

Министерство образования Российской Федерации
Московская государственная технологическая академия (МГТА)

A-32990

на правах рукописи
УДК 597.553.2:639.3.053.3:
639.3.006.3

ЛЮБАЕВ ВАЛЕНТИН ЯКОВЛЕВИЧ

**Экологические и биотехнические аспекты создания
стад кижуча на рыбоводных заводах**

Специальность 03.00.32 – Биологические ресурсы

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Москва, 2002

Работа выполнена в ФГУ «Сахалинское бассейновое управление по
охране, воспроизводству рыбных запасов и регулированию рыболовства»
(Сахалинрыбвод)

Научный руководитель:

доктор биологических наук
профессор Микულიн А.Е.

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук,
профессор Канидьев А.Н.

кандидат биологических наук
Седова М.А.

Ведущая организация – Всероссийский научно-исследовательский
институт пресноводного рыбного хозяйства (ВНИИПРХ)

Защита состоится "10" сентября 2002 г., в 14⁰⁰ часов на
заседании диссертационного совета К 212. 122. 03 при Московской
государственной технологической академии по адресу:
117149, г. Москва, ул. Болотническая, дом 15.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московской
государственной технологической академии (МГТА)

Автореферат разослан

"8" августа 2002 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук

Грибкобаева И.Ф.

Общая характеристика работы

Актуальность проблемы. Сахалинская область - единственный регион на Дальнем Востоке РФ, где искусственное разведение лососей получило интенсивное развитие. Тихоокеанские лососи имеют большое значение в рыбной отрасли данного региона. Численность их поддерживается за счет нереста в природных условиях и искусственного воспроизводства на рыбоводных заводах.

Увеличение антропогенного воздействия на природные водоемы, в значительной степени нарушают условия обитания и размножения промысловых рыб. В связи с этим исключительно важное значение приобретает заводское разведение ценных видов рыб, в том числе и лососевых.

За последние годы разработка биологических основ построения рационального лососевого хозяйства Дальнего Востока и совершенствование биотехники лососеводства значительно продвинулись вперед. В отдельных районах Сахалинской области искусственное разведение лососей стало основным средством поддержания и увеличения численности их промысловых стад (Любаева, Любаев, Сидорова, 1999).

На данном этапе необходимо не только строго регулирование промысла, но и переход к наиболее интенсивным формам воспроизводства и других видов лососей: симы, нерки, кижуча, чавычи. Это необходимо, несмотря на убежденность некоторых ученых о вредоносном влиянии искусственного воспроизводства на морфо-физиологические показатели лососевых рыб и, в частности, популяции кижуча (Жульков, Жулькова, 1996; Гросс, Робертсон, 2002).

Среди мероприятий по улучшению организации лососевого хозяйства в начале 90-х годов была поставлена задача по разработке теоретических и практических основ интродукции кижуча.

Цели и задачи исследования. Целью нашей работы являлось изучение биологии в условиях вселения кижуча на южной периферии естественного ареала и совершенствование технологии его искусственного разведения.

Для достижения этой цели было необходимо решить ряд научных задач:

1. Изучить особенности биологии кижуча в новых условиях среды.
2. Разработать и оптимизировать методы инкубации, выдерживания личинок и подращивания молоди кижуча применительно к южным регионам острова Сахалин.
3. Исследовать адаптационные возможности вида в естественной среде и изменение структуры популяции в зависимости от величины и массы выпускаемой молоди с рыбоводного завода.
4. Исследовать механизмы смолтификации молоди кижуча, выпускаемой с рыбоводного завода.
5. Изучить причины и биологический смысл преднерестовых изменений челюстного аппарата рыб рода *Oncorhynchus*, в том числе кижуча.

Научная новизна. Впервые на большом, многолетнем фактическом материале показана реальность интродукции и масштабного искусственного разведения кижуча, перевезенного из северных водоемов Сахалина на юг его ареала. Впервые проведены комплексные научные исследования, в результате которых показано, что искусственное разведение кижуча не нарушает естественного внутривидового экологического разнообразия. Установлено, что величина возврата и соотношение полов в созданной популяции зависят от численности и средней массы выпускаемой молоди, а

и соотношение полов в созданной популяции зависят от численности и средней массы выпускаемой молоди, а

Исх. № А-32990

также от вместимости водоемов пресноводного периода ее жизни. Показано, что преобладание самцов в потомстве кижуча относительно самок имеет биологическое значение для данного вида, обеспечивая его выживание в пресноводный период жизни в малокормных водоемах за счет каннибализма. Показано, что в первые годы интродукции впервые возвращающиеся производители, имели крупные размеры, которые в последующие годы возвратов уменьшались до величин, соответствующих таковым в районах, откуда рыбы были интродуцированы. Впервые показано, что преднерестовые изменения челюстей как кижуча, так и других представителей рода *Oncorhynchus*, в период их анадромной миграции связаны с наличием на верхней челюсти кожистого кармана, используемого для дозаполнения плавательного пузыря воздухом, что необходимо для повышения плавучести при переходе рыб из более плотной морской среды в пресные воды и при потере жирности в процессе миграции. Впервые показано, что степень готовности молоди кижуча к скату в морские воды можно оценить не только по тесту на выживаемость их в соленой воде в течение 1-3 суток, но и по степени потери воды организмом в морской среде, указывающей на произошедшую или не произошедшую перестройку в осморегуляции.

Практическая значимость. Доказана возможность интродукции кижуча из северной части острова Сахалин к южной границе его ареала. Сформирована собственная популяция кижуча на юго-востоке острова Сахалин в бассейне озера Тунайча. Показана зависимость возврата от численности выпускаемой с завода молоди, ее средней массы и емкости рек расселения молоди кижуча, что необходимо учитывать при рассмотрении вопросов целесообразности строительства новых кижучевых заводов и расчете объемов выпускаемой молоди.

Полученные результаты позволили усовершенствовать методы искусственного разведения и подращивания кижуча. Опыт интродукции и разведения кижуча может быть применен при разведении этого вида как в других регионах нашей страны, так и за рубежом. Результаты могут быть также использованы в учебном процессе высших учебных заведений рыбохозяйственного профиля.

Апробация работы. Результаты исследований были доложены: на совещании специалистов Сахалинрыбвода, Южно-Сахалинск, 1998 г.; на Российско-Американском совещании по тихоокеанским лососям, Хабаровск, 1998 г.; на совещании специалистов на "Abernathy salmon culture technical center", штат Вашингтон США, 1999 г.; на Всероссийском совещании "Искусственное воспроизводство и охрана ценных видов рыб", Южно-Сахалинск, 2000 г.; на Российско-Американской конференции по тихоокеанским лососям в г. Маунтин Спрингс, штат Вашингтон США, 2000 г.; на расширенном коллоквиуме кафедры биоэкологии и ихтиологии МГТА, 2002 г.

Публикации. По теме диссертации автором опубликовано 3 работы.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 179 страницах машинописного текста, включая 54 таблицы, 39 рисунков и содержит следующие разделы: Введение, 3 главы с 28 подглавами, Выводы и Список литературы, включающий 116 отечественных и 80 иностранных авторов.

Глава I. Материал и методы исследования

Объектом исследований являлся кижуч – *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum), а в некоторых случаях и другие виды р. *Oncorhynchus* семейства Лососевых (Salmonidae).

В качестве места работы был выбран Охотский лососевый рыбоводный завод (ЛРЗ). Он расположен на юго-восточном Сахалине возле оз.Тунайча на р.Ударница. К числу достоинств этого места следует отнести наличие благоприятных природных условий (выхода теплых грунтовых вод, водоемов для нагула молоди), а также отсутствие природных стад кижуча. Последнее обстоятельство обеспечивает чистоту и наглядность эксперимента. Сбор материала осуществляли с 1991 по 2002 гг.

Икру кижуча на стадии пигментации глаз завозили с Буюкловского ЛРЗ (р. Буюклинка, приток р. Поронай) в 1990 и 1991 гг. по 50,0 тыс. штук.

Методы получения икры кижуча, ее инкубации, подъема личинок на плав и подращивания являлись целью данной работы и изложены в соответствующих разделах главы III. "Интродукция и разведение кижуча на Охотском ЛРЗ".

Биологический анализ и морфометрию рыб осуществляли по общепринятым методикам (Правдин, 1966). Учитывая, что производители кижуча в процессе нерестовой миграции не питаются, оценку упитанности производителей кижуча осуществляли по формуле: коэффициент упитанности = $Q * 100 / l^3$. Исследования по солеустойчивости молоди кижуча проводили с использованием растворов морской соли различной концентрации. Возраст определяли по чешуе (Чугунова, 1959). Полученные результаты обработаны статистически (Плюхинский, 1970). Объем исследованного материала представлен в таблице I.

Таблица I

Объем исследованного материала

Область исследований, объект	Виды работ	Промерено
Всего исследовано производителей кижуча	Определение пола	6224
Общий биологический анализ и морфометрия	Производители, ♀	985
	Производители, ♂	395
Эмбриональное развитие	Промеры икры, шт.	6600
Постэмбриональное подращивание	Промеры личинок, шт.	6600
Подращивание молоди, шт.		40986
Изучение функции брачного наряда	Промеры рыб, шт.	280
Исследование процессов осморегуляции	Количество экспериментов	439
Исследования возраста и роста рыб	Количество просмотренных чешуй	1320
Исследование гидрологических условий развития и подращивания кижуча	Количество промеров	5730
Изучение плодовитости производителей морского происхождения и джеков	Количество рыб	367

Благодарности. Прежде всего, я привошу благодарность моей маме – Ольге Сергеевне Любаевой, заслуженному рыбоводу Российской Федерации, привившей мне любовь к рыбоводству и экспериментаторству, а также передавшей мне свой бесценный опыт.

Выражаю сердечную благодарность моему научному руководителю, доктору биологических наук, профессору Микулину А.Е. за ценные замечания и советы при написании и оформлении данного труда. Я особенно благодарен заместителю директора ВНИРО, доктору биологических наук Гриценко О.Ф. за ценные советы при редактировании моего труда. За помощь при обработке материалов благодарю ст. научного сотрудника ВНИРО, канд. биол. наук Смирнова Б.П. Выражаю глубокую благодарность за помощь и поддержку на всех этапах сбора, обработки и написания данной работы моей соратнице и супруге Заслуженному работнику рыбного хозяйства, Почетному рыбоводу России, зам. начальника ФГУ «Сахалинрыбвод» Любаевой Т.Н. За постоянную поддержку и ценные советы благодарю Кочеткова Г.Т. - заслуженного работника рыбного хозяйства Российской Федерации. За постоянный контроль по реализации поставленных перед коллективом Охотского ЛРЗ задач, обеспечение возможности научных исследований благодарю Зайченко О.Н. – директора Охотского рыбного завода, а также за помощь при сборе материалов моих сотрудников - главного рыбоведа Охотского ЛРЗ Путимцева А.М., старшего рыбоведа Самарского В.Г.

Глава II. Биология кижуча

Распространение кижуча. Ареал кижуча значительно уже, чем у ряда других видов р. *Oncorhynchus*—кеты, горбуши и красной. Северная граница зимовки кижуча ограничивается поверхностной изотермой 5°C, южная - 10,5°C (Крутакова, 1982). По азиатскому побережью его крайней северной точкой распространения является р. Анадырь, где промыслового значения не имеет (Андряшев, 1955). Южная граница обитания азиатского кижуча р. Сучан, которая впадает в залив Петра Великого (Берг, 1948).

Длина и масса тела кижуча. Показано, что по длине и массе тела кижуч, интродуцированный на юге Сахалина не отличается от представителей его северных популяций. Так, длина по Смитту половозрелых особей кижуча в озере Тунайча у самок от 39 до 83 см, самцов - от 31,3 до 79,5 см. Следует отметить, что в одни годы (1994, 1997, 2000, 2001) крупнее самцы, в другие – самки (1995, 1998), или их средние значения длины практически равны (1996, 1999). Как правило, в начале нерестового хода идут более мелкие рыбы, но с более крупными среди них самками, а к концу нерестового хода более крупные рыбы, с преобладающими по размерам самцами.

Изменение длины и массы тела кижуча в зависимости от района обитания. Вдоль американского побережья длина кижуча возрастает с юга на север (Gilbert, 1912). При этом, по нашим данным, интродуцированный на юге Сахалина кижуч по своим размерам более соответствует кижучу мест его обитания на севере данного острова, откуда он перевезен, чем зональной закономерности изменения его размеров.

Нами отмечено, что средний размер производителей, пришедших на нерест к Охотскому ЛРЗ, в разные годы не являлся постоянным. Так, начиная с 1993 года, когда впервые вернулись производители кижуча, полученные в результате завоза на завод икры и выпуска молоди, их размеры, как по длинам (рис. 1), так и по массе, и у самцов,

и у самок снижались вплоть до 1998 года.

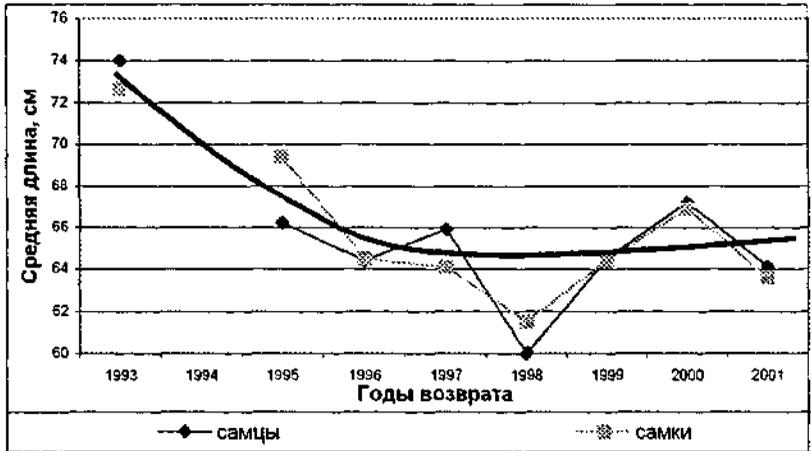


Рисунок 1. Динамика средней длины производителей кижуча по годам возврата на Охотский ЛРЗ.

Следует отметить, что в 1998 году низкие средние размеры производителей обусловлены не их общим измельчанием, а тем, что пришли рыбы только начала нерестового хода, как правило, отличающиеся меньшими размерами. Причины отсутствия рыб более позднего нерестового хода нам не известны. Начиная с 1999 года и далее, средние размеры производителей по годам стабилизировались на низком уровне.

Необходимо отметить, что на Буюкловском ЛРЗ, с которого брали икру для интродукции кижуча на Охотский ЛРЗ, производители в среднем имеют размеры – 65,1 см. Размеры буюкловских кижучей сопоставимы с производителями Охотского завода в последние годы. Следовательно, крупные размеры производителей кижуча первых лет после его интродукции на Охотский были связаны с низкой численностью, выпускаемой с завода молоди и высокой кормностью пресноводных водоемов. При этом они достигли средних размеров производителей с Адотымовского ЛРЗ, с которого интродуцировали кижучей на Буюкловский ЛРЗ и где они достигают средних размеров 72,4 см.

Адотымовский ЛРЗ располагается на острове Сахалин еще севернее, чем Буюкловский. По мере увеличения выпуска молоди с Охотского ЛРЗ в последующие годы, индивидуальные кормовые ресурсы в этих водоемах для кижучей снижались, что и привело к уменьшению, а в дальнейшем и стабилизации конечных размеров их производителей на данном заводе на уровне 65-67 см. Зависимость между численностью выпускаемой с Охотского рыбозавода молоди кижуча и размерами возвращающихся от них производителей представлена на рис. 2.

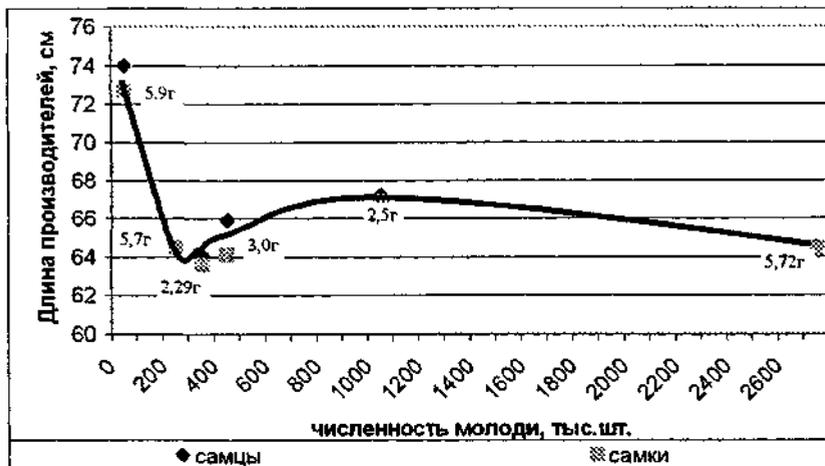


Рисунок 2. Влияние численности, выпускаемой молоди кижуча с Охотского ЛРЗ, на средние показатели длины половозрелых рыб.

Из этого рисунка видно, что максимальных размеров производители кижуча достигают только при незначительной численности выпускаемой молоди. При численности выпускаемой молоди свыше 150 тыс. экземпляров, размеры полученных от них производителей не превышают 67 см и составляют в среднем — 65 см. Размеры половозрелых рыб не зависят от навески выпускаемой молоди.

Возрастной состав кижуча различных районов обитания. В разных участках ареала доминируют различные возрастные группы. На Камчатке отмечено переменное преобладание 2-х возрастных групп: - 2₁+ и 3₂+ (Зорбиди, 1970).

Нами были осуществлены исследования возрастной структуры стада кижуча, искусственно выращиваемого на Охотском ЛРЗ, с целью выявления влияния на его разнообразие экологическое форм процессов заводского выращивания.

Было отмечено, что закладка чешуи у молоди кижуча в условиях Охотского ЛРЗ происходит при достижении ею массы 0,5-0,6 гр. Этот процесс начинается в конце марта- начале апреля. Основной выпуск молоди осуществляли в сентябре, когда сеголетки имеют на чешуе в среднем 10 склеритов.

Часть молоди сразу скатывается в озеро, распределяясь по всей его акватории и осваивая впадающие в него реки. Скатившаяся в озеро молодь находит в нем хорошую кормовую базу и уже к сентябрю следующего года в возрасте 1+ некоторые экземпляры достигают массы до 200 г. Они имеют специфический рисунок чешуи в виде 10-12 плотно лежащих склеритов с межсклеритными промежутками (МСП) шириной около 0,02 мм, после которых следуют озерные приросты с МСП около 0,04 мм. Это, как правило, самцы, но среди них отмечены и самки. В период с июля по август, с прогревом воды в озере, они заходят в реки или держатся в приустьевых участках рек. С похолоданием они выходят в озеро, имея на чешуе летнее кольцо суженных склеритов.

К данной группе присоединяется молодь, которая скатывается в озеро в январе, имея от 10 до 20 склеритов (в среднем 14) с МСП примерно в 0,02 мм, после которых начинаются широкие озерные приросты с МСП (в среднем 0,04 мм).

Скатившиеся годовики распределяются по озеру, как и при скате сеголеток, при этом часть их уходит в море, другая - остается в озере. Оставшаяся в озере молодь после непродолжительного нагула осенью скатывается в море, либо продолжает в озере рост и в будущем образует жилую форму. У этих, еще не определившихся в направлении дальнейшего развития рыб, на чешуе видны широкие озерные приросты и летнее кольцо сближенных склеритов, поскольку при повышении температуры летом в озере, кижуч не питается.

Нами отмечены каюрки (джеки), которые отличаются быстрым ростом в озере. Они, в отличие от проходных кижучей, не совершают длительных морских миграций, выходя в прибрежные солоноватые воды. У них, видимо, скат происходит поздней осенью, либо в начале зимы. Так как озерные приросты на чешуе кижуча даже в зимний период довольно высоки (МСП приблизительно 0,04 мм), то представляется возможным выход таких экземпляров в море в весенний период. При этом на чешуе хорошо видны склериты прироста в озере, при отсутствии видимых склеритов морского пребывания.

В отличие от каюрок, скатившиеся в озеро сеголетками, другие кижучи, скатившиеся осенью или зимой в озеро двухлетками, продолжают в нем свой рост и к весне их масса составляет уже от 400 до 600 г и может достигать 900-2000 г. Они также могут выходить в прибрежные участки моря. Такие кижучи идут на нерест в начале нерестового хода, имея 55-59 склеритов.

Производители, приходящие из моря к Охотскому ЛРЗ в возрасте 2+, имеют от 58 до 80 склеритов.

Таким образом, искусственное разведение кижуча по нашим данным не оказывает какого-либо влияния на естественное разнообразие экологических форм в пределах данного вида рыб.

Соотношение полов. На Северном Сахалине соотношение полов у кижуча не изменялось по годам и было примерно 1:1 при незначительном преобладании самок (Гриценко, 1973). Однако, по его данным, соотношение полов у молоди кижуча иное, чем у производителей: у пестряток кижуча наблюдается некоторое преобладание самцов.

Интересно отметить, что среди сеголеток кижуча, выпускаемых с Охотского ЛРЗ в 2001-2002 гг, по нашим данным, существенно преобладали самцы (до 62,4%). Этот результат явился крайне неожиданным, поскольку даже если предположить, что все погибшие за время инкубации икры и подращиваемая молодь состояли исключительно из самок, это не объясняет столь высокий процент самцов. При этом среди молоди кижуча самцы мельче самок. Генетический механизм поддержания такого соотношения полов совершенно не ясен.

Преобладание самцов у молоди кижуча может иметь для данного вида рыб вполне определенный биологический смысл. Длительный период пребывания молоди кижуча в сравнительно малокормных пресноводных водоемах и наличие каннибализма позволяет им выжить, используя наиболее тугорослых самцов в качестве дополнительной пищи. Таким образом появляется возможность потребления через них более мелких кормовых организмов, неиспользуемых крупными особями. Преобладание самцов в пресноводный период жизни позволяет им сохранить к нересту соотношение полов, близкое 1:1.

Исследовано соотношение полов у половозрелых рыб, пришедших из моря на Охотский ЛРЗ. Отмечено, что в разные годы в нерестовом стаде преобладают то самцы,

то самки. С 1993 года, когда к забойке Охотского ЛРЗ впервые пришли производители, и далее, наблюдается тенденция увеличения в возврате доли самцов (рис. 3).

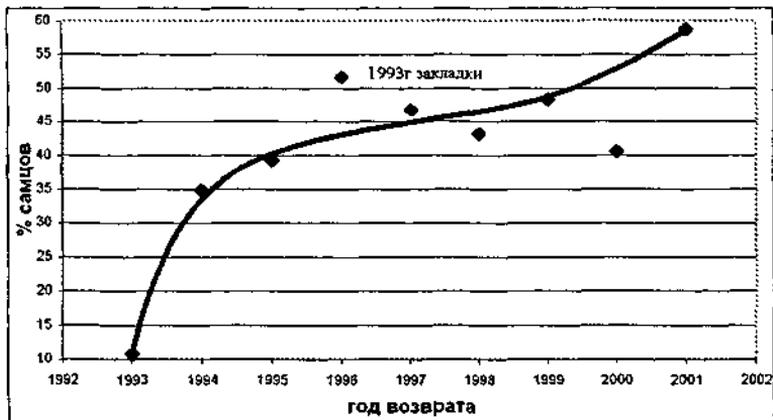


Рисунок 3. Изменение процента самцов в нерестовом стаде при возврате кижуча на Охотский ЛРЗ за период его воспроизводства на заводе.

Мы попытались разобраться с причинами столь существенных различий в соотношении полов, возвращающихся на нерест к заводу кижучей. За время отработки технологии воспроизводства кижуча на Охотском заводе выпуск его молоди неуклонно рос. При этом наблюдается хорошая зависимость между величиной выпуска молоди кижуча того или иного года закладки икры на инкубацию и численностью возврата производителей от соответствующей генерации выпуска (рис. 4).

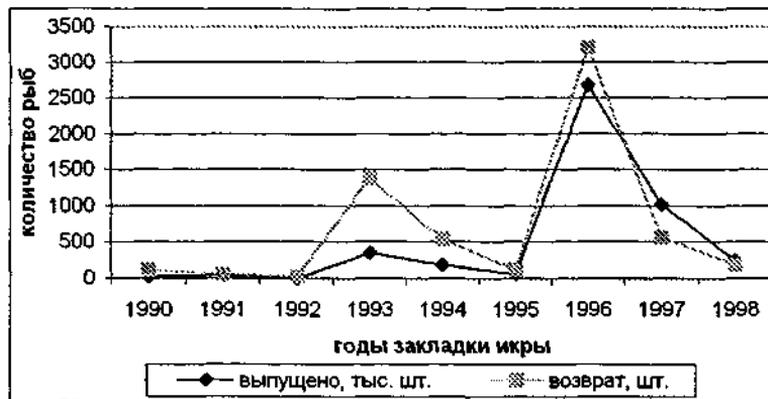


Рисунок 4. Величина выпуска молоди кижуча с Охотского ЛРЗ различных лет закладки икры на инкубацию и численности возврата производителей на завод от этой молоди.

Нами проведены детальные исследования взаимосвязи величины возврата от численности, выпускаемой молоди, и ее размерных характеристик. Показано, что по мере увеличения численности вернувшихся на Охотский ЛРЗ рыб до 1,5 тыс. штук, процент самцов сначала увеличивается (рис. 5), а при более высокой — несколько

снижается. Учитывая, что величина возврата зависит от объема выпуска молоди, именно количество выпускаемой молоди и ее размерные характеристики, видимо, и определяют, в конечном счете, соотношение полов в возврате. Следовательно, изменяя эти показатели, можно искусственно регулировать и соотношение полов в возврате.

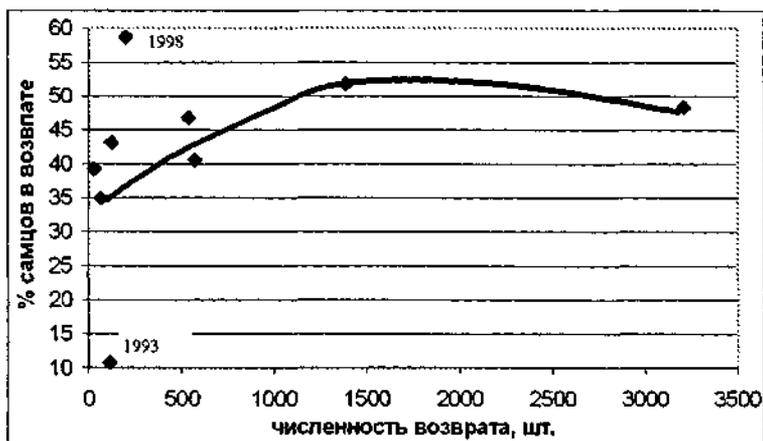


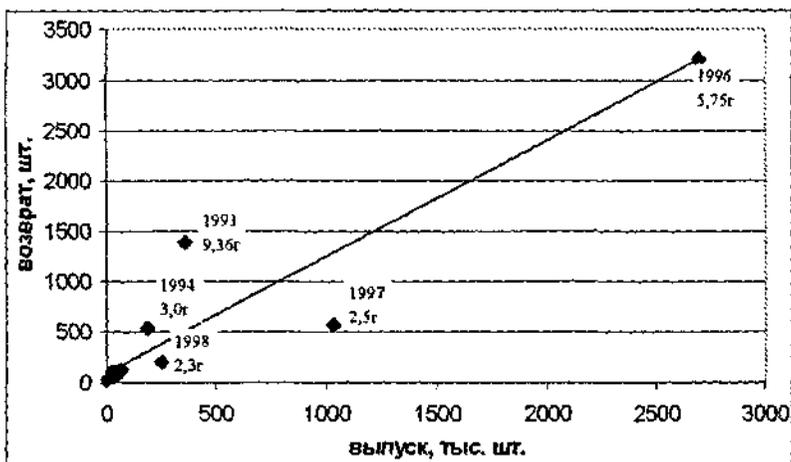
Рисунок 5. Взаимосвязь численности возврата кижуча на Охотский ЛРЗ и соотношение полов.

Исключением является первый год (1993 г.) возврата кижуча на ЛРЗ, в который самцов вернулось необычайно мало. Это, вероятно, связано или с высокой выедаемостью их хищниками в первые месяцы после выпуска с завода из-за меньших размеров, чем у самок, и малой общей численностью выпуска. Не исключено, что часть самцов, став джеками, не подошла к забойке завода.

Вторым исключением стала генерация 1998 г., имевшая высокую долю самцов в возврате. В этот год сбор икры был осуществлен только от мелких производителей начала нерестового хода и в малом количестве.

Видимо, при общей низкой численности выпускаемой молоди кижуча (рис. 5), более мелкие самцы интенсивнее выедаются хищниками, а при чрезмерно высокой - увеличивается размерная разнокачественность рыб и самцы уничтожаются крупными самками за счет наличия у них каннибализма. Тем более, из-за их территориального поведения наиболее мелкие самцы вытесняются из рек в озеро, где и уничтожаются хищными рыбами.

Численность возврата зависит не только от численности выпускаемой молоди, но и от ее размера. Из рис. 6 видно, что при массе, выпускаемой с завода молоди в 3-6 г, численность возврата пропорциональна численности выпускаемой молоди. При массе выпускаемой молоди более 6 г, численность возврата от них резко возрастает, а при ее массе менее 3 г, количество производителей от них непропорционально низко.



Примечание: верхние цифры у точки – год закладки;
нижние – средняя масса выпускаемой молодежи.

Рисунок 6. Влияние высокой численности, выпускаемой с Охотского ЛРЗ молодежи и величины ее массы на численность возврата к заводу производителей кижуча.

Следует отметить, что величина массы выпускаемой молодежи влияет не только на численность возврата, но и на соотношение полов (рис. 7).



Рисунок 7. Зависимость соотношения полов производителей кижуча от величины массы, выпускаемой молодежи с Охотского ЛРЗ.

Так, при уменьшении массы выпускаемой молодежи от 8-6 и менее грамм в возврате снижается доля самцов. Это, видимо, связано с тем, что и без того более мелкие самцы интенсивнее выедаются хищными рыбами в первые месяцы их пребывания в пресной воде. При средней массе молодежи кижуча более 6-8 г, на фоне их высокой численности, более крупные, чем самцы, самки, требующие большей территории в речной период их

жизни, вытесняют самцов с охраняемых участков, приводя к сокращению их численности. Не исключена возможность сокращения численности наиболее тупорослых самцов за счет каннибализма. Чем больше процент самцов в нерестовом стаде, тем они мельче (рис. 8).

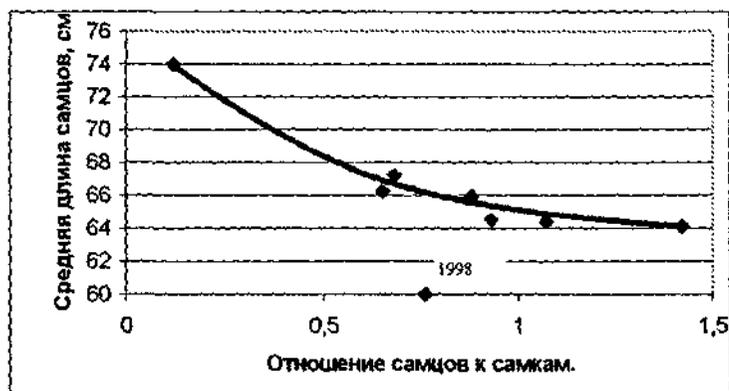


Рисунок 8. Средняя длина самцов кижуча на Охотском ЛРЗ в зависимости от соотношения полов в возрасте разных лет.

Таким образом, соотношение полов в нерестовом стаде определяется размерами и численностью выпускаемой с рыбоводного завода молодежи кижуча. В свою очередь, размер и численность выпускаемой с завода молодежи определяет численность возврата на нерест производителей и их размеры. Оптимальная масса выпускаемой молодежи—6-8г.

Физиологическая роль преднерестовых изменений формы челюстей у представителей рода *Oncorhynchus*. Известно, что в реках у ряда видов лососевых рыб появляются преднерестовые изменения, такие как возникновение брачной окраски, утолщение кожных покровов, появление горба (Jordan, Everman, 1896), а также искривление челюстей и увеличение на них зубов (Чернавин, 1918, 1921; Davidson, Shostrom, 1936; Berg, 1948; Соин, 1954 а, б; Смирнов, 1959, 1975).

Существуют различные взгляды на целесообразность таких преобразований. По мнению одних авторов, искривление челюстей не носит приспособительного характера (Чернавин, 1921), является атавизмом, патологией или возникает в процессе прекращения питания лососей, характерного для Дальневосточных лососей (*Oncorhynchus*), размножающихся один раз в жизни. По мнению других исследователей, такие преобразования челюстей носят приспособительный характер и вкуче с формированием «горба» обеспечивают лососям определенные гидродинамические характеристики (Алеев, 1963а, 1863б, 1968; Кудряшов, 1969; Матюхин, 1973).

Распространено мнение, что утолщение кожи лососей является преднерестовым изменением, необходимым для расчистки нерестового участка и копания галечникового грунта при строительстве нерестового бугра (Абрамов, 1953). Однако, искривление челюстей характерно далеко не для всех лососевых рыб, строящих нерестовый бугор. Кроме того, у самцов тихоокеанских лососей наиболее выражено утолщение кожи и мощное искривление челюстей, в то время как гнезда строят самки.

У дальневосточных лососей преднерестовые изменения появляются постепенно с

изменения окраски, а форма тела и челюстей нормальная.

Особенности поведения дальневосточных лососей изучены на одном из наиболее массовых видов – кете. Показано, что в период ее нерестового хода из залива Мордвинова в реки, впадающие в озеро Тунайча, в морской воде залива совершают прыжки единичные экземпляры, что не превышает 0,05% от числа рыб в косяке в минуту. В это время их челюсти еще не искривлены и имеют нормальную форму, кожа не утолщена.

Известно, что наполнение плавательного пузыря газами у лососей происходит путем заглатывания воздуха (Амниева, Яржомбек, 1984). Мы считаем, что подъем рыб к поверхности воды и выпрыгивание из нее позволяет лососям облегчить захват воздуха для заполнения им плавательного пузыря, что обеспечит большую плавучесть рыб в менее плотной пресноводной или опресненной среде. При этом, собственно, выпрыгивание из воды облегчает процесс не только захвата воздуха, но и дозаполнение им плавательного пузыря.

При заходе из моря в солоноватые воды пролива Красноармейский частота выпрыгиваний кеты из воды существенно увеличивается. Так, на отрезке пролива в 25 м из 11-12 тыс. экз., за один час совершают прыжки 1,5 тыс. экз. То есть, за время прохода через подверженный приливно-отливным течениям пролив длиной в 3 км каждый производитель совершает не менее 15 бросков в воздух из воды. Чаще это осуществляются в виде появления над поверхностью воды верхней части головы и верхней части тела со спинным плавником. Это характерно, в основном, для тех рыб, у которых начался процесс искривления челюстей. Реже – в виде прыжка из воды, что более характерно для рыб с еще не искривленными челюстями.

В удаленной от моря части пролива, в зоне слабого влияния приливно-отливных течений или его отсутствия, поднимается к поверхности не более 25-30 экз. кеты в минуту на 300-400 экз. косяка, то есть 6-10%. В это время у самцов кеты заметно искривлены челюсти.

На участке озера Тунайча с соленостью в 3 ‰, через которое кета проходит расстояния до устьев рек длиной в 5-25 км, она уже почти не совершает прыжков. Однако рыбы периодически поднимаются к поверхности, выставляя над водой перпендикулярно вверх только сильно искривленную верхнюю челюсть.

В зоне распреснения озера перед устьями рек и в их нижнем течении кета держится у самой поверхности воды, выставляя над поверхностью верхнюю часть головы и спины со спинным плавником, реже совершая при испуге прыжки.

Таким образом, наиболее интенсивно кета выпрыгивает из воды на участках миграции с резким изменением солености.

Следует отметить, что на протяжении всего наблюдаемого нами миграционного пути из моря в р. Ударница через озеро Тунайча, кета не сталкивается с какими-либо препятствиями на своем пути, однако прыжки совершает. Следовательно, у дальневосточных лососей одной из первых физиологических адаптаций при переходе из морской среды обитания в пресную является выпрыгивание из воды, представляющее собой приспособление, связанное, главным образом, с необходимостью приобретения положительной плавучести рыб при переходе их из более плотной среды в менее плотную. Параллельно с этим происходит искривление челюстей, что облегчает захват воздуха. Таким образом, преодоление препятствий в реках за счет прыжков, видимо, возникло вторично и развилось в результате морфофизиологических адаптаций у тихоокеанских лососей к смене плотностных

характеристик среды обитания.

У дальневосточных лососей, помимо искривления верхней челюсти, в ротовой полости на ней в передней ее части развивается кожистый карман. Он более развит у самцов, чем у самок. Передний край искривленной нижней челюсти при закрытии рта попадает на поверхность кожистого кармана верхней челюсти. Оставшаяся внутренняя поверхность верхней челюсти полностью заполняется языком, обеспечивая выдвигание захваченного воздуха из кожистого кармана через глотку в пищевод и, далее, в плавательный пузырь. Лишний воздух выходит из-под жаберных крышек.

Видовые и половые различия в степени выраженности искривления челюстей отражают их различия в жирности и упитанности, а следовательно, и плавучести.

Таким образом, искривление челюстей есть элемент механизма повышения плавучести при смене плотности сред обитания и потери жирности в процессе анадромной миграции.

Плодовитость кижуча. По нашим данным средняя абсолютная плодовитость кижуча, возвращающегося из моря к Охотскому ЛРЗ, составляет 5186 икринок (максимальная – 6026 икринок, минимальная – 3937 икринок), что соответствует средним значениям для кижуча всего Дальнего Востока. Плодовитость джексов (каюрок) при длине (L_s) – 60 см и массе (Q) – 1,78 кг, составляет – 3673 икринок. В гонадах самок кижуча, в отличие от кеты (Гриценко, Микулин, Любаев и др., 2001), нарушений ооцитов в виде “гороха” практически нет.

Особенности осморегуляции молоди кижуча. Существуют различные данные о размере кижуча, при котором он может смолтифицироваться: от 7,5 до 26,1 см (Pravdin, 1940; Берг, 1948; Грибанов, 1948; Foerster, Ricker, 1953; Sumner, 1953; Shapovalov, Taft, 1954; Safo, Bayliff, 1958; Logan, 1967; Andersen, Narver, 1975; Churikov, 1975; McHenry, 1981; Fraser et al., 1983). Размеры смолтов кижуча имеют географическую изменчивость.

Искусственно разводимый кижуч на Охотском лососевом рыболовном заводе занимает более южное положение, чем естественные сахалинские популяции. В связи с этим представляет интерес исследование его минимального размера, при котором он способен не только скатываться в море, но и выживать в морской воде.

Как известно, морские рыбы пьют воду, а пресноводные – выделяют (Смит, 1986). Следовательно, эффективность осморегуляции молоди кижуча можно оценить не только по осмолярности крови, но и по изменению массы рыбы в соленой среде.

Исследования изменения массы сеголеток кижуча после пересадки их из пресной воды в раствор морской соли с концентрацией 40‰ и интенсивности гибели их в этой среде показало, что среди погибших были в основном мелкие рыбы и преимущественно самцы.

Среди погибших были те рыбы, у которых наиболее быстро и на максимальную величину (свыше 60%) уменьшилось содержание воды в организме. Среднее же снижение массы за счет потери воды в организме этих рыб составило более трети от их исходной массы. Эти данные указывают на принципиальную возможность оценки эффективности осморегуляции рыбы по изменению ее массы.

Исследования влияния морской воды (30‰) на изменения массы сеголеток, годовиков и двухлеток кижуча во времени показали, что чем меньше исходная масса рыбы, тем более выражена потеря ее массы в морской воде (рис. 9).

Эти данные указывают на то, что, как сеголетки, так и двухлетки к смолтификации не готовы. Их осморегуляция не обеспечивает удержание воды в теле в морских

условиях.

Пересадка сеголеток кижуча из морской воды в пресную не приводит к восстановлению их массы, в то время как двухлетки способны к ее частичному восстановлению при попадании из морской среды в пресную. Эти данные указывают на наличие этапа предварительной подготовки двухлеток к перестройке их осморегуляции, то есть на наличие в этот время не только механизма выведения воды, но и потребления, хотя и недостаточного для компенсации потерь воды в условиях морской среды.

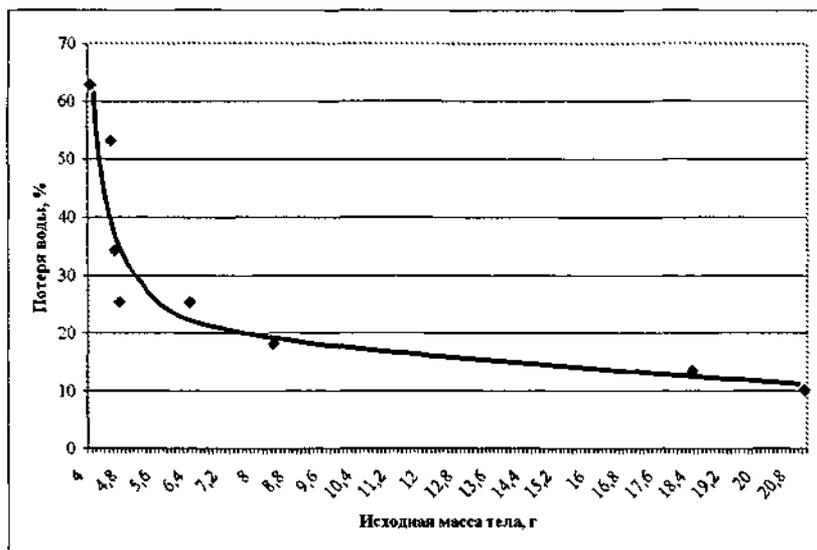


Рисунок 9. Потеря воды молодь кижуча в морской среде в зависимости от исходной массы.

Показано, что соленая вода от 5‰ и выше приводит к обезвоживанию сеголеток кижуча. Причем, чем выше концентрация морской соли в растворе, тем интенсивнее обезвоживается тело. Аналогичная картина наблюдается и у двухлеток. При этом следует отметить, что по мере повышения солености, несмотря на большие потери воды мелкими кижучами, они дольше выживают в более высокой солености, чем крупные.

Полученные нами данные указывают на весьма примитивный механизм адаптации кижуча к морской среде. По мере роста кижуча и увеличения его массы, уменьшается относительная поверхность тела, а вместе с этим и водоотдача телом в морскую среду. При достижении определенных размеров, возникает возможность компенсации потери воды путем поглощения ее из морской среды с одновременным выделением из организма солей.

У ряда других дальневосточных лососей размеры молоди при скате в море значительно меньше, чем у кижуча (Смирнов, 1975), что предполагает наличие иных механизмов адаптации к морской среде и иной, более сложной системы осморегуляции.

Глава III. Интродукция и разведение кижуча на Охотском ЛРЗ

Характеристика Охотского рыбоводного завода. Охотский рыбоводный завод построен в 1932 г. После нескольких реконструкций он заново отстроен в 1993 г.

В 1990 г. на базе Охотского рыбоводного завода было создано малое предприятие "Салмо". Основными объектами рыборазведения являются кета и горбуша, производственная мощность по выпуску молоди - 25 млн. и 42 млн. штук соответственно. С 1990 года были начаты работы по интродукции кижуча.

Сбор, оплодотворение и транспортировка икры кижуча для инкубации. Оплодотворение икры производили "сухим русским" способом. Икру собирали от 6-8 самок в сухой эмалированный таз, затем осеменяли спермой от 5-6 самцов. Недозревшую икру не брали. Для оплодотворения использовали только доброкачественные молоки, чистой белой окраски, имеющие густую консистенцию. Икру и сперму тщательно перемешивали, через 3 минуты икру отмывали, затем ставили на набухание в проточную воду в условиях покоя и изоляции от света. В зависимости от температуры воды набухание продолжалось 2-3 часа. После этого икру упаковывали и транспортировали в специальных изотермических ящиках в инкубационный цех.

Проведено сравнение способов осеменения икры как канадским, так и русским методами. В путину 1997-1998 г. треть из заложенных на инкубацию партий икры кижуча была оплодотворена канадским способом, т.е. икру осеменяли спермой без добавления воды в качестве активатора. Сперматозоиды активировались полостной жидкостью, икру, минуя процесс набухания, сразу доставляли в инкубационный цех, где осуществляли ее промывку и загрузку в аппараты. Данный способ весьма удобен при нахождении пункта сбора икры непосредственно на рыбоводном заводе, благодаря чему снижается отход за время ее транспортировки. В условиях Охотского рыбоводного завода этот способ обычно применяли при закладке небольших партий в конце нерестового хода, когда подходы производителей единичны или же когда производителей выдерживали до созревания в бассейнах на заводе.

При больших партиях икры более удобен русский способ оплодотворения, когда сперма смешивается с икрой и прибавляется к ним вода для активации сперматозондов, благодаря которым осуществляется процесс оплодотворения икры. После этого икру промывают от молока и ставят в проточную воду на набухание. Именно этот метод оплодотворения хорошо себя оправдал при закладке основных партий икры кижуча на Охотском рыбоводном заводе.

Инкубация икры кижуча на Охотском ЛРЗ. Для инкубации икры кижуча применяются аппараты "Бокс" ящичного типа и аппараты Аткинса. В условиях рыбоводного завода в один аппарат "Бокс" размещали на инкубацию от 330 до 530 тыс. шт. икринок кижуча, а в аппарат Аткинса до 125 тыс. шт.

Расход воды увеличивали в конце инкубации и при выдерживании свободных эмбрионов, а также выращивании и кормлении молоди. Так в начале инкубации расход воды равнялся 0,3-0,8 л/сек. на 1 млн. икры, при появлении пигментации глаз он составлял 3,7-7,3 л/сек. на 1 млн. икры, а в период подращивания и кормления равнялся 8-9 л/сек. на 1 млн. молоди.

Вылупление предличинки, их выдерживание, перевод на экзогенное питание на

Охотском рыбоводном заводе. Перед вылулпением содержание кислорода в воде не снижалось ниже 6 мг/литр. Следует отметить, что интенсивность потребления кислорода икрой непосредственно перед вылулпением зародышей из оболочки и свободными эмбрионами скачкообразно возрастает (Жульков, 1996).

После того как икра набрала 400 градусодней, необходимо увеличить расход воды в аппаратах "Боке" до 65 - 70 л/мин., в аппаратах Аткинса до 40 - 45 л/мин. Вылулпение эмбрионов происходит на 80-100 день при 450-460 и 520- 530 градусоднях.

Размещение икры на вылулпение. Выдерживание свободных эмбрионов осуществляется на трубчатом субстрате. Икру на вылулпение размещают в пластиковых поддонах и устанавливают непосредственно на субстрат, который обеспечивает нормальный водообмен, защищает их от воздействия прямого потока воды и препятствует образованию скоплений личинок. Плотность посадки - 4 - 6 тыс. на 1 м². Производят затемнение питомника светонепроницаемыми шторами, секции питомника дополнительно укрывают черной пленкой.

Поднятие «на плав» и кормление. С поднятием личинок на плав затемнение питомника снимают, и начинают кормление. Ранее личинок кижуча приучали к корму после того, как желточный мешок резорбировался на 2/3 (30-35 %). По нашим данным, оптимальный запас желточного мешка при подъеме на плав составляет 5-9% от массы тела.

При длине 30-35 мм (до 45 мм) и массе 250 - 270 мг у них завершается резорбция желточного мешка и молодь полностью переходит на внешнее питание.

Начало поднятия на плав происходит в возрасте 110-115 сут. от оплодотворения при 730-740 гр./дн., массовое поднятие - в среднем на 118-122 сут. при 775-785 гр./дн., окончание - на 125-130 сут. при 810-815 гр./дн. В это же время убирают субстрат и начинают кормление молоди.

В первые годы исследований на начальном этапе молодь кормили икрой минтая, позже к ней добавляли рыбный фарш. В последующие годы использовали только гранулированные корма при 6-8 разовом кормлении в течение светового дня.

Суточный рацион при кормлении икрой минтая равнялся 10-15 %, а для гранулированных кормов - 4,0 - 4,5 % от массы выращиваемых рыб.

В первые 5-7 сут. для корма личинок желательно использовать крилевый гранулированный корм - более привлекательный для них во вкусовом отношении, с непрерывной подачей корма в течение светового дня. В начальный период кормления корм задают с интервалом 30-45 мин. по мере его поедания. В первые дни корм вносят следующим образом: 1 день - 1%; 2 день - 1,2 %; 3 день - 1,5 %; 4 день - 1,8 %; 5 день - 2,0% от массы тела.

По нашим наблюдениям, лучшими кормами при переводе на экзогенное питание являются корма с различными вкусовыми добавками независимо от их состава. В нашем случае молодь предпочитала корм РС-1, в состав которого входит крилевая мука. В корма рецептуры CDX данный компонент не включен, однако и этот корм давал хороший прирост молоди. С увеличением массы молоди в качестве корма для нее использовали корма с размером гранул от 0,6 до 1,4 мм.

Выращивание молоди кижуча на Охотском ЛРЗ. При интенсивном кормлении в питомнике следует создавать максимально возможное освещение, близкое к естественному в природе. В связи с тем, что молодь кижуча до ската в море 1 - 2 года проводит в пресной воде, выращивание и кормление ее в заводских условиях проводится также в пресной воде в течение этого периода.

Первоначально для кормления молоди кижуча использовали гранулированный корм отечественных рецептур РГМ-6М (Гамыгин, Канидьеv, 1977; Канидьеv, Гамыгин, 1977; Канидьеv и др., 1977; Канидьеv, Склярoв, 1977; Канидьеv, 1984) и более адаптированный к сахалинским условиям ЛС-НТ (дососевый, низкотемпературный), разработанные специалистами ВНИИПРХ и НПО "Аквакорм" (Гамыгин, 1987; Гамыгин, Пономарев, 1991).

Однако в дальнейшем из-за разбалансировки экономики, отсутствия качественной рыбной, крилевой и водорослевой муки, а также рыбьего жира на внутреннем российском рынке производить эти корма на Сахалине стало невозможно. В связи с чем, вынуждены были перейти на корм японского производства, при подборе которого основное внимание было уделено соответствию его рецептуры корму ЛС-НТ.

По составу основных питательных компонентов японский гранулированный корм полностью отвечал потребностям роста, физиологического развития и жизнедеятельности молоди на всех этапах выращивания и кормления.

Использование зарубежных аналогов корма ЛС-НТ, в виде СДХ, позволило получить устойчивый рост молоди с хорошими физиологическими показателями, однако, как показал наш опыт, при применении в качестве корма ЛС-НТ можно получать более высокие результаты по темпу роста и, видимо, по возврату.

Выращивание сеголеток. На Охотском ЛРЗ оптимальными для выращивания сеголеток кижуча по нашим наблюдениям оказались прямооточные бассейны с площадью дна 10м², а также бассейны объемом 1м³ с прямооточным и крутовым движением воды. Преимущества их заключаются в возможности повышения уровня воды при подращивании до 0,4 – 0,6 м, что положительно влияет на поедаемость корма. Подращивание кижуча в секциях питомника осложняется низким уровнем воды – 0,25 м.

Попытка подращивания в сетных садках, установленных в оз. Тунайча, оказалась неудачной, поскольку основными лимитирующими факторами являются повышенная температура воды в летний период и высокая заболеваемость рыб в естественной среде.

Оптимальная температура воды при выращивании - 8-14°C, содержание кислорода - не ниже 6-7 мг/л, глубина – 0,6–1 м, кормление - 3-6 раз в сутки в течение светового дня гранулированными кормами с диаметром крупки 0,6–2,0 мм из расчета 2-2,8% от массы тела. При благоприятном кислородном режиме, расходе воды и скорости течения рекомендуемая плотность посадки молоди - 2000-4000 шт./м³ воды в зависимости от веса молоди.

После достижения сеголетками среднего веса 1,0 г необходимо проводить их сортировку на две размерные группы: меньше 1,0 г и крупнее, поскольку крупные особи, из-за их территориального поведения, вытесняют мелких на края бассейна, где последние не питаются и в последствии гибнут. Также в этот период их жизни у молоди кижуча наблюдается каннибализм. Молодь, отставшую в развитии и росте, отсаживают отдельно и обеспечивают ей дополнительный уход и кормление.

Выращивание годовиков. В условиях Охотского ЛРЗ оптимальным для зимовки молоди кижуча являются бассейны, снабжаемые грунтовой водой с температурой в зимний период выше 5°C.

Подращивание молоди до покатного состояния. Двухлетнее выращивание и кормление молоди кижуча в условиях данного предприятия производить целесообразно, но не представляется возможным по причине отсутствия необходимых выростных площадей.

Выпускают молодь сеголетками и годовиками. Выпуск осуществляют в вечернее время.

Постоянный поиск новых методов и приемов инкубации и подращивания молоди кижуча на Охотском ЛРЗ позволил постоянно увеличивать (см. рис. 4), за последнее десятилетие не только выпуск молоди, но и получать от нее все возрастающий промысловый возврат.

Выводы

1. Размеры производителей кижуча зависят от численности, выпускаемой с завода молоди, вместимостью и кормностью пресноводных водоемов и не зависят от их массы. При численности выпускаемой с Охотского ЛРЗ молоди свыше 150 тысяч экземпляров, размеры, полученных от них производителей не превышают 67 см и составляют в среднем – 65 см. В начале нерестового хода идут более мелкие рыбы с более крупными среди них самками, а к концу - более крупные с преобладанием по размерам самцами. Чем больше процент самцов в нерестовом стаде, тем они мельче.
2. В потомстве кижуча численность самцов больше, но их размеры меньше, чем у самок, что позволяет молоди кижуча выживать в сравнительно малокормных пресноводных водоемах за счет наличия у них каннибализма. Более высокая численность самцов по сравнению с самками в пресноводный период жизни позволяет им сохранить к нерестовому периоду соотношение полов, близкое 1:1.
3. Величина возврата кижуча и соотношение полов зависят от численности и средней массы выпускаемой с завода молоди кижуча, а также от вместимости водоемов пресноводного периода их жизни. Чем выше средняя масса выпускаемой молоди, тем выше численность возврата. При средней массе молоди ниже 3 г, возврат будет низким, независимо от численности выпускаемой молоди.
4. Доля самцов в нерестовом стаде зависит от его численности. При очень низкой и очень высокой численности выпускаемой молоди процент самцов в возврате сокращается. Оптимальная масса выпускаемой молоди – 6-8 г.
5. Степень готовности молоди кижуча к скату можно оценить по степени потери воды организмом в морской среде, указывающей на эффективность осморегуляции. Молодь кижуча, находясь в морской воде, может терять свыше 60% влаги. Чем больше исходная масса кижуча, тем меньший процент влаги теряет его организм в морской воде, однако, мелкие кижучи дольше выживают в этих условиях, чем крупные. Пересадка сеголеток кижуча из морской воды в пресную не приводит к восстановлению их массы, в то время как двухлетки способны к ее частичному восстановлению.
6. Преднерестовые изменения челюстей дальневосточных лососей есть приспособление как для перехода из морской среды в пресную, так и для целенаправленного их подъема в реки на нерестилища. Эти изменения челюстей как кижуча, так и других представителей рода *Oncorhynchus* в период их анадромной миграции связаны с наличием на верхней челюсти кожистого кармана, используемого для дозаполнения плавательного пузыря воздухом. Чем меньше коэффициент упитанности особей различных видов дальневосточных лососей, тем сильнее выражены преднерестовые изменения челюстей, особенно у самцов. Преодоление препятствий в реках за счет прыжков возникло вторично и развилось в результате

морфофизиологических адаптаций у тихоокеанских лососей к смене плотностных характеристик среды обитания.

7. Доказана возможность интродукции кижуча из северной части острова Сахалин к южной периферии его ареала. Усовершенствованы методы искусственного разведения и подращивания молоди кижуча, на основании которых сформирована заводская популяция на юго-востоке острова Сахалин в бассейне озера Тунайча. Показано, что разведение кижуча не нарушает его естественного внутривидового экологического разнообразия.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Любаева Т.Н., Любаев В.Я., Сидорова С.В. 1999. Формирование заводских популяций кеты и их вселение в естественную среду (на примере Охотского ЛРЗ) // Вопросы взаимодействия естественных и искусственных популяций лососей. Мат. Российско-Американской конференции по сохранению лососевых. Хабаровск. С. 70-79.
2. Гриценко О.Ф., Микулин А.Е., Любаев В.Я., Пукова Н.В., Новиков А.В. 2001. Аномальные икринки в яичниках зрелой кеты // Рыбное хозяйство. Аналитическая и реферативная информация. Серия: Воспроизводство и пастбищное выращивание гидробионтов. Вып. 1. С. 37-51.
3. Микулин А.Е., Любаев В.Я., Смирнов Б.П. 2001. Адаптационные возможности молоди кижуча к соленой воде // Морфологические и физиологические особенности гидробионтов. Мат. Межрегиональной конференции. М.: ВНИРО. С. 32-42.

МГТА. Заказ 5419. Тираж 100экз.

