к увеличению эффективности заводского воспроизводства кеты. [133; 134; 47; 80; 114].

Скат заводских мальков кеты, как и закладка икры на инкубацию, продолжается на сахалинских и курильских ЛРЗ около 26 дней, с 10 июня по 06 июля.

Выпуск заводской молоди может быть единовременным или рассредоточенным, небольшими партиями (оптимальный), и должен соответствовать приемной емкости прилегающего к заводу участка реки. Характер выпуска зависит от многих факторов и их соотношения в базовом водотоке и непосредственно в месте выпуска: количества хищников, численности дикой молоди, состояния кормовой базы, полноводности водотока и других. В своих исследованиях для оценки оптимального периода начала выпуска молоди мы использовали термический режим в прибрежье, а именно 6–7 °C, базируясь на результатах моделирования эффективности воспроизводства лососей в зависимости от термического режима в прибрежье, выполненных ранее В.Н. Ефа-

новым [35]. Заводскую молодь выпускали в вечерние и ночные часы, поскольку именно в темное время суток у молоди лососей наблюдается наивысшая миграционная активность, а пресс хищников наоборот, наименьший (рис. 63).



Рис. 63. Выпуск молоди тихоокеанских лососей

Исходя из комплекса проведенных непосредственно нами исследований, а также литературных данных при выпуске молоди в прибрежные районы рекомендуем строго следовать следующим общим правилам:

1. Выпуск молоди начинать осуществлять после прохождения половодья, когда в притоках основного русла реки полностью завершился весенний паводок, а в основном водотоке уровень достиг устойчивых показателей, способствующих беспрепятственной покатной миграции.
2. Температура воды в прибрежье установилась не ниже 6–7 °C, что способствует развитию кормовой базы гидробионтов и активности питания молоди.
3. При выпуске следует ориентироваться на сроки ската дикой молоди, когда условия среды в приемном водотоке и в прибрежье будут наиболее благоприятны [47].

6.2 Эффективность работы рыбоводных заводов

Как представлено ранее, до настоящего времени, несмотря на почти двадцатилетний срок, прошедший после массовой реконструкции рыбоводных заводов нет общей методики искусственного разведения непосредственно для предприятий, позволяющей добиться максимально устойчивых объемов вылова и сохранить генетическое разнообразие воспроизводимых популяций. Отсутствует инструктивный документ, в котором были бы предусмотрены условия оптимизации абиотических и биотических факторов среды в период ведения всех рыбоводных процессов, адаптированные к использованию нового, современного технологического оборудования в условиях ЛРЗ, прошедших реконструкцию.

Исследования закономерностей воздействия основных абиотических факторов среды на искусственно воспроизводимые виды рыб в течение 22 рыбо-водных циклов, проведенные нами, свидетельствуют о том, что существует реальная возможность моделировать коэффициент промыслового возврата тихоокеанских лососей. По нашему мнению это моделирование возможно осуществить на основе общеэкологической закономерности, заключающейся в следующем, наилучшая выживаемость молоди отмечается в том случае, когда она обитает в оптимальных условиях среды. То есть, во главу угла было заложено положение классической экологии о том, что существует зависимость реакции организма от интенсивности действия экологического фактора. А именно: высокая жизнеспособность отмечается в зоне оптимума, пониженная – в зоне пессимума, а в случае попадания в летальную зону организм погибает. Заметим, что наибольшему воздействию факторов среды подвержены пойкилотермные организмы, а зона оптимума для каждого из этапов онтогенеза для пойкилотермных организмов, и особенно тихоокеанских лососей, находится в очень узком диапазоне [106; 10; 118; 135; 133; 35; 124].

Для обоснования нашего постулата определили оптимумы по каждому из этапов онтогенеза (табл. 21) и построили кривые оптимума температуры воды в цехах при инкубации икры, выдерживании предличинок, подращивании личинок и выращивании молоди горбуши и кеты (рис. 64а, 64б).

Таблица 21

Оптимальная температура воды в периоды раннего онтогенеза для горбуши и кеты, T°С

Месяцы	Инкубация икры				Выдерживание предличинок, подращивание личинок				Выращивание молоди	
	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06
Горбуша	7,9	7,2	5,3	3,1	2,3	1,7	2,8	3,9	5,4	7,1
Кета		7,0	5,8	4,6	4,5	4,5	4,5	5,3	6,1	7,1

Кроме того, экспериментальным путем определили оптимумы по каждому из этапов онтогенеза для содержания кислорода в воде (табл. 22) и построили кривые оптимального содержания растворенного кислорода в воде в период инкубации икры, выдерживания предличинок, подращивания личинок и выращивания молоди горбуши и кеты (рис. 65а, 65б).

Таблица 22

Оптимальное содержание растворенного кислорода в воде в периоды раннего онтогенеза для горбуши и кеты, мг/л

Месяцы	Инкубация икры				Выдерживание предличинок, подращивание личинок				Выращивание молоди	
	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06
Горбуша	9,00	10,50	11,24	11,80	12,50	12,50	12,20	11,90	11,50	10,4
Кета		9,93	10,67	10,90	10,80	10,70	10,70	10,44	9,88	9,7

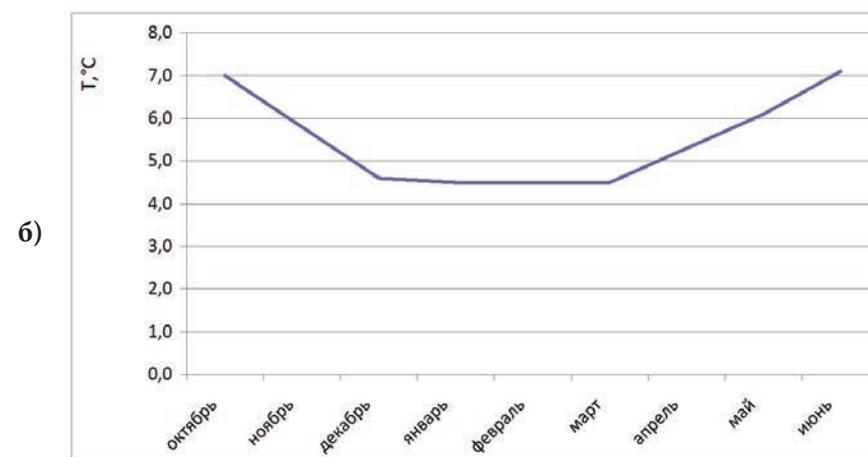
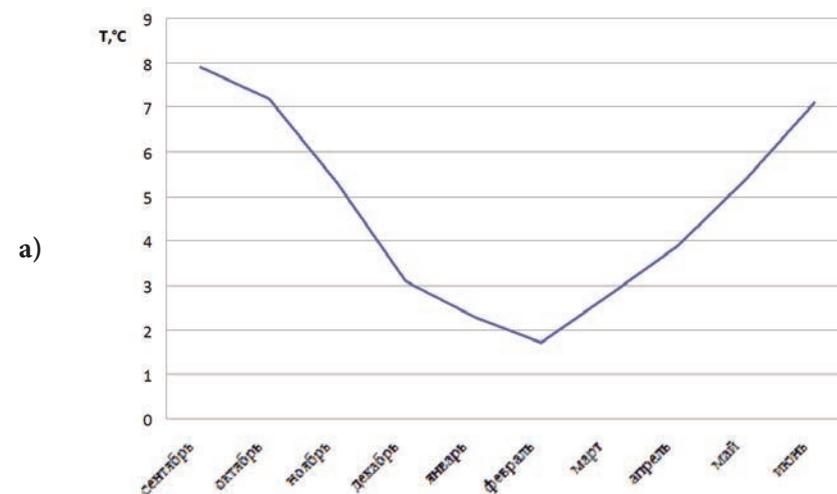


Рис. 64. Оптимальная температура воды на ранних этапах онтогенеза, а) для горбуши; б) для кеты

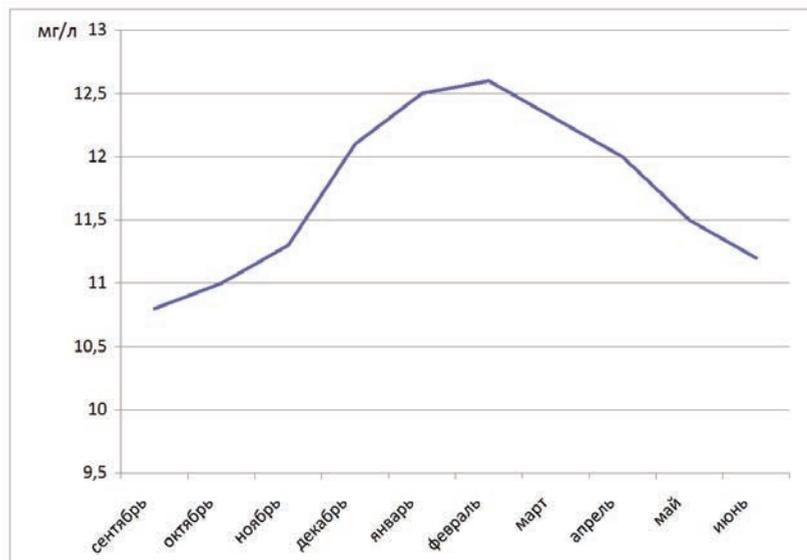


Рис. 65 а. Оптимум содержания растворенного кислорода на ранних этапах онтогенеза для горбуши

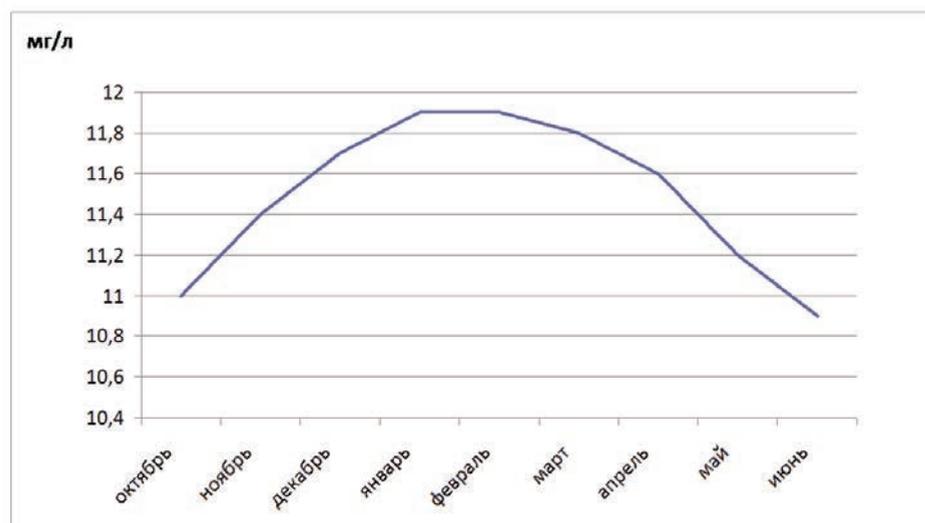


Рис. 65 б. Оптимум содержания растворенного кислорода на ранних этапах онтогенеза для кеты

Установив оптимумы, проанализировали, как изменения относительно них скажутся на выживаемости икры, личинок и молоди. Было оценено влияние отклонений от оптимальных значений на выживаемость икры, личинок, молоди.

Итог работы рыбоводного предприятия определяется не столько количеством и качеством выпущенной в море молоди, сколько количеством возвращающихся в родные реки производителей (то есть коэффициентом возврата). Понятие *коэффициента возврата*, или *величины промыслового возврата*, как меры эффективности работы рыбоводных предприятий, в настоящее время продолжает использоваться как важный показатель, характеризующий работу завода. На разных предприятиях коэффициент возврата разный. Хотя он зависит от многих факторов, в том числе от выживаемости в нагульный период, в нем находит отражение количество и качество исходного материала, т.е., выпущенной молоди, определяемое, в свою очередь, суммой отклонений от оптимальных условий на этапах раннего развития.

Заметим, что между суммой отклонений от оптимума и коэффициентом возврата установлена отрицательная зависимость (см. рис. 56), и, несмотря на то, что K равен 0,39, она достоверна при $P = 0,95$. Более того, для оценки выживаемости построили график зависимости между отходом искусственно воспроизводимых тихоокеанских лососей и суммой отклонений значений температуры от оптимальных (рис. 66). В случае, когда на каком-то этапе онтогенеза допустимая сумма отклонений от оптимума в ту или иную сторону была значительной, выживаемость горбуши и кеты на ранних этапах онтогенеза уменьшалась, а количество погибших особей увеличивалось.

Отсюда следует, что уже на начальном этапе проектирования и строительства лососевых рыбоводных заводов, зная среднееголетние значения основных воздействующих на организм абиотических факторов, как источников водоснабжения, так и показателей технологических приемов на будущем предприятии, можно моделировать выживаемость, а, следовательно, прогнозировать промысловый возврат.

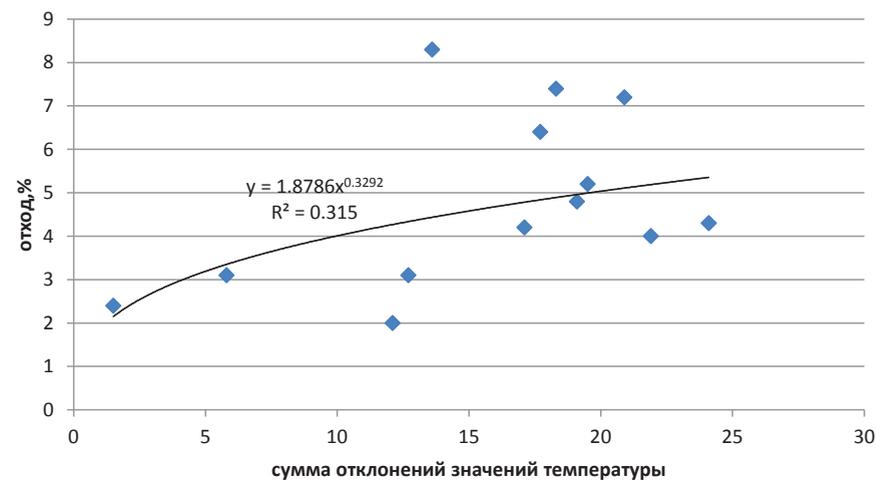


Рис. 66. Кривая зависимости выживаемости горбуши на ранних этапах онтогенеза от суммы отклонений значений температуры воды от оптимума

Таким образом, оценить эффективность работы заводов можно расчетом суммы отклонений от оптимальных значений температуры и сопоставлением ее с коэффициентом возврата: если сумма отклонений не превышает 16 по модулю на всех этапах, коэффициент возврата будет не менее 2 % для кеты (см. рис. 62).

Итак, закономерность формирования эффективности заводов обусловливается соблюдением оптимальных условий среды на каждом из этапов онтогенеза, а проследить за эффектом от соблюдения или нарушения этого процесса возможно на основе зависимости между суммой отклонений от оптимальных значений основных абиотических факторов и коэффициентом возврата рыбы.

Проверку установленной зависимости осуществили путем рассмотрения данных по коэффициентам возврата и сумме отклонений от оптимальных значений основных абиотических факторов по 9 заводам Сахалинской области. Так, сумма отклонений от оптимумов на Рейдовом ЛРЗ не превышает 4. Следствием этого коэффициент возврата кеты на этом предприятии максимальный среди всех рассмотренных заводов (рис. 67). В тоже время, на Ясноморском, Соколовском и Буюкловском ЛРЗ сумма отклонений от оптимумов превышает 16, а коэффициент возврата – менее 2%. Несомненно, установленная нами зависимость не 100 %, при которой коэффициент корреляции должен быть равен 1, так как на выживаемость молоди значительное влияние оказывают особенности начального нагульного этапа, именно, не только термический режим побережья, который, в определенной мере учитывается нами, но и состояние кормовой базы и плотность нагуливающейся молоди (информация по кормовой базе в побережье отсутствует). Отсюда на таких предприятиях как Соколовский и Курильский даже при значительных отклонениях от оптимумов (интегральная сумма равна 14), коэффициент возврата по кете превышает 4 %, что обусловлено идеальными условиями для нагула молоди во время раннего морского периода ее жизни в эстуарной зоне рек Курилки и Сокольники.

Заметим, что нами рассмотрена зависимость только по одному главенствующему параметру. Однако даже анализ только одного этого параметра позволяет с высокой степенью достоверности прийти к заключению о том, что если факторы среды, воздействующие на искусственно воспроизводимых тихоокеанских лососей, в период раннего онтогенеза находятся в оптимуме для данного вида, а методика искусственного воспроизводства будет соответствовать выше рассмотренной и рекомендуемой нами, то средний многолетний показатель промыслового возврата будет значительно превышать 2 % для кеты и 5 % для горбуши.



Рис. 67. Связь между коэффициентами возврата кеты и суммой отклонений, 2011 г.

ВЫВОДЫ

1. Эффективность воспроизводства тихоокеанских лососей на рыбодных предприятиях определяется суммарным воздействием следующих экологических факторов: температура воды, содержание растворенного кислорода и плотность и другие, оптимум по которым индивидуален для каждого этапа онтогенеза.

2. Соблюдение рекомендаций по абиотическим показателям при выборе пункта сбора икры, отборе и выдерживании производителей, сборе и оплодотворении икры и последующей ее перевозке в инкубационный цех позволяет уменьшить гибель производителей до 3–5 %, а икры до 1 % и сохранить биологическое разнообразие.

3. Оптимальным диапазоном температуры при инкубации икры для горбуши является от 8 °С в сентябре до 3,1 °С в декабре. Для кеты оптимумы температуры находятся в пределах от 7,0 °С в октябре до 4,5 °С в январе. Содержание кислорода от 9,0 мг/л в сентябре до 11,8 мг/л в декабре для горбуши и 9,93 мг/л в октябре до 10,9 мг/л в январе для кеты. В период инкубации наиболее важным является соблюдение оптимальной температуры, кислородного режима и расходов воды, проведение периодических профилактических обработок икры и сохранение развивающейся икры в покое. Оптимальные условия при инкубации икры достигаются при использовании инкубационных аппаратов типа «Бокс» и Аткинса, имитирующих водоснабжение в нерестовых буграх.

4. Оптимизация гидрологического режима и регулярные профилактические обработки икры в период инкубации способны уменьшить заболеваемость сапролегниозом и последующую гибель до 3 %.

5. Трубочатый субстрат, как имитирующий условия развития предличинок в нерестовых буграх, обеспечивает оптимальные условия выдерживания, при оптимальной температуре от 1,7–3,0 °С для горбуши, для кеты – 4,5–5,3 °С; содержании растворенного кислорода в этот период – 11,9–12,5 мг/л для горбуши и 10,44–10,8 мг/л для кеты.

6. Переход на новый этап подращивания личинок и выращивания молоди обеспечивается изменением условий содержания: снятием затемнения цеха, увеличением расходов воды и соблюдением оптимального температурного режима: оптимум температуры для горбуши – 4,0–7,0 °С, для кеты – 5,3–7,1 °С; оптимум содержания растворенного кислорода на данном этапе – 11,5–10,4 мг/л и 9,88 – 9,7 мг/л, соответственно.

7. Оптимальными кормами для выращивания молоди являются сухие гранулированные корма с разными фракциями гранул для потребления его разноразмерными группами молоди, позволяющие достигать наименьшего отклонения от среднего значения массы.

8. Выявлена зависимость между коэффициентом возврата и оптимальными условиями в прибрежье в период выпуска и нагула молоди в прибрежье, а также зависимость между коэффициентами возврата и суммой отклонений на каждом этапе воспроизводства от оптимума: коэффициент возврата не ниже 2 % по кете, достигается при сумме отклонений, не превышающей 16 относительных единиц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акиничева, Е. Г. Использование маркирования отолитов лососевых рыб для определения эффективности рыбодных заводов / Е. Г. Акиничева // Сб. науч. трудов Магаданского НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – 2001. – Вып. 1. – С. 288–296.
2. Алтухов, Ю. П. Популяционная генетика рыб / Ю. П. Алтухов. – М. : Пищ. пром-ть, 1974. – 247 с.
3. Алтухов, Ю. П. Генетические процессы в популяциях / Ю. П. Алтухов. – М. : Наука, 1983. – 279 с.
4. Алтухов, Ю. П. Внутривидовое генетическое разнообразие: мониторинг и принципы сохранения / Ю. П. Алтухов // Генетика. – 1995. – Т. 31. – № 10. – С. 1333–1357.
5. Генетическая дифференциация и популяционная структура горбуши Сахалино-Курильского региона / Ю. П. Алтухов, Е. А. Салменкова, В. Т. Омельченко и др. // Биология моря. – 1983. – № 2. – С. 46–51.
6. Алтухов, Ю. П. Популяционная генетика лососевых рыб / Ю. П. Алтухов, Е. А. Салменкова, В. Т. Омельченко. – М. : Наука, 1997. – 298 с.
7. Бауэр, О. Н. Протозойные и грибковые заболевания при выращивании лососевых / О. Н. Бауэр, Е. А. Богданова // Известия ГосНИОРХ. – 1963. – Т. 54. – С. 7–14.
8. Бауэр, О. Н. Инфекционные болезни лососевых в условиях искусственного выращивания (обобщение зарубежного опыта по этиологии, эпизоотологии, диагностике, профилактике и терапии за 1976–1982 гг.) / О. Н. Бауэр // Обзор. Информ. ЦНИИТЭИРХ. Рыб. хоз-во. Сер. «Рыбохоз. использ. внутр. водоемов». – М., 1983. – Вып. 1 – С. 1–50.
9. Бачевская, Л. Т. Генетическое разнообразие популяций кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) и его изменение в условиях естественного и искусственного воспроизводства / Л. Т. Бачевская, С. П. Пустовойт // Вопр. ихтиологии. – 1996. – Т. 36. – № 5. – С. 600–606.
10. Бигон, М. Экология: особи, популяции и сообщества / М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таусенд. – М. : Мир, 1989. – С. 642–644.
11. Бимент, Дж. Роль физиологии в адаптации и в конкуренции животных / Дж. Бимент // Механизмы биологической конкуренции. – М. : Мир, 1964. – С. 82–93.
12. Богданова, Е. А. Паразиты и инвазионные болезни лососевых и сиговых в рыбодных хозяйствах / Е. А. Богданова // Изв. ГосНИОРХ. – Л., 1977. – Т. 120. – С. 162.
13. Богданова, Е. А. Болезни лососевых и сиговых рыб в аквакультуре / Е. А. Богданова. – СПб. : ГосНИОРХ, 1994. – С. 184.
14. Бугаев, В. Ф. Азиатская нерка (пресноводный период жизни, структура локальных стад, динамика численности) / В. Ф. Бугаев. – М. : Колос, 1995. – 464 с.
15. Бушуев, В. П. Руководство по культивированию кеты / В. П. Бушуев. – Владивосток : изд-во Дальневосточного ун-та, 1994. – С. 156–160.
16. Валова, В. Н. Результаты подращивания молоди кеты *Oncorhynchus keta* Walb. на кормах разной рецептуры / В. Н. Валова, В. И. Скирин, М. В. Калинина // Сб. науч. трудов Гос. НИИ озер и реч. рыб. хоз-ва. – 1991. – Вып. 307. – С. 169–177.

17. Варнавский, В. С. Смолтификация лососевых / В. С. Варнавский. – Владивосток : ДВО АН СССР, 1990. – 180 с.

18. Ведемейер, Г. А. Стресс и болезни рыб / Г. А. Ведемейер, Ф. П. Мейер, Л. Смит. – М. : Легкая и пищ. пром-ть, 1981. – 128 с.

19. Владимиров, В.И. Критические периоды развития рыб / В. И. Владимиров // Вопросы ихтиологии. – 1975. – Т. 15. – Вып. 6. – С. 95–97.

20. Воловик, С. П. Методы учета и некоторые особенности поведения покатной молоди горбуши в реках Сахалина / С. П. Воловик // Изв. ТИНРО. – 1967. – Т. 61. – С. 104–117.

21. Временные биотехнические показатели по разведению лососей с коротким технологическим циклом на рыбодных заводах Сахалинской области // Приказ Росрыболовства № 349 от 19.04.2010. (Прил. 1).

22. Временные биотехнические показатели по разведению лососей с коротким технологическим циклом на рыбодных заводах Сахалинской области // Приказ Росрыболовства № 912 от 08.09.2011 (Изменения в Приказе Росрыболовства № 520 от 05.06.2012).

23. Вронский, Б. Б. О повышении эффективности искусственного разведения дальневосточных лососей / Б. Б. Вронский // Лососевидные рыбы. – Л. : Наука, 1980. – С. 175–183.

24. Вялова, Г. П. Применение фиолетового «К» для профилактики болезней лососевых в условиях Сахалина / Г. П. Вялова // VIII Всесоюзное совещание по паразитам и болезням рыб: тез. докл. (Астрахань, апр. 1985 г.). – Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1985. – С. 24–25.

25. Вялова, Г. П. Контроль за физиологическим состоянием покатной молоди горбуши на рыбодных заводах Сахалина // Научно-технические проблемы марикультуры в стране: тез. докл. Всесоюз. конф. (Владивосток, 23–28 окт. 1989 г.) – Владивосток: ТИНРО, 1989. – С. 26–28.

26. Вялова, В. Н. Профилактика и лечение алиментарных заболеваний у тихоокеанских лососей / В. Н. Вялова // Рыбное хозяйство. – 1998. – № 2. – С. 46–47.

27. Глаголева, Т. П. Инструкция по гематологическому контролю за искусственно выращиваемой молодью лососевых рыб / Т. П. Глаголева. – Рига : БалтНИ-ИРХ, 1981. – 38 с.

28. Глубоковский, М. К. Лососевое хозяйство Дальнего Востока: резервы с точки зрения биологов / М. К. Глубоковский // Резервы лососевого хозяйства Дальнего Востока. – Владивосток : ДВО АН СССР, 1989. – С. 5–12.

29. Гриценко, О. Ф. Биология симы и кижуча северного Сахалина / О. Ф. Гриценко. – М. : ВНИРО, 1973. – 40 с.

30. Гриценко, О. Ф. Лососевое хозяйство Дальнего Востока / О. Ф. Гриценко // Рыб. хоз-во. – 1994. – № 2. – С. 28–31.

31. Гриценко, О. Ф. Сегодняшние проблемы промысла дальневосточных лососей / О. Ф. Гриценко // Рыболовство России. – 2003. – Февраль. – С. 59–61.

32. Гриценко, О. Ф. Экология и воспроизводство кеты и горбуши / О. Ф. Гриценко, А. А. Ковтун, В. К. Косткин. – М. : Агропромиздат, 1987. – 166 с.

33. Динамика популяционных генофондов при антропогенных воздействиях / под ред. Ю. П. Алтухова. – М. : Наука, 2004. – С. 119.

34. Ефанов, В. Н. Популяционная структура горбуши, воспроизводящейся в реках Сахалинской области / В. Н. Ефанов // Резервы лососевого хозяйства Дальнего Востока. – Владивосток : ДВО АН СССР, 1989. – С. 52–65.

35. Ефанов, В. Н. Организация мониторинга и моделирование запасов популяций рыб : монография / В. Н. Ефанов. – Южно-Сахалинск : изд-во СахГУ,

2003. – С. 47–49.

36. Ефанов, В. Н. Проблемы искусственного разведения рыб в аспекте концепции развития рыбного хозяйства Российской Федерации на период до 2020 года / В. Н. Ефанов // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Южно-Сахалинск, 2004. – Вып. IV. – С. 9–10.

37. Ефанов, В. Н. Популяционная структура горбуши, в свете интенсификации искусственного разведения тихоокеанских лососей Сахалинской области / В. Н. Ефанов // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – Южно-Сахалинск, 2006. – Вып. VI. – С. 26–27.

38. Ефанов, В. Н. Проблемы и основные принципы подхода к экономически целесообразному искусственному разведению тихоокеанских лососей // Устойчивое экономическое и экологическое развитие населения Сахалина и лосося : материалы междунар. конф. (Южно-Сахалинск, 31 окт. – 2 нояб. 2006 г.). – Южно-Сахалинск, 2006. – С. 15–16.

39. Ефанов, В. Н. О возможности дифференциации популяций горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* Walbaum по размерам ее отолитов / В. Н. Ефанов, Л. Д. Хоревин // Вопросы ихтиологии. – 1979. – Т. 19. – Вып. 4. – С. 3.

40. Ефанов, В. Н. Влияние прокладки нефтегазопровода на состояние речного биотопа и беспозвоночных гидробионтов / В. Н. Ефанов, А. В. Кордюков // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 3. – С. 655–659.

41. Животовский, Л. А. Эколого – генетические принципы разведения тихоокеанских лососей / Л. А. Животовский // Современные проблемы лососевых рыбодных заводов Дальнего Востока. – Петропавловск-Камчатский, 2006. – С. 153–159.

42. Записка о количестве и мощностях рыбодных заводов в Сахалинской области. – Южно-Сахалинск : СКГУ ФАР. – 2 с.

43. Заплечникова, Э. Н. Эпизоотология аэромоноза тихоокеанских лососей / Э. Н. Заплечникова, Л. В. Малетина // Паразиты и болезни мор. гидробионтов: Сб. науч. тр. ПИНРО. – Мурманск, 1987. – С. 55–62.

44. Запорожец, О. М. Проблемы и успехи искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей на Камчатке / О. М. Запорожец, Г. В. Запорожец // Первый конгресс ихтиологов России : тез. докл. (Астрахань, сент. 1997 г.). – М. : изд-во ВНИРО, 1997. – С. 314.

45. Запорожец, Г. В. Становление лососеводства на российском Дальнем Востоке / Г. В. Запорожец // Современные проблемы лососевых рыбодных заводов Дальнего Востока. – Петропавловск-Камчатский, 2006. – С. 11–15.

46. Зданович, В.В. Влияние резкого изменения температуры на выживаемость молоди рыб / В.В. Зданович // 4-я Всесоюз. конф. по раннему онтогенезу рыб (Мурманск, 28–30 сент. 1988 г.). – М., 1988. – Ч. 1. – С. 104–106.

47. Зиничев, В. В. Теория и практика сохранения биоразнообразия при разведении тихоокеанских лососей / В. В. Зиничев, В. Н. Леман, Л. А. Животовский и др. // Тихоокеанские лососи: Состояние. Проблемы. Решение. – М. : ВНИРО, 2012. – 240 с.

48. Золотарева, И. М. Болезни икры и молоди лососевых, меры борьбы с ними на рыбодных заводах Сахалина / И. М. Золотарева // Науч.-техн. проблемы развития марикультуры : тез. докл. на III Всесоюз. совещ. – Владивосток, 1980. – Вып. 1 – С. 53–54.

49. Золотарева, И. М. Выделение бактерий *Aeromonas salmonicida* у дальневосточной кеты и горбуши / И. М. Золотарева, Э. Н. Заплечникова // IV Всесоюз. совещ. по науч.-техн. проблемам марикультуры : тез. докл. (Владивосток, 27 сент. – 1 окт. 1983 г.). – Владивосток, 1983. – С. 86–87.

50. Золотухин, С. Ф. Стратегические ошибки организации работы ЛРЗ в бассейнах крупных рек, а примере р. Амур / С. Ф. Золотухин // Современные проблемы лососевых рыбоводных заводов дальнего Востока : материалы международного научно-практического семинара. – Петропавловск-Камчатский : Камчатский кн. двор, 2006. – С. 183–185.
51. Биология и кормовая база тихоокеанских лососей в ранний морской период жизни / В. Н. Иванков [и др.] – Владивосток : изд-во ДВГУ, 1999. – 259 с.
52. Иванков, В. Н. Биология и условия нагула молоди тихоокеанских лососей у побережья южного Сахалина / В. Н. Иванков, В. В. Андреева, Н. В. Тяпкина // Первый конгресс ихтиологов России : тез. докл. (Астрахань, сент. 1997 г.) – М. : ВНИРО, 1997. – С. 139.
53. Иванков, В. Н. Биология горбуши и кеты южных Курильских островов в начальный период жизни в море / В. Н. Иванков, А. П. Шершнева // Тезисы докладов 1-й научной конференции по проблемам мореплавания и изучения Тихого океана и использование ресурсов ДВ морей. – Владивосток, 1967. – С. 15–16.
54. Иванков, В. Н. Биология молоди горбуши и кеты в море / В. Н. Иванков, А. П. Шершнева // Рыб. хоз-во. – 1968. – № 4. – С. 16–17.
55. Иванков, В. Н. Своеобразие популяционной структуры вида у горбуши и рациональное хозяйственное использование этого лосося / В. Н. Иванков // Биология моря – 1986. – № 2. – С. 44–49.
56. Иванков, В. Н. Локальные стада горбуши о. Итуруп. / В. Н. Иванков – Изв. ТИНРО, Владивосток. – Т. 65, 1986. – С. 49–74.
57. Иванов, А. П. Рыбоводство в естественных водоемах / А. П. Иванов. – М. : Агропромиздат, 1988. – 367 с.
58. Инструкция по эксплуатации нового технологического оборудования в инкубаторах и цехах – питомниках с независимым водоснабжением на ЛРЗ Сахалинрыбвода / ФГБУ «Сахалинрыбвод». – Южно-Сахалинск, 1996. – 11 с.
59. Инструкция о мероприятиях по борьбе с сапролегниозом рыбы и икры в рыбоводных хозяйствах / ФГБУ «Сахалинрыбвод». – Южно-Сахалинск, 1998. – 5 с.
60. Каев, А. М. Особенности воспроизводства кеты в связи с ее размерно-возрастной структурой / А. М. Каев. – Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2003. – 288 с.
61. Каев, А. М. Динамика стада горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* о. Итуруп (Курильские острова) / А. М. Каев, В. М. Чупахин // Вопр. ихтиологии. – 2003. – Т. 43. – № 6. – С. 801–811.
62. Каева, В. Е. Морфологические и этологические особенности заводской и дикой молоди горбуши / В. Е. Каева // 4 Всесоюз. конф. по раннему онтогенезу рыб (Мурманск, 28–30 сент. 1988 г.). – М., 1988. – Ч. 1. – С. 118–120.
63. Каева, В. Е. Особенности роста эмбрионов и личинок горбуши в экспериментальных условиях / В. Е. Каева // Мариккультура на Дальнем Востоке. – Владивосток : ТИНРО, 1983. – С. 89–95.
64. Казаков Р.В. Биологические основы разведения атлантического лосося / Р.В. Казаков. – М. : Легкая и пищ. пром-ть, 1982. – 160 с.
65. Казаков, Р. В. Экологический подход к рыбоводному процессу при искусственном формировании популяций проходных лососевых рыб / Р. В. Казаков // Резервы лососевого хозяйства Дальнего Востока. – Владивосток : ДВО АН СССР, 1989. – С. 112–124.
66. Канидьева, А. А. Разведение кеты на заводах с низкими зимними температурами / А. Н. Канидьева, А. А. Фроленко // Труды Мурманского морского биологического института. – 1965. – Вып. 9. – С. 62–66.
67. Канидьева, А. Н. Возможности повышения жизнестойкости молоди кеты / А. Н. Канидьева // Рыб. хоз-во. – 1966. – № 6. – С. 18–19.
68. Канидьева, А. Н. Вопросы улучшения биотехники разведения кеты и горбуши / А. Н. Канидьева, В. Я. Леванидов // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – 1968. – Т. 65. – С. 119–132.
69. Канидьева, А. Н. Методы качественной оценки молоди рыб по составу крови на примере осенней кеты / А. Н. Канидьева // Сб. науч.-исслед. работ по прудовому рыбоводству. – М. : ВНИИПРХ, 1970. – № 5. – С. 236–268.
70. Канидьева, А. Н. О повышении эффективности искусственного разведения лососевых рыб / А. Н. Канидьева, Е. А. Гамыгин // Итоги науки и техники. Зоология позвоночных. – М. : ВИНТИ, 1979. – Т. 10. – С. 108–151.
71. Канидьева, А. Н. Биологические основы искусственного разведения лососевых рыб / А. Н. Канидьева. – М. : Легкая и пищ. пром-ть, 1984. – 217 с.
72. Карпенко, В. И. Ранний морской период жизни тихоокеанских лососей / В. И. Карпенко. – М. : изд-во ВНИРО, 1998. – 165 с.
73. Кауфман, З. С. Эмбриология рыб / З.С. Кауфман. – М. : Агропромиздат, 1990. – С. 96.
74. Кловач, Н. В. Экологические последствия крупномасштабного разведения кеты *Oncorhynchus keta* : автореф. дис. ... докт. биол. наук / Н. В. Кловач. – М. : ВНИРО, 2002. – 49 с.
75. Кляшторин, Л. Б. Тихоокеанские лососи: климат и динамика запасов / Л. Б. Кляшторин // Рыб. хоз-во. – 2000. – № 4. – С. 32–34.
76. Кляшторин, Л. Б. Оценка готовности к морской миграции у искусственно выращиваемой молоди нерки / Л. Б. Кляшторин, Б. П. Смирнов // Рыб. хоз-во. – 1990. – № 2. – С. 42–45.
77. Кляшторин, Л. Б. Тихоокеанские лососи: состояние запасов и воспроизводство / Л. Б. Кляшторин, Б. П. Смирнов // Рыб. хоз-во. – М. : ВНИЭРХ, 1992. – Вып. 2. – 36 с. – (Сер. Аквакультура: Обзорная информация).
78. Кобаяси Тэцуо. Воспроизводство запасов лососей в Японии / Тэцуо Кобаяси // Рыб. хоз-во. – 1988. – № 2. – С. 57–62.
79. Кобаяси Тэцуо. Справка по искусственному разведению лосося на ЛРЗ японо-российских СП / Тэцуо Кобаяси. – Токио : АО «Хокуе Годо Суйсан», 1994. – 63 с.
80. Константинов, А. С. Значение колебаний температуры для выращивания молоди рыб / А. С. Константинов, В. В. Зданович, А. М. Шолохов // Рыб. хоз-во. – 1990. – № 11. – С. 46–48.
81. Коновалов, С. М. Популяционная биология тихоокеанских лососей / С. М. Коновалов. – Л. : Наука. – 1980. – 237 с.
82. Крыжановский, С. Г. Теоретические основы эмбриологии / С. Г. Крыжановский // Успехи современной биологии. – 1950. – Т. 30. – Вып. 3 (6). – С. 382–413.
83. Кузнецов, И. И. Материалы к искусственному разведению кеты на Амуре (по наблюдениям в 1909–1910 гг. на рыбообразном заводе, принадлежащем К. А. Лаврову) / И. И. Кузнецов // Материалы к познанию русского рыболовства. – 1912. – Т. 1. – Вып. 3. – С. 1–31.
84. Кузнецов, И. И. Некоторые наблюдения над размножением амурских и камчатских лососей / И. И. Кузнецов // Известия Тихоокеанской научно-промысловой станции. – 1928. – Т. 2. – Вып. 3. – 196 с.
85. Кузнецов, И. И. Рыбоводные заводы на о. Сахалин и Камчатке и перспективы их деятельности / И. И. Кузнецов // Бюл. рыбн. хоз-ва. – 1928. – № 9. – С. 15–17.

86. Лаббе, П. Остров Сахалин: Путевые впечатления / П. Лоббе ; пер. с фр. Н. А. Васина ; доп. А. П. Чехова, В. М. Дорошевича, И. П. Миролубова и др. – Репринтное изд. 1903 г. – СПб. : Альфарет, 2011. – 336 с.
87. Лакин, Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М. : Высшая школа, 1980. – 293 с.
88. Леванидов, В. Я. Об осморегуляторной способности покатной молоди осенней кеты / В. Я. Леванидов // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – 1952. – Т. 37. – С. 252–254.
89. Леванидов, В. Я. Выращивание молоди амурской осенней кеты на рыбободных заводах / В. Я. Леванидов // Тр. совещ. по рыбободству. – 1954. – С. 219–226.
90. Леванидов, В. Я. Материалы по биологии размножения осенней кеты р. Хор / В. Я. Леванидов // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – 1954. – Т. 41. – С. 231–251.
91. Леванидов, В. Я. Питание и рост мальков кеты в пресных водах / В. Я. Леванидов // Зоол. журн. – 1955. – Т. 34. – Вып. 2. – С. 371–379.
92. Леванидов, В. Я. Выращивание молоди амурской осенней кеты на рыбободных заводах / В. Я. Леванидов // Труды совещания по рыбободству. – М. : Изд-во АН СССР, 1957. – С. 219–226.
93. Леванидов, В. Я. О зависимости между размерами мальков амурской осенней кеты *Oncorhynchus keta infraspec. autumnalis* Berg и их выживаемостью / В. Я. Леванидов // Вопр. ихтиологии. – 1964. – Т. 4. – Вып. 4. – С. 658–663.
94. Леванидов, В. Я. Современная численность амурских летних лососей и распределение их внутри нерестового ареала / В. Я. Леванидов // Аннотации научных работ по исследованию сырьевой базы рыбной промышленности Дальнего Востока в 1959–1962. – Владивосток, 1965. – С. 57–58.
95. Леванидов, В. Я. Воспроизводство амурских лососей и кормовая база их молоди в притоках Амура // Изв. ТИНРО. – 1969. – Т. 67. – С. 3–243.
96. Леванидов, В. Я. Перспективы заводского разведения чавычи и кижуча на Камчатке и применение геотермальных вод в рыбободстве / В. Я. Леванидов, И. И. Лагунов // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – 1974. – Т. 90. – С. 129–137.
97. Марковцев, В. Г. Региональные особенности организации разведения лососей / В. Г. Марковцев // Резервы лососевого хозяйства Дальнего Востока. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. – С. 75–84.
98. Марковцев, В. Г. Инструкция по искусственному разведению приморской кеты в заводских условиях / В. Г. Марковцев. – Владивосток, ФГУП «ТИНРО-центр», 2012. – 52 с.
99. Методические рекомендации по проведению профилактических обработок икры и молоди лососей капельным методом / ФГБУ «Сахалинрыбвод». – Южно-Сахалинск, 1996. – С. 3–4.
100. Методические рекомендации по лечению и профилактике заболеваний лососевых на рыбободных заводах // Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. – М. : Отдел маркетинга АМБ-агро, 1998. – С. 170–194.
101. Механик, Ф. Я. К вопросу о голодании рыб / Ф. Я. Механик // Зоол. журнал. – 1957. – Т. 36. – Вып. 12. – С. 1121–1131.
102. Нива Хейтароо. Доклад об исследованиях рыбного промысла на о. Сахалин / Хейтароо Нива. – СПб, 1898. – С. 46–48.
103. Николаева, Е. Т. Некоторые данные о росте и питании мальков камчатской кеты в нерестово-выростных водоемах / Е. Т. Николаева // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – 1968. – Т. 64. – С. 91–100.
104. Новиков, Г. Г. Рост и энергетика развития костистых рыб в раннем онтогенезе / Г. Г. Новиков. – М.: МГУ, 2000. – 295 с.
105. Новиков, Г. Г. Экологические основы управления развитием и новая технология искусственного воспроизводства рыб / Г. Г. Новиков, А. Н. Строганов // Рыб. хоз-во. – 1991. – № 3. – С. 33–35.
106. Одум, Ю. Основы экологии / Ю. Одум. – М., 1975. – С. 382–386.
107. Остроумова, И. Н. Биологические основы кормления рыб / И. Н. Остроумова. – СПб., 2001. – С. 108–111.
108. Отчет БиНИИ СПбГУ «Анализ развития гонад у молоди горбуши в период естественной инверсии пола в условиях искусственного воспроизводства на Сахалине» / рук. к. б. н. О. В. Зеленников. – СПб., 1999. – 61 с.
109. Отчет БиНИИ СПбГУ «Оценка физиологического состояния молоди горбуши и кеты в связи с проведением опытных работ на рыбободных предприятиях управления Сахалинрыбвод (заключительный)» / рук. к. б. н. О. В. Зеленников. – СПб., 2003. – 90 с.
110. Отчет БиНИИ СПбГУ «Оценка физиологического состояния молоди лососевых рыб в связи с проведением опытных работ на рыбободных предприятиях управления Сахалинрыбвод (заключительный)» / рук. к. б. н. О. В. Зеленников. – СПб., 2004. – 73 с.
111. Отчет Курильского ЛРЗ. – Курильск : Курильский ЛРЗ, 2010. – С. 10–11.
112. Отчет ФГБУ «Сахалинрыбвод». – Южно-Сахалинск : ФГБУ «Сахалинрыбвод, 2011. – С. 47–50.
113. Павлов, Д. А. Лососевые (Биология, развитие и воспроизводство) / Д. А. Павлов. – М. : изд-во МГУ, 1989. – С. 189–191.
114. Павлов, Д. С. Биологические основы управления поведением рыб в потоке воды / Д. С. Павлов. – М. : Наука, 1979. – 319 с.
115. Паренский, В. А. Описание динамики численности и промысла горбуши (*Oncorhynchus gorbusha*) / В. А. Паренский // Вопр. ихтиологии. – 2003. – Т. 43. – С. 352–360.
116. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб / И. Ф. Правдин. – М. : Пищевая пром-ть. – 1966. – С. 43–46.
117. Проскуренко, И. В. Основные принципы совершенствования процесса искусственного разведения дальневосточных лососей / И. В. Проскуренко, В. Г. Марковцев // Биология моря. – 1986. – № 2. – С. 27–32.
118. Простаков, Н. И. Биоэкология : учеб. пособие / Н. И. Простаков. – Воронеж : Воронежский гос. ун-т. – 1999. – С. 80–88.
119. Радченко, В. И. Динамика численности горбуши в бассейне Охотского моря в первой половине 2000-х гг. / В. И. Радченко // Бюллетень № 2 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». – 2007. – С. 27–35.
120. Рассохина, Г. Н. К вопросу об истории лососеводства на Камчатке / Г. Н. Рассохина // Рациональное использование ресурсов камчатского шельфа. – Петропавловск-Камчатский, 1988. – С. 51–63.
121. Романчук, Е. Д. Взаимодействие смешанных популяций горбуши искусственного и естественного воспроизводства в Сахалино-Курильском бассейне / Е. Д. Романчук // Российско-Американская конференция по сохранению лососевых, 1999. – С. 96–102.
122. Рухлов, Ф. Н. Особенности сбора икры на лососевых рыбободных заводах / Ф. Н. Рухлов // Биологические основы развития лососевого хозяйства в водоемах СССР. – М. : Наука, 1983. – С. 72–84.
123. Рухлов, Ф. Н. Эффективность воспроизводства тихоокеанских лососей в Сахалинской области / Ф. Н. Рухлов // Морфология, структура популяций и проблемы рационального использования лососевидных рыб. – Л. : Наука, 1983. – С. 184–185.

124. Рухлов, Ф. Н. Разведение тихоокеанских лососей: проблемы и резервы / Ф. Н. Рухлов // Резервы лососевого хозяйства Дальнего Востока. – Владивосток, 1989. – С. 85–93.

125. Рухлов, Ф. Н. Результаты мечения молоди горбуши на сахалинских рыбодных заводах в 1976 г. / Ф. Н. Рухлов, О. С. Любаева // Материалы первого Международного совещания по биологии тихоокеанских лососей (Канада, СССР, США, Япония, 1978 г.). – М., 1980. – С. 87–97.

126. Саускан, В. И. Экология и биологическая продуктивность океана : учеб. пособие / В. И. Саускан. – Калининград : изд-во Калининградского гос. ун-та, 1996. – С. 14–15.

127. Семенченко, А. Ю. Приморская сима / А. Ю. Семенченко – Владивосток : ДВО АН СССР, 1989. – С. 192.

128. Серпунин, Г. Г. Биологические основы рыбодводства / Г. Г. Серпунин – М. : Колос, 2009. – С. 384.

129. Смирнов, А. И. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей / А. И. Смирнов – М. : изд-во Московского университета, 1975. – С. 335.

130. Смирнов, А. И. Вопросы рационализации биотехники разведения лососей на Сахалине / А. И. Смирнов // Труды Совещ. по вопр. лососевого хоз-ва Дальнего Востока. – М. : изд-во АН СССР, 1954. – Вып. 4. – С. 94–110.

131. Смирнов, А. И. Инструкция по искусственному разведению тихоокеанских лососей / А. И. Смирнов – М. : Рыб. хоз-во, 1963. – С. 61.

132. Смирнов, А. И. Пути интенсификации воспроизводства тихоокеанских лососей / А. И. Смирнов // Труды Всесоюз. НИИ морск. рыб. хоз-ва и океанографии. – 1975. – Т. 106. – С. 130–140.

133. Смирнов, Б. П. Заводское воспроизводство тихоокеанских лососей в России: современное состояние, проблемы и перспективы / Б. П. Смирнов, В. Н. Леман, Е. В. Шульгина // Современные проблемы лососевых рыбодных заводов дальнего Востока : материалы международного научно-практического семинара. – Петропавловск-Камчатский : Камчатский кн. двор, 2006. – С. 16–17.

134. Смирнов, Б. П. Заводское воспроизводство тихоокеанских лососей на южных Курильских островах: история, современное состояние и перспективы / Б. П. Смирнов, Л. К. Федорова, С. И. Борзов и др. // Современные проблемы лососевых рыбодных заводов дальнего Востока : материалы международного научно-практического семинара. – Петропавловск-Камчатский : Камчатский книжный двор, 2006. – С. 199–201.

135. Смит, Л. С. Введение в физиологию рыб / Л. С. Смит – М. : Агропромиздат, 1986. – С. 168.

136. Степановских, А. С. Экология / А. С. Степановских – М. : Юнити–Дана, 2001. – С. 703.

137. Сынкова, А. И. О питании тихоокеанских лососей в камчатских водах / А. И. Сынкова // Изв. Тихоокеан. НИИ рыбн. хоз-ва и океанографии. – 1951. – Т. 34. – С. 105–121.

138. Тарасюк, Е. В. Влияние возраста начала кормления и температуры на рост молоди горбуши / Е. В. Тарасюк // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных территориях : тр. СахНИРО. – Южно-Сахалинск : изд-во СахНИРО, 2003. – Т. 5. – С. 85–98.

139. Технические характеристики рыбодного оборудования для рыбодных заводов Сахалина // Инструкция по эксплуатации трубчатого субстрата для выдерживания предличинок лососей. – Токио : Нитиро Корпорейшн, 2013. – С. 1–2.

140. Фон-Фриккен, А. Обзор производства морских рыбных и других промыслов в прибрежных водах Приамурского генерал-губернаторства / А. Фон-Фриккен. – Санкт-Петербург, 1899. – С. 50.

141. Фроленко, Л. А. Определение оптимальных сроков выпуска молоди кеты и горбуши с сахалинских рыбодных заводов в связи с развитием кормовой базы в реках и в море / Л. А. Фроленко // Аннотация научных работ по исследованию сырьевой базы рыбной промышленности Дальнего Востока. – М. : Наука, 1965. – С. 184–185.

142. Фроленко, Л. А. Питание и кормовая база молоди кеты и горбуши в реках и прибрежных участках юго-восточной части Татарского пролива / Л. А. Фроленко // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – 1965. – Т. 59. – С. 160–172.

143. Хованская, Л. Л. Биологические и физиологические особенности искусственного разведения кеты в Магаданской области : дис. ... канд. биол. наук / Л. Л. Хованская. – Владивосток, 2006.

144. Хованский, И. Е. Морфофизиологическая и функциональная оценка заводской молоди кеты, выращенной при различных гидрологических режимах / И. Е. Хованский // Сб. науч. трудов Гос. НИИ озер, и реч. рыб. хоз-ва. – 1991. – Вып. 306. – С. 121–128.

145. Хованский, И. Е. Эколого-физиологические и биотехнологические факторы эффективности лососеводства: на примере искусственного разведения тихоокеанских лососей на Северном побережье Охотского моря : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.10 / И. Е. Хованский. – М., 2006.

146. Хоревин, Л. Д. Изменение биологической структуры популяции кеты р. Калининка / Л. Д. Хоревин // Рыб. хоз-во. – 1984. – № 10. – С. 19–21.

147. Хоревин, Л. Д. Искусственное разведение тихоокеанских лососей в Сахалинской области / Л. Д. Хоревин // Биология моря. – 1986. – № 2. – С. 17–27.

148. Хоревина, Н. Б. Выращивание молоди кеты на сухих гранулированных кормах в условиях сахалинских рыбодных заводов / Н. Б. Хоревина // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – 1994. – Т. 113. – С. 140–144.

149. Прибрежные рыбы северной части Охотского моря / И. А. Черешнев, Волобуев В. В., Хованский И. Е. и др. – Владивосток : Дальнаука, – 2001. – С. 197.

150. Лососевидные рыбы Северо-Востока России / Черешнев И. А., Волобуев В. В., Шестаков А. В. и др. – Владивосток : Дальнаука. – 2002. – С. 496.

151. Чернов, Ю. И. Биологическое разнообразие: сущность и проблемы / Ю. И. Чернов // Успехи совр. биологии. – 1991. – Т. 111. – Вып. 4. – С. 499–507.

152. Чернявская, И. К. Опыт работы сахалинских рыбодных заводов / И. К. Чернявская, Е. Е. Танков. – Южно-Сахалинск, 1959. – С. 141.

153. Шершнев, А. П. О влиянии кормления молоди кеты икрой минтая на ее последующее развитие / А. П. Шершнев // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – 1968. – Т. 65. – С. 273–275.

154. Шершнев, А. П. Питание молоди кеты в прибрежном ареале нагула в юго-восточной части Татарского пролива / А. П. Шершнев // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – 1971. – Т. 76. – С. 87–96.

155. Шкурина, З. К. Аэромонозы лососевых рыб Сахалина / З. П. Шкурина // Патология и паразитология мор. организмов : тез. докл. V симп. (26–28 окт. 1992 г.). – Севастополь, 1992. – С. 53–54.

156. Шкурина, З. К. Проблемы состояния производителей рыб, связанные с их бактериальной и паразитарной зараженностью / З. К. Шкурина, В. В. Стеклова // Искусственное воспроизводство и охрана ценных видов рыб: Материалы Всерос. Совещ. (Ю.-Сах., 27 авг. – 1 сент. 2000 г.). – М. : МИК, 2001. – С. 116–124.

157. Шмидт, П. Ю. Отчет Министру земледелия и Гос. имущества о научно-промышленных результатах Корейско-Сахалинской экспедиции Императорского Русского Географического общества, 1900–1901 гг. / П. Ю. Шмидт. – СПб., 1905. – С. 15–21.

158. Штернберг, Л. Я. Гиляки / Л. Г. Штернберг // Этнографическое обозрение. – СПб., 1904. – Т. 60, 61, 63. – С. 342.

159. Шунтов, В. П. Биология дальневосточных морей России / В. П. Шунтов. – Владивосток : Тихоокеан. науч.-исслед. рыбохоз. центр (ТИНРО-центр). – 2001. – Т. 1. – С. 580.

160. Яржомбек, А. А. Физиология рыб / А. А. Яржомбек – М. : Колос, 2007. – С. 42–44.

161. Akinicheva E., Volobuev V. Marked salmon production by the hatcheries of Russia in 2009: N. Pac. Anadr. Fish Comm. — 2009. — Doc. № 1189. – P. 5.

162. Altukhov Yu. P. Recent physiological, biochemical and immunological studies on the problem of intraspecific differentiation in marine fish // Rapp. Proc. Verb. Cons. intern. explor. mer. – 1971. – Vol. 161. – P. 103–108.

163. Altukhov Yu. P., Salmenkova E.A. Applications of the stock concept to fish populations in the USSR // Canad. J. Fish. Aquat. Sci. – 1981. – Vol. 38, № 12. – P. 1591–1600.

164. Altukhov Yu. P., Salmenkova E.A. Introductions of distinct stocks of chum salmon *Oncorhynchus keta* into natural populations of the species // Fish. Soc. Brit. Isles Symp. «Biol. and Conserv. Rare Fish», Lancaster, 16–20 July, 1990.

165. Hiroi O. Hatchery approaches in artificial chum salmon enhancement // NOAA Techn. Rep. NMFS. – 1985. – № 27. – P. 45–53.

166. Kaeriyama M. Aspects of salmon ranching in Japan // Physiol. Ecol. Japan. Spec. – Tokyo, 1989. – P. 625–638.

167. Kiyokawa S., Misato P. Fish culturing method and sac-fry pond for use in practicing same: Пат. 4803949 США, МКИ А 01 К 61/00. № 72183; Заявл. 10.07.87; Оpubл. 12.02.89.

168. McGregor, A. J., S. Lane, M. A. Tomason, L. A. Zhyvotovskiy, W. W. Smoker, and A. J. Garrett, 1998. Migration timing, a life history trait important in the genetic structure of pink salmon // N. Pac. Anadr. Fish. Comm. – 1998. – №. 1. – P. 262–273.

169. Munk K.M., Smoker W.W., Beard D.R., Mattson R.W. A hatchery water-heating system and its application to 100 % thermal marking of incubating salmon // Prog. Fish-Cult. – 1993. – V. 3. – № 4. – P. 284–288.

170. Okazaki T. Genetic study on population structure in chum salmon (*Oncorhynchus keta*) II Bull // Far Seas Fish. Res. Lab. – 1982. – V. 19. – P. 25–116.

171. Safronenkov B., Akinicheva E., Rogatnykh A. The dry method of salmon otolith mass marking // Abstr. Intern. Sympos. «Recent Changes in Ocean Production of Pacific Salmon». – Juneau, 1999. – P. 81–82.

172. Taylor E.B., Beacham T.D., Kaeriyama M. Population structure and identification of North Pacific Ocean chum salmon (*Oncorhynchus keta*) revealed by an analysis of minisatellite DNA variation // Can. J. Fish. Aquat. Sei. – 1994. – V. 51. – № 6. – P. 1430–1442.

173. Volk E. C., Schroder S. L., Fresh K. L. Inducement of unique otolith banding patterns as a practical means to mass-mark juvenile Pacific salmon // American Fisheries Society Symposium. – 1990. – V. 7. – P. 203–215.

174. Urawa, S. *Trichodina truttae* Mueller, 1937 (Giliophora: Peritrichida) on juvenile chum salmon (*Oncorhynchus keta*): pathogenicity and host – parasite interactions / S. Urawa // Fish Pathol. – 1992. – Vol. 27. – P. 39–47.

175. Urawa S. Effects of *Ichtiobodo necator* infections on seawater survival of juvenile chum salmon (*Oncorhynchus keta*) / S. Urawa // Aquaculture. – 1993. – Vol. 110. – P. 101–110.

176. Urawa, S. The pathobiology of ectoparasitic protozoans on hatchery – reared Pacific salmon / S. Urawa // Sci. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery. – 1996. – Vol. 50. – P. 1–99.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Оптимальный список рыбоводного оборудования, на предприятие мощностью 30 млн. мальков по выпуску*

Наименование оборудования	Кол-во	Размер
<i>Инкубационный цех</i>		
Инкубатор типа «Бокс»-1 Инкубатор типа «Бокс»-1	24	964x550x708
Инкубатор типа «Бокс»-2	12	1060x708x500
Инкубатор типа расширенного «Аткинс»	14	3500x354x302 в комплекте
Подставка под «Бокс»	6	–
Подставка под «Аткинс»	21	–
Бак для дезинфекции	1	
Водоснабжающий желоб с клапанами	1	15300x500x400
Подставка для водопадающего желоба	1	14900
Регулировочные шаровые краны	26	
Подставка для водопадающего желоба	1	
Решетчатая крышка	1	
Машинка для сортировки икры типа JX в комплекте	1	Трансформатор, насос, фотоэлементы 5лев. 5прав.
Раковина для сортировки икры	1	
Бак для водоснабжения	1	
Клей	5 кг	
<i>Питомник</i>		
Поддоны для икры	650	1940x500x45
Субстрат трубчатый	761	1950x960x30
Шандорные пазы 1 паз	96	–
Шандорные пазы 2 паза	96	–
Доска шандорная с покрытием стеклопластиком	48	1950x60x35
Доска шандорная с покрытием стеклопластиком	144	1950x100x35
Доска шандорная с покрытием стеклопластиком		
Защитная сетка из нержавеющей стали	48	1950x300x35
Доска для прохода	90	

Наименование оборудования	Кол-во	Размер
Решетчатая крышка	90	
Уголок	90	
Шаровый кран	92	
Моечная машинка высокого давления	1	
Тележка	2	
Светозащитный занавес	50	
<i>Забойка</i>		
Нож со сменным лезвием	4	
Запасные сменные лезвия	10	Пачки
Рабочий стол для сбора икры	2	
Таз для оплодотворения с носиком	3	Диам.520x110
Бак для промывки икры	2	900x650x220
Ящики транспортировочные изотермические	10	670x300x300
Круглая бамбуковая корзина	5	
Наклонный транспортер	1	
Щиты	20	4000x1000
Буй	20	Диам .450x950
Ловушка	2	3700x1900x1500
Садок	10	3700x1900x1500
Вход в ловушку	2	
Транспортер горизонтальный	1	
<i>Дополнительное оборудование</i>		
Дизель генератор	1	100 KW
Снегоочиститель ХОНДА	1	06921-784-000
Весы электронные	1	610 гр.
Весы электронные	1	221 кг.
Оксиметр ОХІ	1	ДО-24р
Рн метр	1	ПМ-21Р
Кормораздатчики	48	5 кг.
Бассейн прямоточный	10	2000x1000x1000
Аэратор	4	0.75 KW
Автомобиль грузовой на 1,5 тонны для перевозки икры	1	
Бульдозер для расчистки снега и грейдеровки подъездных путей	1	

* Расчет выполнен исходя из длины питомного канала в 17 м.

Научное издание

ЕФАНОВ Валерий Николаевич
БОЙКО Анна Владимировна

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ОПТИМИЗАЦИЯ
УСЛОВИЙ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА
ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ НА СОВРЕМЕННЫХ
РЫБОВОДНЫХ ЗАВОДАХ САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Монография

Корректор *В. А. Яковлева*
Верстка *Е. Ю. Иосько*



Подписано в печать 24.11.2014. Бумага «Inасорiа».
Гарнитура «Times New Roman». Формат 70x108¹/₁₆.
Тираж 500 экз. (1-й завод 1–100 экз.). Объем 7,75 усл. п. л. Заказ № 619-14.

Издательство Сахалинского государственного университета.
693008, г. Южно-Сахалинск, ул. Ленина, 290, каб. 32.
Тел. (4242) 45-23-16. Тел./факс (4242) 45-23-17.
E-mail: izdatelstvo@sakhgu.ru, polygraph@sakhgu.ru