



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии»

Магаданский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («МагаданНИРО»)

ИНСТРУКЦИЯ по организации «сухого» маркирования тихоокеанских лососей в условиях рыболовных предприятий Магаданской области

Москва
Издательство ВНИРО
2025

УДК 597.552.511:639.3
И 72

Рецензенты:

Юсупов Р.Р., к.б.н., ст.н.с. лаборатории ихтиологии ИБПС ДВО РАН

Акиничева Е.Г., эксперт по отолитному маркированию тихоокеанских лососей сектора искусственного воспроизводства и отолитометрии лаборатории лососевых рыб Сахалинского филиала ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («СахНИРО»)

И 72 Инструкция по организации «сухого» маркирования тихоокеанских лососей в условиях рыбоводных предприятий Магаданской области / Под редакцией Метелева Е.А. Автор-составитель: Калякина М.Е. М.: Изд-во ВНИРО. 2025, — 28 с.

Инструкция содержит требования к производственному циклу одного из способов массового мечения рыб, выработанные для предприятий по искусственному воспроизводству, осуществляющих свою рыбоводную деятельность в реализации продукции тихоокеанского лосося. Принцип «сухого» мечения был разработан сотрудниками лаборатории искусственного воспроизводства лососей и аквакультуры МагаданНИРО Сафоненковым Б.П., Рогатных А.Ю., Акиничевой Е.Г., который, в свою очередь, подкреплен патентным свидетельством Российского агентства по патентам и товарным знакам. Изложены основополагающие правила организованного пробоотбора, направленные на оптимизацию оценки качества полученных маркеров у инкубационного материала разных этапов онтогенеза.

Данное руководство является переработанной и актуализированной технической базой, предназначеннной для специалистов рыбоводных заводов, осуществляющих инкубацию тихоокеанских лососей преимущественно на воде из скважин, что является актуальным для ЛРЗ (ЛРЦ) Магаданской области.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ТРЕБОВАНИЯ К МАРКИРОВАНИЮ	10
2. ТРЕБОВАНИЯ К ОТБОРУ ПРОБ.....	19
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	24
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	27

ВВЕДЕНИЕ

Маркирование лососей в эмбриональный период развития и дальнейшая поимка меченых особей в период нагула в океане и анадромной миграции — один из наиболее надежных инструментов сбора, анализа и интерпретации полученной информации в области ихтиологии и рыбоводства. Современные направления в исследовании рыб, применяющие результаты маркирования, ориентированы на изучение путей и сроков миграций, районов нагула, идентификацию особей смешанных скоплений морского и пресноводного периодов жизни, численности и возраста объектов, вклада рыболовных предприятий в искусственное воспроизведение и др.

Известно множество способов мечения рыб, таких как ампутация различных плавников и жаберных крышек, применение химических веществ, окрашивающих ткани организма, метки (навесные, имплантированные, радиотелеметрические, магнитные), мечение с помощью радиоактивных изотопов и многие другие. Наиболее перспективным в практике рыбоводства является маркирование отолитов — твердых образований беловатого цвета, попарно расположенных в слуховых капсулах перепончатого лабиринта черепа рыб, которые служат органами слуха и равновесия. Традиционно лабиринт содержит три пары отолитов в виде обособленных структур разного размера (*Sagitta*, *Lapillus*, *Asteriscus*), при морфологических исследованиях предпочтение отдается самому крупному (сагиттальному) (рис. 1). Благодаря способности отолита реагировать на воздействие некоторых факторов окружающей среды и этапов развития жизненного цикла рыбы, возможно понимание специфики онтогенеза как отдельной особи, так и филогенеза всего вида в целом.



Рис. 1. Расположение и внешний вид сагиттальных отолитов у производителей тихоокеанских лососей на примере горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) (фото автора)

Существуют разные способы нанесения оригинальной метки на слуховой камешек: с использованием химических составов — раствором хлорида стронция, флуоресцентным красителем кальцеина или органическим соединением ализаринового красного, а также при периодической смене абиотических факторов, таких как изменение солености воды. В России по большей части используются два вида мечения, основанные на создании контролируемого градиента температуры воды (термический способ) [Munk et al., 1993] и выдерживании икры во влажной атмосфере с установленной временной периодичностью («сухой» способ) [Rogatnykh, Akinicheva, Safronenkov, 1999; Патент..., 2000]. Преимуществом данных способов является массовость, возможность пометить весь объем (100%)

реализуемой предприятием рыбоводной продукции. Демонстративные материалы, применяемых в мире видов маркирования на базе отолита представлены на рис. 2 (иллюстрации взяты с сайта <http://www.npacfc.org>).

Вышеописанные технологии мечения основаны на свойстве отолита изменять величину ежесуточных приростов под воздействием некоторых факторов внешней среды и заключаются в направленном регулировании условий содержания икры или свободных эмбрионов. Постепенный рост отолитов происходит за счет дифференцированного осаждения карбоната кальция и белка в течение 24 часов. Получаемая кристаллическая структура просматривается только при большом увеличении. Обособленные кристаллы заключены в белковую матрицу, полоса которой завершает рост кристаллов на каждом конце. Кристаллическая структура (светлая, более широкая часть ежесуточного прироста) состоит в основном из карбоната кальция в форме арагонита [Mugiya et al., 1981]. Белковая матрица отолита характеризуется высоким содержанием кислых аминокислот и представляет собой узкую, темную часть ежесуточного прироста [Degens et al., 1969; Dunkelberger et al., 1980; Ross and Pote, 1984].

Центральная часть отолита от ядра до первого суточного прироста называется нуклеусом. При формировании нуклеуса наслойние арагонита кальция вокруг центра отолита еще не завязано на внутренних циклических колебаниях, поэтому процесс носит нерегулярный характер. Циркадный (около 24-часовой) ритм наслойения кальция устанавливается у тихоокеанских лососей после формирования замкнутой кровеносной системы эмбриона, этот момент ориентировочно совпадает со стадией появления у икры сформированного зародышевого «глазка». На отолитах перестройка кровеносной системы обычно отмечается в виде более или менее выраженным поясом полос, который называют «кольцом пигментации глаз».

Маркирование слуховых структур у рыб происходит за счет разного рода изменений внешней среды (маркирующих факторов), влияющих на норму ежесуточного отложения карбоната кальция. Рост кристаллов приостанавливается под воздействием маркирующего фактора, и темная (протеиновая) зона прироста практически сливаются с протеиновой зоной предыдущих суток. Слой кристаллов кальция между ними можно различить лишь при увеличении более 1000 раз. Визуально это выглядит как одна темная, более широкая, чем в обычном суточном приросте, полоса. Опираясь на эту особенность, можно искусственно формировать маркер

**ИНСТРУКЦИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ «СУХОГО» МАРКИРОВАНИЯ
ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ В УСЛОВИЯХ РЫБОВОДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

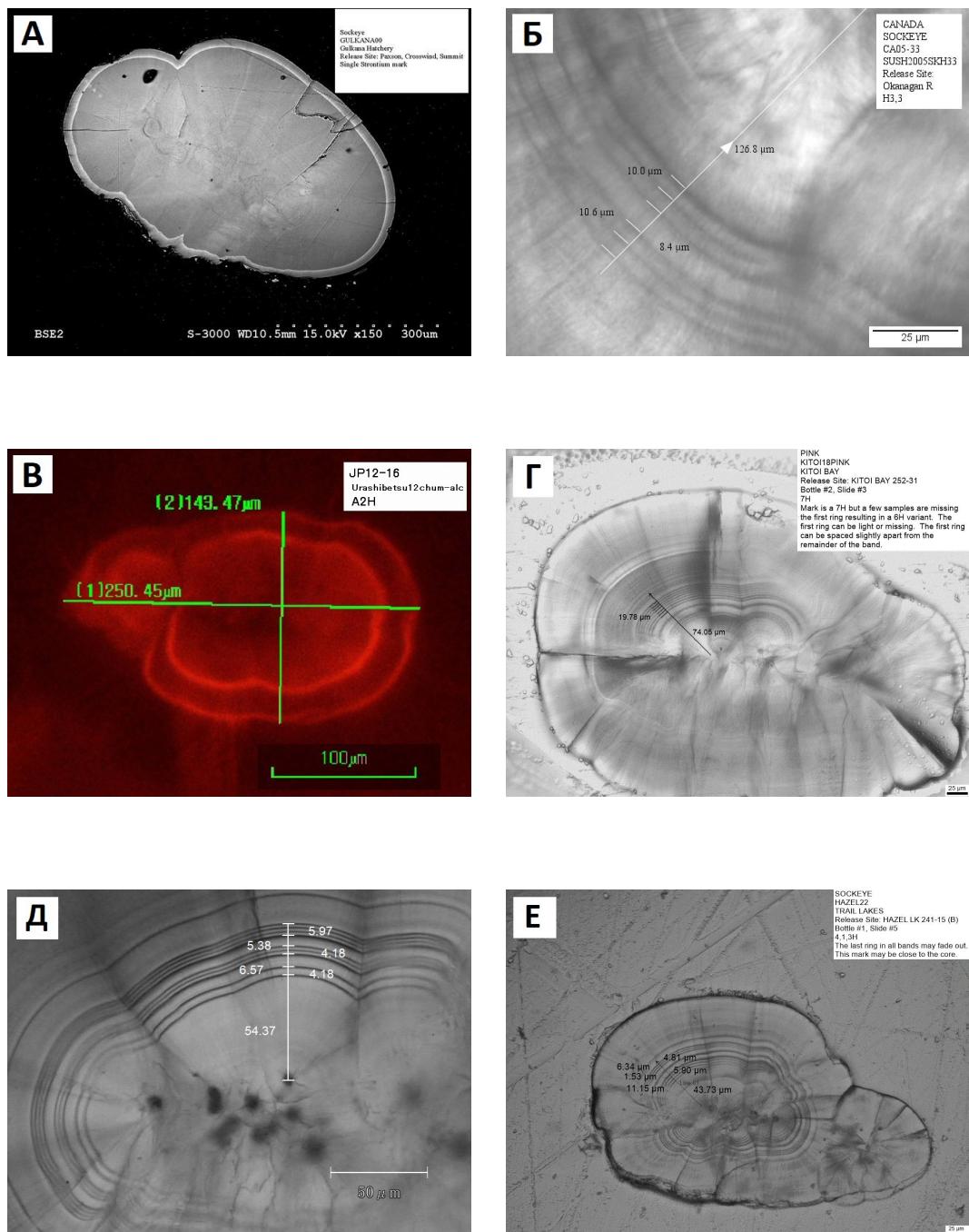


Рис. 2. Внешний вид меток в микроструктуре отолита: А. стронциевая, Б. кальцеиновая, В. ализариновая, Г. «соленая», Д. термическая, Е. «сухая» (фото из базы данных НПАФК)

на отолите в виде двойных черно-белых полос по типу штрих-кода, который сохраняется в течение всей жизни рыбы и дает возможность дальнейшей идентификации заводских особей, выращенных на конкретном рыбоводном предприятии, в возвратах [Campana, Neilson, 1985].

Маркирование отолита широко применяется среди рыболовных заводов стран Азиатско-Тихоокеанского региона для маркировки инкубационного материала тихоокеанских лососей на ранних этапах онтогенеза (эмбриональном или личиночном).

Лососи — анадромные виды, значительная часть их жизни проходит в океане, где после ската молоди из рек различных географических районов, происходит их смешивание, которое продолжается на протяжении всего периода нагула производителей. Чтобы безошибочно идентифицировать искусственно выращенных рыб на всем протяжении жизненного цикла, каждому виду лосося на ЛРЗ (ЛРЦ), реализующем работы по данному направлению, подбирается уникальная метка. При подборе режимов маркирования учитывают условия инкубации и техническое оснащение производственного помещения, эксплуатируемого при ее формировании [Urawa, Seki, Kawana, 2003].

На протяжении многих лет работы по отолитному маркированию координируются Комиссией по анадромным рыбам северной части Тихого Океана (НПАФК/NPAFC — North Pacific Anadromous Fish Commission). Главной целью международного соглашения являются инспекция и контроль промысла, проведение научных исследований, направленных на сохранение и рациональное использование запасов анадромных видов (тихоокеанских лососей и стальноголовой форели) в конвенционном районе Северной Пацифики. Участниками Комиссии являются 5 стран: Россия, США, Канада, Япония и Южная Корея.

В субъектах Дальневосточного федерального округа Российской Федерации на момент 2025 г. официально зарегистрировано более сотни арендованных предприятий, заводов частной и государственной форм собственности, занимающихся искусственным воспроизводством популяций всех шести видов лососевых (горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha* Waldaum, 1792), кеты (*Oncorhynchus keta* Waldaum, 1792), кижуч (*Oncorhynchus kisutch* Waldaum, 1792), нерки (*Oncorhynchus nerka* Waldaum, 1792), чавычи (*Oncorhynchus tshawytscha* Waldaum, 1792) и симы (*Oncorhynchus nerka* Brevoort, 1856)). Лидером в данном направлении является Сахалинская

область, порядка 70 % рыболовного кластера локализовано в этом регионе. Вся актуальная информация по рыбохозяйственному комплексу России отражена на официальных сайтах региональных подразделений ФГБУ «Главрыбвод» (<https://glavrybvod.ru/>) и органа исполнительной власти – Федерального агентства по рыболовству (<https://fish.gov.ru/>).

Мечение носит плановый характер, поэтому первостепенно, внутри каждой страны, заявки на маркирование подаются координатору, который рассматривает и утверждает метки для ЛРЗ (ЛРЦ) каждого заявленного территориального субъекта. Далее национальные планы мечения проходят корректировку на международном уровне во избежание дублирования между странами-участницами, поскольку в любом районе Зоны Конвенции, где происходит нагул курируемых видов, могут присутствовать рыбы с метками рыболовных предприятий всех стран. Информацию о маркированной молоди тихоокеанских лососей, а также цифровые фотографии отолитов с метками вносят в международную базу данных по маркированным лососям. Планируемые метки и результаты мечения ежегодно публикуются в виде документов, депонированных на электронном ресурсе НПАФК. Более подробно с положениями программы и профильной информацией можно ознакомиться на <http://www.npacf.org>.

ТРЕБОВАНИЯ К МАРКИРОВАНИЮ

Возможность применения и внедрения термического или сухого способов маркирования в условия любого предприятия напрямую зависит от технических возможностей эксплуатируемого оборудования, биотехнологии выращивания и характера имеющихся водоисточников, используемых ЛРЗ (ЛРЦ) для целей искусственного воспроизводства рыбоводной продукции.

При термическом маркировании полосы метки формируются за счет изменения температуры инкубационной воды. Наличие на ЛРЗ (ЛРЦ) двух водоисточников, имеющих стабильные показатели температур с разницей не менее 3 °С и необходимыми коммуникациями для подключения аппаратов, обеспечивает создание требуемого градиента значений для формирования плановой термической метки. Если источник со стабильной температурой на предприятии один, для формирования маркера необходимо нагревать или охлаждать системную воду, что не всегда возможно. Использование речной воды в виде сменного источника (маркирующего фактора) не всегда может гарантировать качественную метку, так как обычно в осенний период, когда происходит маркирование, наблюдаются резкие колебания температуры, что в конечном результате влечет формирование полос различной ширины и отчетливости. Оптимальный период использования речной воды для термического маркирования на заводах, функционирующих на воде скважин, – зимние месяцы, когда температура в реках стабильно сохраняется на уровне менее 0,5 °С.

«Сухой» способ нанесения метки основывается на биологической способности эмбрионов тихоокеанских лососей, находящихся под защитой первичной оболочки икринки, стабильно развиваться во влажной атмос-

фере. Технически, процесс мечения — это периодический полный слив и наполнение водой инкубационных аппаратов с выдерживанием заложенного биологического материала в образованной среде в установленное количество часов. Данный вид мечения обычно используют в ситуации, когда источник воды на предприятии только один. Если ЛРЗ (ЛРЦ) функционирует на воде скважин, при соблюдении всех требований к маркированию качественная «сухая» метка гарантирована благодаря постоянству значений температур воды скважин в течение суток и в необходимый период формирования метки. Также как и у термического способа, при речном водоснабжении ожидать удовлетворительного качества метки можно только в зимний период, когда колебания температуры невелики. Мечение в осенний период не гарантирует однозначно считываемую метку в связи с резкими колебаниями температуры в реке. Качество, в случае формирования «сухой» метки, преимущественно зависит от стабильности температуры воды.

Начинать комплекс мероприятий по отолитному маркированию можно в период достижения эмбрионом устойчивого циркадного ритма отложения кальция. При слишком раннем начале маркирования, получить планируемый рисунок метки невозможно (рис. 3). Для точного определения времени начала формирования ежесуточных приростов, характерного для конкретной предлагаемой популяции лососей, необходимо предварительно провести исследование микроструктуры отолитов икры из партий, закладываемых в различные сроки. Разработка подходящих режимов и рекомендаций к маркированию проводится только на основании полученных результатов (рис. 4, 5).

Период, когда возможно формирование метки в микроструктуре отолита, называют «окном маркирования». При «сухом» способе это возрастной интервал от начала формирования устойчивых ежесуточных приростов до выклева эмбриона из икринки. На практике «окно маркирования» может сокращаться за счет времени, необходимого на переборку отхода и заглавоременного (до начала изменений в оболочке икринки) выноса икры на выклев. Ориентировочный возрастной диапазон для закладываемых видов дальневосточных лососей, выработанный на научном сопровождении холодноводных предприятий Магаданской области, 340–500 градусо-дней. Для группы маркирования (при одновременном маркировании нескольких разновозрастных партий икры) этот период еще меньше.

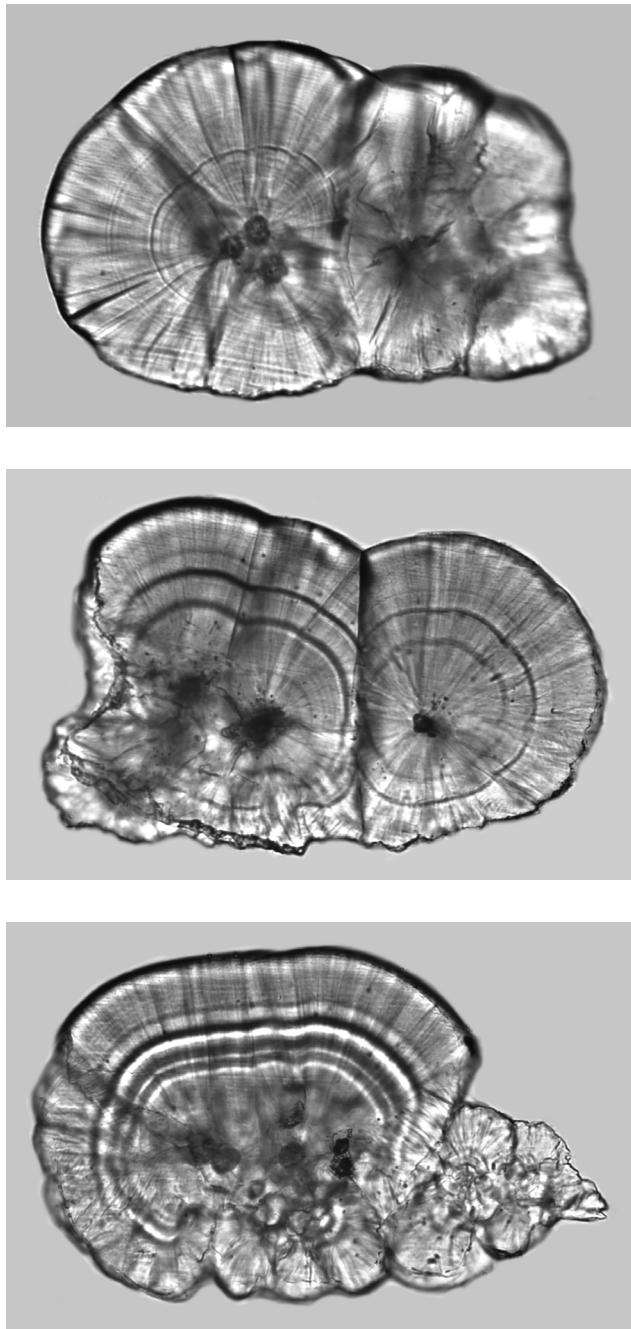


Рис. 3. Примеры структур сформированных ядер сагиттальных отолитов тихоокеанских лососей (слева направо): горбуши (383,9 градуса-дня), кеты (337,8 градуса-дня), кеты (328,2 градуса-дня) (фото автора)

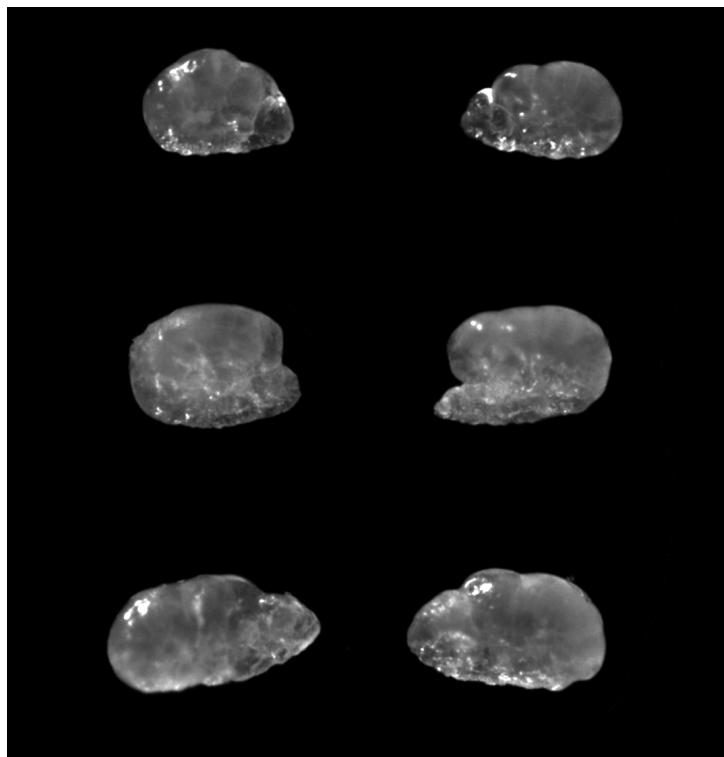
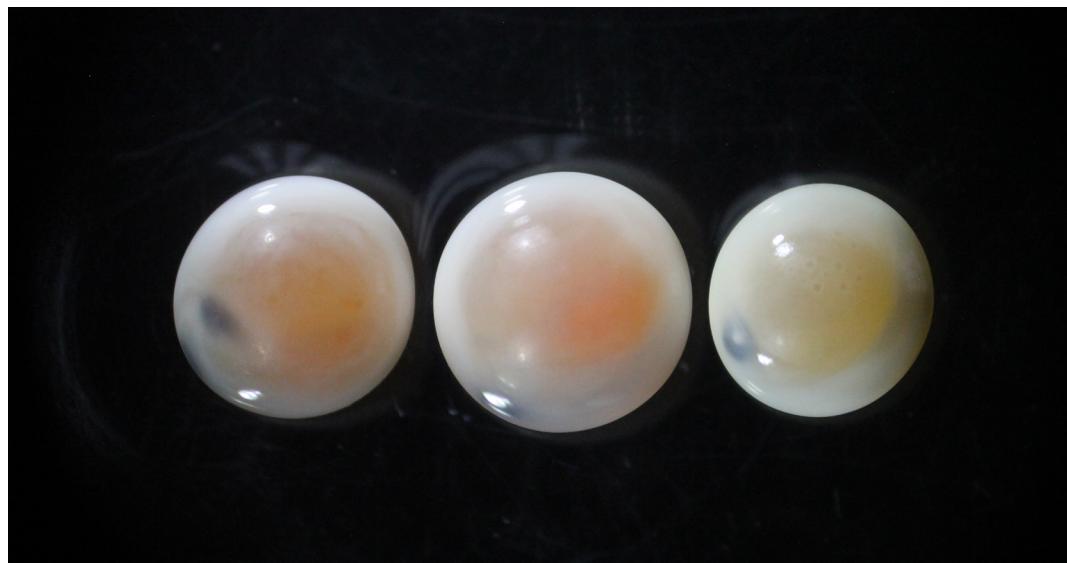


Рис. 4. Внешний вид готовой к маркированию икры и сагиттальных отолитов разных видов тихоокеанских лососей (фото автора)

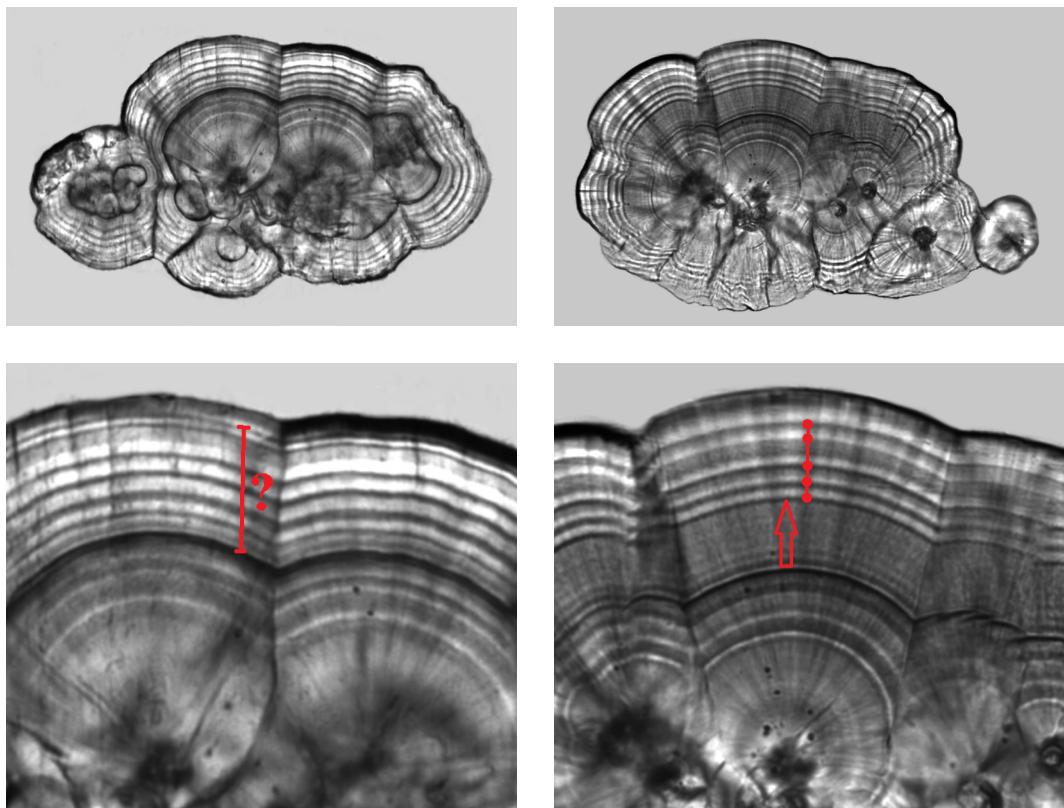


Рис. 5. Общий вид и локализация меток на отолите горбуши (слева направо):
при раннем и своевременном начале маркирования (фото автора)

Для того, чтобы на практике сформировать в микроструктуре отолита искусственный заводской маркер с качественной архитектурой полос в рисунке, необходимо четко придерживаться описываемого меткой режима маркирования, соблюдать последовательность ниже приведенных операций и требований технологического процесса:

- на стадии пигментации глаз необходимо исследовать микроструктуру отолитов эмбрионов из партий различного возраста (закладок с разных рек) на готовность развивающегося отолита к мечению. Обычно это необходимо на начальных этапах (в первые годы) проведения маркирования;
- предварительно определить группу маркирования в составе одной, либо нескольких заложенных партий икры, имеющих схожие возрастные показатели (градусо-дни) на начало проведения работ;

- весь комплекс мероприятий по «сухому» мечению осуществлять не раньше чем через 3 дня после выборки производственного отхода (обычно это минимально допустимый возраст 320 градусо-дней) и заканчивать не позднее, чем за 3 дня до размещения икры на выклев. В случае если «окно» маркирования короткое, вынос на выклев можно производить сразу после завершения последнего «сухого» периода, совместив воздействия возвращения водного содержания и манипуляций с переносом икры;
- перед каждым сливом воды следует производить тщательное перемешивание всей толщи икорного слоя в целях предотвращения слеживания его в пласти или комки;
- обязательным условием маркирования является проведение процедуры отключения/подачи воды в определенные периоды суток: с 8:00 до 10:00 в утренние часы и с 20:00 до 22:00 – в вечерние. При этом необходимо строго соблюдать время начала и завершения процедуры для каждой партии. Оптимальные показатели при мечении одной партии это 9:00 и 21:00. В случае группы маркирования начинать перемешивание следует так, чтобы завершить его и манипуляции с водой до 10:00 или 22:00;
- выдерживание икры в требуемых условиях маркирования должно быть одинаково для каждого инкубационного аппарата и составлять 12 либо 24 часа, поэтому следует неукоснительно соблюдать последовательность работы с инкубационными аппаратами в течение периода маркирования. Отклонение от строгого соблюдения регламентированных временных интервалов ведет к искажению очертаний полос у планируемого рисунка;
- для сохранения «влажной атмосферы» и во избежание пересыхания верхнего слоя икры в аппарате при сливе воды, а также исключения воздействия дневного (электрического) света на биологический материал, инкубатор в обязательном порядке накрывают непрозрачной полиэтиленовой пленкой и сверху плотно крышкой;
- в период маркирования не допускать каких-либо манипуляций с инкубационным материалом, непредусмотренных режимом маркирования, так как они ведут к формированию метки непланового вида. Это касается как изменений в водоснабжении, так и мероприятий, связанных с дезинфекцией икры или ее учетом.

С учетом вышесказанного процедура «сухого» маркирования на любом ЛРЗ (ЛРЦ) должна происходить по следующему алгоритму:

I. Перед проведением маркирования:

1. Провести плановые мероприятия по дезинфекции и переборке икры от производственного отхода не менее чем за 3 дня до начала маркирования.
2. Убедиться, что вся икра предполагаемого к маркированию объема достигла устойчивой стадии «пигментации глаз».
3. Произвести пробоотбор в пределах 50 экз. икринок для анализа структуры отолитов и удостовериться в окончании формирования кольца «пигментации глаз».
4. Проверить качество переборки икры, так как в отсутствие проточной воды очаги болезнетворных микроорганизмов разрастаются ускоренными темпами.

II. Для выдерживания икры во влажной атмосфере:

1. Перед отключением воды произвести тщательное перемешивание всей толщи икры, предотвращающее наличие слежавшихся у нее пластов или комков.
2. Прекратить подачу воды в инкубатор.
3. Слить оставшуюся воду.
4. В аппаратах Аткинса расширенного типа — поднять шандорки аппаратов на высоту 1,5-2,0 см и закрепить их на этом уровне деревянными клинышками. В аппаратах типа NOPAD — развернуть подающие воду трубы так, чтобы предотвратить доступ воды к икре при включении воды. Во флотационных аппаратах типа NYS перекрыть над отсеком подачи воды водопроводный вентиль.
5. Допустимо включение воды, так чтобы она протекала по дну первого бокса (аппараты Аткинса яичного типа) либо всего инкубатора (аппараты Аткинса расширенного типа), по боковым стенкам (аппараты типа NOPAD) или, под ячейками закладки (флотационные аппараты типа NYS), без проникновения к икре.
6. Накрыть каждый ящик инкубационного аппарата полиэтиленовой пленкой и/или крышкой для сохранения влажности поверхности всего объема икры.

III. В соответствии с графиком мечения произвести процедуру возврата к процессу нормальной инкубации, для чего требуется:

1. Снять полиэтиленовую пленку и/или крышку с инкубатора.
2. Вернуть шандорки аппарата Аткинса, трубы аппарата типа NOPAD или водопроводный вентиль у флотационных аппаратов типа NYS в рабочее положение.
3. При наполнении ящиков (ячеек закладки икры) инкубационных аппаратов водой тщательно перемешать икру.
4. Отрегулировать подачу воды в инкубационные аппараты.

IV. Повторить процедуры, начиная с пункта II (для выдерживания икры во влажной атмосфере), столько раз, сколько это предусмотрено графиком маркирования.

На рис. 6-8 схематично проиллюстрирована технология способа «сухого» маркирования на примере трех конфигураций 5-полосных меток с режимами мечения (HATCH CODE): 5H; 5nH; 3,2nH, где H – выклев из икры (D – dry/осушение, W – water/обводнение).

Реализация лососевым рыбоводным предприятием отолитного мечения, характеризующегося на выходе метками непланового вида, зачастую приводит к дальнейшим проблемам при идентификации маркера у рыб смешанных скоплений, а в ряде случаев заводские особи вовсе остаются не учтенными. В рамках международного соглашения используется широкое многообразие «сухих» и термических кодировок – по данным НПАФК, около полусотни уникальных маркеров в год согласуется для дальневосточных рыбоводных предприятий Российской Федерации. Поэтому полученные дефектные модификации меток могут копировать заводские схемы, согласованные для других ЛРЗ (ЛРЦ), и впоследствии формировать некорректную региональную статистику по искусственно воспроизводству тихоокеанских лососей.

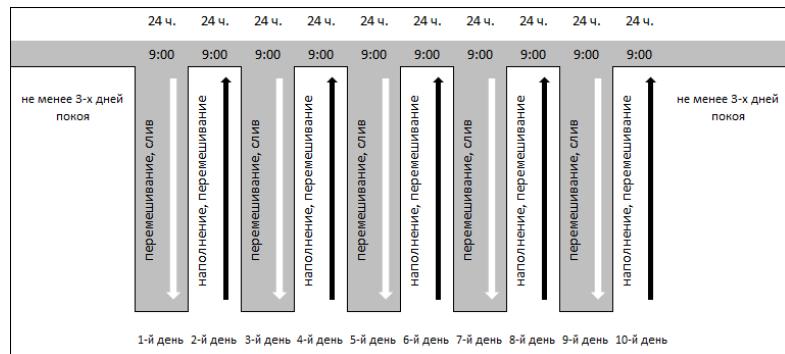


Рис. 6. Схема маркирования 5H – (5X)24D:24W (графическое изображение I I I I I)

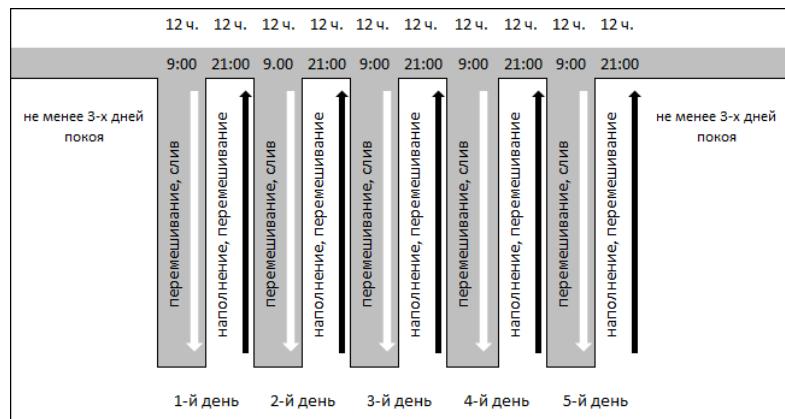


Рис. 7. Схема маркирования 5nH – (5X)12D:12W (графическое изображение IIII)

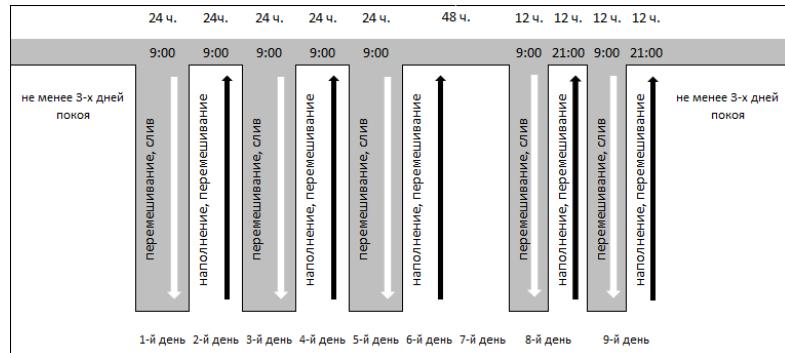


Рис. 8. Схема маркирования 3,2nH – (2X)24D:24W,(1X)24D:48W, (2X)12D:12W (графическое изображение III II)

ТРЕБОВАНИЯ К ОТБОРУ ПРОБ

По завершении маркирования рабочим персоналом рыбоводного предприятия в обязательном порядке отбираются пробы эмбрионально-личиночного материала, а также молоди тихоокеанских лососей перед реализацией. Массив аналитических данных, полученный с этих этапов онтогенеза, ложится в основу оценки качества проделанных работ и расчетов дальнейшей возможности идентификации заводских производителей на путях анадромных миграций. В случае, если ЛРЗ (ЛРЦ) осуществляет инкубацию каждой отдельно заложенной партии индивидуально (без последующего смешивания), то пробоотбор проводится преимущественно на выпуске продукции.

Выявление заводского вмешательства в микроструктуре отолита и классификация качества полученной метки может быть осложнено некорректным или несвоевременным сбором проб. Для того, чтобы свести к минимуму негативное влияние ряда факторов и оптимизировать процесс исследования изъятых образцов, пробоотборщикам следует соблюдать порядок манипуляций и основные принципы:

- производить отбор промаркированного инкубационного материала из всех обособленно заложенных партий, меченых самостоятельно или же в составе группы маркирования. **Неприемлема** передача предприятием на анализ выборок из двух и более партий (смешанных проб), вследствие чего невозможно будет объективно оценить качество маркирования для каждой из них, а также внести необходимые корректировки в рабочий процесс. Если ЛРЗ (ЛРЦ) практикует объединение смежных (близких по возрасту) партий или всего инкубационного материала после выклева, то мониторинг качества проводится у каждой партии на этапе эмбрионально-личиночного развития и общей смешанной пробе перед выпуском;

- изымаемый объем контрольной выборки составляет 30–50 экз. в таре, этот норматив равнозначен любой стадии развития выращиваемой рыбы (икры, личинки, малька), отбираемой в целях научного сопровождения. Единственный фиксатор, разрешенный к использованию (заливке проб), — этиловый спирт (C_2H_5OH) от 80 %. Раствор меньшей крепости считается слишком кислым для безопасной консервации эмбрионально-личиночных отолитов. В случае отсутствия консерванта, рекомендуется произвести сбор образцов вместе с инкубационной водой и в течение нескольких часов направить его на обработку. При невозможности доставки проб в короткие сроки допускается их хранение в замороженном виде до передачи. **Категорически запрещено** консервировать пробы раствором формальдегида (CH_2O) любой концентрации, контакт с действующим химическим веществом приводит к растворению отолита и потере его физических свойств [Stevenson, 1992]. **Не рекомендуется** отбирать на анализ биологический материал, пораженный плесневыми грибами. Проблематично на месте отследить степень изменений в икре на момент фиксации и оценить пригодность отолита для микроскопии;
- минимальный установленный временной порог отбора материалов для исследований метки, выработанный на практике научного сопровождения искусственного воспроизводства горбуши, кеты и кижуча на холодноводных лососевых заводах, — 3 недели со дня полного завершения всего комплекса мероприятий по отолитному мечению. Это обусловлено тем, что оптически центральная часть отолита более плотная, чем отличается от краевой линии, представляющей собой тонкую склоненную область. Такая структурная особенность не позволяет в полной мере оценить наличие и качество локализованных на краю полос, пока не нарастет ее достаточная толщина. Идентификация структурных элементов заводского маркера на отолите, отобранных раньше минимального срока, зачастую затруднена или вовсе невозможна (рис. 9, 10). Если для ЛРЗ (ЛРЦ) проблематично выполнение данного требования по причине раннего смешивания инкубационного материала, при котором невозможно достичь необходимый период отбора образцов, то в таком случае пробоотборщикам рекомендовано осуществлять все манипуляции по сбору непосредственно перед процессом объединения партий, без ориентирования на выше описанный временной срок.

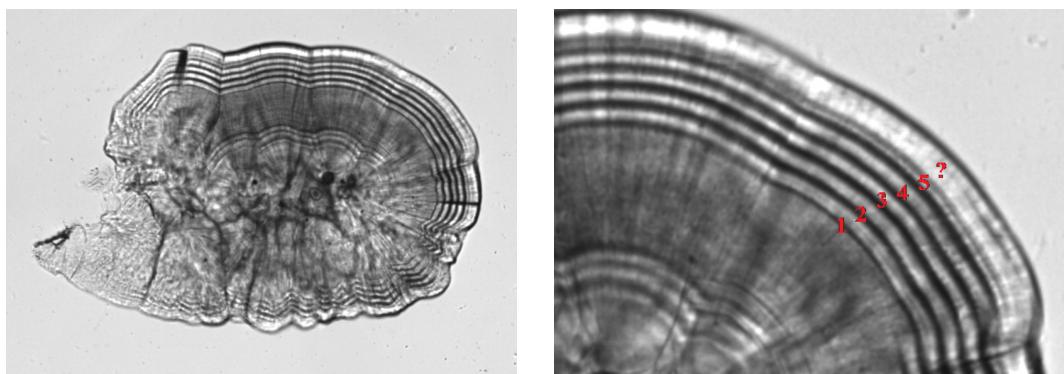


Рис. 9. Пример общего вида и локализации метки 6Н на отолите кеты при раннем отборе проб (фото автора)

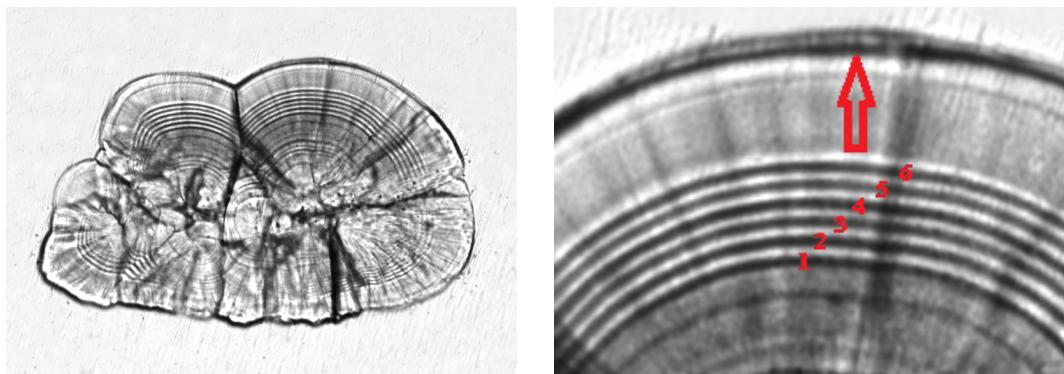


Рис. 10. Пример общего вида и локализации метки 6Н на отолите кеты при своевременном отборе проб (фото автора)

- тара с биологическим материалом в обязательном порядке оснащается текстовой биркой — этикеткой. В этикетке должна быть отображена вся основная информация: наименование ЛРЗ (ЛРЦ), номер партии, из которой совершился пробоотбор, вид водного биологического ресурса, дата отбора пробы, дата закладки партии и периода маркирования, а также возраст эмбрионов (градусо-дни) на начало и конец маркирования (рис. 11).

Также одним из немаловажных организационных процессов на производстве является грамотное ведение предприятием рыбоводной технической и отчетной документации. Рабочий персонал завода обязан сво-

<i>Дата отбора пробы:</i> _____
<i>ЛРЗ:</i> _____ <i>№ партии:</i> _____
<i>Вид ВБР:</i> _____
<i>Дата закладки:</i> _____
<i>Дата начала и конца маркирования:</i> _____
<i>Градусо-дни на начало и конец маркирования:</i> _____

Рис. 11. Образец этикетки на тару с пробой исследуемого биологического материала

евременно заполнять и отражать всю ключевую информацию текущего рыбоводного цикла в производственном журнале: температурные показатели (водоисточника и инкубационной воды, воздуха производственного помещения, гидрометеорологические условия и др.), значимые периоды развития инкубационного материала (закладка, пигментация глаз, начало выклева, выклев и др.), фиксировать разного рода заводское вмешательство (переборку, дезинфицирующие мероприятия, перевозку, мечение, пробоотбор и др.). В обязанностях ЛРЗ (ЛРЦ) предусмотрена подготовка документации по интересующим показателям производственного процесса и отолитному маркированию в виде оформленных отчетов установленной формы.

В случае возникновении любого рода экстренных ситуаций (необходимости принятия мер по предотвращению заболеваний, технические проблемы, ведущие к смене температурного режима и др.) следует подробно изложить происходящее, детально описать время событий и показателей изменений температуры воды. Отобрать пробы инкубационного материала через 10 дней после неплановой ситуации, в целях дальнейшего рассмотрения возможности отолитного маркирования в технических условиях, сложившихся на предприятии.

В рамках Конвенции НПАФК организации, осуществляющие научное сопровождение мечения, ежегодно предоставляют итоговые сводные данные по маркированию и выпускам курируемых видов тихоокеанских лососей с рыболовных заводов Дальневосточного рыбохозяйственного комплекса. В связи с этим мониторинговые работы на ЛРЗ (ЛРЦ) строятся таким образом, чтобы производимый отбор представительных выборок молоди из партий позволял в наиболее полной мере оценить качество и количество полученных меток. Величина отбираемых при «сухом» маркировании проб напрямую зависит от числа маркируемых на предприятии видов лососей, количества заложенных партий, используемых вариаций уникальных маркеров и полученных модификаций меток разного качества внутри каждой партии. Общая выборка должна представлять особенности меток на отолитах лососей, выпущенных с каждого завода так, чтобы можно было реально оценить количество идентифицируемой по происхождению молоди. Все получаемые итоговые материалы сводятся национальным координатором группы по маркированию тихоокеанского лосося и предоставляются в виде статистических таблиц и коллекции цифровых фотографий меток на отолитах молоди с последующей их загрузкой в международную базу данных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В современном мире искусственному воспроизведству ценных и осо-бо ценных видов водных биологических ресурсов уделяется пристальное внимание. В связи с интенсивной промышленной эксплуатацией миро-вых рыбных запасов многие дикие популяции испытывают значительную антропогенную нагрузку. Одно из приоритетных научных исследований, поддерживающее стратегию развития рыбохозяйственного комплекса Рос-сийской Федерации, — искусственное воспроизведение лососевых видов, включающее в себя мониторинг отолитного маркирования на рыбоводных заводах, научно-исследовательские работы по вторичной поимке произ-водителей на путях анадромных миграций и оценка вклада ЛРЗ (ЛРЦ) в перенос пресса промысла на искусственно созданные популяции. Благо-даря постоянному развитию данного направления, маркирование на базе отолита повсеместно закреплено на государственных предприятиях Даль-него Востока, а также используется в частном рыбопромышленном секто-ре, как инструмент для решения производственных и прикладных задач.

Тихоокеанские лососи — это рыбы, относящиеся к проходным видам, поэтому осуществление человеком отолитного мечения водных объектов аквакультуры, выращиваемых на производстве, обязано быть реализовано качественными метками, обеспечивающими безошибочную оценку про-исхождения каждой искусственно выведенной особи. Организация мар-кирования на предприятии - достаточно трудоемкий процесс, для его эф-фективного внедрения необходимо всестороннее изучение развития ран-них этапов онтогенеза у интересующих видов лососей и индивидуальных особенностей микроструктуры сагиттальных отолитов, формирующихся в конкретных условиях. Учет всех технических возможностей, водоснаб-

жения, применяемой биотехнологии, грамотный подбор режима и интеграция подходящего способа маркирования позволяют избежать многих сопутствующих негативных воздействий, искажающих плановый рисунок.

Опираясь на многолетнюю практику, можно с уверенностью утверждать, что метод «сухого» маркирования функционален и подходит под многие поставленные цели — он довольно прост, удобен и не требует специального (дополнительного) оборудования или затрат энергии, применим при заводском и внезаводском (в полевых условиях) разведении тихоокеанских лососей. Ответственный подход специалистов рыболоводных предприятий к процессу мечения позволит сформировать качественную метку, легко идентифицируемую на любом этапе онтогенеза заводской рыбы.

Установлено, что апробирование и внедрение мечения тихоокеанских лососей в настоящее время приобрело массовый характер, вследствие чего стало возможным решение следующих задач:

- оценить эффективность искусственного воспроизводства на основе идентифицированных долей и коэффициентов возврата заводских производителей, характеризующих рентабельность ЛРЗ (ЛРЦ) (определение их вклада в рыболовство). При широкомасштабном мечении возможно оценить эффективность работы всего лососеводческого комплекса Дальнего Востока России;
- установить происхождение особей тихоокеанских лососей в облавляемых скоплениях пресноводного или морского периодов жизни, определить сроки их нерестовой миграции в базовые реки, с целью переноса (усилению) пресса промысла на искусственно выращенную популяцию рыб;
- подобрать наиболее эффективный подход к выращиванию и содержанию рыболовной продукции в условиях лососевого предприятия (биотехнологию разведения), что достигается маркированием разных партий водных биологических ресурсов, инкубируемых внутри одного ЛРЗ (ЛРЦ) с применением различных режимов маркирования;
- изучить проблемы изменчивости сезонных путей миграций и районов нагула конкретных стад лососей. Выловом производителей в период преданадромных миграций можно получать материалы к изучению данной проблемы, благодаря найденным меткам на отолите, идентификация которых расскажет о точном месте происхождения рыбы;
- выявить изменения, происходящие в экосистеме океана, и оценить их влияние на выживаемость рыб в морской период или на критических

этапах жизненного цикла, проводя исследования ретроспективных данных по динамике промышленного возврата и материалам из разных регионов Дальнего Востока России;

- исследовать высокоадаптивные миграционные характеристики поведения анадромных видов — хоминг и стрейнг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акиничева Е.Г. Организация маркирования тихоокеанских лососей на ЛРЗ Дальнего Востока / Е.Г. Акиничева, Б.П. Сафроненков, Е.А. Фомин // Бюллетень № 6 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИНРО, 2011. — С. 275-283.
2. Патент № 2150827 C1 Российская Федерация, МПК A01K 61/00. Способ массового мечения рыб: № 99101432/13: заявл. 26.01.1999: опубл. 20.06.2000 / Б.П. Сафроненков, Е.Г. Акиничева, А.Ю. Рогатных; заявитель Магаданское отделение Тихоокеанского научно-исследовательского рыболово-промыслового центра.
3. Сафроненков Б.П., Рогатных А.Ю., Акиничева Е.Г. Инструкция по применению способа сухого маркирования отолитов рыб на лососевых рыбоводных заводах. Магадан, 2002. — 8 с.
4. A hatchery water-heating system and its application to 100% thermal marking of incubating salmon / K. M. Munk, W. W. Smoker, D. R. Beard, R.W. Mattson // Mattson Progress. Fish Culturist. — 1993. — V. 3. — № 4. — P. 284 — 288.
5. Campana S.E., Neilson J.D. Microstructure of otoliths // Can. J. Fish. Aquat. Sci. — 1985. — Vol. 42 — P. 1014 — 1032.
6. Degens E.T., Deuser W.G., Haedrich R.L. 1969 Molecular structure and composition of fish otoliths. Marine Biol. 2:105-113.
7. Dunkelberger D.G., Dean J.M., Watabe N. (1980) The ultrastructure of the otolithic membrane and otolith of the juvenile mummichog. Morph J. 163: 367-377.
8. Mugiyama Y.N., Watabe J., Yamada J.M., Dean D.G., Dunkelberger D.G. and SHIMIZU M. 1981. Diurnal rhythm in otolith formation in the goldfish. Camssius allrotllos. Compo Biochem. Physiol. 68A: 659-662.
9. Rogatnykh A. The Dry Method of Otolith Mass Marking / A. Rogatnykh, E. Akinicheva, B. Safronenkov // NPAFC Technical Report 3 : Workshop on Salmonid Otolith Marking, Seattle, 21 марта 2001 года / NORTH PACIFIC ANADROMOUS FISH COMMISSION. Vol. 3. — Seattle: NORTH PACIFIC ANADROMOUS FISH COMMISSION, 2001. — P. 3-5.
10. Ross M.D., Pote K.G., 1984. Some properties of otoconia. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B 304, 445-452.
11. Stevenson D.K. and Campana S.E. 1992. Otolith microstructure examination and analysis. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 117: 126 p.
12. Urawa S., Seki J., Kawana M. et al. Origins of juvenile chum salmon caught in the Okhotsk Sea during the fall of 2000. — 2003. — NPAFC Doc. 721. — 12

**МЕТЕЛЕВ ЕВГЕНИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ,
КАЛЯКИНА МАРИЯ ЕВГЕНЬЕВНА**

**ИНСТРУКЦИЯ
ПО ОРГАНИЗАЦИИ «СУХОГО» МАРКИРОВАНИЯ
ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ В УСЛОВИЯХ РЫБОВОДНЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Редактор О.С. Юрова
Компьютерная верстка М.Д. Козина
Подписано в печать 12.11.2025.
Формат 70x100/16
печ. л. 12,5
Тираж 300 экз.

ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»
105187, г. Москва, проезд Окружной, д. 19
Тел.: +7 (499) 369-92-86