

Ключевые слова:

кета, технология, полузамкнутая система водоснабжения, инкубаторы вертикального (стеллажного) и гравийного типа, охлаждение воды

Keywords:

chum salmon, technology, semi-closed water supply system, vertical (shelving) and gravel type incubators, water cooling

Особенности технологии искусственного разведения кеты (*Oncorhynchus keta*) в условиях частного лососеводства в Магаданской области

DOI 10.37663/0131-6184-2023-2-83-90

Кандидат биологических наук **Хованская Л.Л.** – ведущий научный сотрудник Лаборатории лососевых рыб и аквакультуры Магаданского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («МагаданНИРО»);

Д.В. Песляк – директор;

А.А. Оглы – главный рыбовод Тахтоямского ЛРЗ – ООО «Магаданская рыбная компания-2»

Доктор биологических наук доцент **А.А. Смирнов** – Главный научный сотрудник Отдела морских рыб Дальнего Востока Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»); профессор лаборатории точных и естественных наук Северо-Восточного государственного университета (СВГУ)

@ nerka61@mail.ru;
tahtoyamsk@mail.ru;
aleksander.ogly2016@yandex.ru;
andrsmir@mail.ru

FEATURES OF THE TECHNOLOGY OF ARTIFICIAL BREEDING OF CHUM SALMON (*ONCORHYNCHUS KETA*) IN THE CONDITIONS OF PRIVATE SALMON FARMING IN THE MAGADAN REGION

Candidate of Biological Sciences **L.L. Khovanskaya** – Leading Researcher of the Laboratory of Salmon Fish and Aquaculture of the Magadan Branch of the VNIRO Federal State Budgetary Institution (MagadanNIRO);

D.V. Peslyak – Director;

A.A. Ogly – chief fish breeder of Takhtoyamsky LRZ – LLC "Magadan fish company-2"

Doctor of Biological Sciences, Associate Professor **A.A. Smirnov** – Chief Researcher of the Marine Fish Department of the Far East of the All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO); Professor of the Laboratory of Exact and Natural Sciences of the Northeastern State University (SVSU)

Technological solutions used in the course of artificial reproduction of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) in the conditions of private salmon farming in the Magadan region are considered.

The potential effectiveness of fish-breeding measures carried out in the conditions of the Takhtoyam fish hatchery to preserve the stocks of chum salmon and increase the volume of its catch in the rivers of Shelikhov Bay is shown.

Пастбищное лососеводство в Магаданской области существует уже более 39 лет, при этом первый государственный лососевый рыбоводный завод (ЛРЗ) был введен в эксплуатацию в начале 80-х гг. прошлого столетия. В текущем столетии из четырех ЛРЗ общей мощностью 120 млн лососевой молоди в год, построенных на крупных реках Тауйской губы Охотского моря (Ола, Армань, Яна и Тауй),

действуют только три. Тауйский ЛРЗ, в связи с аварийным состоянием водовода, в 2012 г. был закрыт на реконструкцию и уже ничего не выпускает.

В итоге из-за физического износа, пригодная к эксплуатации фактическая производственная мощность всех государственных ЛРЗ Магаданской области на современном этапе снижена в 4 раза и составляет не более 29,5 млн лососевой молоди.

Хорошей альтернативой, в условиях повышенной антропогенной нагрузки на популяции магаданских лососей, в частности, одного из основных, массовых и ценных видов тихоокеанских лососей – североохотоморской кеты, а также недостаточного финансового обеспечения государственных рыбоводных предприятий, может стать развитие частного лососеводства, и первые шаги в этом направлении уже сделаны.

Так, на северо-восточном участке материкового побережья Охотского моря в п. Тахтоямск с 2019 г. начал свою деятельность рыбоводный комплекс – Тахтоямский ЛРЗ, являющийся структурным подразделением ООО «Магаданская рыбная компания – 2». Впервые под рыбоводство, в рамках товарной аквакультуры и искусственного воспроизводства, были задействованы реки, впадающие в залив Шелихова Охотского моря.

Цель исследований заключалась в выявлении особенностей разведения кеты, принципиально новых биотехнологических решений, в условиях частного лососеводства, а также – потенциальной возможности их применения на рыбоводных предприятиях федерального значения.

Материал для данной работы был собран на Тахтоямском ЛРЗ, расположенном в районе ручья Безымянный (бассейн р. Тахтояма), впадающего в залив Шелихова Охотского моря.

В ходе работ выполнен анализ производственных мощностей и работы технологического оборудования; использованы данные отчетной и текущей рыбоводной документации, а также собственные наблюдения.

В целях мониторинга условий содержания оплодотворенной икры, личинок и молоди кеты использовали портативный термооксиметр модели «OxyGuard Handy Polaris», с помощью которого ежедневно измеряли температуру воды



Личинки кеты на разных стадиях развития (коллаг А.А. Оглы)

Рассмотрены технологические решения, применяемые в ходе работ по искусственному воспроизводству кеты (*Oncorhynchus keta*) в условиях частного лососеводства в Магаданской области.

Показана потенциальная эффективность рыбоводных мероприятий, проводимых в условиях Тахтоямского рыбоводного завода, для сохранения запасов кеты и увеличения объемов ее вылова в реках залива Шелихова.



Рисунок 1. Первый ИПЦ Тахтоямского ЛРЗ с заполненными оплодотворенной икрой инкубационными аппаратами вертикального (стеллажного) типа (коллаг Л.Л. Хованской)

Figure 1. The first CPI of the Takhtoyamsky LRZ with vertical (shelving) incubation devices filled with fertilized eggs (collage L.L. Khovanskaya)

и содержание растворенного в воде кислорода.

Температуру воды на нерестилищах рек Иреть и Туманы измеряли в течение календарного года с помощью «таблеточных» регистраторов «Термохрон», которые ежедневно снимали показатели через каждые 4 часа. После завершения мониторинга температурного режима, данные переносились для обработки на электронные носители.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В 2019 г. был оборудован и пущен в эксплуатацию первый инкубационно-питомный цех (далее ИПЦ) на базе насосной станции, питающей водой село Тахтоямск, в котором разместили 20 шт. инкубационных аппаратов вертикального (стеллажного) типа, занимающих площадь около 8 м² (рис. 1). В стойке из 8 аппаратов размещается до 70 тыс. икринок. Расход воды составляет от 10 до 15 л/мин (в инкубационный

период) и до 20 л/мин (на выклеве свободных эмбрионов и выдерживании личинок).

Такие инкубационные аппараты не используются на ЛРЗ Магаданской области федерального значения (Охотский филиал ФГБУ «Главрыбвод»). Действующая мощность рыбоводного цеха составляет до 1,3 млн покатной молоди кеты.

На основе опыта разведения кеты 2019 и 2020 гг., в августе 2021 г. был запущен в строй новый ИПЦ, мощностью 6 млн молоди кеты, в котором установлено 28 аппаратов гравийного типа (рис. 2).

Аппарат гравийного типа, занимающий площадь более 1 м², осуществляет комплексный процесс контроля над икрой от стадии глазка и эмбриона до подъема мальков на плав. Он обеспечивает безопасную инкубацию рыб, может использоваться одновременно в качестве инкубатора и питомника. Аппараты снабжены окнами для просмотра состояния икры и, в дальнейшем, личинок и молоди. Вместимость каждого – не менее 200 тыс. икринок кеты (по 50 тыс. икринок в 1 отсек). При необходимости разделительные отсеки можно не устанавливать. На дно аппарата укладывается трубчатый субстрат. В его верхней части расположена рамка, на которую насыпается оплодотворенная икра, и через которую осуществляется выклев свободных эмбрионов. Расход воды в данных аппаратах устанавливают из расчета в среднем 50 л/мин, но не более 60 л/мин.

В 2019 и 2020 гг. сбор оплодотворенной икры кеты осуществлялся на временном рыбоводном пункте, оборудованном на участке р. Иреть, в 2021 и 2022 гг. – на р. Туманы.

Как представлено в таблице 1, объемы закладки оплодотворенной икры кеты на Тахтоямский ЛРЗ ежегодно растут.

Известно, что кета в Магаданской области представлена разными экологическими формами (темпоральными группировками) – ранней и поздней [1], которые различаются по численности, срокам нерестового хода, местам и срокам размножения [2]. Особенностью искусственного разведения кеты на Тахтоямском ЛРЗ является проведение данных работ с производителями кеты разных темпоральных группировок: ранней летней расы (р. Иреть) (во 2-3-й декадах августа массовый ход кеты завершается), а также с производителями кеты, вероятно, как летней, так и ранней осенней расы (р. Туманы) (массовый ход производителей кеты – с 3 декады июля по 3 декаду августа).

У кеты ранней летней сезонной расы, которая нерестится в подрусловом потоке, в холодный период года температура воды в нерестовых буграх составляет не более 0,1-1,1°C. Кета ранней осенней сезонной расы нерестится на выходах ключей, где температура зимой и ранней весной выше и находится в пределах 1,7-2,4°C [3].

Вода в аппараты Тахтоямского ЛРЗ подается с регулируемым температурным режимом, схожим с температурой воды, которая была зафиксирована на нерестилищах рек, откуда был получен инкубационный материал (рис. 3).

В основе технологии лежит существенное понижение температуры воды в инкубационный период, после формирования четко выраженной эмбриональной стадии икры – «пигментации глаз», а также на этапе выклева свободных эмбрионов и в личиночный период, как для кеты летней расы, так и для кеты осенней расы. При этом следует отметить, что относительно высокая температура воды на этапе

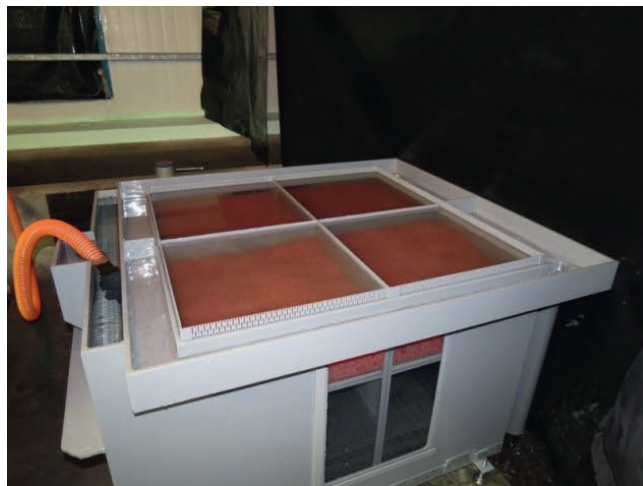


Рисунок 2. Аппараты гравийного типа, установленные в ИПЦ Тахтоямского ЛРЗ (вверху фото – сеть интернет, внизу – фото А.А. Оглы)

Figure 2. Gravel-type apparatuses installed in the CPI of the Takhtoyamsky LRZ (top of the photo is the Internet, bottom is the photo of A.A. Ogly)

свободных эмбрионов оказывает неблагоприятное воздействие на рост, а также на общее развитие личинок и молоди, поскольку в природных условиях температура воды в этот период заметно ниже [4].

В результате, в отличие от государственных ЛРЗ Магаданской области, кета на мальковом этапе развития в условиях Тахтоямского ЛРЗ содержится не более 2,0-2,5 месяцев, тогда как, например, в условиях рыбоводного завода федерального уровня – Ольской экспериментальной производственно-акклиматизационной базы, мальковый этап развития молоди кеты может продлиться до 5-7 месяцев, что совсем не соответствует естественным условиям воспроизводства и существенно снижает физиологическое качество молоди [4].

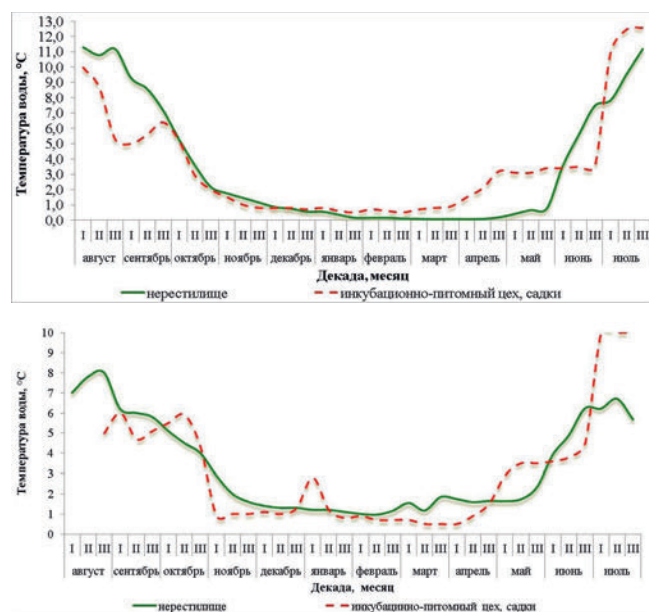


Рисунок 3. Температура воды на Тахтоямском ЛРЗ в период инкубации икры, выдерживания личинок и подращивании молоди кеты (поколение 2020 г. (вверху) и поколение 2021 г. (внизу)), а также на участках нерестилищ реки Иреть (вверху) и реки Туманы (внизу)

Figure 3. The water temperature at the Takhtoyamsky LRZ during the incubation of eggs, incubation of larvae and rearing of young chum salmon (generation 2020 (above) and generation 2021 (below)), as well as in the spawning areas of the Irty River (above) and the Tumany River (below).

Снижение температуры воды в условиях Тахтоямского ЛРЗ, как в первом ИПЦ (далее ИПЦ–1), так и в новом построенном ИПЦ (далее – ИПЦ–2), обеспечивается подключением полузамкнутой системы водоснабжения с подпиткой из артезианской скважины – технологического оборудования, которое, в целях инкубации икры и выдерживания личинок тихоокеанских лососей, в настоящее время не используется на государственных ЛРЗ Магаданской области. При этом вода проходит цикл водоподготовки – постоянно аэрируется и обогащается кислородом. Подготовленная вода с помощью насосов подается по магистрали в верхнюю емкость (ИПЦ–1), в водоподающий лоток (ИПЦ–2), из которых она поступает в аппараты вертикального и гравийного типа, соответственно. На ИПЦ–1 принудительное охлаждение воды в системе полузамкнутого цикла водоснабжения обеспечивается замороженным льдом в закрытых многоразовых емкостях объемом по 10 литров каждая, которые ежедневно несколькими десятками размещаются в верхнюю, подающую воду, емкость. Однако процесс принудительного охлаждения воды в условиях данного ИПЦ является достаточно трудоемким, энергозатратным, а также весьма метеозависимым. При потеплении воздуха до -5°C , удерживать нужную температуру воды (до $0,5-0,8^{\circ}\text{C}$) становится крайне затруднительно. Следует подчеркнуть, что у аппаратов вертикального типа, установленных в ИПЦ–1, в процессе инкубации был выявлен ряд недостатков: завоздушивание икры на верхних полках инкубатора, заиливание сеток и, вследствие этого, неэффективное омывание водой икры и личинок, необходимость ежедневной чистки аппаратов.

На ИПЦ–2 вода из инкубационных аппаратов гравийного типа направляется в емкость, где охлаждается льдо-генератором, образующим ледовую крошку, до $0,3-0,5^{\circ}\text{C}$. В дальнейшем, смешиваясь в верхней емкости с относительно теплой артезианской водой (порядка $2,5-4,0^{\circ}\text{C}$), получается требуемая в холодный период года температура воды – $0,5-0,8^{\circ}\text{C}$.

В технологический цикл в 2020-2021 г. температура воды на период закладки икры кеты (происхождение – р. Иреть) в аппараты вертикального (стеллажного) типа, составляла порядка $7,1-10,2^{\circ}\text{C}$. В осенний период ее постепенно понизили с $6,7$ до $1,7^{\circ}\text{C}$ (в сентябре-октябре), до $0,7^{\circ}\text{C}$ (в ноябре). В зимний период температура воды

Таблица 1. Место, сроки, продолжительность и объемы закладки на инкубацию оплодотворенной икры кеты в ИПЦ Тахтоямского ЛРЗ / **Table 1.** Place, timing, duration and volume of laying for incubation of fertilized chum salmon eggs in the CPI of the Takhtoyamsky LRZ

Пункт сбора икры	Сроки закладки	Продолжительность, суток	Количество заложеной икры, тыс. шт.	Тип инкубатора
р. Иреть	11.08-24.08.2019 г.	14	1324,2	вертикальный
р. Иреть	11.08-16.08.2020 г.	6	2036,6	вертикальный
р. Туманы	25.08-04.09.2021 г.	11	2927,3	гравийный
р. Туманы	05.09-01.10.2022 г.	27	3770,5	гравийный



Выдерживание производителей кеты в садках, р. Иреть (фото Л.Л. Хованской)

не превышала $0,5-0,8^{\circ}\text{C}$, а в весенний период ее постепенно увеличили с $0,8$ до $3,0^{\circ}\text{C}$. Стадия «пигментация глаз» у эмбрионов кеты происхождения р. Иреть сформировалась во 2-3 декадах сентября – на 40-43 сутки при 240 градусо-дней.

Похожую технологию с понижением температуры воды использовали в ходе инкубации оплодотворенной икры и выдерживания личинок кеты происхождения р. Туманы в технологический цикл 2021-2022 годов. Так, в период закладки икры, температура воды составила порядка $4,5-6,5^{\circ}\text{C}$, в осенний период ее постепенно понижали и к концу ноября она не превышала $0,8^{\circ}\text{C}$. В зимний период средняя температура воды находилась в пределах $0,7-1,9^{\circ}\text{C}$. В весенний период температуру воды, в ходе выдерживания личинок кеты, постепенно повышали с $0,5$ (в марте) до $3,0^{\circ}\text{C}$ (в мае). Стадия «пигментация глаз» у эмбрионов кеты происхождения р. Туманы сформировалась во 2-3 декадах октября – на 47-49 сутки при 253-264 градусо-дней.

В технологический цикл 2020-2021 гг. этап выклева кеты проходил в период с 3 декады ноября по 3 декаду декабря, и начался на 101/126 сутки при 393-430 градусо-дней. Продолжительность этого этапа составляла от 9 до 14 дней. В технологический цикл 2021-2022 гг., вследствие более поздних сроков сбора оплодотворенной икры в 2021 г., по сравнению с 2020 г., а также низкой температуры воды, выклев свободных эмбрионов кеты сдвинулся на несколько недель (3 декада декабря-3 декада января), и начался на 121/138 сутки при 400-417 градусо-дней. Продолжительность выклева свободных эмбрионов также увеличилась до 12-18 дней.

По результатам инкубации оплодотворенной икры на Тахтоямском ЛРЗ за период 2019-2022 гг., отход оплодотворенной икры кеты в инкубационных аппаратах вертикального типа не превысил 16-23%, а в инкубационных аппаратах гравийного типа – 13-20%. В природных условиях инкубационный отход составляет порядка 48-80% [5].

Следует отметить, что, в период инкубации икры и выдерживания личинок в условиях Тахтоямского ЛРЗ, содержание растворенного в воде кислорода не опускалось ниже 10-13 мг/л. В соответствии с общими требованиями к химическому составу воды для воспроизводства тихоокеанских лососей в Магаданской области, содержание растворенного в воде кислорода не должно опускаться ниже 7 мг/л [4; 6].

Другой особенностью, применяемой в условиях Тахтоямского ЛРЗ технологии, является то, что выклев свободных эмбрионов осуществляется непосредственно в инкубационных аппаратах вертикального/гравийного типа, а также в них же проходит продолжительное (в течение 4-5 месяцев) выдерживание личинок до полного поднятия на плав. При этом используемый технологический прием в сочетании с низкой температурой воды, сокращает период кормления молоди кеты с 4-5 до 2-2,5 месяцев, что снимает проблему одомашнивания молоди. Эти меры направлены на то, чтобы подъем на плав и начало активного кормления молоди проходил при температуре воды не ниже 3°C , а срок ската молоди сдвигался на несколько недель в сторону теплых месяцев [4; 7].

Большой научный и очевидный практический интерес представляет использование есте-

Таблица 2. Объемы выпуска молоди кеты в реки залива Шелихова, тыс. шт. /
Table 2. The volume of release of juvenile chum salmon into the rivers of Shelikhov Bay, thousand units

Место выпуска	Годы			
	2020	2021	2022	2020-2022
руч. Безымянный	510,140	1000,850	752,243	2263,233
р. Иреть	507,315	722,876	501,354	1731,540
р. Туманы	-	-	523,342	523,342
р. Гатчан	-	-	755,243	755,243
Всего	1017,455	1723,726	2532,182	5273,363



Инкубационный цех с аппаратами гравийного (флотационного) типа (фото А.А. Оглы)

ственных водоемов для подращивания молоди перед выпуском с ЛРЗ. В связи с особенностью климатических условий, главным образом, температуры воды в реках североохотоморского побережья, даже природная молодь кеты, скатывающаяся в период катадромной миграции, не всегда характеризуется хорошим биологическим, а в отдельных случаях и не лучшим физиологическим качеством [8].

Поэтому на Тахтоямском ЛРЗ, в целях адаптации молоди кеты к природным условиям, широко используется метод ее подращивания в сетчатых садках (размером 6000 мм×2000 мм×1200 мм),

установленных в оборудованных естественных выростных прудах. В начале подращивания (1-3 декады мая), молодь в возрасте 255-265 суток при 530-620 градусо-дней содержат в течение 4-5 недель в ручье Безымянном, где температура воды составляет порядка 3,5-5,0°C. В дальнейшем при достижении средней массы тела 0,5 г, часть молоди перевозят в места выпуска (реки Иреть, Туманы, Гатчан). Там ее еще подращивают в течение 2-3-х недель при температуре воды от 4,5-13,7°C до достижения навески 0,9-1 грамм. Выпуск подрощенной в садках молоди осуществляется в 1-2 декадах июля. Другую часть молоди выпускают непосредственно в ручей Безымянный (табл. 2). При этом, как представлено в данной таблице, объемы выпуска молоди кеты с Тахтоямского ЛРЗ в реки зал. Шелихова ежегодно увеличиваются.

Еще одним новым технологическим решением стало использование ультрафиолетовых ламп, установленных на водопадающем лотке к аппаратам гравийного типа. Поэтому вода в них поступает после обеззараживания, что снижает риски развития, широко распространенного среди лососевых рыб, грибкового заболевания (сапролегниоза) и поддерживает санитарно-гигиеническое здоровье икры и личинок.

ВЫВОДЫ

1. Тахтоямский ЛРЗ – первое за 39 лет существования лососеводства в Магаданской области частное рыбноводное предприятие, приступившее в 2019 г. к разведению тихоокеанских лососей.

2. Технология разведения кеты в условиях Тахтоямского ЛРЗ максимально приближена к ее естественному воспроизводству в реках зал. Шелихова.

3. Инкубация икры кеты до стадии «пигментация глаз» осуществляется на условно «теплой» воде (температура 4,3-5,6°C). После достижения стадии «пигментация глаз» температуру воды существенно снижают до 0,5-0,8°C и сохраняют ее такой же до апреля включительно. Благодаря снижению температуры воды, длительность малькового периода кеты в искусственных условиях не превышает 2-2,5 месяцев.

4. Новое технологическое решение на Тахтоямском ЛРЗ – использование полужамкнутой системы водоснабжения и системы охлаждения



Процесс набухания оплодотворенной икры кеты в изотермических контейнерах с принудительной подачей воды (фото Л.Л. Хованской)

воды (льдо-генератором), можно успешно применять на ЛРЗ федерального значения, особенно при осуществлении работ с производителями кеты летней сезонной расы.

5. Аппараты вертикального (стеллажного) типа и гравийного (флотационного) типа позволяют не только инкубировать икру, но и полноценно выдерживать личинок до полного поднятия их на плав, что обеспечивает существенную экономию производственных площадей. Данные аппараты впервые применяются в Магаданской области. Однако аппараты вертикального типа характеризуются рядом недостатков: нежелательное завоздушивание икры на верхних сетках инкубатора, заиливание сеток инкубатора и, вследствие этого, неэффективное омывание водой икры и личинок, необходимость ежедневной чистки аппаратов.

6. Отход оплодотворенной икры кеты за период инкубации в инкубационных аппаратах вертикального типа не превышает 16-23%, в инкубационных аппаратах гравийного типа – 13-20%.

7. Одним из эффективных технологических решений является использование ультрафиолетовых ламп для обеззараживания воды, поступающей в инкубаторы, что существенно повышает санитарно-гигиеническое качество рыболовной продукции. Применение данного технологического оборудования в условиях ЛРЗ федерального значения также может благоприятно отразиться на санитарно-гигиеническом качестве рыболовной продукции.

8. Подращивание молоди кеты при температуре воды от 3,5 до 14°C в течение 2-2,5 месяцев



Сетчатые садки для подращивания молоди кеты (фото А.А. Оглы)

обеспечивает выпуск молоди с высокой средней штучной навеской в пределах 0,9-1 грамм.

9. Применяемая технология разведения кеты дает основание предположить потенциальную эффективность рыболовных мероприятий, проводимых на Тахтоямском ЛРЗ, с учетом перспективы ежегодного наращивания мощности по выпуску молоди, что может способствовать сохранению запасов кеты и увеличению объемов ее вылова в реках зал. Шелихова.



Аппараты вертикального типа с икрой кеты, установленные на первом ИПЦ (фото Л.Л. Хованской)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: **Хованская Л.Л.** – идея статьи, анализ текущей и отчетной рыбоводной документации, подготовка текста, обзор литературы; **Песляк Д.В.** – разработка технологии искусственного разведения, идея новых технологических решений и их внедрение; **Оглы А.А.** – сбор и анализ данных, реализация технологических решений; **Смирнов А.А.** – обзор литературы, редакция и корректировка текста.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: **Khovanskaya L.L.** – the idea of the article, analysis of current and reporting fish breeding documentation, text preparation, literature review; **Peslyak D.V.** – development of artificial breeding technology, the idea of new technological solutions and their implementation; **Ogly A.A.** – data collection and analysis, implementation of technological solutions; **Smirnov A.A.** – review references, revision and correction of the text.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ / REFERENCES AND SOURCES

1. Волобуев В.В. Популяционная структура кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) континентального побережья Охотского моря / В.В. Волобуев, Л.Т. Бачевская, М.В. Волобуев, С.Л. Марченко // *Вопр. ихтиологии*. – 2005. – Т. 45. – № 4. – С. 489-501.

1. Volobuev V.V. Population structure of the chum salmon *Oncorhynchus keta* (Walbaum) of the continental coast of the Sea of Okhotsk / V.V. Volobuev, L.T. Bachevskaya, M.V. Volobuev, S.L. Marchenko // *Vopr. ichthyology*. – 2005. – Vol. 45. – No. 4. – Pp. 489-501.

2. Горохов М.Н. Основные элементы биологической структуры тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus* (Salmoniformes, Salmonidae) Магаданского региона в начале 21-го века. / М.Н. Горохов, В.В. Волобуев, А.В. Ямборко, А.А. Смирнов // *Вопросы рыболовства*. – 2020. – Т. 21, № 2. – С. 131-155.

2. Gorokhov M.N. The main elements of the biological structure of Pacific salmon of the genus *Oncorhynchus* (Salmoniformes, Salmonidae) Magadan region at the beginning of the 21st century. / M.N. Gorokhov, V.V. Volobuev, A.V. Yamborko, A.A. Smirnov // *Questions of fisheries*. – 2020 – Vol. 21, No. 2. – Pp. 131-155.

3. Марченко С.Л. Кета *Oncorhynchus keta* (Walbaum) материкового побережья Охотского моря. Сообщение 1. Производители / Биологические ресурсы. // *Изв. ТИНРО*. – 2022. – Т. 202. – Вып. 3 – С. 499-520.

3. Marchenko S.L. Keta *Oncorhynchus keta* (Walbaum) of the mainland coast of the Sea of Okhotsk. Message 1. Producers / Biological resources. // *Izv. TINRO*. – 2022. – Vol. 202. – Issue 3 – Pp. 499-520.

4. Хованская Л.Л. Научные основы лососеводства в Магаданской области. Магадан: МагаданНИРО, 2008. – 167 с.

4. Khovanskaya L.L. Scientific foundations of salmon farming in the Magadan region. Magadan: MagadanNIRO, 2008. – 167 p.

5. Гриценко О.Ф. Экология и воспроизводство кеты и горбуши. / О.Ф. Гриценко, А.А. Ковтун, В.К. Косткин – М.: Агропромиздат, 1987. – 166 с.

5. Gritsenko O.F. Ecology and reproduction of chum salmon and pink salmon. / O.F. Gritsenko, A.A. Kovtun, V.K. Kostkin – M.: Agropromizdat, 1987. – 166 p.

6. Хованская Л.Л. Руководство по искусственному разведению тихоокеанских лососей на рыбоводных заводах Магаданской области. / Л.Л. Хованская, Б.П. Сафроненков, Е.А. Фомин – Магадан: Кордис, 2014. – 147 с.

6. Khovanskaya L.L. Manual on artificial breeding of Pacific salmon at fish hatcheries of the Magadan region. / L.L. Khovanskaya, B.P. Safronenkov, E.A. Fomin – Magadan: Kordis, 2014. – 147 p.

7. Любаева Т.Н., Любаев В.Я., Сидорова С.В. Формирование заводских популяций кеты и их вселение в естественную среду (на примере Охотского ЛРЗ) // *Вопросы взаимодействия естественных и искусственных популяций лососей*. – Сб. науч. докл. российско-американской конф. по сохранению лососевых. – Хабаровск, 2000. – С. 70-79.

7. Lyubaeva T.N., Lyubaev V.Ya., Sidorova S.V. Formation of factory populations of chum salmon and their introduction into the natural environment (on the example of the Okhotsk LRZ) // *Issues of interaction of natural and artificial salmon populations*. – Sat. scientific dokl. Russian-American conference on salmon conservation. – Khabarovsk, 2000. – Pp. 70-79.

8. Хованская Л.Л. Биолого-физиологическая характеристика молоди кеты природного и искусственного происхождения на водоемах и рыбоводных заводах Магаданской области // *Состояние рыбохозяйственных исследований в бассейне Северной части Охотского моря*. / Л.Л. Хованская, Н.Н. Игнатов, Е.А. Рябуха, Б.П. Сафроненков – Сб. науч. трудов МагаданНИРО, 2004. – Вып. 2. – С. 343-358.

8. Khovanskaya L.L. Biological and physiological characteristics of juvenile chum salmon of natural and artificial origin in reservoirs and fish hatcheries of the Magadan region // *The state of fisheries research in the basin of the Northern part of the Sea of Okhotsk*. / L.L. Khovanskaya, N.N. Ignatov, E.A. Ryabukha, B.P. Safronenkov – *Collection of scientific works of MagadanNIRO*, 2004. – Issue 2. – Pp. 343-358.