

северо-западной части Тихого океана. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2004. — Вып.7. — С.171–180.

5. Смирнов Б.П., Мешкова М.Г., Введенская Т.Л. Оценка величины выедания заводской молоди кеты в озере Большой Виллой // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2004. — Вып.7. — С.246–250.

6. Мешкова М.Г. Опыт двухлетнего выращивания молоди кижуча на Виллоиском лососевом рыбноводном заводе (Камчатка) // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. Новочеркасск, 2006. — Прил.№3. — С.96–104.

Мешкова Марианна Геннадьевна

ЕСТЕСТВЕННОЕ И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО
КИЖУЧА (*ONCORHYNCHUS KISUTCH*)
В ОЗЕРЕ БОЛЬШОЙ ВИЛЛОЙ (КАМЧАТКА)

Автореферат

Подписано к печати 03.10.2006 г. Формат 60x84/16. Объем 24 стр. А 5.

Тираж 100. Заказ № 34

Отпечатано на полиграфической базе информационно-издательского отдела КамчатНИРО, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, 18

✓
ИЛ 55

УДК 639.211 + 597.553.2

Б-ка

На правах рукописи

МЕШКОВА МАРИАННА ГЕННАДЬЕВНА

ЕСТЕСТВЕННОЕ И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО
КИЖУЧА (*ONCORHYNCHUS KISUTCH*)
В ОЗЕРЕ БОЛЬШОЙ ВИЛЛОЙ (КАМЧАТКА)

03.00.10. — Ихтиология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Мешкова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Работа выполнена в Камчатском государственном техническом университете,
г. Петропавловск-Камчатский

Научный руководитель: кандидат биологических наук
Н.А. Чебанов

Официальные оппоненты: доктор биологических наук
В.В. Максименков
кандидат биологических наук
А.М. Токранов

Ведущая организация: Тихоокеанский научно-исследовательский
рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр)
г. Владивосток

Защита диссертации состоится « 9 » ноября 2006 г. в 14³⁰ часов на заседании совета
КМ 307.008.01 по защите кандидатских диссертаций при Камчатском государственном техни-
ческом университете по адресу: 683003 г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Камчатского государственного
технического университета

Автореферат разослан « 9 » октября 2006 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат биологических наук



Л.В. Ромейко

Актуальность исследований. Пастбищное лососеводство получило ши-
рокое распространение в странах Северной Пацифики. Лососевые рыбоводные
заводы (ЛРЗ) успешно работают в Японии, США, Канаде. Разработка биологи-
ческих основ организации рационального лососевого хозяйства Дальнего Вос-
тока и совершенствование биотехники разведения значительно продвинулись
вперед, однако вопрос эффективности искусственного воспроизводства и рен-
табельности работы для многих рыбоводных заводов все еще остается откры-
тым.

Виллойский ЛРЗ (ВЛРЗ), по своему биологическому обоснованию, ориен-
тирован, главным образом, на выращивание кеты, доля кижуча в проекте пла-
новых выпусков составляет менее 5%. Многолетние работы, проводимые на
ВЛРЗ по воспроизводству кеты, малоэффективны. В тоже время, в результате
сравнительно недавно проведенных на заводе работ по разведению кижуча,
достигнуты коэффициенты его промысловых возвратов, в несколько раз пре-
вышающие таковые по кете. Поэтому сегодня актуальным является вопрос о
пересмотре приоритетов по выращиванию на заводе этих двух видов лососей.

В мировой практике кижуча с рыбоводных заводов выпускают как сего-
летками, так и годовиками. Наиболее результативно выращивание молоди,
сходной по ряду характеристик с покатниками естественного воспроизводства
(Soivio, Virtanen, 1985). В США практически все ЛРЗ перешли на выращивание
годовиков кижуча. Считается, что такая биотехника более эффективна, так как
при выпуске молоди массой 15–28 г, ее выживаемость достигает 6,0–43,5%
(Bilton et al., 1982). В последние годы на ВЛРЗ, наряду с выращиванием сего-
леток, в качестве отработки биотехники проводится экспериментальное выра-
щивание годовиков кижуча. Планируемая переориентация ВЛРЗ на воспроиз-
водство кижуча, требует подробного анализа накопленного опыта его разведе-
ния, разработки биотехнологии, повышающей качество выпускаемой продук-

ции и оценки условий нагула заводской молоди после ее выпуска в естественный водоем.

Озеро Большой Виллой — базовый водоем Виллойского ЛРЗ, является местом обитания естественной популяции кижуча, состояние запасов которого было подорвано многолетним промыслом и браконьерством. Результаты исследований биологии отдельных популяций кижуча широко представлены в научных трудах (Грибанов, 1948; Смирнов, 1960; Зорбиди, 1983, 2000; Гриценко, 2002; Godfrey, 1965; Allen, 1969; “Pacific Salmon Life Histories”, 1991). При этом биология кижуча оз. Большой Виллой оставалась не изученной. Между тем, очевидно, что выбор определенной стратегии искусственного воспроизводства и совершенствование его биотехники рыборазведения должны основываться на знаниях экологии и основных биологических характеристик природных популяций базовых водоемов ЛРЗ.

Цель и задачи исследования. Целью данной работы является разработка методов повышения эффективности искусственного воспроизводства кижуча на основе изучения особенностей биологии естественной популяции вида и оценки биотехнологии его разведения в оз. Большой Виллой.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

1. Исследовать гидрологические особенности и состав ихтиофауны оз. Большой Виллой.
2. Изучить биологию нерестовой части популяции кижуча оз. Большой Виллой.
3. Изучить пресноводный период жизни молоди кижуча в оз. Большой Виллой.
4. Охарактеризовать особенности искусственного воспроизводства кижуча на Виллойском ЛРЗ.
5. Оценить качественные показатели заводских годовиков кижуча в сравнении с таковыми молоди естественного воспроизводства.
6. Исследовать особенности нагула заводской молоди кижуча в оз. Большой Виллой.

7. Разработать рекомендации по совершенствованию биотехники искусственного воспроизводства молоди кижуча в условиях Виллойского ЛРЗ.

Научная новизна. В представленной работе впервые описан состав ихтиофауны оз. Большой Виллой. Впервые детально исследованы особенности биологии нерестовой части популяции и пресноводный период жизни молоди кижуча в оз. Большой Виллой.

Проанализированы многолетние материалы по искусственному воспроизводству кижуча на ВЛРЗ. Впервые в условиях Камчатской области проведен масштабный эксперимент по выращиванию годовиков кижуча. Дана сравнительная оценка основных биологических характеристик естественной и заводской молоди этого вида. Установлены особенности пищевой адаптации и степень воздействия хищных видов рыб на заводскую молодь кижуча после ее выпуска в естественный водоем.

Практическая значимость. Знание особенностей биологии кижуча имеет практическое значение при искусственном разведении. Разработаны элементы биотехники выращивания годовиков кижуча для холодноводных рыбо-водных заводов. Предложены методы повышения эффективности искусственного воспроизводства на ВЛРЗ. Полученные данные применяются на практике при выращивании кижуча на ВЛРЗ.

Апробация работы. Материалы исследований, вошедшие в настоящую работу, представлялись на IV-ой и V-ой научных конференциях «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей» (Петропавловск-Камчатский, 2003 и 2004 гг.), на заседании кафедры рыболовства и аквакультуры КГТУ.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 6 работ.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, 5 глав, выводов, списка литературы, включающего 147 источника, из них 48 на иностранных языках. Диссертация изложена на 159 страницах, содержит 63 таблицы и 30 рисунков.

Благодарности. Выражаю искреннюю признательность моему научному руководителю к.б.н. Н.А. Чебанову. Также выражаю глубокую благодарность

к.б.н. Т.Л. Введенской за постоянную помощь и моральную поддержку при написании диссертации, к.б.н. Б.П. Смирнову, к.б.н. Ж.Х. Зорбиди, сотрудникам КамчатНИРО, ВНИРО, ВЛРЗ, оказывавших помощь при сборе и обработке материалов в ходе проведения исследований. Автор искренне признательна д.б.н. В.И. Карпенко за ценные замечания при подготовке рукописи.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Материалы и методы исследований

Материалом для исследований явились технологические данные по искусственному воспроизводству кижуча за 1997–1998, 2000–2006 гг., выполняемого в плане работ Вилюйского ЛРЗ Севострыбвода, а также данные сборов и наблюдений, проведенных сотрудниками КамчатНИРО, ВНИРО, ВЛРЗ на оз. Большой Вилюй в период 1999–2005 гг. при непосредственном участии автора.

Сбор материалов по производителям кижуча проводили в период нерестового хода в 2000–2005 гг. Возраст определяли по чешуе: первая цифра в обозначении возраста — общее количество лет, вторая — пресноводных лет. Биологическому анализу подвергнуто 893 экз., возраст определен у 541 экз.

Для оценки характера распределения, нагула, питания молоди кижуча осуществляли регулярные неводные обловы у завода и по 11 станциям в оз. Большой Вилюй в летне-осенние месяцы в 1999, 2001–2005 гг. (рис.). Орудия лова — мальковый невод 15 x 3 м, ячея 5 мм. Всего было выполнено 311 промысловых операций. В период ледостава отлов молоди кижуча проводился эпизодически ставными сетями и удочкой.

Все измерения естественной и заводской молоди проводили на нефиксированном материале по общепринятым методикам (Чугунова, 1959; Правдин, 1966). Возраст определяли по чешуе. При исследовании структуры чешуи просчитывали число склеритов в годовом кольце и зоне прироста, а также в зоне сближенных склеритов (ЗСС). Биологическому анализу подвергнуто более 1,5

тыс. экз., возраст определен у 414 экз. Морфофизиологическое состояние рыб оценивали по индексам печени (Ип), сердца (Исер), селезенки (Исел) от массы тела без внутренностей, индексу жирности (Иж) и коэффициенту зрелости (ГСИ) от массы тела, коэффициенту упитанности Фультона ($KуФ = M \cdot 100/AD^3$, где M — общая масса тела, AD — длина тела до конца чешуйного покрова).

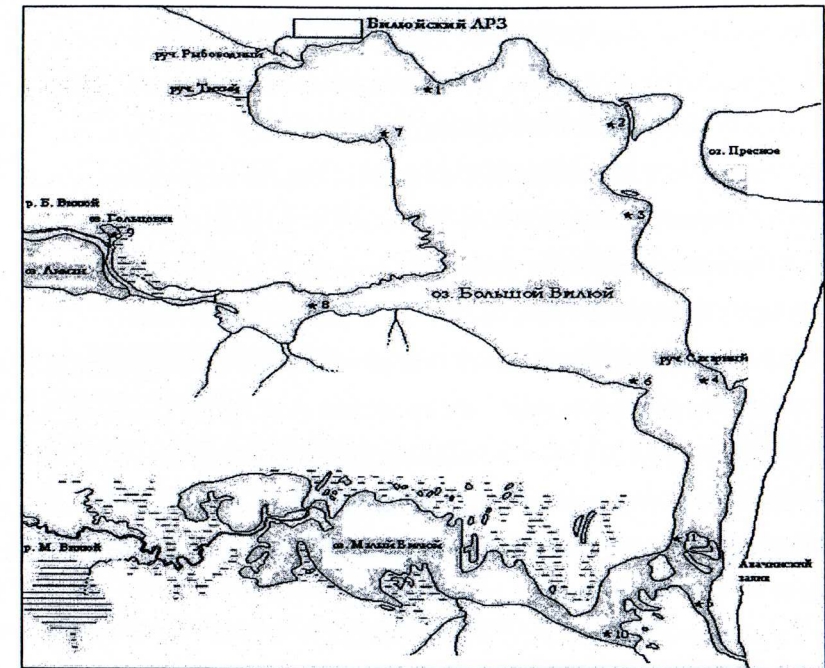


Рис. Схема района исследований

★ - районы лова

Коэффициент внутривидового различия вычисляли по формуле: $CD = (M_1 - M_2) / (\sigma_1 + \sigma_2)$, где M_1 и M_2 — средние значения признака в выборке, σ_1 и σ_2 — средние квадратические отклонения этих совокупностей (Майр, 1971); коэффициент вариации: $CV = 100 \cdot \sigma / M$, где M — среднее значение признака. Скорость роста вычисляли по формуле: $G = (\ln W_t - \ln W_0) / t \cdot 100$, где W_t — масса тела в конце выращивания, г; W_0 — масса тела в начале выращивания, г; t — период выращивания, дни. По схеме И.Ф. Правдина (1966) произведен

морфометрический анализ по 21 пластическому и трем меристическим признакам производителей и по 23 пластическим признакам молоди кижуча.

При исследовании питания молоди кижуча использовали разработанные руководства (Руководство..., 1961; Методическое пособие..., 1974). Интенсивность питания оценивали по индексам наполнения желудка (ИНЖ, ‰), степень пищевого сходства (СП) — по сумме наименьших процентов общих пищевых компонентов (Шорыгин, 1952). Все расчеты проводили от общего числа питающихся рыб. Всего проанализировано 889 желудков. Оценку выедания кижучем молоди кеты производили по методу А.А. Чурикова (1975). Всего исследовано 332 желудка. Численность молоди кижуча определяли методом площадей (Аксютин, 1968). Вычисление нагульных площадей молоди кижуча производилось в программе ArcViewGIS 3.2a с использованием цифровой карты в масштабе 1:25000 по формуле [shape]. Return Area.

Для оценки функционирования осморегуляторной системы молоди кижуча проводили осморезистивный тест (Watanabe et al., 1985; Смирнов, Запорожец, 1992): в течение 24 часов определяли выживаемость рыб в 40‰ морской воде. Для приготовления морской воды использовали искусственную морскую соль, которую после растворения выдерживали с аэрацией в течение 24 часов.

Глава 2. Характеристика озера Большой Виллюй

2.1. *Физико-географическая характеристика.* Озеро Большой Виллюй расположено на юго-восточном побережье Камчатки и соединяется с Авачинским заливом узкой протокой. Бассейн оз. Большой Виллюй включает само озеро с впадающей в него р. Большой Виллюй протяженностью 23 км, оз. Малый Виллюй с впадающей в него одноименной рекой длиной около 15 км, оз. Пресное, соединяющееся с озером руч. Сахарный, а также несколько ручьев. Площадь водной поверхности — 8,1 км², длина — 6,2 км, максимальная глубина — 6,4 м. На берегу северо-западной части озера расположен Виллюйский ЛРЗ. Этот район наиболее глубоководный, более 60% описываемой акватории приходится на глубины более 4 м. В юго-восточном направлении озера глубины умень-

шаются до 1,5 м. Через протоку происходит двухсторонний водообмен между озером и морем. Во время осенне-зимних штормов протока почти ежегодно замывается песком. Период изолированности озера от моря может продолжаться от двух недель до пяти месяцев. Ледовый покров на озере устанавливается в ноябре и сохраняется до конца мая—середины июня. После распаления льда вода в озере быстро прогревается, достигая максимальных температур в конце июля—середина августа. В среднем температура воды в озере в летний период изменяется от 11 до 17°C.

2.2. *Гидрохимическая характеристика.* Озеро Большой Виллюй относится к водоему лиманного типа с сильной стратификацией вод по уровню солености. В северо-западной глубоководной части озера соленость воды в поверхностных слоях составляет 1–3‰, в придонных — 29–30‰. В отдельные годы соленость воды в поверхностных слоях может значительно повышаться (до 10–16‰), вследствие смешивания воды верхних и глубинных горизонтов во время сильных штормов.

2.3. *Ихтиофауна.* Озеро Большой Виллюй является местом обитания проходных, полупроходных и морских видов рыб. Ихтиофауна озера представлена 15 видами рыб из семи семейств. Почти все из них не являются “резидентами” данного водоема. В разные периоды года они мигрируют из моря в озеро и выпадающие в него водотоки на нерест или нагул. Сезонная динамика численности и биомассы большинства видов рыб определяется особенностями их биологии. По численности в озере преобладают 3-иглая *Gasterosteus aculeatus* и 9-иглая *Pungitius pungitius* колюшки. В определенные периоды значительно возрастает доля молоди кижуча *Oncorhynchus kisutch* и кеты *O. keta*, сельди *Clupea pallasii* и малоротой корюшки *Hypomesus olidus*. Постоянно высока численность неполовозрелых особей звездчатой камбалы *Platichthys stellatus*. В конце прошлого века многолетний промышленный и браконьерский лов привел к резкому сокращению численности популяций тихоокеанских лососей в озере. В настоящее время их относительная доля в численности и биомассе ихтиоценоза низкая.

Глава 3. Биология популяции кижуча оз. Большой Вилюй

3.1. *Характеристика нерестовой части популяции.* Кижуч является самым многочисленным видом лососей для данного района. В озере обитают летняя и осенняя формы, отличающиеся сроками и местами нереста, различия по пластическим признакам незначительны ($CD < 0,67$).

Размерно-весовые характеристики кижуча имеют высокую вариабельность. За годы наблюдений длина самцов изменялась — от 32,0 до 80,0 см, масса от 0,34 до 6,40 кг, самок — от 41,0 до 80,0 см и от 1,20 до 6,16 кг, соответственно. Широкая вариабельность размерно-весовых показателей самцов объясняется присутствием в нерестовом стаде каюрок, которые проводят в море один летний сезон. В оз. Большой Вилюй они являются составляющей частью популяции как летней, так и осенней форм кижуча. Анализ межгодовой изменчивости средних размерных характеристик производителей не показал значительных различий.

Возрастная структура производителей кижуча оз. Большой Вилюй в 2000–2004 гг. была представлена рыбами шести возрастных групп: 2_1^+ , 3_2^+ , 4_3^+ , 4_2^+ , 2_2^+ , 3_3^+ . В соотношении возрастных групп производителей существуют межгодовые колебания. Основу нерестового стада составляют особи трех возрастных групп: 2_1^+ — 10,0–25,0%, 3_2^+ — 65,5–80%, 4_3^+ — 3,3–15,2%.

Индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) кижуча возрастает с увеличением длины рыб. ИАП изменялась от 1990 до 5956 икринок.

3.2. *Пресноводный период жизни молоди.* Большая часть молоди кижуча первый год жизни проводит в пресноводных водоемах бассейна оз. Большой Вилюй, в старшем возрасте скатывается в озеро. В период летнего нагула, молодь в глубоководных районах распределяется вдоль береговой линии, на мелководных участках, где глубины не превышают двух метров, осваивает всю акваторию. Осенью численность кижуча в глубоководной зоне озера снижается, при этом более крупные рыбы смещаются в юго-восточную, мелководную часть водоема и оз. Малый Вилюй. По данным неводных уловов, плотность

распределения разноразмерного кижуча в озере в 2003 г., в среднем, составляла 0,55 экз./м².

Для кижуча характерны большие вариации размерно-весовых показателей в пределах одного возрастного класса, что связано с растянутостью периода нереста и характером роста молоди (Зорбиди, 2000). В разные годы в июне двухлетки имели длину 5,7–14,9 см и массу 2,3–36,5 г, трехлетки, соответственно, — 8,9–19,5 см и 9,4–72,3 г, четырехлетки — 14,2–19,7 см и 30,6–81,6 г. Наибольший диапазон изменчивости роста молоди наблюдается в первый год жизни. Темп линейного роста в первый и второй год жизни примерно одинаков и, в среднем, составляет 5,6 см в год. Наибольший прирост массы тела происходит во второй год, в среднем, на 26 г, что почти в три раза превышает прирост первого года — 9,3 г. Соотношение между длиной (см) и массой (г) описывается уравнением степенной функции:

$$\text{Масса} = 0,0103 \cdot \text{Длина}^{3,0462}; R^2 = 0,992.$$

Закладка центральной пластины чешуи происходит при длине тела около 40 мм. В среднем, за первый год жизни на чешуе образуется $10,9 \pm 0,2$ склеритов (при колебаниях от 5 до 20); за второй — $11,5 \pm 0,4$ (5–18); за третий — $12,5 \pm 1,1$ (9–15). Формирование годового кольца на чешуе большей части молоди происходит в июне. Зависимость между количеством склеритов на чешуе и длиной молоди кижуча описывается линейным уравнением:

$$\text{Количество склеритов} = 2,2958 \cdot \text{Длина} - 5,8789; R^2 = 0,92.$$

Морфометрический анализ молоди кижуча показал, что большинство пластических признаков подвержены изменчивости по мере роста рыб. Наиболее стабильными признаками являются относительные длина грудных плавников, пектоventральное и антеанальное расстояния, длина рыла и основания жирового плавника.

Средние значения соматических индексов печени и сердца, рыб трех размерных групп, отличались незначительно: от 1,59 до 1,63 и от 0,22 до 0,24, соответственно. Их индивидуальные значения во всех случаях имели высокую вариабельность. У рыб модальной группы Ип изменялся в пределах 1,2–1,8%,

Исер — 0,2–0,3%. Вероятно, эти показатели могут быть использованы в качестве эталона нормы для диагностики физиологического состояния заводской молоди кижуча. Средний индекс селезенки с увеличением длины молоди понижался от 0,25 до 0,17%.

Упитанность и жирность рыб изменяется в течение года и зависит от условий нагула и интенсивности питания. Наибольшие значения КуФ и Иж были у молоди с июля по сентябрь — в период интенсивного откорма, а наименьшие после зимовки — в мае месяце.

Численность нагуливающегося в озере кижуча имеет межгодовые колебания. В период исследований количество разновозрастной молоди изменялось от 0,17 в 2001 г. до 1,37 млн. экз. в 2003 г. Численность нерестового стада кижуча, определенная на основании данных о численности и возрастной структуре покотников в 2003 г. составила величину порядка 13,3 тыс. экз.

В пищевом спектре молоди кижуча обнаружено более 30 видов и таксономических групп организмов населяющих водоем, однако лишь некоторые из них составляли основу его рациона. В летние и осенние месяцы в спектре питания кижуча доминировали имаго насекомых и ракообразные, в зимнее время — амфиподы. Случаи потребления кижучем рыбной пищи в озере отмечались не часто, тем не менее, в отдельные годы он активно питается заводской молодью кеты после ее выпуска с Вилюйского ЛРЗ. В отношениях “хищник — жертва” кижуч может играть неоднозначную роль, так как величина наносимого им ущерба кете в разные годы достаточно сильно отличается. Отмечено, что переход кижуча на питание рыбой происходит при низком уровне развития кормовых организмов в озере. В целом, накормленность рыб остается высокой в течение всего летнего и осеннего периода откорма и, как правило, изменяется незначительно, в среднем, составляя $170\%_{000}$.

Места нагула молоди кижуча и других видов рыб в озере являются общими, при этом конкурентами в питании являются заводская молодь кеты и кижуча, малоротая корюшка, голец, сельдь, трехиглая и девятииглая колюшки (СП в летний период достигала 84,4%). В условиях высокой численности пи-

щевых конкурентов и низкого уровня развития кормовых организмов напряженность пищевых отношений может усиливаться.

Скат молоди кижуча в море продолжается с мая по август, пик ската происходит в июне и приурочен к весеннему паводку. Основное количество молоди скатывается в возрасте 2+. Длина покотников изменялась от 11,7 до 19,7 см, масса — от 17,4 до 85,8 г.

Глава 4. Особенности искусственного воспроизводства кижуча на Вилюйском ЛРЗ

4.1. *Краткая характеристика Вилюйского ЛРЗ.* Рассматривается производственная деятельность ВЛРЗ; проводится описание водоснабжения, технологического оборудования и производственной мощности.

4.2. *Характеристика воспроизводства сеголеток кижуча.* Проводится сравнительный анализ условий выращивания сеголеток кижуча до и после проведения реконструкции ВЛРЗ. Представлены технологическая схема рыбоводного процесса и основные рыбоводно-биологические показатели. Показаны факторы, позволившие повысить размерно-весовые показатели выпускаемой молоди.

При изучении условий нагула кижуча в оз. Большой Вилюй установлено, что основным лимитирующим фактором выживаемости заводской молоди в озере является ее выедание хищными видами рыб. Наибольший ущерб заводской популяции наносится звездчатой камбалой и гольцом в местах выпуска. В районе ВЛРЗ после выпуска кижуча потребляли 56,5% исследованных камбал при среднем количестве мальков в одном желудке $2,2 \pm 0,68$ экз. и 39% гольцов, при $0,7 \pm 0,39$ экз. в одном желудке.

На основании полученных данных рекомендуется:

– проводить подращивание сеголеток более длительное время до конца августа–середины сентября. Это позволит увеличить навеску молоди до 2–4 г и повысит ее выживаемость.

– в местах выпуска молоди проводить биомелиоративные мероприятия по отлову звездчатой камбалы и гольца.

– часть выпускаемой молоди расселять небольшими партиями в среднем течении ручьев, расположенных в районе ВЛРЗ.

4.3. Выращивание годовиков кижуча и условия их нагула в оз. Большой Вилюй

В период 2003–2006 гг. на ВЛРЗ проводили опытно-производственные работы по выращиванию годовиков кижуча. Продолжительность выращивания составляла около 363 дней. Сеголеток отсаживали на второй год выращивания в конце июня — начале июля, выпуск годовиков проводили в третьей декаде июня следующего года. В разные годы в качестве посадочного материала использовали сеголеток летней (2003–2004 гг.), осенней (2004–2005 гг.) и обеих (2005–2006 гг.) форм кижуча, имеющих, по этой причине, различные стартовые размеры к началу второго года выращивания: 0,84–1,54 г. Температура воды во время выращивания изменялась от 6,7°C в летнее, до 3,7°C в зимнее время. Средняя температура воды и водообмен в разные годы изменялись незначительно. С целью разработки нормативов, устанавливали различную плотность посадки молоди (табл. 1). В течение периода выращивания рыбу дважды (осенью и весной) рассаживали в дополнительные бассейны. Концентрация кислорода изменялась от 12,6 мг/л — на входе, до 7,1 мг/л — на выходе.

Таблица 1

Условия выращивания годовиков кижуча

Условия выращивания	Год		
	2003–2004	2004–2005	2005–2006
Средняя температура воды, °С	4,4	4,4	4,3
Водообмен, ч	1,1–0,5	1,1–0,6	1,1–0,5
Расход воды, л/с	3–6	3–5	3–6
Начальная плотность посадки: тыс. экз./м ²	2,6	3,3–7,3	4,2–5,9
	кг/м ³	6,8	6,0–6,1
Конечная плотность посадки: тыс. экз./м ²	1,3	1,5–2,7	1,2–2,2
	кг/м ³	32,6	21,7–44,5

Кормление молоди осуществляли датским сухим гранулированным кормом. Молодь кормили вручную или автоматическими кормораздатчиками. В 2004 г.

перед выпуском 22,34 тыс. экз. кижуча (46% от выпущенной молоди) были помечены методом ампутации жирового плавника с проведением предварительной анестезии.

Рыбоводно-биологические показатели. Средняя величина общей выживаемости кижуча за второй год выращивания равнялась 90,6%, изменяясь в разные годы от 82,8 до 97,4% (табл. 2). В целом выживаемость молоди была высокой: отход составлял 2,6–3,8%, за исключением 2004–2005 гг., когда смертность рыб превысила 17%, вследствие перенесенного ею заболевания.

Таблица 2

Рыбоводно-биологические показатели при выращивании годовиков кижуча

Показатели	Год			
	2003–2004	2004–2005	2005–2006	
Сезонная форма кижуча	летняя	осенняя	летняя	осенняя
Средняя масса тела молоди в начале выращивания, г	1,54	0,85	1,07	0,84
Посажено молоди на выращивание, тыс. экз.	48,1	201,0	79,0	112,0
Общая биомасса молоди в начале выращивания, кг	77,0	352,4	84,5	94,1
Средняя масса тела молоди к моменту выпуска, г	15,46	8,32	13,35	9,62
Общая биомасса молоди к моменту выпуска, г	743,6	1381,5	1025,3	1049,5
Средний прирост массы тела одной рыбы, г	13,92	7,47	12,28	8,78
Выпущено молоди в оз. Большой Вилюй, тыс. экз.	48,1	166,3	76,8	109,1
Общий прирост биомассы, кг	666,6	1029,1	940,8	955,4
Количество затраченного корма, кг	1093	2373	1420	1257
Кормовой коэффициент	1,6	2,3	1,5	1,3
Выживаемость молоди за второй год выращивания, %	96,2	82,8	97,2	97,4

Основным показателем эффективности кормления рыб, на который ориентируются в рыбоводной практике, является кормовой коэффициент (Кк) — отношение количества заданного корма к приросту биомассы рыб. Общий кормовой коэффициент в 2003–2004 гг. был равен 1,6, в 2004–2005 гг. — 2,3 и в 2005–2006 гг. — 1,4. Высокое значение Кк в 2004–2005 гг. объясняется снижением общей биомассы молоди в результате повышенной смертности. В 2005–2006 гг. значение Кк было наименьшим. Суточный рацион кормления в этот рыбоводный сезон постоянно корректировали в зависимости от температуры воды и поедания рыбой корма, добиваясь минимальных потерь корма. Норма кормления была снижена, относительно прошлых лет, и изменялась от

0,6% до 2,0% биомассы молоди. В среднем, суточный рацион был на 40% ниже рекомендованных норм.

Рост. В разные годы темп роста молоди в период выращивания был равномерным. С уменьшением температуры воды происходило его снижение в зимнее время. Скорость роста с увеличением массы тела закономерно уменьшалась. Среднесуточный прирост массы тела, в среднем, изменялся от 0,45 до 0,72%. Частотное распределение рыб по массе тела к моменту выпуска было близким к нормальному. Коэффициент вариации массы тела возрастал от начала ($CV=24,0$) к концу выращивания ($CV=34,4$). Причины увеличения изменчивости размеров у одновозрастной молоди рыб различны. Они могут быть связаны с наследственными факторами, однако, главным образом, определяются действием биоэнергетических механизмов и факторов, зависящих от плотности (Шатуновский и др., 1970). В данном случае не было установлено достоверной зависимости между различными плотностями посадки и коэффициентом вариации массы тела, а так же скоростью роста рыб.

В конце выращивания весовые показатели заводских годовиков летней формы кижуча превысили массу тела одновозрастной естественной молоди, но не достигли значений, характерных для двухгодовиков. Размеры заводской молоди осенней формы кижуча соответствовали размерам «диких» рыб своего возрастного класса.

Физиологические характеристики. В условиях искусственного выращивания различные морфофизиологические характеристики молоди могут иметь отклонения от нормы. Причинами этого могут быть нарушения условий биотехнологии, заболевания, недоброкачественные или несбалансированные корма.

При анатомическом вскрытии у заводских годовиков кижуча наблюдали обилие жировых отложений на желудочно-кишечном тракте. Как правило, у рыб с высокой степенью ожирения отмечали бледность и пониженный тургор печени. Сравнительный анализ физиологических показателей заводской молоди в конце выращивания и естественной одноразмерной молоди показал, что по индексам печени и сердца различие было незначительным, индекс селезен-

ки более чем в два раза был ниже у искусственной молоди. Индекс жирности и упитанность заводских рыб были достоверно выше. В среднем КуФ составлял $1,40 \pm 0,02$ — у заводского и $1,28 \pm 0,02$ — у «дикого» кижуча. Относительное количество полостного жира у заводской молоди достигало 0,8–2,1%. В это же время Иж у естественной молоди равнялся 0–0,3%. Причиной ожирения молоди, вероятно, являются используемые корма, которые по составу не подходят для длительного выращивания тихоокеанских лососей. После выпуска кижуча в озеро, накопленный им жир довольно быстро расходовался, и уже к августу, Иж естественной и заводской молоди имели близкие значения. Внешний вид печени соответствовал таковому «диких» рыб.

Оценка уровня развития осморегуляторной системы при проведении тестирования методом прямой пересадки годовиков кижуча массой тела 5,6–27,8 г из 0‰ в 40‰ соленую воду показала, что к моменту выпуска молодь не достигла завершающих этапов смолтификации. Не обнаружено корреляции между размерами молоди и ее осморегуляторными способностями.

Структура чешуи. Закладка центральной пластины у заводского кижуча происходила при больших размерах, чем у «дикой» молоди, в среднем при длине тела 45 мм. Образование последующих склеритов на чешуе происходило равномерно со средней продолжительностью формирования одного склерита за 20,6 суток. Формирование первого годового кольца было отмечено в конце апреля–мае. В июне в приросте краевой зоны чешуи имелось от двух до восьми склеритов. Для большей части естественной молоди оз. Большой Виллой образование годового кольца и начало прироста следующего года происходит в июне, после распаления ледяного покрова. В это же время встречаются двухгодовики кижуча, на чешуе которых в приросте второго года образовано 7–9 склеритов, но ЗСС еще не обозначилась. Поэтому при дифференциации естественной и искусственной молоди в озере, учитывая близость их размерных показателей, эту рыбу ошибочно можно отнести к заводским двухлеткам.

Анализ структуры чешуи молоди разных типов воспроизводства, в зависимости от их линейных размеров, показал, что у естественного кижуча, в

среднем, образуется большее количество склеритов при длине тела до 15 см. В то же время, скорость формирования склеритов в первой зоне роста чешуи у заводской молоди выше, а их среднее количество в годовом кольце было достоверно больше ($P > 0,999$) и составляло $13,4 \pm 0,16$.

Условия нагула. Несмотря на крупные размеры молоди, определенное воздействие на ее выживаемость оказывали хищные виды рыб — голец и звездчатая камбала. Доля голецов, в желудках которой обнаружены годовики кижуча, равнялась 27,6%, при среднем количестве молоди в одном желудке — $0,4 \pm 0,13$ экз. Частота встречаемости камбалы, питающейся кижучем, достигала 36%, среднее количество молоди в одном желудке составляло $0,9 \pm 0,41$ экз. Выедание кижуча происходило в течение первых дней после выпуска.

Период пищевой адаптации заводского кижуча после выпуска в озеро в разные годы имел разную продолжительность — от одной до трех недель. В июле и августе спектры питания и накормленность заводской и естественной молоди практически не отличались. В это время основным объектом их пищи были насекомые. Осенью потребление насекомых постепенно снижалось, при этом возрастала доля бокоплавов, которая в октябре составляла 100% массы потребляемой пищи. В ноябре в районе протоки озера 40% заводского кижуча питалось молодью малоротой корюшки, максимальный ИНЖ при этом доходил до $771,2^0_{000}$. В период ледостава кижуч обоих типов воспроизводства питался исключительно бокоплавами.

4.4. Формирование заводского стада кижуча. Рассчитанный, на основании данных по возрастной структуре производителей, коэффициент возврата заводского кижуча (без учета промыслового изъятия и браконьерского лова) составил 0,29% от выпуска сеголеток в 2001 г., 0,33% — в 2002 г (возврат не завершен).

Проводить анализ эффективности воспроизводства кижуча на ВЛРЗ сегодня преждевременно, так как формирование заводского стада только начинается, а возврат поколений еще полностью не завершен. Однако, уже сейчас, последний в несколько раз превысил соответствующие значения по кете

($< 0,1\%$) и, в среднем, составил 0,3%. В 2005 г. плановое задание по сбору икры кижуча было практически полностью обеспечено за счет производителей заводского стада.

Глава 5. Совершенствование методов выращивания молоди кижуча.

5.1. Разработка элементов биотехники и рекомендации по выращиванию годовиков кижуча. Выращивание годовиков кижуча имеет смысл в том случае, если к моменту выпуска они будут иметь статус полноценных смолтов и в этот же год скатятся в море. При увеличении объемов выпуска задержка молоди в озере еще на один год может создать дополнительную нагрузку на кормовую базу озера и привести к напряженным пищевым отношениям между заводским и естественным кижучем. Поэтому, выпускать годовиков следует физиологически готовыми к переходу в морскую среду обитания, массой 20–25 г. Для решения этой задачи, на основании данных, полученных в результате проведенных исследований, разработаны методы и биотехника двухлетнего выращивания кижуча с использованием потенциальных возможностей увеличения навески выпускаемой молоди.

Плотность посадки. Сравнительный анализ темпа роста молоди, ее основных физиологических характеристик и рыбоводно-биологических показателей не выявил значимых отклонений при разных нормах ее загрузки в выростные бассейны. Основываясь на полученных результатах проведенных работ, можно рекомендовать двухлетнее выращивание молоди кижуча при плотностях посадки до 40 кг/м^3 . В ходе рыбоводного процесса по мере роста рыб требуется их регулярная рассадка.

Водообмен. Расход воды в период выращивания молоди следует постоянно корректировать для поддержания химических параметров среды в пределах установленного диапазона. Основные контролируемые параметры: концентрация кислорода и аммония. Рекомендуемые нормы полного водообмена — от 1,1 до 0,5 часа в зависимости от биомассы рыб.

Кормление. Качество рыбы, выращиваемой в рыбоводных хозяйствах, во многом зависит от типа используемых кормов и выбора стратегии кормления. Повышенное содержание полостного жира у заводских годовиков свидетельствует о нарушении обмена веществ и приводит к патологическим изменениям структуры печени. Поэтому при двухлетнем выращивании кижуча следует использовать корма, разработанные конкретно для тихоокеанских лососей с длительным пресноводным периодом. Опыт выращивания годовиков кижуча показал, что нормы кормления, приводимые изготовителем корма в рекомендуемых кормовых таблицах не оптимальны для данного вида. Нами разработаны нормы суточных рационов кормления в зависимости от температуры воды и массы рыб, на которые следует ориентироваться при выращивании кижуча.

Полагаем, что работы по оптимизации технологии выращивания годовиков кижуча должны быть продолжены. При этом, к наиболее актуальным задачам следует отнести установление оптимальных плотностей посадки и водообмена на основе сравнительного анализа гистологических показателей состояния внутренних органов и развития воспроизводительной системы, морфологического состава крови, а также осморегуляторных способностей молоди выращиваемой в разных плотностных условиях. Определенный интерес могут иметь исследования факторов, стимулирующих смолтификацию рыб, таких как фотопериод, рецептура кормов и режим кормления.

5.2. *Стратегия искусственного воспроизводства кижуча в условиях ВЛРЗ.* На основании выполненного анализа результатов работ по искусственному воспроизводству кижуча на Виллойском ЛРЗ можно сделать заключение, что в дальнейшем процесс его воспроизводства на данном предприятии может осуществляться по следующим направлениям:

1. Однолетний цикл выращивания сеголеток;
2. Двухлетнее выращивание годовиков;
3. Смешанное выращивание двух возрастных групп.

Определяющими факторами выбора той или иной стратегии рыборазведения будут являться следующее: оценка эффективности разных методов воспроиз-

водства и экономические расчеты рентабельности этих видов работ после установления коэффициента промыслового возврата. Для решения этих вопросов потребуется еще несколько лет наблюдений для проведения сравнительного анализа величины промысловых возвратов заводских производителей от выпусков молоди разных возрастных групп с их дифференциацией по регистрирующим структурам.

Выбирая стратегию и масштабы искусственного воспроизводства кижуча, следует так же учитывать вероятные последствия, которые могут оказывать влияние на естественную популяцию кижуча. Количество выпускаемой с завода молоди не должно превышать допустимую величину, при которой может произойти обострение пищевых отношений между молодью двух типов воспроизводства. Для этого при расчете объемов выращивания молоди необходимо провести оценку биопродуктивности водоема и определить его приемную емкость. Особенно этот вопрос актуален в случае задержки нагула в озере заводского кижуча на год или более. Вероятно, до проведения этих мероприятий на ВЛРЗ следует выращивать обе возрастные группы кижуча при ограниченных объемах выпуска годовиков, а оценку внутривидовой пищевой конкуренции проводить по уровню накормленности в сравнении с данными проведенных исследований.

Методы ведения комплексного лососевого хозяйства также должны включать в себя постоянные мониторинговые наблюдения за экологией природной и заводской популяциями кижуча и их взаимоотношениями в сообществе рыб оз. Большой Виллой.

Выводы

1. Озеро Большой Виллой относится к солонатоводному водоему лиманного типа и является местом обитания проходных, полупроходных и морских видов рыб. По численности в озере преобладают трехиглая и девятииглая колюшки. Относительная доля тихоокеанских лососей в численности ихтиоценоза низкая.

2. Результаты исследования биологии и условий воспроизводства естественной популяции кижуча оз. Большой Виллой дают представление о биологических и физиологических критериях, на которые следует ориентироваться при искусственном воспроизводстве этого вида лососей в данном районе. Значительные отклонения от природных характеристик могут служить индикаторами нарушения условий рыборазведения и сигналом для внесения необходимых корректив в рыбоводный процесс.

3. Основная часть заводских годовиков кижуча остается зимовать в оз. Большой Виллой и скатывается в море трехлетками. Задержка молоди в озере может создавать дополнительную нагрузку на кормовую базу водоема и привести к напряженным пищевым отношениям между естественным и заводским кижучем. Поэтому выпускать годовиков следует физиологически готовыми к переходу в морскую среду обитания, массой не менее 20–25 г.

4. Физиологические отклонения, обнаруженные у заводских годовиков кижуча, носят обратимый характер и исчезают в течение их нагула в озере. В заводских условиях качественные показатели молоди могут быть улучшены при подборе соответствующих кормов и оптимального рациона кормления.

5. Заводские годовики и естественная молодь кижуча достоверно различаются между собой по структуре чешуи в первый год жизни. В качестве основных дифференцирующих критериев следует использовать количество склеритов в зависимости от размеров и возраста молоди, межсклеритные расстояния в первой зоне роста и зоне суженных склеритов.

6. Одним из основных лимитирующих факторов выживаемости заводского кижуча является его выедание хищными видами рыб. Для снижения величины ущерба в местах выпуска молоди необходимо регулировать численность гольца и звездчатой камбалы.

7. Пищевой спектр естественного и заводского кижуча схож и определяется сезонными изменениями кормовой базы водоема. Основными кормовыми объектами молоди являются взрослые формы насекомых и ракообразные. В

условиях высокой численности молоди кижуча и низкого уровня развития кормовой базы возможно обострение внутривидовых пищевых отношений.

8. Разработаны методы и биотехника двухлетнего выращивания кижуча с использованием потенциальных возможностей увеличения навески выпускаемой молоди; рекомендованы нормативы плотностей посадки, водообмена, рациона и режим кормления.

9. При искусственном рыборазведении кижуча важно поддерживать его оптимальное соотношение с естественным воспроизводством. При расчете объемов выпускаемой с завода молоди необходимо провести оценку ее пищевых потребностей и биопродуктивности оз. Большой Виллой для определения его приемной мощности.

Список опубликованных работ по теме диссертации.

1. Введенская Т.Л., Мешкова М.Г. Проточность озера Большой Виллой // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Матер. V науч. конф. (Петропавловск-Камчатский, 22–24 ноября 2004). Петропавловск-Камчатский, 2004. С.26–28.

2. Введенская Т.Л., Петрова Т.А., Тихонова Т.М., Чистякова А.И., Мешкова М.Г., Хилкина Е.В. Особенности адаптации заводской молоди к условиям северо-западных морских рыбных заводов // Матер. IV науч. конф. (Петропавловск-Камчатский, 22–24 ноября 2004). — Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. — 2004. — С. 10–12.

3. Мешкова М.Г. Особенности адаптации заводской молоди к условиям озера Большой Виллой // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Матер. IV науч. конф. (Петропавловск-Камчатский, 22–24 ноября 2004). — Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. — 2004. — С. 10–12.

4. Мешкова М.Г. Особенности адаптации заводской молоди к условиям озера Большой Виллой // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Матер. IV науч. конф. (Петропавловск-Камчатский, 22–24 ноября 2004). — Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. — 2004. — С. 10–12.