

УДК 639.3 (571.64)

А.В. Литвиненко, Д.С. Попова**ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ НЕКОТОРЫХ РЫБОВОДНЫХ ЗАВОДОВ САХАЛИНА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МАССОВОГО МАРКИРОВАНИЯ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ**

Отолитное мечение лососей возможно использовать для разных целей. Научное приложение данной методики в основном сосредоточено на проблемах изучения дифференциации молоди заводского и естественного происхождения в местах их совместного обитания в период покатной миграции в реках, в эстуариях, в период раннего морского периода жизни и, наконец, в открытом океане. В производственной деятельности оно используется, главным образом, с целью оценки результатов работы рыболовных лососевых заводов и эффективности искусственного воспроизводства.

В результате многолетнего опыта проведения массового маркирования на лососевых рыболовных заводах Сахалинской области было выяснено, что основу нерестовой части популяции на Сокольниковском ЛРЗ составляют рыбы в возрасте 4+, на ЛРК «Найба» (Соколовский цех) – это рыбы в возрасте 3+. Коэффициент возврата отдельных возрастных групп кеты Сокольниковского ЛРЗ составил: 2+ – от 0 до 0,01%, 3+ – от 0,1 до 0,6%, 4+ – от 0,2 до 0,7% и группа 5+ – 0,1%. К Соколовскому цеху (ЛРК «Найба») за период проведенных исследований вернулись рыбы в возрасте 2+, 3+, 4+ и 5+, от 0,01 до 0,02%, от 0,2 до 3,4%, 0,2% и 0,1%, соответственно. Возврат первого маркированного поколения кеты данных ЛРЗ завершится в 2016 году.

Ключевые слова: отолиты; массовое маркирование, коэффициент возврата, сухое мечение, термическое мечение.

A.V. Litvinenko, D.S. Popova**THE EFFICIENCY OF SOME HATCHERIES IN SAKHALIN ACCORDING TO THE RESULTS OF MASS MARKING OF PACIFIC SALMON**

Otolithe tagging of salmon can be used for different purposes. The scientific application of this technique mainly focuses on the differentiation of hatchery juveniles and young fish of natural origin during their joint downstream migration in rivers, in estuaries, in the early period of feeding at sea and finally in the open ocean. In addition, the results allow to evaluate the performance of salmon hatcheries and the efficiency of artificial reproduction.

As a result of years of mass marking at the salmon hatcheries in Sakhalin region it has been found that the basis of the spawning part of the population in Sokolnikovskiy hatchery is fish aged 4+, "Naiba" of Sokolovsky shop is fish aged 3+. The return rate of certain age groups in Sokolnikovskiy chum salmon hatcheries were 2+, from 0 to 0,01%, 3+ – 0,1% to 0,6% of 4+ – 0,2 to 0,7% and group 5+ – 0,1%. For the period of these studies the fish aged 2+, 3+, 4+ and 5+, from 0,01% to 0,02%, from 0,2 to 3,4%, 0,2% and 0,1% respectively have returned to Sokolovsky shop (LRK "Naiba"). The data on the return of the first marked generation of hatchery chum salmon will be completed in 2016.

Key words: otoliths, mass marking, return rate, dry tagging, thermal tagging.

*DOI: 10.17217/2079-0333-2016-38-81-89***Введение**

Искусственное воспроизводство в России вносит большой вклад в поддержание и восстановление ресурсов тихоокеанских лососей. Лососевые рыболовные заводы (ЛРЗ) являются эффективными предприятиями, обеспечивающими локальный промысел лососевых. В настоящее время на них широко применяют маркирование отолитов тихоокеанских лососей. Оно позволяет оценить эффективность работы рыболовных предприятий по конечному результату – количеству вернувшихся на нерест рыб. В ходе изучения биологии тихоокеанских лососей маркирование используют для определения путей их миграции выпущенной рыбы, что также необходимо для понимания особенностей жизни лососевых в естественной среде. Остров Сахалин является одним из крупнейших центров искусственного воспроизводства лососевых, и контроль за их вос-

производством, как и принятие мер по предотвращению сокращения их численности, диктует необходимость постоянного контроля уровня возврата рыб, выпущенных в природную среду в разные годы. Анализ количественного состава разновозрастных групп лососей, вернувшихся в родные реки, необходим для анализа причин, оказывающих влияние на выживаемость и численность их разных поколений.

В настоящей статье авторы представили данные по величине промыслового возврата для двух сахалинских лососевых рыболовных заводов, в частности для лососевых рыболовных заводов «Сокольниковский» и ЛРК «Найба» (Соколовский цех), определенного по результатам выявления у рыб, идущих на нерест, отолитов, меченых с помощью метода массового отолитного маркирования.

Материалы и методы

Материал в виде меченых отолитов для данного исследования был любезно предоставлен ФГБУ «Сахалинрыбвод». Всего в период с 2013 по 2015 гг. было обработано 2500 пар отолитов кеты, из которых 1600 пар – ЛРЗ «Сокольниковский» и 900 – ЛРК «Найба» (Соколовский цех). Отбор отолитов проводили во время биологических анализов на пунктах сбора икры для ЛРЗ во время нерестовой миграции кеты. Их обработку и трансляцию метки проводили в лаборатории водных биологических ресурсов ФГБУ «Сахалинрыбвод» совместно с его специалистами. Для идентификации меток пользовались общепринятыми методиками и микроскоп Olympus BX51. Фотографирование и распознавание меченых отолитов производили с помощью комплекса для анализа изображений и программы Optika Pro5.

Результаты и обсуждение

Стадо кеты имеет сложную возрастную структуру, когда не все особи одного поколения возвращаются на нерест в один год, часть их продолжает нагуливаться и изымается промыслом в последующие годы. Возвраты сахалинской осенней кеты происходят в возрасте от 2+ до 6+, отсюда понятно, что одно и то же поколение может участвовать в промысле до пяти лет. В связи с этим на протяжении ряда лет необходимо проводить биологический анализ рыб в уловах, так как он даст возможность полностью определить величину возврата одного или нескольких поколений.

Эффективность работы рыболовных предприятий оценивают по количеству и качеству выпускаемой молодежи рыб в естественные водоемы и по величине возврата от этой молодежи [1].

Рыболовные предприятия выращивают молодь каждого вида рыб до установленной навески и с нормальными физиологическими показателями, а при выпуске этой молодежи в естественные водоемы осуществляют ее количественный учет. Поскольку массовому маркированию подвергают всю рыболовную продукцию, возможно рассчитать и величину возврата по следующим формулам:

1. Определение общего количества меченых рыб из улова, где X – меченые рыбы, вернувшиеся на нерест, шт.:

$$X = A \cdot B / C,$$

где A – общий учетный вылов, шт.; B – количество обнаруженных меток, шт.; C – количество обработанных отолитов, шт.

2. Расчет коэффициента возврата, где X – коэффициент возврата, %:

$$X = a \cdot 100\% / d,$$

где a – меченые рыбы, вернувшиеся на нерест, шт.; d – общее количество выпущенной меченой молодежи, шт.

Мечение горбуши и кеты на рыболовных заводах Сахалинской области

Мечение молодежи горбуши и кеты путем ампутации плавников применяли на сахалинских заводах с начала 60-х годов прошлого века. Основной целью этих работ было определение коэффициентов возврата заводской молодежи. До середины 70-х годов мечение проводили на отдельных заводах в сравнительно небольших количествах, а учет возвращающихся меченых особей проводился в основном лишь на пунктах сбора икры самих рыболовных заводов, изредка – в устьях рек или на неводах, установленных в приустьевой части базовых рек ЛРЗ.

До 1976 г. мечение молоди проводили сравнительно в небольших количествах – от 0,5 до 2,0 млн шт. [2]. Как правило, метили молодь с еще не полностью рассосавшимся желточным мешком (была видна «щель» желтка), под эфирным наркозом. В качестве методического пособия использовали инструкцию, разработанную Н.А. Гербильским в 1971 г.

О трудоемкости работ можно судить по такому примеру: в 1972 г. проводили мечение молоди кеты путем ампутации жирового плавника на Ясноморском заводе. В мечении принимали участие 13 человек. Ими за 21 рабочий день (с 19 апреля по 10 мая 1972 г.) было помечено всего 850 тыс. шт. сеголетков кеты. При этом отход составил 5400 шт., или 0,6%.

Начиная с 1976 г. до конца 80-х мечение молоди тихоокеанских лососей становится совместной программой «Сахалинрыбвода» и Сахалинского отделения ТИНРО (ныне СахНИРО), масштаб работ значительно увеличился. Молодь первоначально усыпляли эфиром. В дальнейшем для наркоза стали применять препарат МС-222 в концентрации 1 : 5000 или 1 : 10000, экспозицией от 10 до 20 мин; известны также случаи применения хинальдина (препарат для анестезирования рыб). Мечение молоди проводили одновременно на нескольких заводах.

В 1976–1979 гг. мечение выпускаемой молоди путем ампутации плавников осуществляли на следующих заводах Сахалинрыбвода: Лесной ЛРЗ, Курильский ЛРЗ, Соколовский ЛРЗ, Айнский ЛРЗ, Таранайский ЛРЗ, ЛРЗ на р. Оля, Пугачевский ЛРЗ, Побединский ЛРЗ и Анивский ЛРЗ.

Однако смертность молоди после проведенных манипуляций с анестезией была высокой, плавники нередко регенерировали. Кроме того, иногда допускали ошибки в применяемых метках, а именно: на одном заводе отрезали плавники, выбранные в качестве метки для другого предприятия. Оценка эффективности работы заводов по результатам мечения, таким образом, являлась спорной. В настоящее время данные способы мечения на рыбоводных заводах Дальнего Востока не применяют.

Наиболее современные методы мечения, применяемые в мире, следующие: магнитными метками; микрокодированными метками с декодированием рентгеновскими лучами; цифровыми метками P.I.T. Supertags на жидких кристаллах [3].

В последнее время появились очень перспективные методы, основанные на маркировании отолитов. Отолит – это кальций-протеиновое образование, которое формируется у эмбрионов рыб перед началом стадии пигментации глаз. Исходя из этого можно искусственно формировать метку, состоящую из набора темных и светлых полос, в которой может быть зафиксирована информация о ЛРЗ, регионе, стране, отдельных партиях рыб, выращиваемых на одном заводе. Основное преимущество метода маркирования отолитов молоди рыб – массовость. На некоторых американских заводах метят до 200 млн экз. выпускаемой молоди. Другими способами пометить такое количество молоди практически невозможно.

Термическое маркирование отолитов – наиболее распространенный способ массового мечения лососей в США, Канаде и Японии. Только на Аляске за последние 10 лет помечено более 3 млрд лососей. Разработка и внедрение методик термического маркирования отолитов лососей принадлежит американским ученым [4, 5].

Первое мечение в промышленных масштабах было произведено в США на ЛРЗ штата Вашингтон в 1987 г. Метка на отолитах была образована за счет периодических изменений температуры воды, при которой происходят инкубация икры или выдерживание предличинок на ЛРЗ. Для изменения температуры на одних заводах используют системы подогрева или охлаждения воды, на других, где имеются две системы водоподдачи (из реки и из скважин), термическое мечение можно проводить в эмбриональный период, начиная со стадии глазка до вылупления (исключая вылупление), а также в период выдерживания предличинок до начала смешанного питания. В мальковый период мечение неэффективно.

Метод сухого маркирования отолитов основан на способности икры лососевых нормально развиваться во влажной атмосфере. Метод разработан русскими учеными в 1998 г. [6]. Для мечения обычно с суточной периодичностью осушают икру в инкубаторах типа Бокс или Аткинса. В течение одного цикла мечения (когда формируется одна темная и одна светлая полоса) – икра 24 ч находится без воды (во влажной атмосфере) и столько же времени омывается водой (в нормально работающем инкубаторе). Такая метка принципиально не отличается от метки, полученной при термическом маркировании. Период мечения отолитов эмбрионов этим способом – от стадии пигментации глаз до начала вылупления. Этот метод прост, удобен и не требует специального оборудования. Его недостаток – невозможность метить личинок и молодь рыб.

Мечение с помощью хлорида стронция основано на замещении кальция в костных образованиях, в том числе и отолитах, родственными химическими элементами. Икру или молодь рыб выдерживают в 9%-ном растворе хлорида стронция SrCl, в течение нескольких часов. Обнаружить метку можно только с помощью электронного микроскопа или плазменного спектрометра. Метод одобрен органами здравоохранения Канады и США. Недостатком его являются большие расходы SrCl, при массовом мечении, а также необходимость применения дорогого оборудования для обнаружения метки. Положительным является то, что он позволяет метить кормящуюся молодь. Метод предложен в 1994 г. американскими учеными [7].

Маркирование с помощью флуоресцентных включений используется в Японии с 1994 г. Метка на отолите формируется при выдерживании эмбрионов лососей в растворе алазарина в течение 24 ч и сохраняется в организме рыбы не менее пяти лет. Для обнаружения метки используется ультрафиолетовое излучение. Недостатком метода является его невысокая информативность (небольшое число разных типов меток), однако он хорош для альтернативного разделения меченых и немеченых рыб. Разработан японскими учеными в 1994 г.

Маркирование с помощью кормовых добавок. Применяют в Японии, Канаде, США. В основном в качестве добавок выступает кальцит (природная форма карбоната кальция, легкоусвояемый). Маркирование происходит в период активного питания молоди.

Таким образом, отолитное маркирование рыб имеет ряд преимуществ, а потому наиболее перспективно по следующим причинам:

- позволяет охватывать сто процентов рыболовной продукции предприятия;
- позволяет учитывать метку на протяжении всей жизни рыбы;
- абсолютно не травматично;
- экономически выгодно;
- имеет высокую научную значимость;
- служит для уточнения существующих методик определения возраста [8].

Сокольниковский ЛРЗ – первенец лососеводства на Сахалине, время его постройки – 1912 г. Расположен завод на юго-западном побережье Сахалина, на р. Сокольники (Асанай), специализируется на воспроизводстве осенней кеты.

До 1954 г. объем выпускаемой предприятием рыболовной продукции был нестабильным и колебался от 0,8 до 7,4 млн штук молоди.

Для повышения эффективности воспроизводства кеты в 90-е годы осуществлена капитальная реконструкция предприятия: возведен современный цех-питомник, продлена дренажная водосистема, построен колодец грунтовых вод для обеспечения терморегуляции при инкубации икры и выдерживания личинок.

Инкубационный цех оснащен инкубаторами коробчатого типа (типа Бокс и аппаратами Аткинса), автоматизированы процессы выборки производственного отхода икры и раздачи кормов при подращивании молоди. Питомник разделен на каналы с независимым водоснабжением, регулировкой расходов воды и скоростей течения, для выдерживания личинок применяется искусственный субстрат.

Все это позволяет создать оптимальные условия для развития рыболовной продукции, повысить эффективность работы предприятия. Выпуск молоди кеты в среднем с 2000 по 2015 гг. составил 16,7 млн штук молоди в год. Промысловый возврат кеты начиная с выпуска молоди 1995 г. увеличился, уловы ее в устье реки возросли с 57–68 тонн в первой половине 90-х годов до 282–820 тонн к 2001 г.

Маркирование кеты на ЛРЗ было начато в 2009 г. На заводе применяют «сухой» способ отолитного маркирования, что обусловлено наличием одного источника водоснабжения. Понятно, что на ЛРЗ, располагающих одним источником воды, проведение термического маркирования исключено. Термическое маркирование подразумевает использование природной разницы температур разных водоисточников либо систем подогрева или охлаждения воды, что очень затратно.

«Сухое» маркирование на данном ЛРЗ проводят на хорошо организованном уровне, начиная с 320 гр./дн., что подтверждается качественным формированием полос метки и легкостью ее обнаружения в нерестовых возвратах. Выпуск маркированной молоди кеты с 2010 по 2015 гг. составил 94,0 млн шт.

ЛРК «Найба» (Соколовский цех). ЛРК «Найба» – объединенный рыболовный комплекс двух ЛРЗ: Соколовского ЛРЗ и Березняковского ЛРЗ.

Построен японцами в 1940 г., расположен на р. Белой в бассейне р. Найбы. Первоначальная мощность завода – 14 млн по инкубации икры, за период 1941–1944 гг. заводом выпущено

35,7 млн штук молоди кеты и 1,275 млн штук молоди горбуши. В 1954 г. проведен капитальный ремонт инкубатора с реконструкцией питомника и водосистемы, мощность завода была увеличена до 18 млн штук по выпуску подрощенных покатников кеты.

В 1998 г. проведена широкомасштабная реконструкция предприятия, ветхие деревянные цеха-питомники были заменены единой легкой металлической конструкцией. На заводе внедрено современное технологическое оборудование; биотехнология заменена на более прогрессивную, направленную на существенное повышение качества рыболовной продукции при снижении ее количества. В течение всего производственного цикла проводятся терморегуляция воды и лечебно-профилактические мероприятия, для подращивания молоди используются гранулированные корма.

В период с 1995 по 2000 гг. мощность предприятия по выпуску подрощенной молоди лососей составляла от 31 до 35 млн штук, что зависело от соотношения разводимых видов – кеты и горбуши. Средний выпуск молоди в последние годы составил 24 млн шт.

Бассейн р. Найбы, где располагается Соколовский рыболовный завод, имеет нерестовую площадь 1030000 м², однако в последние годы заполнение нерестилищ производителями здесь ниже нормы и составляет не более 20%. Причиной этого являются неблагоприятные гидрологические условия (маловодье в летние месяцы), активный промысловый лов и пресс браконьерства.

На данном ЛРЗ в первые годы применяли «сухой» метод отолитного маркирования, а с 2012 г. завод полностью перешел на термическое маркирование. Переход от «сухого» способа к термическому связан с его трудоемкостью.

Внедрить термический способ маркирования кеты на данном ЛРЗ позволило наличие двух водоисточников с разным температурным режимом. Маркирование проводили путем увеличения температуры воды при инкубации до 3,5°C, что позволяло формировать качественные метки на всей продукции сразу. Маркирование проводили на предличиночной стадии развития.

Еще одним важным аспектом применения термического маркирования на Соколовском ЛРЗ является наличие необходимой мощности источников воды, которые позволяют обеспечивать не только нужный градиент, но и поддерживать оптимальный расход воды для свободных эмбрионов и личинок, которым необходима определенная проточность на этой стадии развития.

Эксперимент по отолитному маркированию отолитов лососевых на Соколовском ЛРЗ был начат в 2008 г., с 2011 г. проводится мечение в тотальных масштабах. В течение этого периода было помечено более 101,6 млн шт. молоди кеты.

Результаты маркирования на ЛРК «Сокольниковский»

Возврат кеты генерации 2009 г. На ЛРЗ «Сокольниковский» первое маркирование проведено в 2009 г. (2010 г. выпуска), было выпущено 15 560,0 тыс. шт. меченых мальков кеты с меткой 3п,1,3Н.

Оценка качества меток (генерации 2009 г.), выполненная перед выпуском молоди с ЛРЗ, показала возможность безошибочной идентификации маркированных особей (рис. 1).

Возврат кеты поколения 2009 г. начался в 2012 г. с возраста 2+, а закончился в возрасте 6+ в 2016 г. Исследовать данное поколение начали с 2013 г. Всего с 2012 по 2015 гг. был обнаружен 181 экземпляр «заводской» кеты. Наибольшее количество особей составляли рыбы в возрасте 4+. Коэффициент возврата рыб в возрасте 3+ генерации 2009 г. составил 0,1%; коэффициент возврата рыб в возрасте 4+ генерации 2009 г. составил 0,3%; коэффициент возврата рыб в возрасте 5+ генерации 2009 г. – 0,1%.

Таким образом, за период исследований с 2013 по 2015 гг. удалось идентифицировать рыб с меткой



Рис. 1. Метка 3п,1,3Н (генерация 2009 г.) на отолите производителя кеты в возрасте 3+ (Сокольниковский ЛРЗ)

3п,1,2Н (генерация 2009) в возрасте 3+, 4+, 5+. Полный возврат данной генерации закончится в 2016 г. Коэффициент возврата вернувшихся возрастных групп равен 0,5%.

Возврат кеты генерации 2010 г. В 2010 г. (2011 г. выпуска) на Сокольниковском ЛРЗ также было проведено маркирование всей рыболовной продукции, выпущено 15 466,0 тыс. шт. меченых мальков кеты с меткой 3п,3Н.

Возврат кеты поколения 2010 г. начался в 2013 г. с возраста 2+, а закончится в возрасте 6+ в 2017 г. Исследовать данное поколение начали с 2013 г.

В 2013 г. на нерест не вернулось ни одной рыбы, с меткой генерации 2010 г. в возрасте 2+. В 2014 г. коэффициент возврата рыб в возрасте 3+ генерации 2010 г. составил 0,6%; в 2015 г. коэффициент возврата рыб в возрасте 4+ генерации 2010 г. – 0,7%. Таким образом, за период исследований с 2013 по 2015 гг. удалось идентифицировать рыб с меткой 3п,3Н (генерация 2010), в возрасте 2+,3+,4+. Полный возврат данной генерации закончится в 2017 г. Всего с 2012 по 2015 гг. было обнаружено 617 особей «заводской» кеты. Коэффициент возврата вернувшихся «заводских особей» составил 1,3%. Наибольшее количество особей искусственного происхождения составляли рыбы в возрасте 4+.

Возврат кеты генерации 2011 г. В 2011 г. на Сокольниковском ЛРЗ также была промаркирована вся рыболовная продукция (2012 г. выпуска), было выпущено 15 690,0 тыс. шт. меченых мальков кеты с меткой 3п,2,1Н.

Возврат кеты поколения 2011 г. начался в 2014 г. с возраста 2+, а закончится в возрасте 6+ в 2018 г. Исследовать данное поколение начали с 2014 г. Всего в пробах было за 2014 и 2015 гг. обнаружено 94 особи «заводского» происхождения, большинство из них было в возрасте 3+. Коэффициент возврата рыб в возрасте 2+ генерации 2011 г. составил 0,004%, коэффициент возврата рыб в возрасте 3+ генерации 2011 г. составил 0,2%.

За период исследований с 2014 по 2015 гг. удалось идентифицировать рыб с меткой 3п,3Н (генерация 2011), в возрасте 2+, 3+. Полный возврат данной генерации закончится в 2018 г. Коэффициент возврата вернувшихся возрастных групп равен 0,2%.

Возврат кеты генерации 2012 г. В 2012 г. на Сокольниковском ЛРЗ была промаркирована вся рыболовная продукция (2013 г. выпуска), всего было выпущено 15 872,0 тыс. шт. меченых мальков кеты с меткой 4,1Н.

Возврат кеты поколения 2012 г. начался в 2015 г. с возраста 2+, а закончится в возрасте 6+ в 2019 г. Исследовать данное поколение начали с 2015 г. Всего в 2015 г. было обнаружено 4 экз. «заводской» кеты в возрасте 2+, коэффициент возврата рыб в возрасте 2+ генерации 2012 г. составил 0,01%.

Распределение возвращающихся в базовую реку Сокольниковского ЛРЗ в период с 2013 по 2015 гг. меченых производителей кеты представлено на рис. 2.

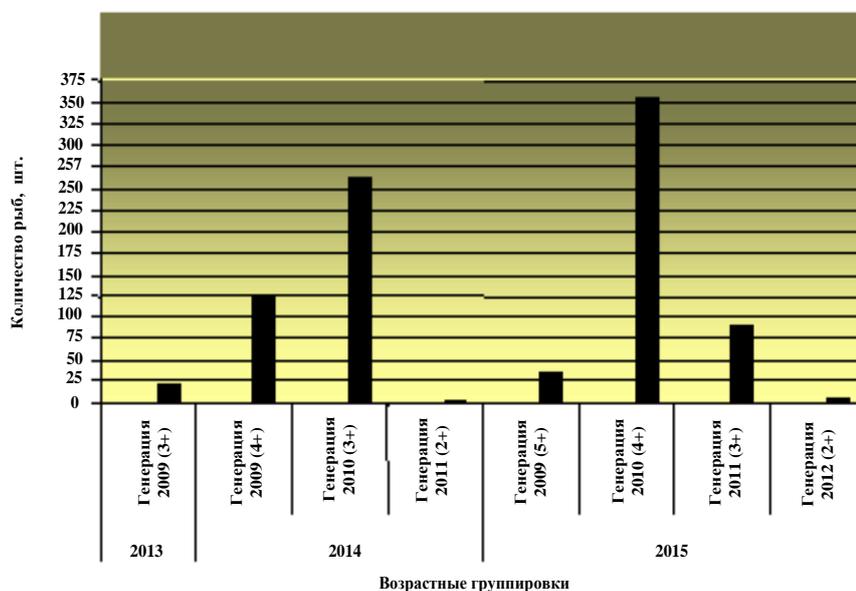


Рис. 2. Распределение возрастных группировок меченых рыб за период исследований на ЛРЗ «Сокольниковский» [9]

Результаты маркирования на ЛРК «Найба» (Соколовский цех)

Возврат кеты генерации 2009 г. На ЛРК «Найба» (Соколовский цех) первое массовое маркирование проведено в 2009 г. (2010 г. выпуска), было выпущено 14 464,3 тыс. шт. меченых мальков кеты с меткой 5,2Н.

Возврат кеты поколения 2009 г. начался в 2012 г. с возраста 2+, а закончился в возрасте 6+ в 2016 г. Исследовать данное поколение начали с 2013 г.

Всего с 2013 по 2015 гг. в пробах был обнаружен 321 экземпляр «заводской» кеты; подавляющее большинство рыб было представлено в возрасте 3+. Коэффициент возврата рыб в возрасте 3+ генерации 2009 г. составил 3,4%, коэффициент возврата рыб в возрасте 5+ генерации 2009 г. составил 0,1%.

Таким образом, за период исследований с 2013 по 2015 гг. удалось идентифицировать рыб с меткой 5,2Н (генерация 2009) в возрасте 3+ и 5+. Полный возврат данной генерации закончится в 2016 г. Коэффициент возврата вернувшихся возрастных групп составил 3,5%.

Возврат кеты генерации 2010 г. В 2010 г. (2011 г. выпуска) на ЛРК «Найба» (Соколовский цех) удалось пометить всего 40% рыболовной продукции, выпуск составил 9 205,0 тыс. шт. меченых мальков кеты с меткой Н5,2. Количество обнаруженных меченых рыб с 2013 по 2015 гг. составило 48 штук, подавляющее большинство из них были в возрасте 4+.

Коэффициент возврата рыб в возрасте 2+ генерации 2010 г. составил 0,02%.

В 2014 г. из-за отсутствия подходов рыбы биологические анализы кеты не проводили.

Коэффициент возврата рыб в возрасте 4+ генерации 2010 г. составил 0,2%.

Таким образом, за период исследований с 2013 по 2015 гг. удалось идентифицировать рыб с меткой Н5,2 (генерация 2010) в возрасте 2+ и 4+. Полный возврат данной генерации закончится в 2017 г. Коэффициент возврата вернувшихся возрастных групп составил 0,2%.

Возврат кеты генерации 2011 г. В 2011 г. на ЛРК «Найба» (Соколовский цех) была промаркирована вся рыболовная продукция (2012 г. выпуска), было выпущено 23 517,0 тыс. шт. меченых мальков кеты с меткой Н1,4,1Н.

Возврат кеты поколения 2011 г. начался в 2014 г. с возраста 2+, а закончился в возрасте 6+ в 2018 г. Исследовать данное поколение начали с 2015 г. Всего в 2015 г. было обнаружено 125 особей заводской кеты в возрасте 3+.

В 2014 г. из-за отсутствия подходов рыбы биологические анализы кеты не проводили.

Коэффициент возврата рыб в возрасте 3+ генерации 2011 г. составил 0,2%.

Таким образом, за период исследований с 2014 по 2015 гг. удалось идентифицировать рыб с меткой Н1,4,1 (генерация 2011) в возрасте 3+. Полный возврат данной генерации закончится в 2018 г. Коэффициент возврата вернувшихся возрастных групп составил 0,2%.

Возврат кеты генерации 2012 г. В 2012 г. на ЛРК «Найба» (Соколовский цех) была промаркирована вся рыболовная продукция (2013 г. выпуска), было выпущено 17 789,0 тыс. шт. меченых мальков кеты с меткой Н1,4,1.

Возврат кеты поколения 2012 г. начался в 2015 г. с возраста 2+, а закончился в возрасте 6+ в 2019 г. Исследовать данное поколение начали с 2015 г. Тогда было обнаружено 5 экземпляров меченой кеты в возрасте 2+.

Коэффициент возврата рыб в возрасте 2+ генерации 2012 г. составил 0,01%.

Таким образом, в результате исследования в 2015 г. удалось идентифицировать рыб с меткой Н1,4,1 (генерация 2012) в возрасте 2+. Полный возврат данной генерации закончится в 2019 г. Коэффициент возврата вернувшейся возрастной группы составил 0,01%.

Распределение меченых рыб по годам в базовую реку ЛРК «Найба» (Соколовский цех) представлено в диаграмме (рис. 3).

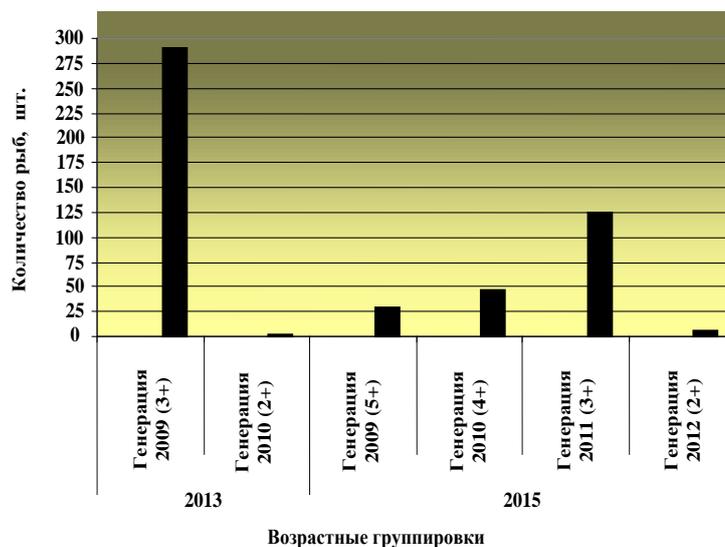


Рис. 3. Распределение возрастных группировок меченых рыб за период исследований в Соколовском цехе ЛРК «Найба» [9]

Заключение

Отолитное мечение лососей возможно использовать для нескольких различных целей. Научное приложение данной методики в основном сосредоточено на проблемах дифференциации молоди заводского и естественного происхождения в процессе их совместной покатной миграции в реках, в эстуариях, в период раннего морского периода жизни и в открытом океане.

Мечение дает возможность определить долю заводских рыб (как молоди, так и взрослых рыб) в общих уловах, скорость и пути их миграции, охарактеризовать распределение в реках, прибрежных участках моря в период откочевки в океан и в местах зимовки, уточнить существующие методики определения возраста.

В последнее время массовое мечение отолитов стали использовать в качестве мощного инструмента для оценки динамики стад и управления промыслом. В частности, его использовали для оценки доли рыб с различных рыбоводных предприятий в смешанных уловах морского и локального промысла, вклада пастбищного искусственного разведения в общее воспроизводство того или иного стада или популяции лососей, уровня стрейнга рыб, выпущенных разными ЛРЗ, уровня эксплуатации основных стад лососей и эффективности различных акций по управлению промыслом. В лососеводстве без осуществления массового мечения невозможно оценить производственную выгоду той или иной применяемой биотехники разведения и определить эффективность работы лососевого рыбоводного завода и отрасли в целом.

В рамках данной работы были изучены и охарактеризованы методы отолитного маркирования лососевых рыб как важнейшего способа оценки эффективности работы лососевых рыбоводных заводов, определены их особенности и значение; было рассмотрено применение методов отолитного маркирования лососевых рыб на ЛРЗ Сокольниковский и ЛРК «Найба» (Соколовский цех).

Исследуя данные о промысловых возвратах производителей с указанных ЛРЗ, мы выяснили, что основу нерестовой части популяции на Сокольниковском ЛРЗ составляют рыбы в возрасте 4+, на ЛРК «Найба» Соколовский цех – это рыбы в возрасте 3+.

Коэффициент возврата отдельных возрастных групп кеты Сокольниковского ЛРЗ составил: 2+ – от 0 до 0,01%, 3+ – от 0,1 до 0,6%, 4+ – от 0,2 до 0,7% и группа 5+ – 0,1%. Следует отметить, что коэффициент возврата учитывали без учета браконьерского вылова и промыслового изъятия.

К Соколовскому цеху (ЛРК «Найба») за период проведенных исследований вернулись рыбы в возрасте 2+, 3+, 4+ и 5+, от 0,01 до 0,02%, от 0,2 до 3,4%, 0,2% и 0,1%, соответственно. Возврат первого маркированного поколения кеты данных ЛРЗ завершится в 2016 г. в возрасте 6+, тогда и можно будет окончательно судить об эффективности работы данных предприятий на основании результатов массового маркирования рыбоводной продукции.

Благодарности

Авторы работы выражают глубокую признательность сотруднику ФГБУ «Сахалинрыбвод» М.С. Мякишеву за помощь, оказанную при проведении данной работы.

Литература

1. *Иванов А.П.* Рыбоводство в естественных водоемах. – М.: Агропромиздат, 1988. – 361 с.
2. *Полозова Л.К., Любаева Т.Н.* Эффективность работы сахалинских рыбоводных заводов // Отчет рыбоводного отдела «Сахалинрыбвод». – Южно-Сахалинск, 1978. – 34 с.
3. Теория и практика сохранения биоразнообразия при разведении тихоокеанских лососей / *В.В. Зиничев, В.Н. Леман, Л.А. Животовский, Г.А. Ставенко.* – М.: Мир, 2012. – 287 с.
4. *Volc E.C., Fresh S. L.* Inducement of unique otolith banding patterns as a practical means to mass-mark juvenile Pacific salmon // *Am. Fish. Symp.* – 1990. – № 7. – 203–215 p.
5. *Munc K.M., Geiger H.J.* Thermal marking of otoliths: the «RBr» coding structure of thermal marks. (NPAFC Doc.367) // *Alaska Department of Fish and Game.* – Juneau, Alaska, USA. 1998. – 19 p.
6. Патент РФ 2150827. 20.06.2000.
7. Marking salmon fry with strontium chloride solutions / *S.L. Schroder, C.M. Knudsen, E.C. Volk* // *Can. J. Fishes. Aquat. Sci.* – 1995. – № 52. – 1141–1149 p.
8. *Чистякова А.И.* Миграции молоди горбуши и кеты в Охотском море (Распределение уловов, биологические показатели и структура скоплений): дис. ... канд. биол. наук. – Петропавловск-Камчатский, 2015. – 139 с.

Информация об авторах
Information about authors

Литвиненко Анна Владимировна – Сахалинский государственный университет; 693008, Россия, Южно-Сахалинск; кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии, географии и природных ресурсов; vesna271@rambler.ru

Litvinenko Anna Vladimirovna – Sakhalin State University; 693008, Russia, Yuzhno-Sakhalinsk; Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of Ecology, Geography and Natural Resources Chair; vesna271@rambler.ru

Попова Дарья Сергеевна – Сахалинская межобластная ветеринарная лаборатория, лаборатория паразитологии; 693003, Россия, Южно-Сахалинск; ихтиолог отдела паразитологии; fgu_sakhmvl@mail.ru

Popova Darya Sergeevna – Sakhalin Interregional Veterinary Laboratory; 693003, Russia, Yuzhno-Sakhalinsk; Ichthyologist of Parasitology Laboratory; fgu_sakhmvl@mail.ru