

Научная статья / Original article

УДК 597.552.511:639.3

doi:10.15853/2072-8212.2023.68.63-69



НАУЧНОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ОТОЛИТНОГО МАРКИРОВАНИЯ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ НА ЛРЗ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ В РЫБОВОДНЫЙ ЦИКЛ 2021–2022 ГГ.

Калякина Мария Евгеньевна, Литанюк Евгения Ярославовна

Магаданский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (МагаданНИРО), Магадан, Россия, Fishbony@mail.ru

Аннотация. В работе представлены данные по мониторингу условий и качеству отолитного маркирования инкубационно-личиночного материала и выпусков рыболовной продукции тихоокеанских лососей, закладываемых в целях искусственного воспроизводства на трех действующих рыболовных предприятиях Магаданской области. Произведена результативная оценка мечения у кеты, горбуши, кижуча поколения 2021 г. и рассчитана дальнейшая возможность идентификации заводских производителей во время анадромной миграции в базовые водоемы и водотоки рыболовных заводов.

Ключевые слова: Янский лососевый рыболовный завод (ЯЛРЗ), Арманский лососевый рыболовный завод (АЛРЗ), Ольская экспериментальная производственно-акклиматизационная база (ОЭПАБ), искусственное воспроизводство, тихоокеанские лососи, отолит, качество маркирования, NPAFC

Для цитирования: Калякина М.Е., Литанюк Е.Я. Научное сопровождение отолитного маркирования тихоокеанских лососей на ЛРЗ Магаданской области в рыболовный цикл 2021–2022 гг. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2023. Вып. 68. С. 63–69.

SCIENTIFIC SUPPORT OF PACIFIC SALMON OTOLITH MARKING AT HATCHERIES OF MAGADAN REGION IN 2021–2022 FISH BREEDING CYCLE

Maria E. Kalyakina, Evgeniya Y. Litanyuk

Magadan Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (MagadanNIRO), Magadan, Russia, Fishbony@mail.ru

Abstract. The paper presents data on monitoring the conditions and quality of otolith marking of incubation-larval material, and releases of Pacific salmon, reared at three fish hatcheries of the Magadan Region for the purpose of artificial reproduction. An effective assessment of marking chum, pink and coho salmon of the 2021 generation and the further possibility to identify adult hatchery-reared individuals during anadromous migration into the hatchery-home lakes or rivers.

Keywords: Yansky salmon hatchery, Arman sky salmon hatchery, Ola experimental rearing and acclimation base, artificial production, Pacific salmon, otolith, marking quality, NPAFC

For citation: Kalyakina M.E., Litanyuk E.Y. Scientific support of Pacific salmon otolith marking at hatcheries of Magadan Region in 2021–2022 fish breeding cycle // The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean. 2023. Vol. 68. P. 63–69. (In Russian)

Мечение на рыболовных заводах и вторичная поимка маркированных производителей — один из наиболее надежных инструментов исследований в области ихтиологии и рыболовства. В настоящее время используется множество разновидностей маркирования биологического материала. Наиболее показательным и точным в практике себя показало отолитное мечение, основанное на применении способов по созданию градиента температур (Munk et al., 1993) или периодического осушения икры (Safronenkov et al., 1999). Полученный маркер сохраняется на протяжении всего жизненного цикла рыбы и может быть идентифицирован

на любом этапе онтогенеза. В рамках международной программы, координируемой Комиссией по анадромным рыбам северной части Тихого Океана (NPAFC – North Pacific Anadromous Fish Commission), отолитное маркирование широко применяют на лососевых рыболовных заводах (ЛРЗ) стран Тихоокеанского региона для маркирования инкубационно-личиночного материала и молоди тихоокеанских лососей. Совместная работа стран-участниц в формировании банка данных с кодированными метками (www.npafc.org) способствует однозначному определению маркированных рыб в морских и пресноводных уловах, а также полу-

чению информации об изменчивости сезонных путей миграций и районов нагула конкретных стад лососей.

Цель работы — получить результативную оценку отолитного маркирования поколения 2021 г., выращенного на ЛРЗ Магаданской области, и сформировать сравнительную базу для достоверной идентификации заводских производителей тихоокеанских лососей в смешанных природных скоплениях.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В 2021 г. на рыбоводных заводах, подведомственных Охотскому филиалу ФГБУ «Главрыбвод», проводилось мечение заложенной икры дальневосточных лососей методом сухого маркирования. Для трех действующих ЛРЗ Магаданской области было разработано и утверждено девять режимов мечения под все виды лосося, закладываемые в целях искусственного воспроизводства (Akinicheva et al., 2022). В эмбриональный период было тотально промаркировано 21,14 млн икр., из них горбуши — 19,56 млн икр., кеты — 1,23 млн икр., кижуча — 0,35 млн икр. В целях мониторинга условий и качества мечения проводился отбор из каждой отдельно меченой партии (эмбрионы) и общих смешанных проб (молодь). Предприятиями предоставлялись журналы градусо-дней с показателями технологического процесса.

Подготовка отолитов к анализу микроструктуры выполнялась в соответствии с общепринятыми методиками отолитометрических исследований (Secor et al., 1991). В общей сложности были проанализированы шлифы отолитных препаратов в количестве 1315 экз. из эмбрионов и молоди горбуши, кеты, кижуча. В процессе камеральной обработки выявлялись структурные нарушения в схеме метки, на основании которых проводился расчет относительных долей различного качества мечения в партиях, которые объединялись в следующие группы:

– однозначная идентификация — метка соответствует плановому виду и позволяет без сомнения выявить заводских производителей в возвратах;

– идентификация со сравнением — метка имеет отклонения от планируемого рисунка, установка происхождения обнаруженной структуры осуществляется в процессе сопоставления с отолитами выпущенной маркированной молоди;

– идентификация меткой другого ЛРЗ — наличие четких структур, которые можно описать

в системе HATCH-CODE, отлично от анализируемой метки;

– неидентифицируемая метка — полное отсутствие метки или хаотичный набор полос, не группирующийся в утвержденный заводской рисунок.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На северном побережье Охотского моря в пределах Магаданской области рыбоводные предприятия сосредоточены на трех крупных реках Тауйской губы (Яна, Ола и Армань), введены в эксплуатацию в период 1983–1995 гг. Инкубация на ЛРЗ обеспечивается из артезианских скважин, а также речными водами в весенне-летнее время (Хованская, 2008).

Янский лососевый рыбоводный завод (ЯЛРЗ)

В условиях Янского ЛРЗ было промаркировано 6,55 млн икринок происхождения реки Яна (базовый водоем), из них на долю горбуши приходилось 5,93 млн, кеты — 0,42 млн, кижуча — 0,20 млн. За технологический цикл 2021–2022 гг. ЯЛРЗ показал один из наилучших результатов по отолитному мечению. Оценка качества, проведенная для рыбоводного предприятия, показала, что во всех отобранных пробах возможно идентифицировать заводское вмешательство в более 93% случаев, а однозначной идентификации поддается около 61% меченого материала. ЛРЗ является единственным условно тепловодным из всех рыбоводных предприятий, имеющим характерную особенность — постоянство температурного режима с наименьшими колебаниями значений во время инкубации и маркирования икры. Этот фактор положительно влияет на качество структуры полос в самом рисунке и не способствует образованию «шумов» в эмбриональной зоне (табл. 1, рис. 1).

Ольская экспериментальная производственно-акклиматизационная база (ОЭПАБ)

На Ольской ЭПАБ было промаркировано 8,10 млн икринок, горбуша от общего объема составляла 7,24 млн, кета — 0,74 млн, кижуч — 0,12 млн. Сбор и закладка икры тихоокеанских лососей производились с бассейна базовой реки Олы и реки-донора Кулькуты. Оценка качества, проведенная для рыбоводного предприятия, показала, что во всех отобранных пробах горбуши, кеты и кижуча возможно

идентифицировать заводские маркеры в более 97% случаев, а однозначной идентификации поддается около 53% меченого инкубацион-

ного материала. Основываясь на репрезентативных материалах технологического процесса, для ОЭПАБ свойственны колебания гидро-

Таблица 1. Результат оценки качества меток на отолитах эмбрионов лососей, заложенных на ЯЛРЗ, %
Table 1. Results of the quality assessment of salmon embryonic otolith marks at the Yansky salmon hatchery, %

Вид Species	Маркировано, тыс. икр. Marked pool, thous. eggs	Метка Mark	Идентифицируемо Identified	Идентификация со сравнением Identified when compared	Неидентифицируемо Not identified
Горбуша Pink salmon	5931,97	4,2nH	68,0	25,3	6,7
Кета Chum salmon	418,14	5,1H	70,0	23,4	6,6
Кижуч Coho salmon	202,52	3,3H	46,0	51,0	3,0

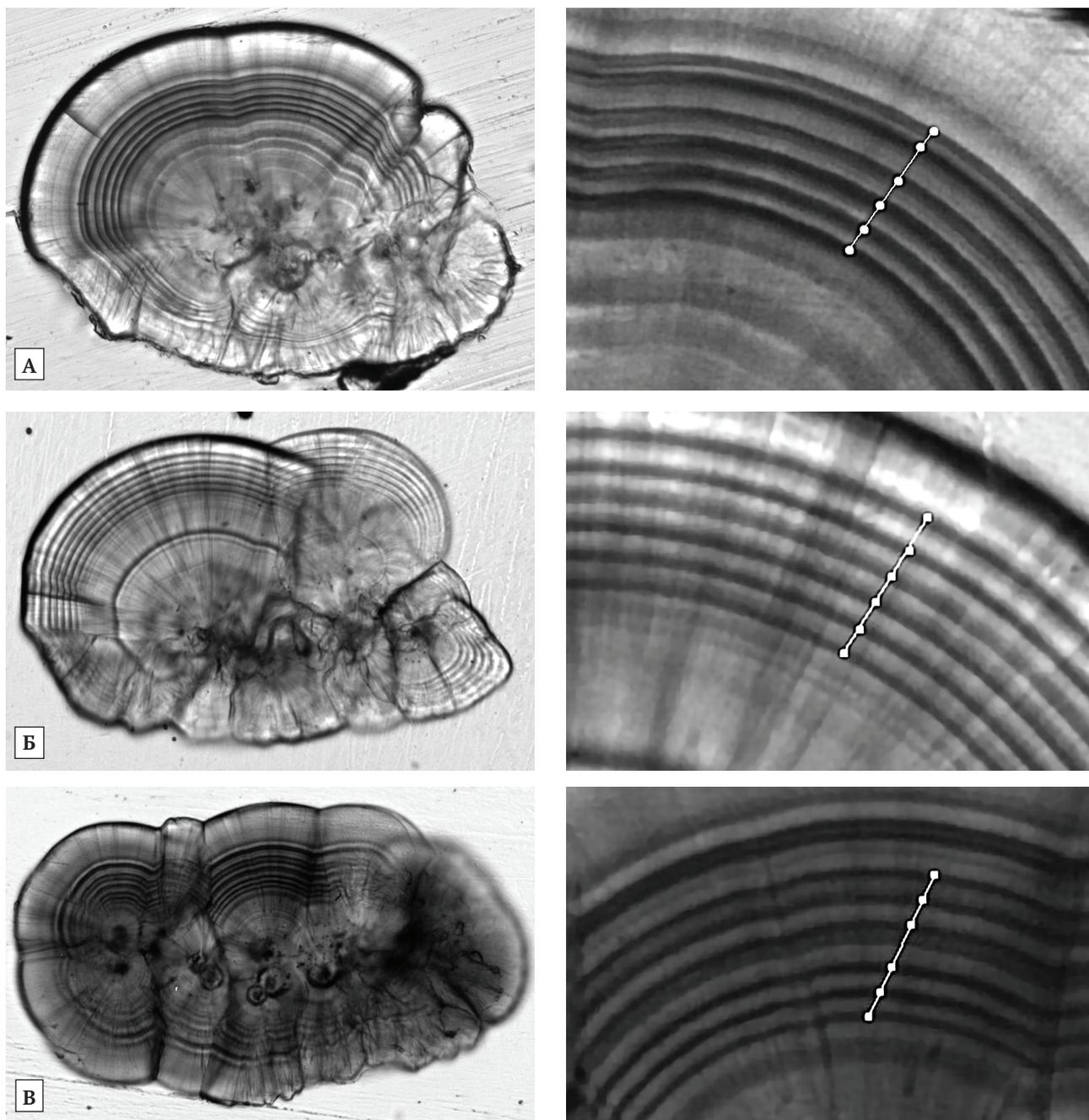


Рис. 1. Однозначно идентифицируемые метки на отолитах: А — горбуши, Б — кеты, В — кижуча. Янский ЛРЗ
Fig. 1. Clearly identified marks on the otoliths: А — pink salmon, Б — chum salmon, В — coho salmon. Yansky salmon hatchery

метеорологических показателей, начиная от стадии пигментации глаз до выклева свободных эмбрионов. Амплитудные скачки в про-

цессе инкубации зачастую осложняют работу по отолитному маркированию и искажают рисунок метки (табл. 2, рис. 2).

Таблица 2. Результат оценки качества меток на отолитах эмбрионов лососей, заложенных на ОЭПАБ, %
Table 2. Results of the quality assessment of salmon embryonic otolith marks at the Ola experimental base, %

Вид Species	Маркировано, тыс. икр. Marked pool, thous. eggs	Метка Mark	Идентифицируемо Identified	Идентификация со сравнением Identified when compared	Неидентифицируемо Not identified
Горбуша Pink salmon	7238,51	3,3nH	52,0	44,7	3,3
Кета Chum salmon	738,10	4,2nH	53,0	45,3	1,7
Кижуч Coho salmon	118,89	5,1H	54,0	44,0	2,0

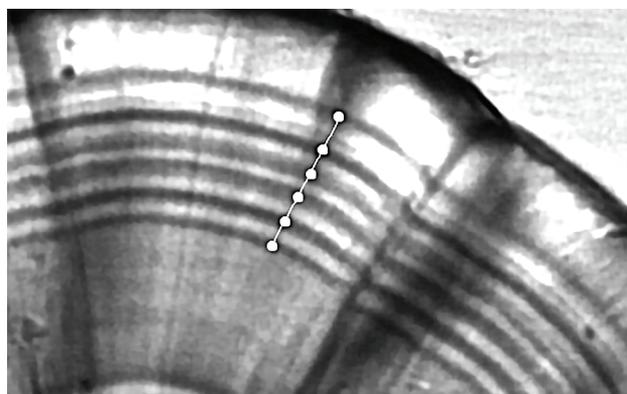
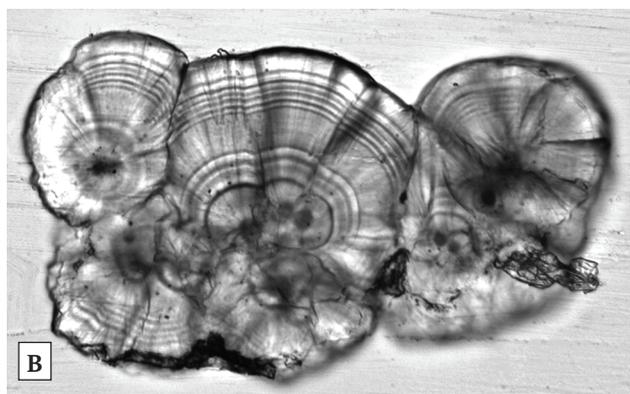
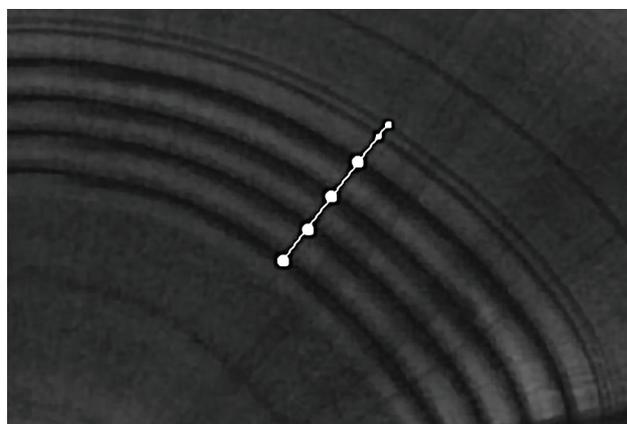
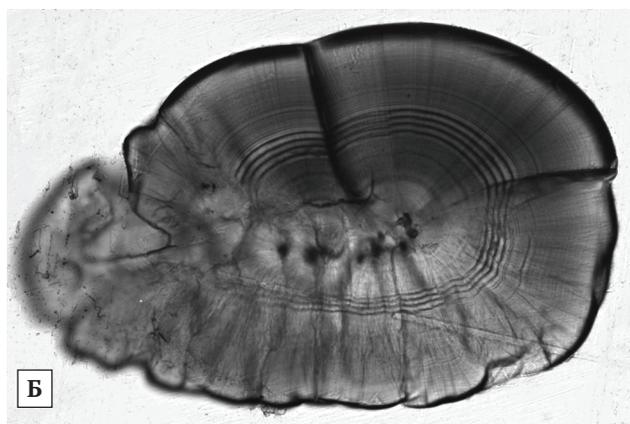
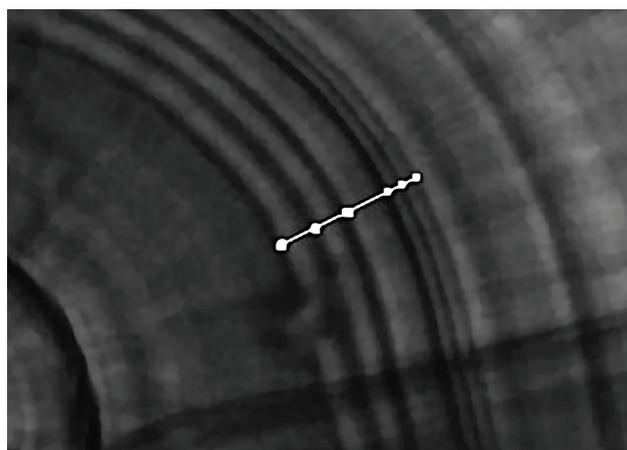
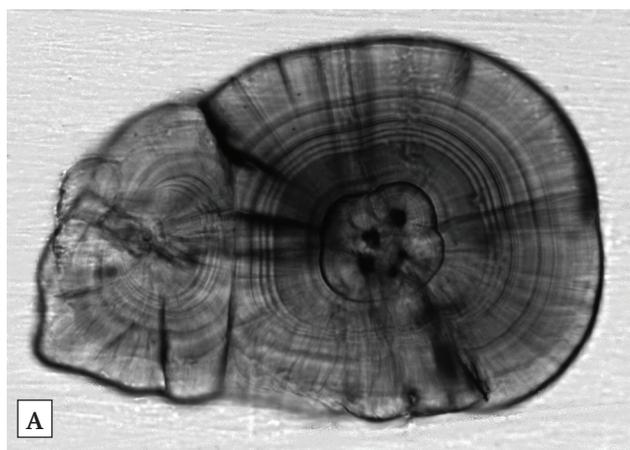


Рис. 2. Однозначно идентифицируемые метки на отолитах: А — горбуши, Б — кеты, В — кижуча. Ольская ЭПАБ
Fig. 2. Clearly identified marks on the otoliths: А — pink salmon, Б — chum salmon, В — coho salmon. Ola experimental rearing and acclimation base

Арманский лососевый рыболовный завод (АЛРЗ)

На Арманском ЛРЗ было промаркировано 6,49 млн икринок, из них на долю горбуши приходилось 6,39 млн, кеты — 0,07 млн, кижуча — 0,03 млн. Сбор и закладка инкубационного материала лососей производились с базовой реки Армань и рек-доноров Ойра и Яна. Оценка качества, проведенная для рыболовного предприятия, показала, что на отолитах эмбрионов горбуши и кеты возможно идентифицировать заводские маркеры в более 90% случаев, а однозначной идентификации поддаются около 45% меченых эмбрионов. В обследованной пробе эмбрионов кижуча не было обнаружено меток, соответствующих утвержденному плану мар-

кирования. Весь отолитный материал содержал структурные нарушения в заводском рисунке либо визуально полностью отсутствовали искусственные полосы в зоне маркирования. Вероятно, сильному снижению качества метки послужила совокупность человеческого фактора и низких показателей температуры воды, характерной для инкубации кижуча на данном заводе (табл. 3, рис. 3).

Научное сопровождение маркирования тихоокеанских лососей на ЛРЗ основывается не только на мониторинге меток на отолитах икры, также в рамках прикладных работ обследуются отолиты выпускаемой рыболовной продукции. Получаемые материалы идут в ос-

Таблица 3. Результат оценки качества меток на отолитах эмбрионов лососей, заложенных на АЛРЗ, %
Table 3. Results of the quality assessment of salmon embryo otolith marks at the Armansky salmon hatchery, %

Вид Species	Маркировано, тыс. икр. Marked pool, thous. eggs	Метка Mark	Идентифицируемо Identified	Идентификация со сравнением Identified when compared	Неидентифицируемо Not identified
Горбуша Pink salmon	6389,96	1,5Н	57,9	32,1	10,0
Кета Chum salmon	69,80	3п,4Н	32,0	60,0	8,0
Кижуч Coho salmon	31,50	4,3Н	0,0	48,0	52,0

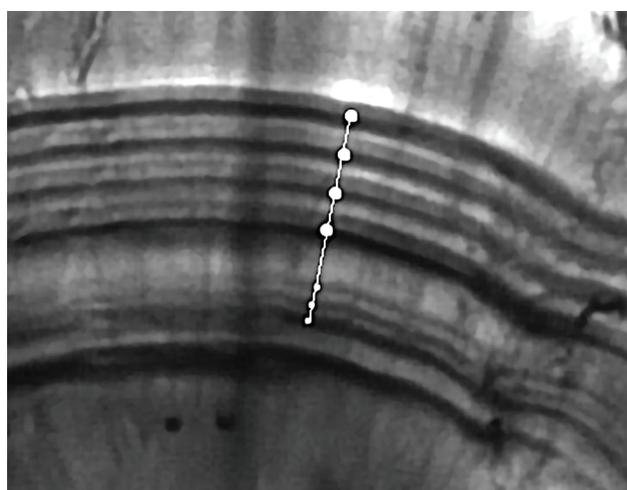
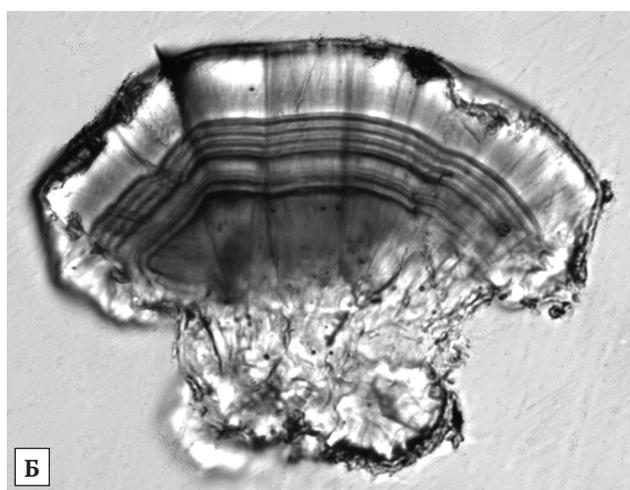
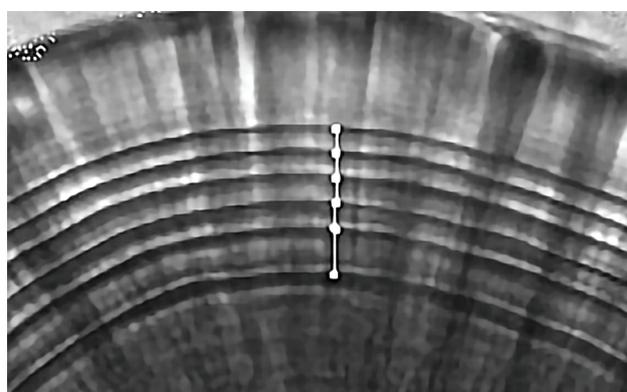
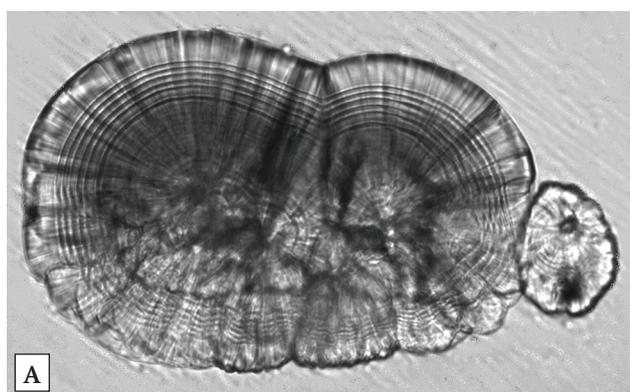


Рис. 3. Однозначно идентифицируемые метки на отолитах: А — горбуши, Б — кеты. Арманский ЛРЗ
Fig. 3. Clearly identified marks on the otoliths: А — pink salmon, Б — chum salmon. Armansky salmon hatchery

нову расчетов дальнейшей возможности идентификации заводских производителей в возвратах смешанных нерестовых скоплений, а формируемые в базу электронные фотографии отолитов молоди служат образцами при необходимом сравнении найденных отклонений в рисунке метки у вернувшихся поколений.

По завершении технологического цикла 2021–2022 гг. с рыбоводных заводов Магаданской области был проведен выпуск меченых тихоокеанских лососей в возрасте 0+ в базовые нерестовые водоемы материкового побережья Охотского моря. В общем объеме ЛРЗ выпустили 19,42 млн готовых к смолтификации мальков трех видов (горбуши, кеты, кижуча). Исходя из данных, полученных при обследовании выпущенного поколения, можно резюмировать, что горбуша на всех заводах промаркирована удовлетворительно, она имеет самый низкий процент некондиционных меток, что в дальнейшем облегчит работу по сбору информации о возвращении меченой рыбы. Другие инкубируемые виды на выходе имеют не столь однозначные результаты. Наилучшие показатели заводского маркирования на отолитах молоди кеты и кижуча показал Янский ЛРЗ, у Ольской ЭПАБ и Арманского ЛРЗ произошел «провал» в отдельных видах, где доля неидентифицируемых меток стремится к показателю 50%.

В долгосрочной перспективе работа по выявлению искусственных маркеров у производителей кеты и кижуча поколения 2021 г. будет затруднена для ряда базовых рек, протекаю-

щих в границах Магаданской области, а также при выполнении научно-исследовательских работ в других регионах Дальнего Востока России (табл. 4).

Начиная с 1993 г. и по настоящее время работа по отолитному маркированию осуществляется в рамках международной программы регулярных исследований по сохранению запасов анадромных видов (тихоокеанского лосося и стальноголовой форели), координируемой НРАФС. Ежегодно сотрудниками Магаданского филиала ВНИРО (МагаданНИРО) ведется работа по подготовке научно обоснованных материалов и предложений к техническому заданию российской делегации, которые, в свою очередь, позволяют систематически пополнять статистическую базу данных, способствующую сфере отстаивания интересов отечественного рыболовства на заседаниях рабочих групп и сессий Комиссии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Организация маркирования на рыбоводном предприятии — достаточно трудоемкий процесс: необходимо изучение условий развития лососей и особенностей микроструктуры отолитов, формирующихся в данных обстоятельствах. Подбор меток с оптимальными режимами мечения напрямую зависит от технических возможностей и характеристик водоснабжения на ЛРЗ.

Результаты мониторинга условий и качества отолитного маркирования инкубацион-

Таблица 4. Результативная оценка отолитного маркирования выпущенной молоди с лососевых рыбоводных заводов Магаданской области в 2022 г.
Table 4. Results of the otolith marking assessment for salmon juveniles released from hatcheries of Magadan Region in 2022

Наименование ЛРЗ Hatchery	Вид ВБР Resource species	Выпущено молоди, тыс. экз. Juvenile release, thous. fish	Плановый вид Planned		Отклонения от плана Deviation from the plan			
			%	Тыс. экз. Thous. fish	Идентификация со сравнением Identified when compared		Идентификация невозможна Not identified	
					%	Тыс. экз. Thous. fish	%	Тыс. экз. Thous. fish
ОЭПАБ Ola experimental base	Горбуша Pink salmon	6550,0	43,3	2836,1	56,7	3713,9	0,0	0,0
	Кета Chum salmon	675,0	32,5	219,4	30,0	202,5	37,5	253,1
	Кижуч Coho salmon	102,0	16,7	17,0	80,0	81,6	3,3	3,4
ЯЛРЗ Yansky salmon hatchery	Горбуша Pink salmon	5490,0	46,7	2563,8	46,7	2563,8	6,6	362,4
	Кета Chum salmon	350,0	60,0	210,0	36,7	128,4	3,3	11,6
	Кижуч Coho salmon	174,0	16,7	29,1	83,3	144,9	0,0	0,0
АЛРЗ Armansky salmon hatchery	Горбуша Pink salmon	5998,1	56,7	3400,9	36,7	2201,3	6,6	395,9
	Кета Chum salmon	55,0	3,3	1,8	83,3	45,8	13,4	7,4
	Кижуч Coho salmon	24,0	3,3	0,8	53,4	12,8	43,3	10,4

ного материала тихоокеанских лососей технологического цикла 2021–2022 гг. на заводах Магаданской области показали, что для большинства рыболовной продукции характерно удовлетворительное соотношение меток различного качества в пробах. В той или иной степени возможна идентификация 88% рыб от общего выпуска лососей.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ / COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

Авторы заявляют, что данный обзор не содержит собственных экспериментальных данных, полученных с использованием животных или с участием людей. Библиографические ссылки на все использованные в обзоре данные других авторов оформлены в соответствии с ГОСТом. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

The authors declare that this review does not contain their own experimental data obtained using animals or involving humans. Bibliographic references to all data of other authors used in the review are formatted in accordance with the state standards (GOST). The authors declare that they have no conflict of interest.

ИНФОРМАЦИЯ О ВКЛАДЕ АВТОРОВ AUTHOR CONTRIBUTIONS

Авторы в равной мере участвовали в сборе и обработке данных, обсуждении полученных результатов и написании статьи.

The authors jointly collected, processed and analyzed the data, discussed the results and wrote the text of article, with equal contribution.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Хованская Л.Л. 2008. Научные основы лососеводства в Магаданской области. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 167 с.

Akinicheva E., Batyuk J., Kalyakina M., Bugaev A., Vorozhtsova A. 2022. Proposed Otolith Marks for Brood Year 2022 Salmon in Russia. NPAFC Doc. 2019. 4 p. (Available at <https://npafc.org/wp-content/uploads/Public-Documents/2022/2019Russia.pdf>). Munk K.M., Smoker W.W., Beard D.R., Mattson R.W. 1993. A hatchery water-heating system and its application to 100% thermal marking of incubating salmon // Mattson Progress. Fish Culturist. Vol. 3 (4). P. 284–288.

Safronenkov B.P., Akinicheva E.G., Rogatnykh A.Y. 1999. The dry method of salmon otolith mass marking / International Symposium “Recent

changes in ocean production of pacific salmon” (Juneau, Alaska, USA, November 1–2, 1999) P. 81–82. Secor D.H., Dean J.M., Laban E.H. 1991. Manual for Otolith Removal and Preparation for Microstructural Examination. Columbia: Belle W. Baruch and Electric Power Research Institute, 85 p.

REFERENCES

Khovanskaya L.L. *Nauchnyye osnovy lososovodstva v Magadanskoj oblasti* [Scientific foundations of salmon farming in the Magadan Region]. Magadan: SVNTS DVO RAN, 2008, 167 p.

Akinicheva E., Batyuk J., Kalyakina M., Bugaev A., Vorozhtsova A. Proposed otolith marks for brood year 2022 salmon in Russia. NPAFC Doc. 2019, 2022, 4 p. (Available at <https://npafc.org/wp-content/uploads/Public-Documents/2022/2019Russia.pdf>.)

Munk K.M., Smoker W.W., Beard D.R., Mattson R.W. A hatchery water-heating system and its application to 100% thermal marking of incubating salmon. *Mattson Progress. Fish Culturist*, 1993, vol. 3 (4), pp. 284–288.

Safronenkov B.P., Akinicheva E.G., Rogatnykh A.Y. The dry method of salmon otolith mass marking. *International Symposium “Recent changes in ocean production of pacific salmon” (Juneau, Alaska, USA, November 1–2, 1999)*, 1999, pp. 81–82.

Secor D.H., Dean J.M., Laban E.H. Manual for otolith removal and preparation for microstructural examination. Columbia: Belle W. Baruch and Electric Power Research Institute, 1991, 85 p.

Информация об авторах

М.Е. Калякина — вед. специалист
Магаданского филиала ВНИРО
(МагаданНИРО)

Е.Я. Литанюк — специалист Магаданского
филиала ВНИРО (МагаданНИРО)

Information about the authors

Maria E. Kalyakina – Leading Specialist,
Magadan Branch of VNIRO (MagadanNIRO)
Evgeniya Y. Litanyuk – Specialist, Magadan
Branch of VNIRO (MagadanNIRO)

Статья поступила в редакцию: 14.04.2023

Одобрена после рецензирования: 19.05.2023

Статья принята к публикации: 22.05.2023