

АКВАКУЛЬТУРА

УДК 639.3:597.552.51



Г.Н. Курганский*

Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО),
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ
ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА КЕТЫ
В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

Представлены сведения о результатах работы 4 действующих лососевых рыбодоводных заводов (ЛРЗ) Приморского края. Приведена динамика численности возврата производителей кеты в базовые реки ЛРЗ за последние 4 года. Отмечена тенденция смещения пиков подходов производителей с середины октября на конец сентября — начало октября, характерная как для рек, впадающих в зал. Петра Великого (р. Барабашевка), так и для рек центрального Приморья (Вербная и Милоградовка). В отдельные годы наблюдалась высокая доля возврата производителей в возрасте 2+. Так, в 2019 г. она достигала 32,9 % в р. Барабашевка, в 2020 г. — 31,0 % в р. Вербной и 37,8 % в ручье Безымянном. Межгодовые колебания численности возвращающихся в базовые реки ЛРЗ производителей говорят о наличии проблем с заводским воспроизводством. Рассмотрены проблемы с водоснабжением ЛРЗ. Показана целесообразность управления температурным режимом на ЛРЗ. Приведены данные по выпускам молоди кеты с каждого завода по рекам за последнее десятилетие (количество, сроки выпуска и средняя масса).

Ключевые слова: лососевые рыбодоводные заводы, тихоокеанские лососи, кета, икра, молодь, выпуски молоди.

DOI: 10.26428/1606-9919-2021-201-686-701.

Kurgansky G.N. Current state of artificial reproduction of chum salmon in Primorye Region // *Izv. TINRO*. — 2021. — Vol. 201, Iss. 3. — P. 686–701.

Results of 4 salmon hatcheries operation in Primorye Region are overviewed. Dynamics of chum salmon producers return to the rivers is presented for 4 last years. Recent tendency of shifting the peak of return from middle October to late September — early October is noted both for the rivers flowing into Peter the Great Bay (Barabashevka) and for the rivers of central Primorye (Verbnaya and Milogradovka). High percentage of producers aged 2+ was observed in the hatchery rivers in some years (32.9 % in the Barabashevka in 2019, 31.0 % in the Verbnaya in 2020, 37.8 % in the Bezymyanny in 2020). Interannual fluctuations in the number of producers return are possibly caused by malfunctions of hatcheries. A problem of water supply to the hatcheries is considered. Expediency of temperature control at hatcheries is shown. Data on release of chum salmon juveniles in the last decade are presented for each hatchery: the number of juveniles released, the average weight of juveniles, and the timing of release. Total release to the Barabashevka River was $119.29 \cdot 10^6$ juveniles, to the Ryazanovka — $114.24 \cdot 10^6$ juveniles, to the Poyma — $49.43 \cdot 10^6$ juveniles, to the Narva — $6.02 \cdot 10^6$ juveniles, to the Brusya — $3.11 \cdot 10^6$ juveniles, to the Verbnaya — $69.66 \cdot 10^6$ juveniles, to the Milogradovka —

* Курганский Геннадий Николаевич, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: kgn48@yandex.ru.

Kurgansky Gennady N., Ph.D., leading researcher, Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia, e-mail: kgn48@yandex.ru.

1.00 · 10⁶ juveniles, to the Lidovka — 1.71 · 10⁶ juveniles, to the Bezymyanny — 69.45 · 10⁶ juveniles, and 2.00 · 10⁶ juveniles each to the Kievka and Margaritovka Rivers.

Key words: salmon hatchery, pacific salmon, chum salmon, fish egg, juvenile, release of juveniles.

Введение

Развитие искусственного воспроизводства лососей в Приморском крае связано с Комплексной целевой программой «Лосось». В конце 1980-х гг. в рамках этой программы на двух реках зал. Петра Великого были построены два государственных завода по разведению лососей: Рязановский экспериментально-производственный рыболовный завод (Рязановский ЭПРЗ) — на р. Рязановка в 1986 г. и Барабашевский лососевый рыболовный завод (Барабашевский ЛРЗ) — на р. Барабашевка в 1987 г. Рязановский завод проектировали и строили при непосредственном участии специалистов ТИНРО, поэтому наряду с производственной была создана и экспериментальная часть, а завод получил статус экспериментально-производственного.

Оба завода в своей деятельности были ориентированы на разведение кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792). В р. Барабашевка до строительства завода воспроизводилось достаточно большое стадо кеты, поэтому при запуске завода отлавливали производителей из природного стада этой реки. Рязановский ЭПРЗ был построен на реке, в которой не было собственного стада кеты, а отмечались лишь единичные ее заходы. Для закладки икры на Рязановском ЭПРЗ на начальном этапе производили отлов производителей в реках Барабашевка и Нарва, а впоследствии и Пойма.

В 2012 г. были построены два частных ЛРЗ на р. Вербной (правый приток р. Милоградовка) и на ручье Безымянном (бассейн р. Лидовка).

Таким образом, в Приморском крае в настоящее время действуют 4 лососевых рыболовных завода, занимающихся разведением кеты. Суммарная мощность заводов позволяет выпускать около 80 млн покатников кеты (фактически выпускается около 60 млн). В ближайшие годы планируется строительство еще нескольких заводов на реках Киевка, Зеркальная, Маргаритовка и др.

В целом численность кеты в Приморье, несмотря на работу заводов, пока находится на низком уровне. В районах заводских рек промышленной добычи кеты нет. Тем не менее бывают годы, когда не хватает производителей для закладки икры на инкубацию на ЛРЗ. Несомненно, на численность стад кеты влияет незаконный промысел. Но нестабильность возвратов говорит о наличии проблем и в заводском воспроизводстве.

Цель настоящей работы — анализ деятельности государственных и частных лососевых заводов Приморья, поиск причин нестабильности возвратов производителей кеты в заводские реки.

Материалы и методы

В основу работы положены данные мониторинга 2 государственных и 2 частных ЛРЗ Приморского края. Отлов производителей осуществлялся на забойках ЛРЗ. Динамика подходов производителей уточнялась по журналам учета выловленных, отбракованных и использованных производителей. Промеры и биоанализы выполнялись как сотрудниками ТИНРО, так и специалистами ЛРЗ по стандартным методикам [Правдин, 1966]. Объем выборки составлял не менее 30 экз. в каждом исследовании. Соотношение самок и самцов в заводских пробах было 1 : 1.

Возрастная структура пришедших на нерест производителей определялась по чешуе в лаборатории биологических ресурсов континентальных водоемов и рыб эстуарных систем ТИНРО. Непосредственно на заводах получалась информация о сроках и количестве заложенной по партиям на инкубацию икры, количество набранных каждой партией градусо-дней, сроках выклева личинок, периоде их выдерживания, длительности подращивания молоди по партиям, отходах по стадиям развития. Также проводился контроль температурных режимов водисточников, содержания в

воде кислорода, температуры воды в эстуариях и сроков выпуска молоди по партиям. Промеры молоди в процессе выращивания выполнялись специалистами заводов, а на выпусках промеры выполнялись совместно. Объемы выборки в процессе выращивания составляли 30–50 экз., а на выпусках — 50–100 экз.

Результаты и их обсуждение

За период с 2011 по 2021 г. с 4 заводов выпущено в реки около 440 млн шт. молоди кеты. В том числе в р. Барабашевка — 119,29 млн шт., р. Рязановка — 114,24, р. Пойма — 49,43, р. Нарва — 6,02, р. Брусья — 3,11, р. Вербная — 69,66, р. Милоградовка — 1,0, р. Лидовка — 1,71, ручей Безымянный — 69,45 млн шт. и по 2 млн шт. в реки Киевка и Маргаритовка*.

На заводах Приморского края используется два вида технологий. На Барабашевском ЛРЗ и Рязановском ЭПРЗ применяется традиционная технология. Инкубация икры производится в аппаратах типа Аткинса и ящичного типа. Выдерживание личинок и подращивание молоди осуществляется в выростных бассейнах, причем на Рязановском ЭПРЗ бассейны бетонные, а на Барабашевском ЛРЗ — пластиковые. На частных ЛРЗ инкубация икры и выдерживание личинок производятся в аппаратах типа «Nорad». Подращивание личинок и молоди до выпуска осуществляется в садках, установленных в русле реки.

Особенности работы ЛРЗ Приморья связаны с биологией кеты. Кета массово заходит на нерест в реки бассейна зал. Петра Великого и центрального Приморья начиная с сентября [Горяинов и др., 2007]. Пик подходов производителей приходится обычно на середину октября. В отдельные годы бывает два пика, но все они приходится на октябрь. Закладка икры на инкубацию заводами осуществляется при созревании производителей кеты и практически совпадает по времени с природным нерестом. Для южного Приморья закладка икры длится с начала октября по начало ноября. Вышедшие из гнезд личинки кеты встречаются в реках южного Приморья в конце февраля — начале марта [Микулич, Гавренков, 1986]. Следовательно, длительность эмбрионально-личиночного развития природной кеты составляет порядка 150 дней. Скат природной молоди кеты в реках, впадающих в зал. Петра Великого, обычно наблюдается со второй половины марта до конца мая с пиком в конце апреля [Кашкин и др., 1988]. В реках центрального Приморья скат проходит на 1–2 нед позднее. Масса скатывающейся по реке молоди от естественного нереста составляет от 0,44 до 2,10 г, причем более мелкая молодь отмечается в районе нерестилищ, а более крупная — в устьевой части [Колпаков и др., 2012].

Основная задача заводов — организация технологического процесса, при котором обеспечивается выпуск жизнестойкой заводской молоди в оптимальные сроки. Заводская молодь к периоду ската не должна уступать природной в жизнестойкости [Курганский, Марковцев, 2005; Зиничев и др., 2012]. Она должна иметь не меньшую, чем природная кета, массу тела и выдерживать скорость течения воды не менее 1 м/с (скорость течения воды в нижнем течении р. Барабашевка составляет от 0,5 до 1,3 м/с в разные периоды).

Главными факторами, влияющим на скорость роста молоди кеты в заводских условиях, являются температура воды, ее расход и концентрация растворенного в воде кислорода, а также качество и сбалансированность кормов. Основной определяющий фактор — температура воды [Смирнов, 1975; Канидьев, 1984; и др.]. Ряд авторов [Леман, Чебанова, 2002; Тарасюк, Тарасюк, 2010] приводят потенциально возможную скорость роста молоди кеты в зависимости от температуры в виде линейного графика, где $K_p = 1,3 \text{ \%}/\text{сут}$ при $3 \text{ }^\circ\text{C}$ и $K_p = 3,5 \text{ \%}/\text{сут}$ при $9 \text{ }^\circ\text{C}$. По результатам практической

* В реки Пойма, Нарва, Брусья, Лидовка, Киевка и Маргаритовка выпускалась молодь кеты с ЛРЗ, расположенных на других реках.

деятельности приморских ЛРЗ скорость роста кеты составляет 0,9–1,2 %/сут при температуре воды 3–4 °С и 1,7–2,5 %/сут при температуре воды 6–8 °С. При экспериментальном кормлении отдельных групп кеты и разреженных плотностях посадки молоди в бассейнах достигалась практически потенциальная скорость роста [Тарасюк, Тарасюк, 2010]. Аналогичные результаты были получены на Рязановском ЭПРЗ при кормлении экспериментальными кормами, рецептуры которых были разработаны в ТИПРО. Таким образом, в диапазоне температур от 3 до 8 °С для расчета потенциальной скорости роста можно применить зависимость

$$C_w = 0,44(t - 3) + 1,3, \quad (1)$$

где C_w — потенциальная скорость роста, %/сут; 0,44 — коэффициент пропорциональности; t — температура воды, °С.

На основе этого можно рассчитать минимальную длительность кормления молоди до набора нормативной массы в зависимости от температуры воды. Поскольку реальная скорость роста обычно ниже, так как зависит от качества корма, плотности посадки и других факторов, в расчет необходимого периода кормления молоди следует ввести поправочный коэффициент на уровне 0,75–0,90. Длительность этапа подращивания молоди можно найти по формуле

$$D = \frac{(\ln W_k - \ln W_o)100}{(0,75 - 0,90)C_w}, \quad (2)$$

где D — длительность подращивания, дней; W_o , W_k — начальная и конечная навеска молоди, г.

Таким образом, зная температурный режим в период подращивания молоди, можно рассчитать необходимое для этого время на каждом заводе. Сроки подхода производителей на нерест и сроки пиков ската природной молоди обычно известны. Таким образом, получают ориентиры для периода инкубации икры и выдерживания личинок как первых, так и последних партий. Для реализации данной стратегии заводы должны иметь водоисточники с соответствующими температурами и возможность управлять температурным режимом.

Барабашевский ЛРЗ. Базовой рекой завода является р. Барабашевка. Мощность завода после реконструкции составляет 20 млн шт. по выпускаемой молоди кеты. В последние 4 года на заводе закладывалось от 9,88 до 19,66 млн икринок кеты.

Отлов производителей осуществляется в базовой реке перед нерестилищами, примерно в 3 км от устья реки. Динамика вылова производителей в р. Барабашевка за последние 4 года приведена на рис. 1.

На рис. 1 видно, что пики подходов производителей кеты смещаются на более ранний период. Если в 2017 г. пик подходов приходился на 4-ю пентаду октября, то в 2019 г. — на 2-ю, а в 2018 и в 2020 гг. — на 1-ю. Возрастной состав производителей представлен в табл. 1.

Следует отметить высокую долю производителей в возрасте 2+ в 2019 г. и отсутствие этой возрастной группы в 2018 г.

В 2019 и 2020 гг. для закладки икры на Барабашевском ЛРЗ проводили отлов производителей в р. Нарва, а в 2020 г. — также и в р. Брусья. При этом часть икры с рек Нарва и Барабашевка перевозилась на Рязановский ЭПРЗ (1,98 млн икринок в 2019 г. и 3,24 млн икринок в 2020 г.). Перевозки икры связаны со слабыми подходами производителей в р. Рязановка и проблемами с водоснабжением на Барабашевском ЛРЗ.

Основой водоснабжения Барабашевского ЛРЗ с начала его создания был самодельный водовод из ручья Остропочного. Низкий дебит этого водоисточника в период зимней межени не позволял заводу выйти на проектную мощность. Вода, подаваемая насосами из подруслового водозабора р. Барабашевка, имела в зимний период низкую температуру.

Проведенная реконструкция не решила проблемы с водоснабжением. Усугубилась ситуация из-за установки в личиночном отделении бассейнов длиной 10 м, что потре-

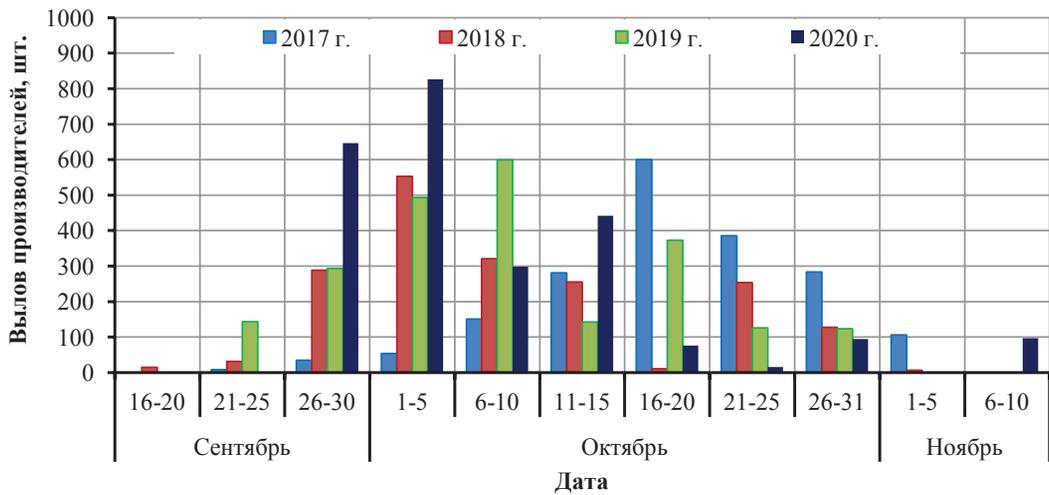


Рис. 1. Динамика вылова производителей кеты в р. Барабашевка в 2017–2020 гг.

Fig. 1. Dynamics of chum salmon producers landing from the Barabashevka River in 2017–2020

Таблица 1

Возрастной состав производителей кеты р. Барабашевка, %

Table 1

Age structure of chum salmon producers from the Barabashevka River, %

Год	Возраст, годы						Кол-во, экз.	Средний возраст, годы
	1+	2+	3+	4+	5+	6+		
2017	0	3,4	76,4	19,1	1,1	0	69	3,18
2018	0	0	70,1	28,9	1,0	0	52	3,31
2019	0	32,9	24,5	39,0	1,2	0	52	3,07
2020	0	10,9	67,2	20,3	1,6	0	50	3,13

бывало в 2 раза больше воды. В настоящее время завод имеет несколько источников водоснабжения с разными температурными режимами и небольшим дебитом (рис. 2). Недостаток воды и проблемы с организацией водоподачи приводят к раннему развитию одних партий кеты и задержке в развитии других.

Инкубация икры длится обычно от 48 дней у первых партий до 90 дней у последних. Длительность выдерживания свободных эмбрионов составляет соответственно от 56 до 103 дней, поэтому молодь первых партий, заложенных на инкубацию в начале октября, начинают кормить в середине января. Молодь из последних партий начинают кормить в середине апреля (обычно в этот период уже наблюдается активный скат природной молоди).

Низкие температуры воды приводят к задержке в развитии молоди. Из-за недостатка воды с завода начинают выпускать молодь, достигшую средней массы 0,6 г.

Выпуски молоди кеты в 2018 г. проводились Барабашевским ЛРЗ в 3-й декаде мая (с 25 по 28 мая). Всего было выпущено 8,52 млн шт. молоди средней навеской 0,61 г. В 2019 г. выпуски проводились с 11 апреля по 22 мая при температурах воды в реке и в прибрежье от 5 до 12 °С. 11 и 30 апреля выпустили соответственно 3,36 и 3,64 млн шт. молоди. Всего в Барабашевку было выпущено 9,64 млн шт. молоди кеты. В 2020 г. выпуски молоди кеты начали производить с 8 апреля при температурах воды в реке 5,1–6,3 °С и в море от 3,8 до 4,5 °С. Средняя масса выпускаемой молоди составляла 0,62 (0,44–1,57) г. Последние партии выпускались в 3-й декаде мая. Температура воды в реке к этому времени поднялась до 11–14 °С, а в прибрежье — до 8–11 °С. 8 апреля и 12 мая выпустили соответственно 4,89 и 6,12 млн шт. молоди. Всего с завода в р. Барабашевка было выпущено 15,04 млн (в том числе 1,86 млн привезли с Рязановского

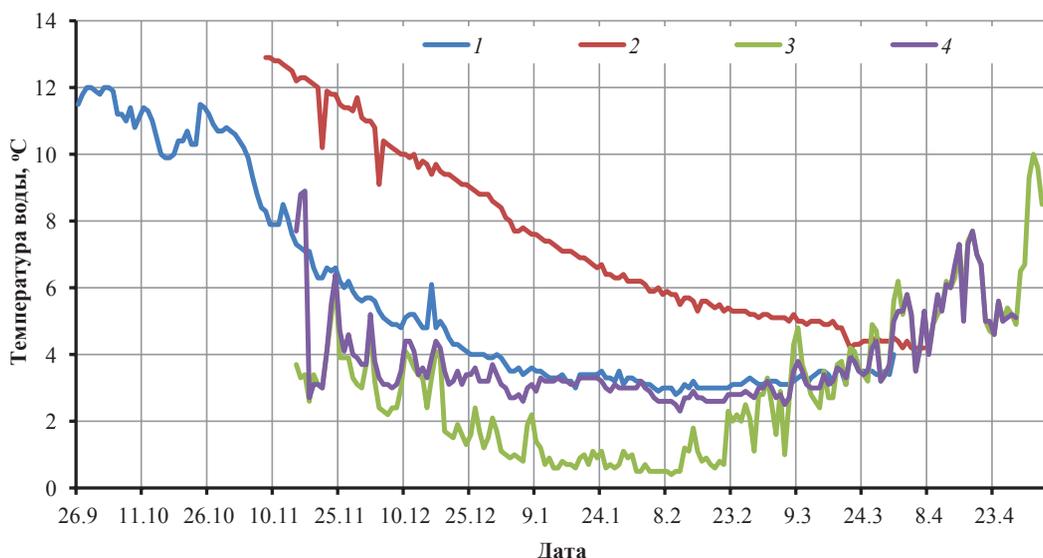


Рис. 2. Температурные режимы водоисточников Барабашевского ЛРЗ в 2019–2020 гг.: 1 — самотечный водовод; 2 — принудительный 1; 3 — принудительный 2; 4 — смешанный
 Fig. 2. Temperature regime of water sources for the Barabashevsky hatchery in 2019–2020: 1 — gravity water conduit; 2 — forced water supply 1; 3 — forced water supply 2; 4 — mixed water supply

ЭПРЗ), а также в р. Нарва 2,0 млн шт. молоди кеты. Данные о количестве, сроках и средней массе тела выпускаемой заводом молоди кеты за последние 10 лет представлены в табл. 2.

Таблица 2
 Выпуск молоди кеты Барабашевским ЛРЗ в 2012–2021 гг.

Table 2
 Data on chum salmon juveniles release from the Barabashevsky hatchery in 2011–2021

Год	Р. Барабашевка			Р. Нарва			Р. Брусья		
	Кол-во, млн шт.	Дата	Масса, г	Кол-во, млн шт.	Дата	Масса, г	Кол-во, млн шт.	Дата	Масса, г
2012	11,968	16.05–20.06	0,82	–	–	–	–	–	–
2013	9,238	31.05–4.06	0,70	–	–	–	–	–	–
2014	13,343	08–27.05	0,70	–	–	–	–	–	–
2015	10,581	10.04–21.05	0,6–1,0	–	–	–	–	–	–
2016	10,105	03.05–15.06	0,84	–	–	–	–	–	–
2017	7,477	07–27.04	0,62	–	–	–	–	–	–
2018	8,523	25–28.05	0,61	–	–	–	–	–	–
2019	9,643	11.04–22.05	0,48–0,92	–	–	–	–	–	–
2020	15,044	08.04–9.06	0,44–1,57	2	8–22.04	0,44–1,57	–	–	–
2021	13,660	27.04–26.05	0,48–1,86	–	–	–	1,1	26.05	–

Рязановский ЭПРЗ. На этапе запуска завода для закладки икры отлавливались производители из рек Барабашевка с 1986 по 1989 г., Нарва с 1987 г. и Пойма с 1989 г. Выпуск молоди осуществляли в реки Рязановка, Пойма и в отдельные годы в р. Нарва.

В последние 4 года на заводе закладывалось от 18,2 до 22,2 млн икринок кеты (с учетом привезенной с Барабашевского ЛРЗ). Отлов производителей осуществлялся в реках Рязановка и Пойма (рис. 3, 4).

Динамика захода производителей кеты в р. Рязановка обычно имеет два пика: в начале октября и в середине или конце 2-й декады октября. Исключением был 2019 г., когда наблюдался один пик подходов. В 2020 г. численность производителей, зашедших в реку, была низкой.

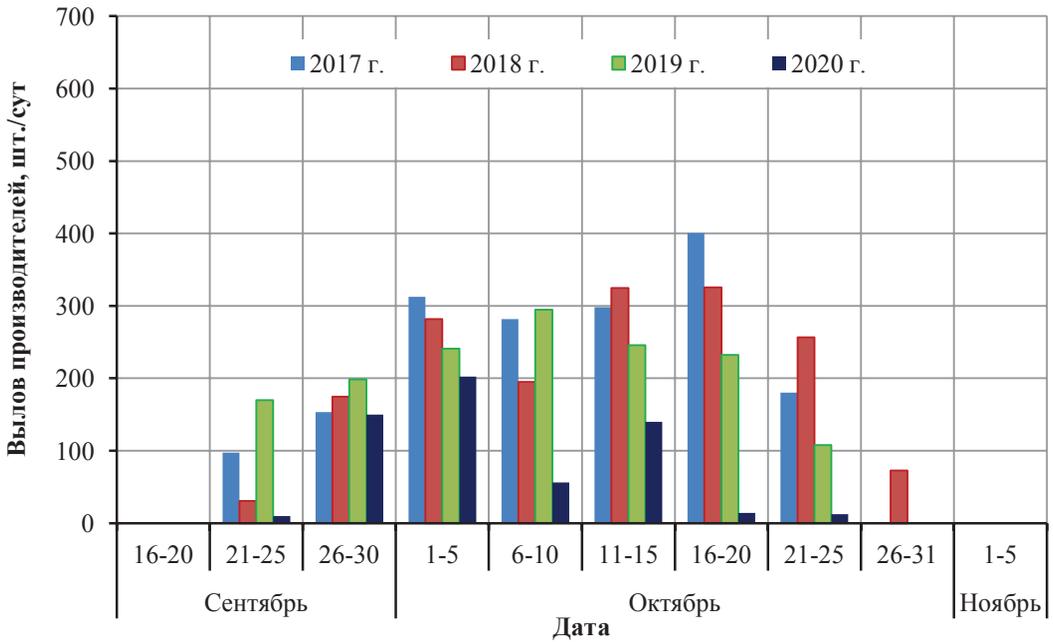


Рис. 3. Динамика вылова производителей кеты в р. Рязановка в 2017–2020 гг.
 Fig. 3. Dynamics of chum salmon producers landing from the Ryazanovka River in 2017–2020

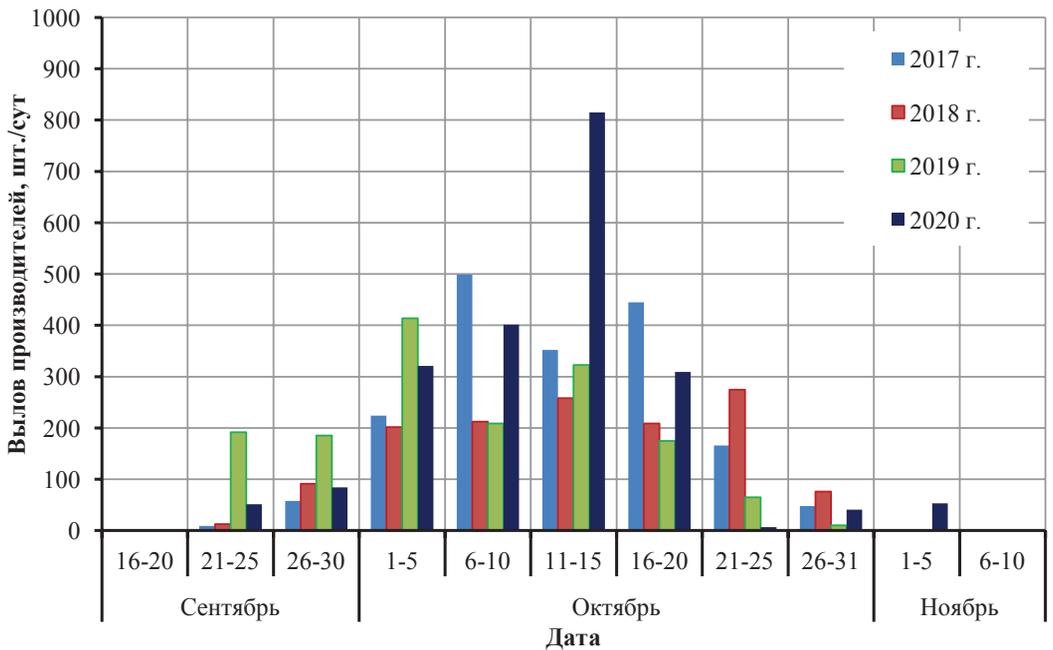


Рис. 4. Динамика вылова производителей кеты в р. Пойма в 2017–2020 гг.
 Fig. 4. Dynamics of chum salmon producers landing from the Poyma River in 2017–2020

В р. Пойма также обычно бывает два пика подходов кеты. Первый пик приходится на 1-ю, второй — на 2-ю декаду октября. В 2018 г. ярко выраженных пиков не было. В 2020 г. был один пик, который пришелся на конец 2-й декады октября. Возрастной состав производителей рек Рязановка и Пойма представлен в табл. 3. В 2019 г. заводом осуществлялся отлов производителей еще и в р. Брусья.

На Рязановском ЭПРЗ также имеются проблемы с водоснабжением. Основным водисточником завода является дрена, проложенная вдоль русла р. Рязановка. Вода из

Таблица 3

Возрастной состав производителей кеты из рек Рязановка и Пойма, %

Table 3

Age structure of chum salmon producers from the Ryazanovka and Poyma Rivers, %

Год	Возраст, годы						Кол-во, экз.	Средний возраст, годы
	1+	2+	3+	4+	5+	6+		
<i>Р. Рязановка</i>								
2017	0	0	60,7	39,3	0	0	28	3,39
2018	0	4,3	78,7	17,0	0	0	27	3,13
2019	0	0	18,2	78,8	3,0	0	33	3,85
2020	0	23,1	46,2	30,7	0	0	13	3,08
<i>Р. Пойма</i>								
2018	0	4,3	78,7	17,0	0	0	47	3,13
2019	0	24,6	40,0	33,8	1,5	0	65	3,12
2020	0	9,1	25,5	49,1	16,4	0	56	3,73

дрены подается насосами на завод. Река оказывает влияние на температурный режим дрены из-за близкого ее расположения. В начале процесса инкубации температура бывает на уровне 14 °С, а в отдельные годы и выше. В период зимней межени температура воды в дрене опускается до 2 °С (рис. 5). Такой температурный режим ведет к ускорению эмбрионального развития кеты первых партий и к задержке в развитии последних партий.

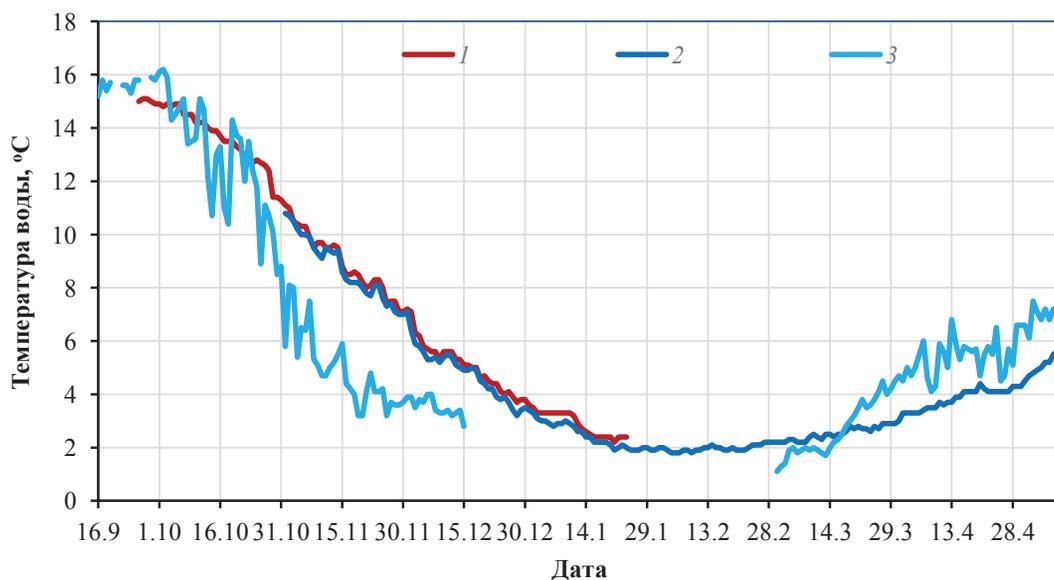


Рис. 5. Температурный режим водоисточников Рязановского ЭПРЗ в 2019–2020 гг.: 1 — инкубационный цех; 2 — личиночный цех; 3 — река

Fig. 5. Temperature regime of water sources for Ryazanovsky hatchery in 2019–2020: 1 — incubation shop; 2 — larval shop; 3 — river

Инкубация икры длится обычно от 42 дней у первых партий до 100 дней у последних. Выдерживание свободных эмбрионов длится соответственно от 44 до 97 дней, поэтому молодь первых партий, заложенных на инкубацию в начале октября, начинают кормить в 3-й декаде декабря. Молодь из последних партий начинают кормить в конце апреля — начале мая.

Выпуски молоди кеты с Рязановского ЭПРЗ в 2019 г. начались с 16 апреля. Температура воды в р. Рязановка в середине апреля составляла 5,2–6,5 °С. Температура морской воды в прибрежье была ниже — от 4 до 6 °С. Средняя масса тела выпускаемой молоди

составляла 0,62 (0,48–0,92) г. Последние партии выпускались в начале 3-й декады мая. Температура воды в реке к этому времени увеличилась до 10–12 °С, а в прибрежье — до 9–11 °С. Максимальное количество молоди выпустили в р. Рязановка 30 апреля — 6,3 млн шт. В 2020 г. выпуски молоди кеты с Рязановского ЭПРЗ в р. Рязановка начались с 8 апреля при температуре около 5,5 °С в реке и 5,2 °С в прибрежье. Средняя масса тела выпускаемой молоди составляла 0,61 (0,40–0,99) г. Максимальное количество молоди выпустили в р. Рязановка 8 апреля — 4,66 млн шт. В р. Пойма молодь кеты начали выпускать с 23 апреля. Температура воды в р. Пойма в местах выпуска молоди составляла 7,6 °С, а в прибрежье — 6,1 °С. Было сделано 4 выпуска молоди, общим количеством 7,5 млн шт. В р. Брусья выпускалась молодь 29–30 апреля в количестве 2,01 млн шт. Последние партии молоди выпускались в р. Рязановка в 3-й декаде мая. Температура воды в реке к этому времени выросла до 10–12 °С, а в прибрежье — до 9–11 °С. Данные о количестве, сроках и средней массе тела выпускаемой молоди кеты за последние 10 лет представлены в табл. 4.

Таблица 4

Выпуск молоди кеты с Рязановского ЭПРЗ по рекам в 2012–2021 гг.

Table 4

Data on chum salmon juveniles release from the Ryazanovsky hatchery in 2012–2021, by rivers

Год	Р. Рязановка			Р. Пойма			Р. Нарва			Р. Брусья		
	Кол-во, млн шт.	Дата	Масса, г	Кол-во, млн шт.	Дата	Масса, г	Кол-во, млн шт.	Дата	Масса, г	Кол-во, млн шт.	Дата	Масса, г
2012	10,867	04–18.05	0,70–1,69	4,175	04–17.05	0,70–1,69	–	–	–	–	–	–
2013	13,766	01–24.05	0,79–1,57	4,919	07.05–24.06	0,79–1,57	–	–	–	–	–	–
2014	9,677	25.04–25.05	0,87–1,61	4,069	25.04–23.05	0,87–1,61	1,365	–	0,87–1,61	–	–	–
2015	8,172	28.04–11.06	0,72–1,99	2,580	28.04–06.05	0,85–1,80	2,655	–	0,85–1,80	–	–	–
2016	10,131	17.05–24.06	0,41–1,05	1,482	07.05–03.06	0,41–1,05	–	–	–	–	–	–
2017	9,693	28.04–19.05	0,40–1,20	4,140	28.04–19.05	0,40–1,20	–	–	–	–	–	–
2018	12,572	25.05	0,80	4,200	25.05	0,55–1,30	–	–	–	–	–	–
2019	13,673	16.04–22.05	0,48–0,92	3,000	16–30.04	0,60	–	–	–	–	–	–
2020	7,776	08.04–09.06	0,44–0,80	7,500	23.04–15.05	0,44–0,80	–	–	–	2,011	28.04–9.06	0,41–1,65
2021	7,032	14.04–20.05	0,43–1,67	9,370	30.04–13.05	0,57–1,28	–	–	–	–	–	–

ЛРЗ «Лидовский» (СХПК «Лидовский») построен на основании рыбоводно-биологического обоснования, разработанного лабораторией технического обеспечения процессов воспроизводства гидробионтов ТИНРО. Завод расположен на ручье Безымянном (район р. Лидовка), примерно в 450 м от моря. Имеет два инкубационных цеха, оснащенных 80 аппаратами типа «Норад» и 98 ящичными аппаратами индивидуального изготовления типа «Вох». Выдерживание личинок осуществляется в тех же аппаратах. Подращивание молоди производится в садках, установленных в пруду. Мощность завода — 16,4 млн шт. по выпускаемой молоди кеты.

Первые два года после ввода в эксплуатацию на завод привозили икру на стадии «глазка» с Барабашевского ЛРЗ. В дальнейшем для запуска завода отлавливались

производители в реках Зеркальная и Лидовка. С 2018 г. отлов производителей кеты осуществляется в ручье Безымянном. Динамика вылова производителей в ручье Безымянном в 2018–2020 гг. приведена на рис. 6.

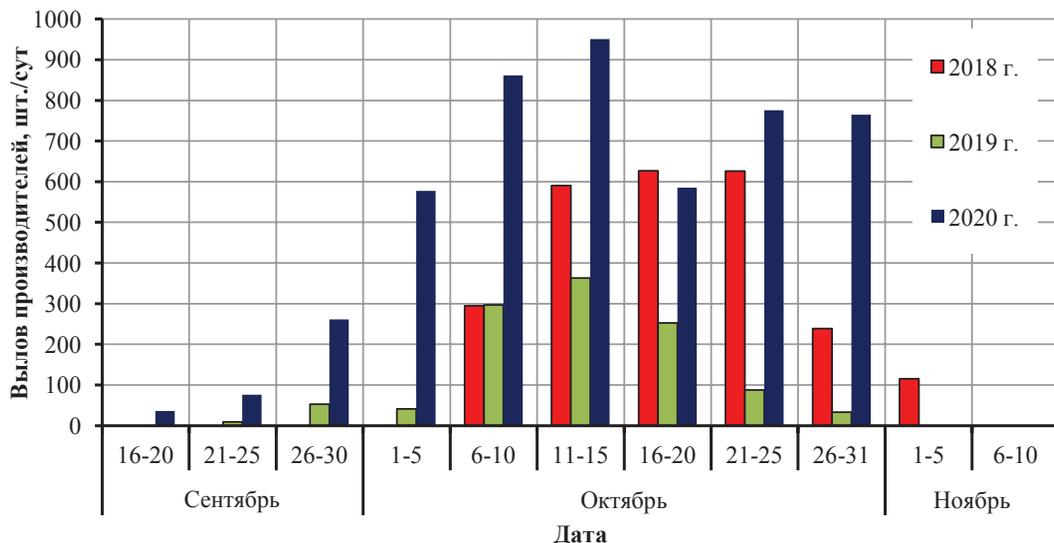


Рис. 6. Динамика вылова кеты в ручье Безымянном в 2018–2020 гг.
Fig. 6. Dynamics of chum salmon landing in the Bezimyanny Stream in 2018–2020

Следует отметить, что отлов производителей в ручье Безымянном стал возможен благодаря выпускам в него молоди кеты с ЛРЗ «Лидовский».

Особенностью 2020 г. были ранние подходы производителей кеты практически во все реки Приморья. В ручей Безымянный производители кеты заходили до середины 1-й декады ноября. Суточный вылов достигал 1650 производителей. Возрастной состав производителей кеты ручья Безымянного приведен в табл. 5.

Таблица 5

Возрастной состав производителей кеты ручья Безымянного, %

Table 5

Age structure of chum salmon producers from the Bezimyanny Stream, %

Год	Возраст, годы						Кол-во, экз.	Средний возраст, годы
	1+	2+	3+	4+	5+	6+		
2017	0	39,1	54,3	4,4	2,2	0	85	2,70
2018	0	0	94,3	5,7	0	0	36	3,06
2020	0	37,8	43,3	18,9	0	0	37	2,89

Водоснабжение завода осуществляется из ручья Безымянного с достаточно стабильной температурой в течение всего года. В начале октября температура воды обычно не превышает 11–12 °С, а в период зимней межени (январь–февраль) 5–6 °С (рис. 7).

Но и такой режим в условиях Приморья не идеален для искусственного воспроизводства кеты. Высокие температуры приводят к раннему развитию первых партий кеты. Последние же партии при таких температурах успевают к скату природной молоди набрать необходимую массу 0,8–1,0 г. Так, на ЛРЗ «Лидовский» минимальная масса кеты последней партии в конце апреля составляла 0,8 г.

Инкубация икры длится обычно от 43 дней у первых партий до 50 дней у последних. Выдерживание свободных эмбрионов длится соответственно от 35 до 42 дней. Молодь первых партий подрастает около 100 дней, последних — до 50 дней.

Выпуски молоди кеты в 2019 г. производились начиная с 23 апреля при температурах воды в ручье 10,6 °С и в прибрежье 5,5 °С. Максимальное количество молоди

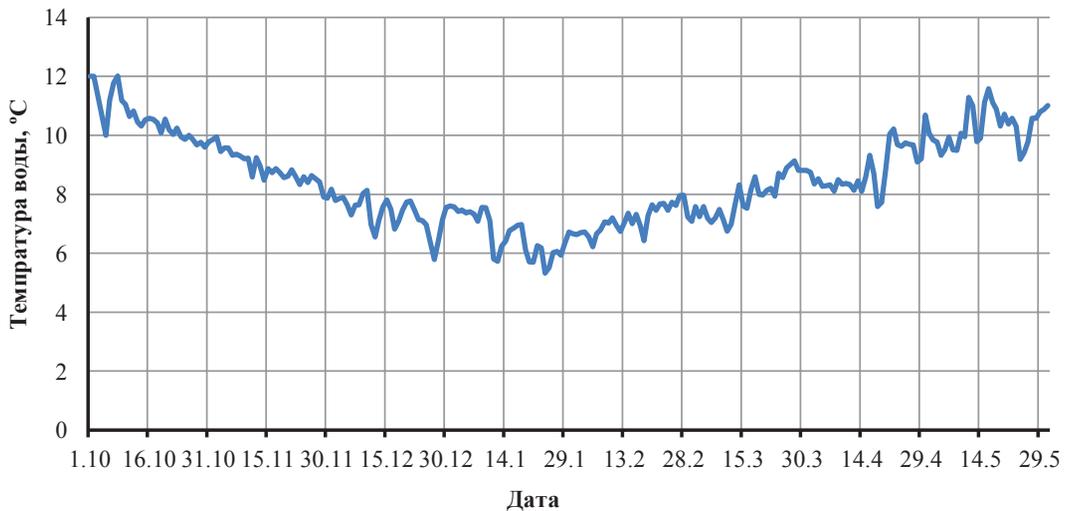


Рис. 7. Температурный режим водоисточника ЛРЗ «Лидовский» в 2018–2020 гг.
Fig. 7. Temperature regime of water sources for the Lidovsky hatchery in 2018–2020

было выпущено 29 апреля — 7,93 млн шт. Последний выпуск был 15 мая. Средняя масса выпускаемой молоди составляла 0,90–1,72 г. В 2020 г. выпуски проводились в конце апреля (с 24 по 26). Средняя масса тела молоди составляла 1,02 (0,9–1,3) г. В 2021 г. выпуски производились 13 и 24 апреля при температуре воды в ручье 8,5–9,6 °С и в прибрежье 4,2–5,1 °С. Средняя масса тела выпущенной молоди кеты составляла 1,0–1,7 г. С 22 мая по 15 июня производились выпуски в р. Лидовка молоди средней массой тела от 1,0 до 1,54 г. В 2021 г. выпуски начались с 7 и закончились 29 апреля. Средняя масса тела молоди кеты составляла 1,4 (0,8–2,6) г. 29 апреля была выпущена последняя партия при температуре воды в ручье 9,4 °С и в прибрежье 6,5 °С. Максимальное количество молоди было выпущено 27 апреля — 10,38 млн шт. Данные по выпуску молоди кеты с Лидовского ЛРЗ за 9 лет приведены в табл. 6.

Таблица 6

Выпуск молоди кеты с Лидовского ЛРЗ по рекам в 2013–2021 гг.

Table 6

Data on chum salmon juveniles release from the Lidovsky hatchery in 2013–2021, by rivers

Год	Ручей Безымянный			Р. Лидовка			Р. Зеркальная		
	Кол-во, млн шт.	Дата	Масса, г	Кол-во, млн шт.	Дата	Масса, г	Кол-во, млн шт.	Дата	Масса, г
2013	0,128	10.4	0,87	–	–	–	–	–	–
2014	1,090	22.5	0,89	–	–	–	–	–	–
2015	4,021	22–29.04	1,68	–	–	–	–	–	–
2016	9,703	22–27.04	0,98	–	–	–	–	–	–
2017	8,940	27.04–10.05	1,32	0,883	10.05	1,32	0,01	–	1,32
2018	16,178	23.04–15.05	0,90–1,74	–	–	–	–	–	–
2019	13,006	24–26.04	1,02	–	–	–	–	–	–
2020	4,033	13.04–24.05	1,0–1,7	0,825	22.04–15.06	1,0–1,54	–	–	–
2021	12,400	07–29.04	0,8–2,6	–	–	–	–	–	–

ЛРЗ «Вербное» (ООО «Фурманово») построен на основании рыбоводно-биологического обоснования, разработанного лабораторией технического обеспечения процессов воспроизводства гидробионтов ТИНРО. Завод расположен на р. Вербной (приток р. Милоградовка), примерно в 900 м от моря.

Завод имеет инкубационный цех, оснащенный инкубационными аппаратами типа «Norad» в количестве 180 шт. Выдерживание личинок осуществляется в тех же аппаратах. Подращивание молоди осуществляется в садках, установленных в старом русле р. Вербной. Мощность завода — 19,8 млн шт. по выпускаемой молоди кеты.

Первые два года после ввода в эксплуатацию завод привозил икру на стадии «глазка» с Барабашевского ЛРЗ. В дальнейшем для запуска завода производителей отлавливали в реках Аввакумовка и Милоградовка. С 2018 г. отлов производителей кеты осуществлялся только в реках Вербная и Милоградовка. Динамика вылова производителей в р. Вербной приведена на рис. 8.

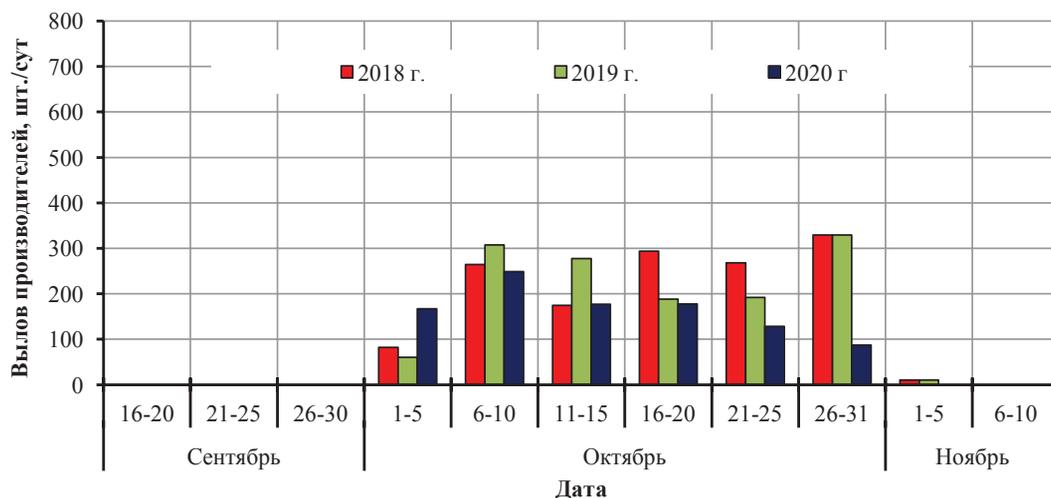


Рис. 8. Динамика вылова производителей кеты в р. Вербной в 2018–2020 гг.

Fig. 8. Dynamics of chum salmon producers landing from the Verbnaya River in 2018–2020

В 2018 г. максимальное суточное изъятие производителей в р. Вербной составляло 700 шт., а в р. Милоградовка — 840 шт. В 2019 г. было отмечено снижение вылова соответственно до 660 и 780 шт. В 2020 г. продолжилось сокращение вылова в этих реках соответственно до 480 и 180 шт. в сутки. Причины снижения численности производителей пока не ясны. Возрастной состав производителей приведен в табл. 7.

Таблица 7

Возрастной состав производителей кеты р. Вербной

Table 7

Age structure of chum salmon producers from the Verbnaya River

Год	Возраст, годы						Кол-во, экз.	Средний возраст, годы
	1+	2+	3+	4+	5+	6+		
2017	0	17,8	75,6	4,4	2,2	0	47	2,91
2018	0	0	91,2	8,8	0	0	34	3,09
2019	0	0	63,2	31,6	5,2	0	20	3,42
2020	0	31,0	34,5	31,0	3,5	0	30	3,07

Водоснабжение завода осуществляется принудительно из колодца с дренай вдоль старого русла р. Вербной. Температурный режим водоисточника достаточно стабилен в течение года (рис. 9). Проблема высокой температуры в зимний период решена на ЛРЗ путем дополнительной подачи воды из реки на этапе выдерживания свободных эмбрионов, таким образом обеспечивается управление технологическим процессом.

Инкубация икры на заводе обычно длится от 48 дней для первых партий до 63 дней для последних, выдерживание свободных эмбрионов — соответственно от 110 до 100 дней. Молодь подращивается от 35 до 50 дней.

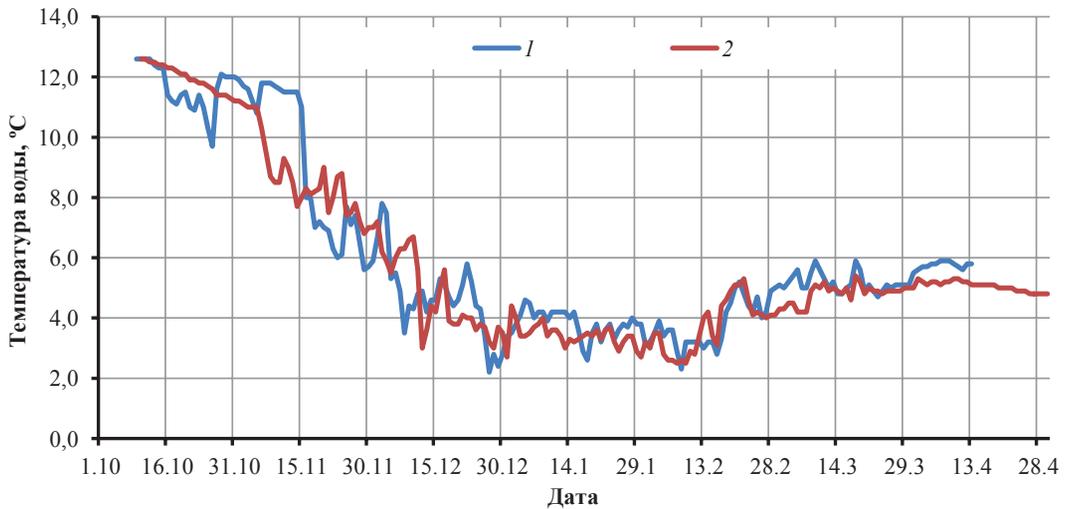


Рис. 9. Температурные режимы водоисточников ЛРЗ «Вербное»: 1 — 2018–2019 гг.; 2 — 2019–2020 гг.

Fig. 9. Temperature regime of water sources for the Verbnoe hatchery in 2018–2020: 1 — 2018–2019; 2 — 2019–2020

Выпуски молоди кеты в 2019 г. производили начиная с 23 апреля при температуре воды в р. Вербной около 6,0 °С и в прибрежье 4,5 °С. Выпуски были закончены 28 апреля. Средняя масса тела выпускаемой молоди составляла 1,01 г. В 2020 г. выпуски производились с 24 апреля по 15 мая при температуре воды в реке 8,5–10,3 °С и в прибрежье 4,5–5,6 °С. Средняя масса тела выпущенной молоди составляла 1,0–1,2 г. Данные по выпуску молоди кеты с завода по рекам с 2013 по 2021 г. приведены в табл. 8.

Таблица 8
Выпуск молоди кеты с ЛРЗ «Вербное» по рекам в 2013–2021 гг.

Table 8

Data on chum salmon juveniles release from the Verbnoe hatchery in 2013–2021, by rivers

Год	Р. Вербная			Р. Милоградовка		
	Кол-во, тыс. шт.	Дата	Масса, г	Кол-во, тыс. шт.	Дата	Масса, г
2013	0,236	–	1,06	–	–	–
2014	1,175	07.05	1,64	–	–	–
2015	6,201	18–22.04	1,14	–	–	–
2016	15,537	29.04–10.05	1,12	–	–	–
2017	6,981	05–06.05	1,20	–	–	–
2018	10,000	10–12.05	0,95	1,003	10–12.05	0,95
2019	16,896	23–28.04	1,01	–	–	–
2020	7,037	24.04–15.05	1,00–1,20	–	–	–
2021	5,588	23.04–25.05	0,90–1,50	–	–	–

Следует отметить, что в последние годы наблюдаются более ранние подходы производителей к базовым рекам всех ЛРЗ Приморья. Наряду с этим отмечается увеличение в подходах производителей младших возрастных групп (в возрасте 2+). Их доля достигала в р. Барабашевка 32,9 % (2019 г.), в р. Вербной — 31,0 (2020 г.), в ручье Безымянном — 37,8 % (2020 г.).

Как следствие, отмечается снижение средней массы тела производителей. Так, в 2020 г. в р. Барабашевка средняя масса самок составляла 2,83 (1,81–3,97) кг, самцов — 3,40 (2,60–4,65) кг. В р. Рязановка средняя масса самок достигала 2,80 (2,10–3,50) кг, самцов — 3,20 (1,90–4,10) кг. В р. Пойма средняя масса самок нас-

читывала 2,70 (1,90–3,40) кг, самцов — 2,80 (1,70–4,00) кг. В р. Вербной средняя масса самок составляла 2,70 (1,90–3,60) кг, самцов — 2,80 (1,65–5,20) кг. В ручье Безымянном средняя масса самок достигала 2,40 (1,45–4,60) кг, самцов — 3,10 (1,86–4,60) кг.

Проблемными становятся перевозки и выпуски молоди с заводов в соседние реки. В течение многих лет с Рязановского ЭПРЗ молодь выпускается в р. Пойма, а также она выпускалась в реки Нарва и Брусья. С Барабашевского ЛРЗ молодь выпускалась в реки Нарва и Брусья и даже в р. Вербную в рамках компенсации ущерба. С ЛРЗ «Лидовский» молодь выпускалась в реки Лидовка, Зеркальная и Маргаритовка. Существуют различные мнения о целесообразности таких перевозок, поскольку считается, что запоминание своей реки (хоминг) не может сформироваться у кеты за несколько дней ее нагула перед скатом в море. Известно, что хоминг формируется на этапе смолтификации, а также и на более ранних стадиях развития [Алтухов и др., 1997; Салменкова, 2016]. О формировании хоминга на более ранних стадиях развития может говорить тот факт, что на большинстве заводов производители кеты не только приходят в свою реку, но и заходят непосредственно в водосбросной канал завода. Реально оценить доли возврата производителей в реку выпуска и в заводскую реку можно только мечением.

Поэтому в 2019 г. на Рязановском ЭПРЗ было проведено отолитное маркирование партии кеты, полученной от производителей р. Брусья в количестве 135,5 тыс. шт. Мечение производили в инкубаторах типа Аткинса на стадии икры методом осушения. Ключ метки, нанесенной на отолиты, — 3,2Н. В 2020 г. помеченная молодь была выпущена в р. Брусья в количестве 126,6 тыс. шт. Всего в 2020 г. с Рязановского ЭПРЗ было выпущено в р. Брусья 2,011 млн шт. молоди кеты. Таким образом, доля помеченной молоди в выпуске составила 6,3 %.

В 2020 г. Барабашевский ЛРЗ отлавливал производителей в р. Брусья. Поэтому было продолжено маркирование кеты р. Брусья на Барабашевском ЛРЗ. Было помечено две партии икры: № 17 в количестве 768,3 тыс. шт. и № 21 в количестве 479,9 тыс. шт. Мечение производили осушением в инкубаторах типа Аткинса. Ключ метки — 9пН. В 2021 г. помеченную молодь кеты выпустили в р. Брусья 26 мая в количестве 1,16 млн шт. Доля помеченной молоди составила 100 % среди кеты заводского происхождения.

Заключение

В последнее десятилетие в Приморском крае возрос интерес к искусственному воспроизводству кеты. Построено два новых завода, создан ряд рыбоводных участков и ожидается рост объемов искусственного воспроизводства кеты. Вместе с тем в работе действующих заводов отсутствует стабильность, что связано с низкими подходами производителей в отдельные годы.

Практически все действующие ЛРЗ имеют проблемы с водоснабжением. Они обычно связаны с недостаточной предпроектной проработкой, низким качеством проектов и желанием собственников удешевить строительство. Как результат, на ЛРЗ отсутствует возможность управления процессом получения жизнестойкой молоди, что приводит к необходимости ее ранних выпусков первых партий и поздних выпусков последних партий.

В настоящее время отсутствует четкое понимание целесообразности выпусков молоди кеты в соседние реки с целью создания там собственного стада. Проведенное в 2019 и 2020 гг. отолитное маркирование на Рязановском ЭПРЗ и Барабашевском ЛРЗ должно дать в 2023–2025 гг. предварительную оценку эффективности таких выпусков.

Благодарности

Автор выражает искреннюю благодарность специалистам Приморского филиала ФГБУ «Главрыбвод» В.В. Горячеву, Г.В. Сиренко, И.Н. Логашенко, Г.А. Косычевой и

ТИНРО В.А. Назарову за помощь в сборе материалов, А.В. Лысенко и В.В. Цыгиру за определение возраста производителей.

Финансирование работы

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Соблюдение этических стандартов

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных были соблюдены.

Список литературы

- Алтухов Ю.П., Салменкова Е.А., Омельченко В.Т. Популяционная генетика лососевых рыб : моногр. — М. : Наука, 1997. — 288 с.
- Горяинов А.А., Шатилина Т.А., Лысенко А.В., Заволокина Е.А. Приморская кета (рыбохозяйственный очерк) : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2007. — 198 с.
- Зиничев В.В., Леман В.Н., Животовский Л.А., Ставенко Г.А. Теория и практика сохранения биоразнообразия при разведении тихоокеанских лососей : Тихоокеанские лососи: Состояние. Проблемы. Решения : моногр. — М. : ВНИРО, 2012. — 240 с.
- Канидъев А.Н. Биологические основы искусственного разведения лососевых рыб : моногр. — М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1984. — 216 с.
- Кашкин К.А., Золотухин С.Ф., Цыгир В.В. Катадромная миграция молоди кеты в реках Южного Приморья // Современное состояние исследований лососевидных рыб : тез. докл. 3-го Всесоюз. совещ. по лососевидным рыбам. — Тольятти : ИЭВБ АН СССР, 1988. — С. 150–151.
- Колпаков Н.В., Милованкин П.Г., Колпаков Е.В. Новые данные по биологии молоди кеты *Oncorhynchus keta* эстуариев залива Ольги (центральное Приморье) // Бюл. № 7 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2012. — С. 167–173.
- Курганский Г.Н., Марковцев В.Г. Биологические и технические основы разведения лососей в Приморском крае // Изв. ТИНРО. — 2005. — Т. 141. — С. 325–334.
- Леман В.Н., Чебанова В.В. Возможности повышения эффективности искусственного разведения кеты (*Oncorhynchus keta* (Walbaum)) и экология заводской молоди в бассейне реки Большая (Западная Камчатка) // Тр. ВНИРО. — 2002. — Т. 141. — С. 215–228.
- Микулич Л.В., Гавренков Ю.И. Некоторые черты биологии и питание покатной молоди кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) Южного Приморья // Вопр. ихтиол. — 1986. — Т. 26, вып. 4. — С. 610–618.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) : моногр. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Пищепромиздат, 1966. — 375 с.
- Салменкова Е.А. Механизмы хоминга лососевых рыб // Успехи современной биологии. — 2016. — Т. 136, № 6. — С. 593–607.
- Смирнов А.И. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей : моногр. — М. : МГУ, 1975. — 335 с.
- Тарасюк Е.В., Тарасюк С.Н. Влияние плотности посадки и содержания кислорода на рост молоди кеты // Тр. ВНИРО. — 2010. — Т. 148. — С. 158–169.

References

- Altukhov, Yu.P., Salmenkova, E.A., and Omel'chenko, V.T., *Populyatsionnaya genetika lososevykh ryb* (Population Genetics of Salmon Fishes), Moscow: Nauka, 1997.
- Goryainov, A.A., Shatilina, T.A., Lysenko, A.V., and Zavolokina, E.A., *Primorskaya keta (rybokhozyaystvennyy ocherk)* (Primorskaya chum salmon (fishery sketch)), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2007.
- Zinichev, V.V., Leman, V.N., Zhivotovsky, L.A., and Stavenko, G.A., *Teoriya i praktika sokhraneniya bioraznoobraziya pri razvedenii tikhookeanskikh lososey: Tikhookeanskiye lososi: Sostoyaniye. Problemy. Resheniya* (The theory and practice of biodiversity conservation in the breeding of Pacific salmon : Pacific salmon: Status. Problems. Solutions), Moscow: VNIRO, 2012.
- Kanid'ev, A.N., *Biologicheskie osnovy iskusstvennogo razvedeniya lososevykh ryb* (Biological Bases of Artificial Breeding of Salmonid Fishes), Moscow: Legkaya i Pishchevaya Promyshlennost', 1984.

Kashkin, K.A., Zolotukhin, S.F., and Tsygir, V.V., Catadromous migration of chum salmon in the rivers of southern Primorye, in *Tretye Vses. soveshch. lososevidnym rybam "Sovremennoe sostoyanie issledovaniy lososevidnykh ryb"*, *Tezisy dokladov* (Proc. 3rd All-Sov. Meet. Salmonids "The Current State of Salmonid Research"), Tolyatti: Inst. Ekol. Volzhskogo Basseina Akad. Nauk SSSR, 1988, pp. 150–151.

Kolpakov, N.V., Milovankin, P.G., and Kolpakov, E.V., New data on the biology of juvenile chum salmon *Oncorhynchus keta* in the estuaries of Olga Bay (central Primorye), in *Byull. N 7 izucheniya Tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 7 for the Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2012, pp. 167–173.

Kurgansky, G.N. and Markovtsev, V.G., Biological and technical basis of the artificial salmon culturing in Primorsky Territory, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2005, vol. 141, pp. 325–334.

Leman, V.N. and Chebanova, V.V., Possibilities of increasing the efficiency of artificial breeding of chum salmon (*Oncorhynchus keta* (Walbaum)) and the ecology of hatchery juveniles in the basin of the Bolshaya River (Western Kamchatka), *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2002, vol. 141, pp. 215–228.

Mikulich, L.V. and Gavrenkov, Yu.I., Some features of the biology and the feeding of juvenile seaward migrants of chum salmon *Oncorhynchus keta* (Walbaum) from the southern Maritime Primorye, *Vopr. Ikhtiol.*, 1986, vol. 26, no. 4, pp. 610–618.

Pravdin, I.F., *Rukovodstvo po izucheniyu ryb (preimushchestvenno presnovodnykh)* (Guide to the Study of Fish (Mainly Freshwater)), 4th ed., Moscow: Pishchevaya Promyshlennost', 1966.

Salmenkova, E.A., Mechanisms of Homing of Salmonids, *Uspekhi sovremennoy biologii*, 2016, vol. 136, no. 6, pp. 593–607.

Smirnov, A.I., *Biologiya, razmnozhenie i razvitie tikhookeanskikh lososei* (Biology, Reproduction, and Development of Pacific Salmon), Moscow: Mosk. Gos. Univ., 1975.

Tarasyuk, E.V. and Tarasyuk, S.N., Influence of stocking density and oxygen content on growth of chum salmon juveniles, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2010, vol. 148, pp. 158–169.

Поступила в редакцию 21.06.2021 г.

После доработки 7.07.2021 г.

Принята к публикации 16.08.2021 г.