

**АКВАКУЛЬТУРА
AQUACULTURE**

Научная статья

УДК 639.371:597.552.51

DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-150-166

EDN: VJGCMN

**ХАРАКТЕРИСТИКА МОЛОДИ КЕТЫ *ONCORHYNCHUS KETA*
И ГОРБУШИ *O. GORBUSCHA* ПРИ ЗАВОДСКОМ ВОСПРОИЗВОДСТВЕ
В БАССЕЙНЕ РЕКИ МАРГАРИТОВКА (ЦЕНТРАЛЬНОЕ ПРИМОРЬЕ)****И.С. Манзаева¹, О.В. Зеленников^{2*}**¹ Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии,
105187, г. Москва, Окружной проезд, 19;² Санкт-Петербургский государственный университет,
199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9

Аннотация. Исследовали молодь кеты *Oncorhynchus keta* и горбуши *O. gorbuscha* при их выращивании на рыбноводном заводе «Пфусунг» в бассейне р. Маргаритовка (центральное Приморье). Икру кеты заложили на инкубацию от производителей собственного стада в период с 30 сентября по 7 ноября 2023 г., мальков начали кормить в садках, установленных в русле реки, с 26 февраля по 15 апреля и выпустили в естественную среду с 11 апреля по 15 мая при массе тела от 895 до 1100 мг в количестве 7,665 млн экз. За полный период выращивания от начала инкубации до выпуска молодь кеты в среднем набрала 1103,7 градусо-дня. Зародышей горбуши перевезли на завод с юго-востока о. Сахалин непосредственно перед вылуплением при сумме тепла в 501,8 градусо-дня. Начали кормить 26 февраля и выпустили 10 апреля 120 тыс. мальков при сумме в 1335,9 градусо-дня и массе тела в среднем 448,6 мг. Провели гистологическое исследование развития кардиального и пилорического отделов желудка, средней и спиральной кишки, печени и гонад у рыб обоих видов в период от вылупления до выпуска. Отметили последовательное изменение функциональной активности желудочных желез, клеток пищеварительного эпителия, увеличение количества слизевых клеток в кишечнике мальков и различия в содержании жира в печени у рыб в пределах каждой возрастной группы.

Ключевые слова: горбуша, кета, заводское воспроизводство молоди, центральное Приморье

Для цитирования: Манзаева И.С., Зеленников О.В. Характеристика молоди кеты *Oncorhynchus keta* и горбуши *O. gorbuscha* при заводском воспроизводстве в бассейне реки Маргаритовка (центральное Приморье) // Изв. ТИНРО. — 2025. — Т. 205, вып. 1. — С. 150–166. DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-150-166. EDN: VJGCMN.

* Манзаева Ирина Станиславовна, аспирант, bashitova@yandex.ru, ORCID 0009-0000-5241-1221; Зеленников Олег Владимирович, доктор биологических наук, доцент, oleg_zeleennikov@rambler.ru, ORCID 0000-0001-8779-7419.

© Манзаева И.С., Зеленников О.В., 2025

Characteristics of juvenile chum salmon *Oncorhynchus keta* and pink salmon *O. gorbuscha* in hatchery reproduction in the Margaritovka River basin (central Primorye)

Irina S. Manzaeva*, Oleg V. Zelennikov**

* Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
19, Okružnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

** St. Petersburg State University, 7/9, Universitetskaya Emb., St. Petersburg, 199034, Russia
* postgraduate student, bashitova@yandex.ru, ORCID 0009-0000-5241-1221

** D.Biol., assistant professor, oleg_zelennikov@rambler.ru, ORCID 0000-0001-8779-7419

Abstract. Juveniles of chum salmon *Oncorhynchus keta* and pink salmon *O. gorbuscha* reared at Pfusung fish hatchery in the Margaritovka River basin (central Primorye) are investigated. The chum salmon eggs were incubated from the breeders of local stock between September 30 and November 7, fed in cages installed in the riverbed between February 26 and April 15, and were released into the wild in amount of $7.665 \cdot 10^6$ ind. between April 11 and May 15 with the body weight of 895–1100 mg. Over the entire rearing period from start of incubation to release, the juvenile chum salmon had accumulated 1103.7 degree-days of heat, on average. The pink salmon embryos were transported to the hatchery from southeastern Sakhalin immediately before hatching, with the heat accumulation of 501.8 degree-days. Their feeding began on February 26. These fish were released on April 11, after the total accumulation of 1335.9 degree-days of heat. Histological control of cardiac and pyloric sections of stomach, mid-gut and spiral valve, liver and gonads development was conducted for both species during the period from hatching to release. Consistent changes in functional activity of the gastric glands and digestive epithelial cells were detected, with increasing the number of mucus cells in the intestines of fry. Differences in fat content in the liver were noted between age groups.

Keywords: pink salmon, chum salmon, hatchery reproduction of juveniles, central Primorye

For citation: Manzaeva I.S., Zelennikov O.V. Characteristics of juvenile chum salmon *Oncorhynchus keta* and pink salmon *O. gorbuscha* in hatchery reproduction in the Margaritovka River basin (central Primorye), *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2025, vol. 205, no. 1, pp. 150–166. (In Russ.). DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-150-166. EDN: VJGCMN.

Введение

Масштаб заводского воспроизводства молоди тихоокеанских лососей в Приморском крае был и до настоящего времени остается незначительным. Только в 1986 и 1987 гг. в регионе были построены два федеральных лососевых рыболовных завода (ЛРЗ), ориентированных на воспроизводство молоди кеты и в небольшом количестве молоди симы *Oncorhynchus masou* [Марковцев, 2014; Леман и др., 2015]. В 2012 г. вступили в строй еще два завода, но уже частной формы собственности, также предназначенные для выращивания молоди кеты [Курганский, 2021]. Дальнейшего увеличения производственных мощностей для воспроизводства молоди не происходило. В целом же в развитии лососевого хозяйства Приморского края сложилась противоречивая ситуация. С одной стороны, уже давно была утверждена программа, предусматривающая увеличение масштаба заводского воспроизводства молоди тихоокеанских лососей в Приморском крае*, да и само строительство рыболовных предприятий считалось оправданным с соблюдением, конечно, биологических и технических норм [Курганский, Марковцев, 2005]. Однако, с другой стороны, результативность воспроизводства кеты изначально была низкой [Крупянюк, Скирин, 2003], а в работе рыболовных заводов зачастую видели вред для функционирования биологических сообществ [Семенченко,

* КЦП «Лосось»: Создать крупномасштабное управляемое хозяйство на Дальнем Востоке в период 1988–1990 гг. и до 1995 г. Утверждена постановлением коллегии МРХ СССР, протокол № 32 от 13.12.88. 319 с.

Крупяно, 2005]. Промышленный лов кеты в регионе фактически так и не начался, а в отдельные годы не хватает производителей даже для выполнения плановой закладки икры [Курганский, 2021]. Молодь самого массового из тихоокеанских лососей — горбуши — в Приморском крае не разводят, а ее естественное воспроизводство, по крайней мере на юге Приморья, оказывается незначительным [Золотухин, 2002]. Более того, на 2024 г. не было даже нормативов для выпуска молоди горбуши в Приморском крае, и выпуск был разрешен по временно утвержденному нормативу, разработанному для Сахалинской области. Вместе с тем в научной печати не формулировались какие-либо обоснованные утверждения о нежелательности строительства новых рыбоводных заводов в Приморском крае, как не было и официальных решений, препятствующих такому строительству.

В 2024 г. в р. Маргаритовка (пос. Моряк-Рыболов, Ольгинский район, Приморский край) впервые выпустили молодь кеты и горбуши с нового рыбоводного завода — ЛРЗ «Пфусунг». Цель нашей работы — описать условия воспроизводства молоди тихоокеанских лососей на новом предприятии и охарактеризовать молодь кеты и горбуши первого выпуска.

Материалы и методы

Икру кеты в количестве 8,503 млн шт. собрали от производителей, пойманных в базовом водотоке завода — р. Маргаритовка — в период с 30 сентября по 7 ноября 2023 г. В начале, середине и конце нерестового хода с целью характеристики промыслового стада кеты провели биологический анализ производителей, в ходе которого рыб измеряли, взвешивали и определяли их возраст по чешуе. Всю собранную икру объединили в три партии — от сбора соответственно с 30 сентября по 3 октября, с 12 по 21 октября и со 2 по 7 ноября. В дальнейшем икру этих партий инкубировали, молодь выдерживали и кормили отдельно, контролируя ее развитие.

Икру инкубировали в пластиковых боксах, предназначенных как для инкубации икры, так и для выдерживания предличинок от вылупления до начала кормления. В верхней части бокса на сетную рамку (рис. 1, А) помещали икру в количестве 320 тыс. шт. на бокс. Незадолго до вылупления зародышей количество икры уменьшали до 220 тыс. шт. на бокс. После вылупления зародыши через сетное дно инкубационного отсека бокса попадали в его нижнюю часть и оказывались в трубчатом пластиковом субстрате, уложенном на нижнее сетное дно бокса. В этом субстрате предличинок выдерживали в период их эндогенного питания, поднимали на плав (рис. 1, Б), приучали к корму и после начала их экзогенного питания перевозили в садки, установленные непосредственно в русле реки (рис. 2), где рыб выращивали вплоть до выпуска в естественную среду. Всего выпустили 7,665 млн мальков.

Икру горбуши в количестве 140 тыс. шт. собрали 14 сентября 2023 г. от производителей, пойманных в р. Бахура, и первоначально инкубировали на ЛРЗ «Бахура» (юго-восточный Сахалин). На ЛРЗ «Пфусунг» икру завезли 1 ноября 2023 г. непосредственно перед вылуплением, через 47 сут после начала инкубации (501,8 градусо-дня). Условия инкубации икры, выдерживания предличинок и выращивания молоди были такими же, как и для кеты. Всего выпустили 120 тыс. мальков.

На заводе используют два водных источника — собственно базовую реку, температура в которой изменяется в соответствии с сезоном, и подрусловой поток. Содержание кислорода в течение всего рыбоводного цикла не опускалось ниже 9,2 мг/л.

Рыб кормили кормом производства «Далькорм» (Россия), крупной разной фракции, а также рыбным фаршем собственного приготовления из таких рыб, как кета, треска *Gadus macrocephalus*, навага *Eleginus gracilis*, минтай *Theragra chalcogramma* и сельдь *Clupea pallasii*. Корм задавали вручную. В период раскармливания личинок 1 раз в день, а в дальнейшем довели число кормлений до 12 при рациионе 0,4–0,8 % от массы тела в сутки. При подращивания в реке наблюдали развитие зоопланктона, который являлся дополнительным источником питания.

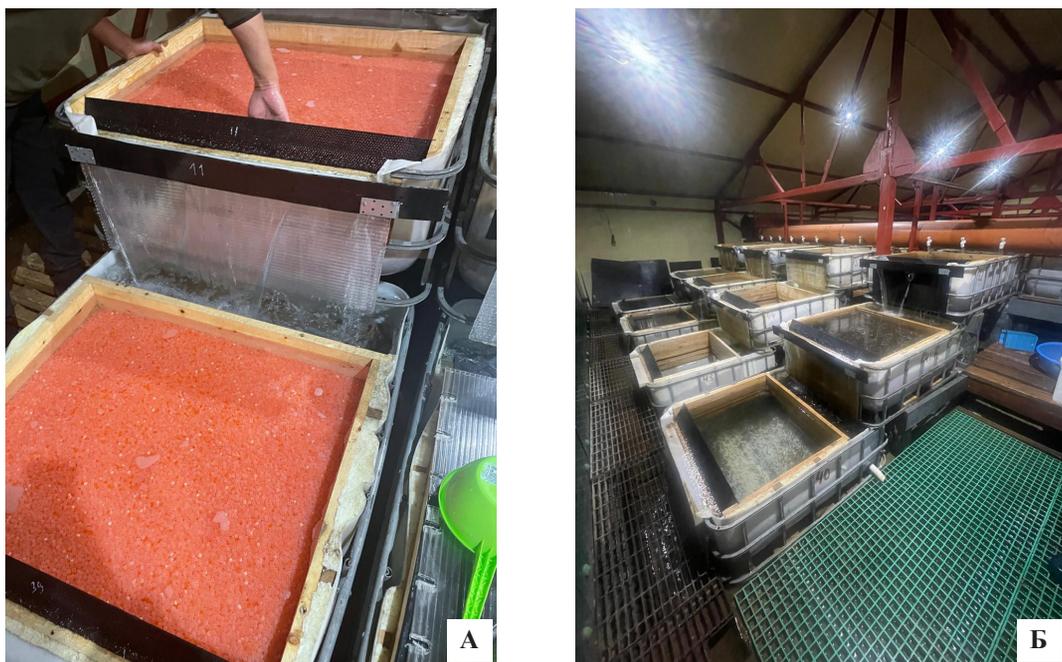


Рис. 1. Внешний вид боксов, применяемых на ЛРЗ «Пфусунг», в период инкубации икры кеты (А) и подъема личинок на плав (Б). Пояснение в тексте

Fig. 1. External view of the boxes used at Pfusung fish hatchery for incubation of chum salmon eggs (A) and raising the larvae to the surface (B). See explanations in the text



Рис. 2. Внешний вид садков, установленных в русле реки, в которых на ЛРЗ «Пфусунг» выращивали молодь кеты и горбуши

Fig. 2. External view of the cages for rearing young chum and pink salmon at Pfusung fish hatchery

Для контроля развития молоди и расчета рациона периодически проводили биологические анализы, в ходе которых рыб измеряли, взвешивали и определяли массу остаточного желтка. Анализы выполняли в соответствии с правилами, принятыми для использования позвоночных животных в лабораторных исследованиях. Рыб предварительно усыпляли.

В ходе проведения анализов часть рыб фиксировали в жидкости Буэна для последующего гистоморфологического исследования. Все пробы были переправлены в Санкт-Петербург, где их обрабатывали на кафедре ихтиологии и гидробиологии Санкт-Петербургского государственного университета. В процессе гистологической обработки у каждой особи выделяли комплекс внутренних органов, который обезживали в спиртах возрастающей крепости и двух порциях хлороформа, затем заливали в парафин-воск. Из залитых в парафин тканей делали серийные поперечные срезы толщиной по 5 мкм, которые окрашивали железным гематоксилином по Гейденгайну. При статистическом анализе достоверность различий средних выявляли при помощи t-критерия Стьюдента ($p < 0,05$).

Результаты и их обсуждение

Для промыслового стада кеты р. Маргаритовка присущи все показатели, которые характерны для кеты как биологического вида, в том числе для абсолютного большинства азиатских стад. Во-первых, согласно общей специфике миграции тихоокеанских лососей, в начале нерестового хода выражено преобладали самцы, а в его конце — самки. Так, в анализах от 5, 25 октября и 11 ноября доля самцов составила соответственно 60,4, 48,5 и 31,9 %. Во-вторых, основу промыслового стада составили производители в возрасте 3+; их доля в анализах была 73,3; 63,6 и 72,3 %. В-третьих, даже несмотря на сравнительно небольшие выборки, масса рыб более старшего возраста всегда была больше массы рыб младших возрастных групп у производителей обоих полов, а масса самцов всегда была больше массы самок (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика производителей кеты промыслового стада р. Маргаритовка

Table 1

Characteristics of chum salmon spawners in the commercial stock of Margaritovka River

Дата анализа	Число рыб	Возраст 2+		Возраст 3+		Возраст 4+	
		Кол-во рыб, экз.	Масса рыб, г	Кол-во рыб, экз.	Масса рыб, г	Кол-во рыб, экз.	Масса рыб, г
Самки							
05.10.23	40	1	2,35	29	$\frac{2,86 \pm 0,09}{1,92-3,68}$	10	$\frac{3,69 \pm 0,17}{2,83-4,91}$
25.10.23	51	9	$\frac{2,27 \pm 0,07}{1,96-2,53}$	29	$\frac{2,93 \pm 0,08}{2,14-3,78}$	13	$\frac{3,62 \pm 0,14}{2,83-4,91}$
07.11.23	64	4	$\frac{2,98 \pm 0,35}{2,38-3,86}$	45	$\frac{3,04 \pm 0,08}{2,14-4,80}$	15	$\frac{3,69 \pm 0,14}{2,83-4,91}$
Самцы							
05.10.23	61	5	$\frac{2,68 \pm 0,14}{2,38-3,22}$	45	$\frac{3,35 \pm 0,09}{2,38-4,80}$	11	$\frac{4,30 \pm 0,25}{3,20-5,72}$
25.10.23	48	2	$\frac{2,84}{2,23-3,46}$	34	$\frac{3,41 \pm 0,11}{2,41-4,45}$	12	$\frac{3,57 \pm 0,16}{2,45-4,30}$
07.11.23	30	2	$\frac{2,74}{2,73-2,76}$	23	$\frac{3,35 \pm 0,18}{1,19-5,28}$	5	$\frac{3,89 \pm 0,60}{2,52-5,46}$

Икру кеты всех трех партий начали инкубировать с использованием воды подруслового потока. Здесь следует особо отметить, что в связи с существенным заглублением водозабора температура воды в подрусловом потоке была сравнительно высокой и оставалась одинаковой в течение всего периода использования — 8,8 °С. С 1 декабря

2023 г., с целью замедлить развитие молоди и в дальнейшем приступить к ее кормлению не в зимний, а в весенний период, инкубацию икры продолжили с использованием речной воды. Но, поскольку технически использование речной воды возможно только для всего цеха, получилось, что для зародышей первой группы температуру воды понизили в день начала выклева, или через 63 сут после начала инкубации (551,3 градусо-дня), для второй — через 51 сут (445,3 градусо-дня), а третьей — через 30 сут (260,5 градусо-дня). Таким образом, зародышей, личинок и мальков кеты всех групп в течение всего периода выращивания на заводе содержали при одинаковой температуре. Вместе с тем на графике (рис. 3) видно, что одинаковые изменения температуры у рыб трех групп происходили в разном календарном возрасте и совпадали с разными этапами онтогенеза.

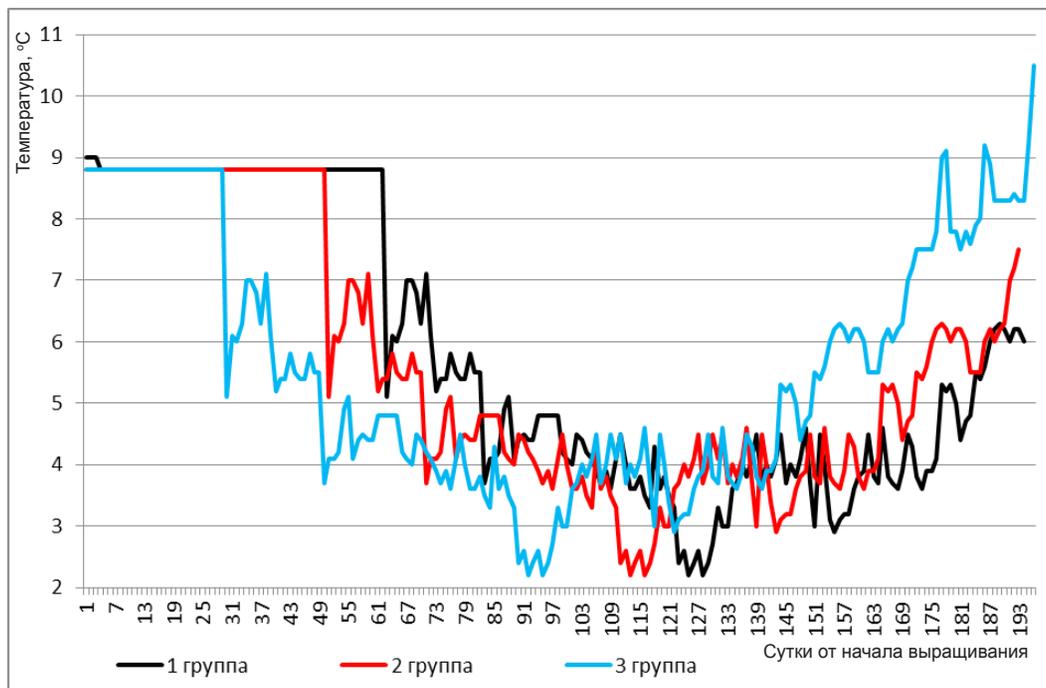


Рис. 3. Температура при выращивании кеты первой, второй и третьей групп от начала инкубации икры до выпуска молоди на ЛРЗ «Пфусунг» в рыбоводном цикле 2023/24 г.

Fig. 3. Temperature during rearing of the first, second and third batches of chum salmon at Pfusung fish hatchery from the beginning of eggs incubation to the release of juveniles in the breeding cycle of 2023/24

По факту получилось, что молодь кеты первой, второй и третьей групп выращивали на заводе в течение практически одинакового периода — соответственно 194, 193 и 196 сут. А поскольку икру кеты третьей группы начинали инкубировать более чем через месяц после начала работы с икрой первой группы, то эта разница — более месяца между первой и третьей группами — сохранялась и в последующем — в момент начала кормления и перед выпуском. Более того, молодь кеты трех групп набрала за полный период выращивания практически одинаковую сумму градусо-дней: 1125,1; 1083,0 и 1103,0 (табл. 2). Казалось бы, для зародышей третьей группы температуру воды понизили при значительно более раннем этапе онтогенеза. Однако впоследствии эта группа «добрала» сумму тепла в мае на заключительном этапе выращивания мальков, когда температура воды в реке существенно повысилась, а молодь первой и второй партий уже выпустили с завода.

Во время выдерживания предличинок увеличение массы их тела компенсировалось уменьшением массы желточного мешка, а на изменение средних значений массы в значительной мере влияло случайное попадание более крупных особей в выборки для

Таблица 2
Характеристика зародышей, личинок и молоди горбуши и кеты при выращивании на ЛРЗ «Пфуэунг» Приморского края (р. Маргаритовка)
Table 2
Characteristics of embryos, larvae and juveniles of pink and chum salmon when rearing at Pfüsung fish hatchery in the Primorye Region (Margaritovka River)

Дата закладки	Вылупление			Начало кормления			Выпуск					
	Дата	Сут	Градусо-дни	Дата	Сут	Градусо-дни	Дата	Сут	Градусо-дни	Длина рыб, АС, мм	Масса рыб, мг	
			Масса рыб, мг			Масса рыб, мг			Масса рыб, мг			
Кета												
30.09–03.10.2023	05.12	67	589,8	26.02	150	926,8	324,6	11.04	194	1125,1	49,3	1100,0
12–21.10.2023	27.12	77	589,1	08.03	149	860,1	325,3	22.04	193	1083,0	48,3	980,0
02–07.11.2023	16.01	75	490,6	15.04	165	886,5	356,5	15.05	196	1103,0	50,2	895,0
Горбуша												
14.09.2023	04.11	51	528,2	26.02	165	1137,6	226,3	10.04	209	1335,9	37,6	448,6

анализа (табл. 3). Заметный рост мальков начался после их перевода сначала на смешанное, а затем и на внешнее питание. Периоды кормления молоди в соответствии с температурным режимом существенно различались. Если мальков первой группы кормили в течение 44 сут и перед выпуском их масса была в среднем 1100 мг при варьировании от 770 до 1823 мг, то молодь кеты третьей группы кормили в течение 31 сут и выпустили при средней массе существенно меньше — 895 мг при варьировании от 517 до 1508 мг (табл. 3). Интересно отметить, что в среднем прирост массы тела для рыб первой и третьей групп за полный период кормления был практически одинаковым — соответственно 17,62 и 17,37 мг, а относительный прирост массы тела у молоди третьей группы был даже несколько выше — 1,60 и 1,94 %. Более высокая скорость роста у рыб третьей группы в среднем была обусловлена максимально высокой (8,5–10,5 °С) температурой воды на заключительном этапе выращивания молоди (рис. 3).

Уже в момент вылупления все участки пищеварительного тракта — кардиальный и пилорический отделы желудка, пилорические придатки, «ампула» (передняя расширенная часть) средней кишки — были сформированы, и наблюдалась их дальнейшая дифференцировка. В спиральной кишке наблюдали формирование складок. И при вылуплении, и в дальнейшем в период выдерживания предличинок просветы в отделах желудка и в кишечнике были очень малы, а складки высокими и коническими (рис. 4, А), так, как это и характерно для непитающейся молоди. Внутренние просветы в пилорических придатках практически отсутствовали (рис. 4, Б). Слизевые клетки в ампуле и спиральной кишке были единичными. Между пилорическими придатками и кардиальным отделом желудка располагалась ткань поджелудочной железы.

Развитие половых желез проходило в соответствии с температурным режимом и возрастом. В момент вылупления гонады были обособлены, сформированы и располагались непосредственно рядом с первичнопочечными протоками (рис. 4, В). Фонд половых клеток был представлен только гониями (1–3 на поперечный срез), часть из которых находилась в состоянии митоза (рис. 4, В). Через 30 сут после вылупления у предличинок прошла дифференцировка пола, и в яичниках, помимо гониев, можно было видеть ооциты периода ранней профазы мейоза преимущественно в состоянии зиготены (рис. 4, Г).

Таблица 3

Масса молоди кеты и горбуши в период выращивания на ЛРЗ «Пфусунг» в сезоне 2023/24 гг. (над чертой — среднее значение и его ошибка; под чертой — предел варьирования показателя; в скобках — масса желтка), мг. Цветом выделено начало кормления

Table 3

Weight indices for juvenile chum and pink salmon during rearing at Pfusung fish hatchery in 2023/24, mg (numerator — average body weight and its error; denominator — range of body weight; in brackets — weight of yolk). The beginning of feeding is marked

Дата	Кета 1-я группа	Кета 2-я группа	Кета 3-я группа	Горбуша
04.11.23	–	–	–	164.20 ± 1.28 140–192 (100,3)
05.12.23	286.80 ± 4.10 220–395 (143,0)	–	–	–
20.12.23	–	–	–	207.30 ± 2.60 158–279 (57,8)
27.12.23	–	279.60 ± 3.14 195–335 (151,1)	–	–
16.01.24	278.40 ± 3.58 192–356 (78,0)	337.60 ± 3.54 247–403 (104,6)	305.30 ± 3.54 166–380 (153,3)	207.30 ± 2.13 170–280 (58,2)
16.02.24	337.80 ± 5.68 270–410 (54,6)	376.50 ± 5.23 224–524 (54,4)	348.60 ± 3.49 199–435 (101,2)	215.80 ± 2.12 165–267 (5,0)
29.02.24	324.60 ± 3.19 216–412 (44,5)	353.30 ± 8.88 259–470 (44,9)	401.80 ± 3.55 261–483 (62,2)	–
08.03.24	–	325.30 ± 3.46 237–390 (32,8)	325.30 ± 3.75 226–450 (46,1)	–
15.03.24	453.50 ± 9.85 235–661 (28,0)	–	412.20 ± 3.69 323–539 (39,2)	347.60 ± 6.21 165–580
28.03.24	720.00 ± 12.07 278–909	467.30 ± 5.52 362–654 (16,2)	451.2*	385.20 ± 8.03 230–628
11.04.24	1100.00 ± 17.54 770–1823	776.00 ± 6.58 642–972	518.2*	448.60 ± 7.81 287–654
22.04.24	–	980.00 ± 8.86 723–1195	523.2*	–
15.05.24	–	–	895.00 ± 18.60 517–1508	–

* Взвешивание произведено объемным методом.

Личинок кеты первой и второй групп переводили на внешнее питание при значительном остатке желточного мешка. Как видно на рис. 5, масса желтка у этих рыб составляла до половины поперечного среза через весь комплекс внутренних органов. Начало кормления личинок при значительном остатке желточного мешка было обусловлено снижением концентрации кислорода до 4,6 мг/л и в связи с этим необходимостью перевозить рыбоводную продукцию в русловые садки. Вместе с тем личинки, поднятые на плав, быстро расходовали эндогенный ресурс; их перевод на внешнее питание не сопровождался увеличением отхода.

В дальнейшем, вплоть до выпуска, наблюдали активное питание молоди всех групп, а также темп роста рыб, который соответствовал температуре воды и интенсивности потребления пищи. Обеспечивали этот рост качественное изменение специализированных клеток и желез всех отделов пищеварительной системы. Все отделы пищеварительного тракта были сильно растянуты. Если в начале периода кормления в кардиальном отделе желудка можно было видеть высокие складки пищеварительного эпителия, занимающие практически весь внутренний просвет желудка (рис.

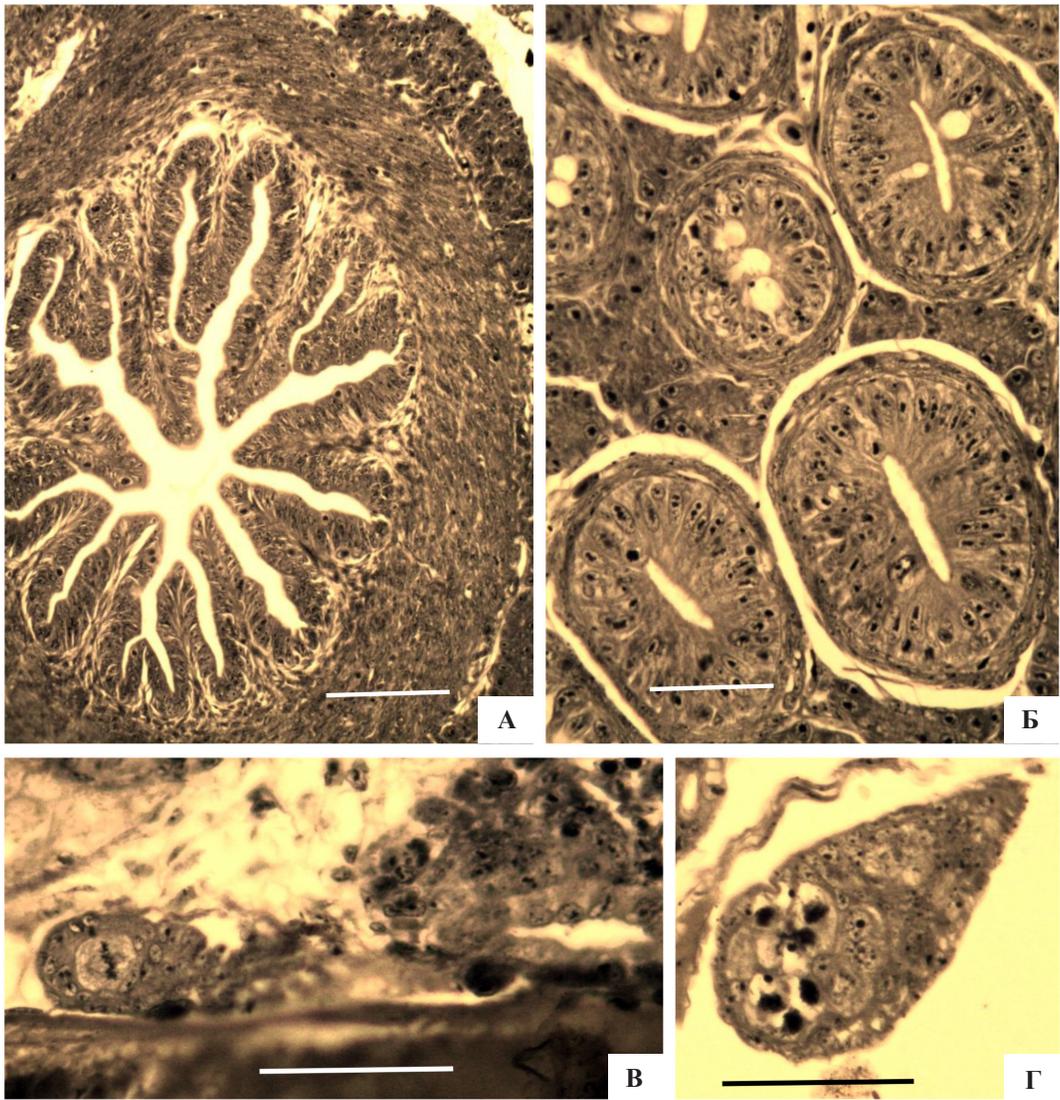


Рис. 4. Поперечный срез через пилорический отдел желудка (А) и группу пилорических придатков (Б) у предличинки кеты 3-й партии через 31 сут после вылупления и за 58 сут до начала кормления. Можно видеть высокие складки эпителия, практически заполняющие внутреннюю часть желудка. Состояние гонад у зародыша кеты в момент вылупления (В) и у предличинки через 30 сут после (Г). Пояснение в тексте. Шкала = 0,05 мм

Fig. 4. Cross-section through pyloric part of stomach (A) and a group of pyloric appendages (B) for chum salmon pre-larvae of the 3rd batch in 31 days after hatching and 58 days before the start of feeding (high folds of epithelium can be seen, which practically filled the inside of the stomach). State of gonads in chum salmon embryo at the moment of hatching (B) and in the larva in 30 days after hatching (Г). See explanations in the text. Scale bar 0.05 mm

6, А), то в дальнейшем из-за растяжения стенок кишечной трубки во многих фрагментах кардиального отдела желудка (рис. 6, В), а также в переднем отделе средней кишки складки полностью исчезают. В кардиальном отделе желудка можно видеть сформированные и активно функционирующие пищеварительные железы (рис. 6, В). Об этом свидетельствует соотношение между объемом желез и площадью на срезе их внутренних просветов. В складках пищеварительного эпителия ампулы средней кишки и спиральной кишки присутствовали многочисленные слизевые клетки (рис. 6, Г). Более того, в цитоплазме апикальных отделов (обращенных в просвет кишки)

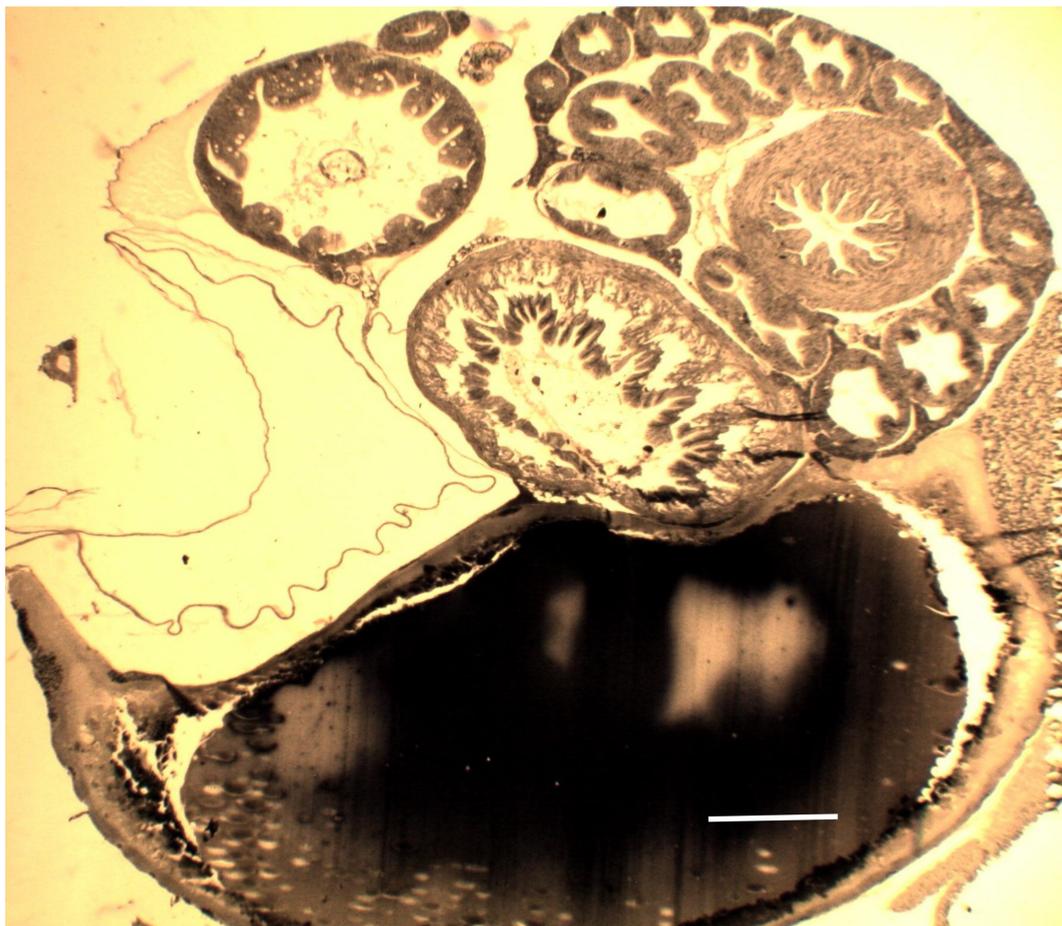


Рис. 5. Поперечный срез через комплекс внутренних органов личинки кеты в момент начала кормления. Можно видеть большой объем желточного мешка, кардиальный и пилорический отделы желудка, пилорические придатки, «ампулу» средней кишки, плавательный пузырь. Шкала = 0,3 мм

Fig. 5. Cross-section through internal organ complex of chum salmon larvae at the start of feeding. Large volume of the yolk sac, cardiac and pyloric sections of the stomach, pyloric appendages, “ampulla” of the mid-gut, and swim bladder are visible. Scale bar 0.3 mm

эпителиальных клеток спиральной кишки становится выраженной пенная структура (рис. 6, Г), свидетельствующая об их синтетической активности. Перед выпуском старшую генерацию половых клеток у всех самок кеты составляли ооциты периода превителлогенеза диаметром до 40–50 мкм (рис. 6, Б).

Оценивая качество мальков, рыбоводы в первую очередь обращают внимание на состояние печени, употребляя такие термины, как песочная, серая, рыхлая и др. Как правило, внешний вид печени зависит от содержания в ней жира в составе жировых вакуолей, характерных для клеток печеночной паренхимы. Следует особо подчеркнуть, что содержание жира в печени мальков кеты индивидуально широко варьирует и может качественно различаться у особей в пределах каждой партии, например у самок первой группы массой 898 мг (рис. 7, А) и 910 мг (рис. 7, Б), зафиксированных перед выпуском 10.04.24 г. Можно видеть, что за счет объема жировых вакуолей расстояние между ядрами гепатоцитов у второй особи (рис. 7, Б) по крайней мере в 2 раза больше.

Молодь горбуши начали кормить 26 февраля при сумме набранного тепла в 1137,6 градусо-дня. Таким образом, молодь горбуши и кеты первой группы начали кормить в

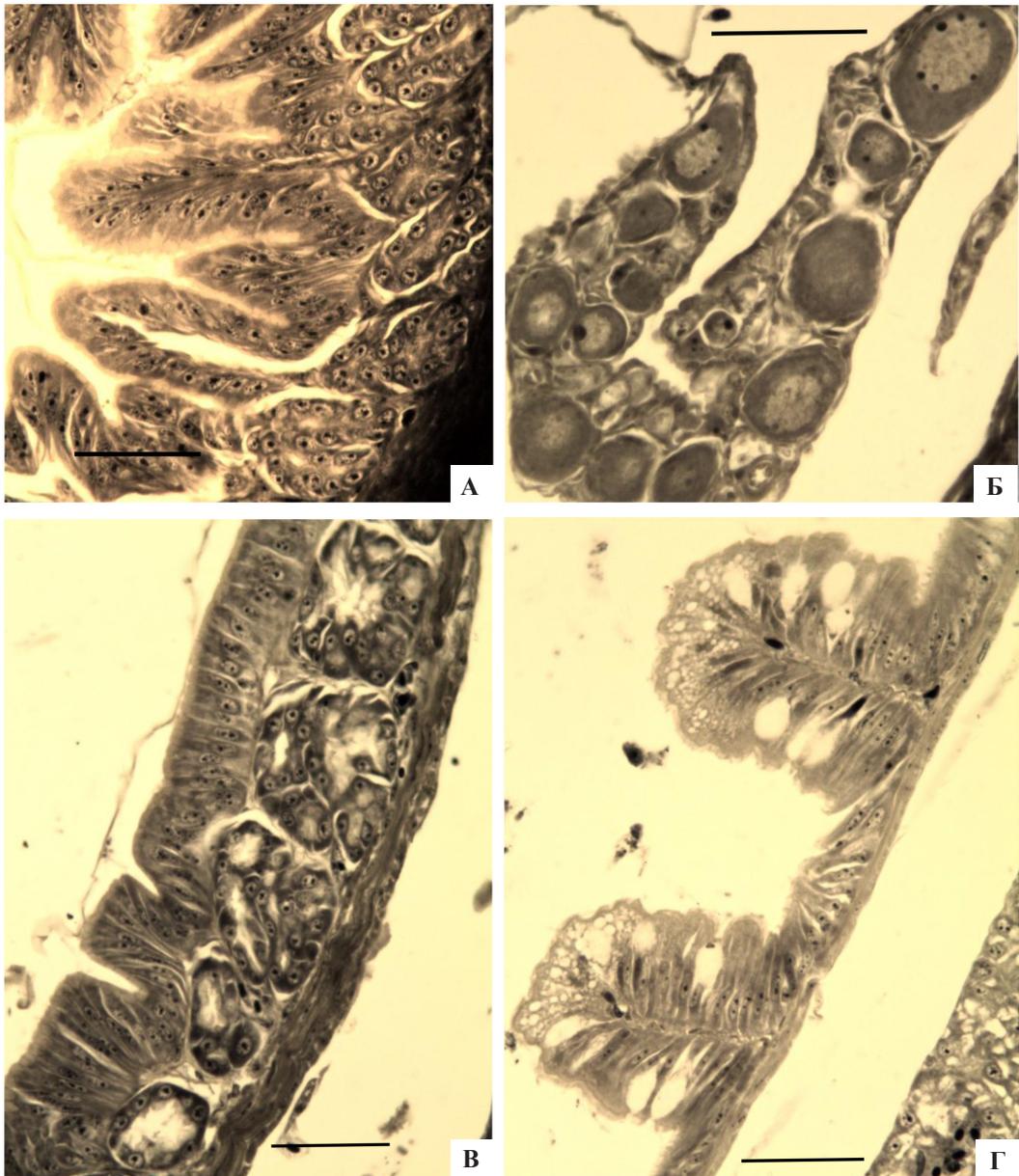


Рис. 6. Состояние кардиального отдела желудка в момент начала (А) и завершения (В) периода кормления, яичника (С) и спиральной кишки (Д) у мальков кеты третьей группы. Пояснение в тексте. Шкала = 0,05 мм

Fig. 6. State of cardiac part of the stomach at the beginning (А) and the end (В) of feeding period, ovary (С) and spiral valve (Д) for chum salmon fry of the third batch. See explanations in the text. Scale bar 0.05 mm

один день и одновременно выпускали 10 апреля. Масса горбуши при выпуске в среднем достигла 448,6 мг при варьировании от 287 до 654 мг. При исследовании состояния ряда органов жизнеобеспечения отметили такие же закономерности, как и у молоди кеты. Уже при вылуплении у предличинок все отделы пищеварительного тракта были анатомически сформированы и находились в состоянии, характерном для особей, не потребляющих внешнюю пищу. В кардиальном и пилорическом отделах желудка были высокие складки пищеварительного эпителия, практически закрывающие просвет. После перехода на внешнее питание складки пищеварительного эпителия во всех

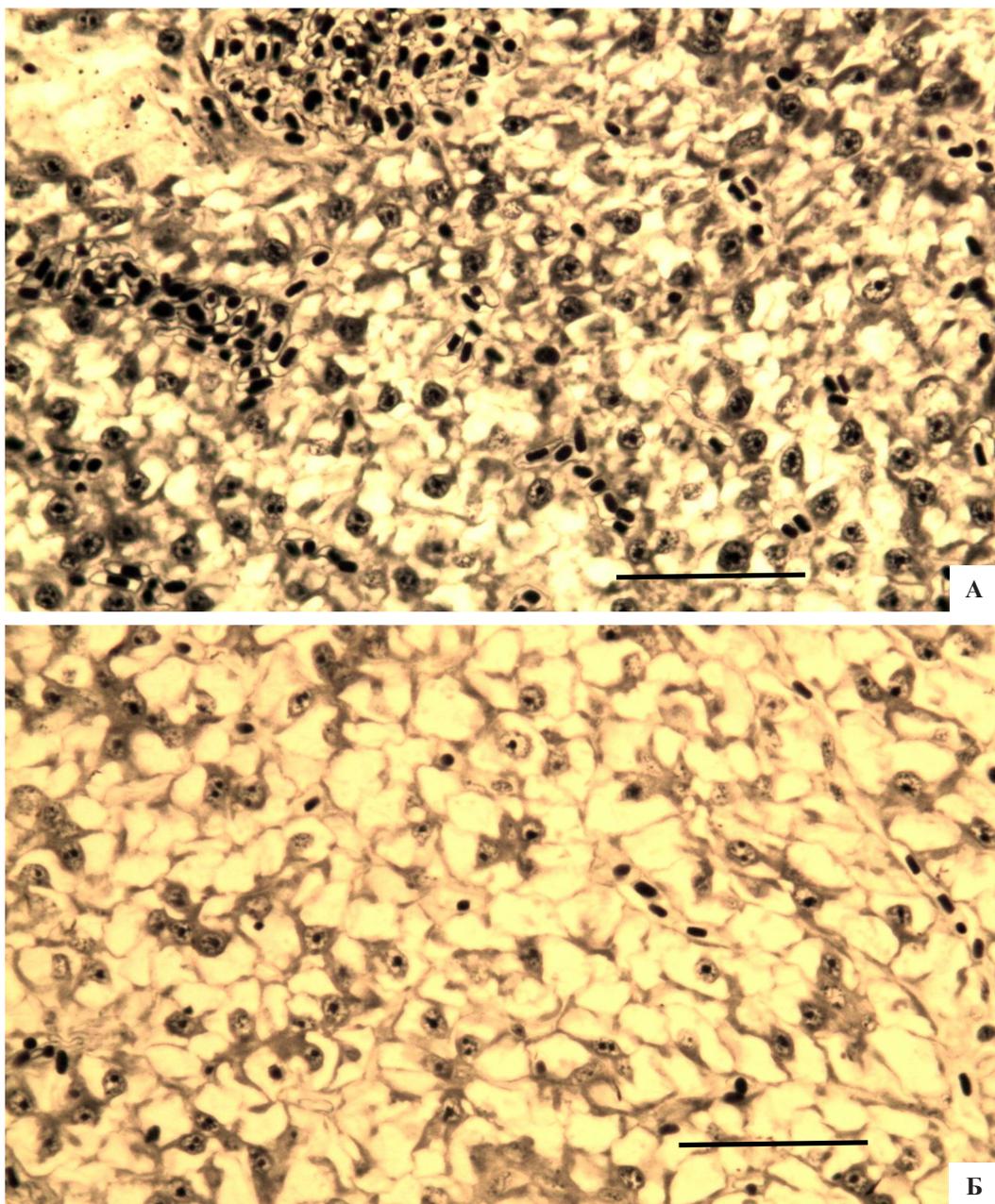


Рис. 7. Состояние печени у мальков кеты первой партии массой 898 мг (А) и 910 мг (Б), зафиксированных перед выпуском 10.04.24 г. Пояснение в тексте. Шкала = 0,05 мм

Fig. 7. State of liver for chum salmon fry of the first batch with weight of 898 mg (А) and 910 mg (Б) before their release on April 10, 2024. See explanation in the text. Scale bar 0.05 mm

отделах пищеварительной трубки растягивались. Желудочные железы увеличились в размерах, главным образом за счет увеличения площади их внутреннего просвета, как это характерно для активно функционирующей железы. По мере усиления интенсивности питания в «ампуле» средней кишки и в спиральной кишке увеличивалось число слизевых клеток. У мальков горбуши перед выпуском, как и у молоди кеты каждой из групп, существенно различалось состояние гепатоцитов, главным образом за счет разного содержания жировых вакуолей. Среди мальков горбуши также были особи с относительно большим содержанием жира в печени (рис. 8, А).

В яичниках у самок горбуши перед выпуском уже была сформирована старшая генерация ооцитов периода превителлогенеза сходного размера и внешнего облика (рис. 8, Б), как это и характерно для рыб, размножающихся один раз в жизни. Впоследствии, как мы знаем, эта генерация станет единственной, а пока до выхода рыб в морскую среду размножение гониев и инициирование новых мейотических циклов продолжается [Зеленников, 2021]. В гонадах можно встретить и одиночные, и целые группы половых клеток более ранних периодов развития, например ооциты периода ранней профазы мейоза в состоянии зиготены (рис. 8, В). Старшую генерацию ооцитов они не пополняют и подвергаются резорбции, о чем наглядно свидетельствует отсутствие в яичниках горбуши ооцитов переходных размерных групп.

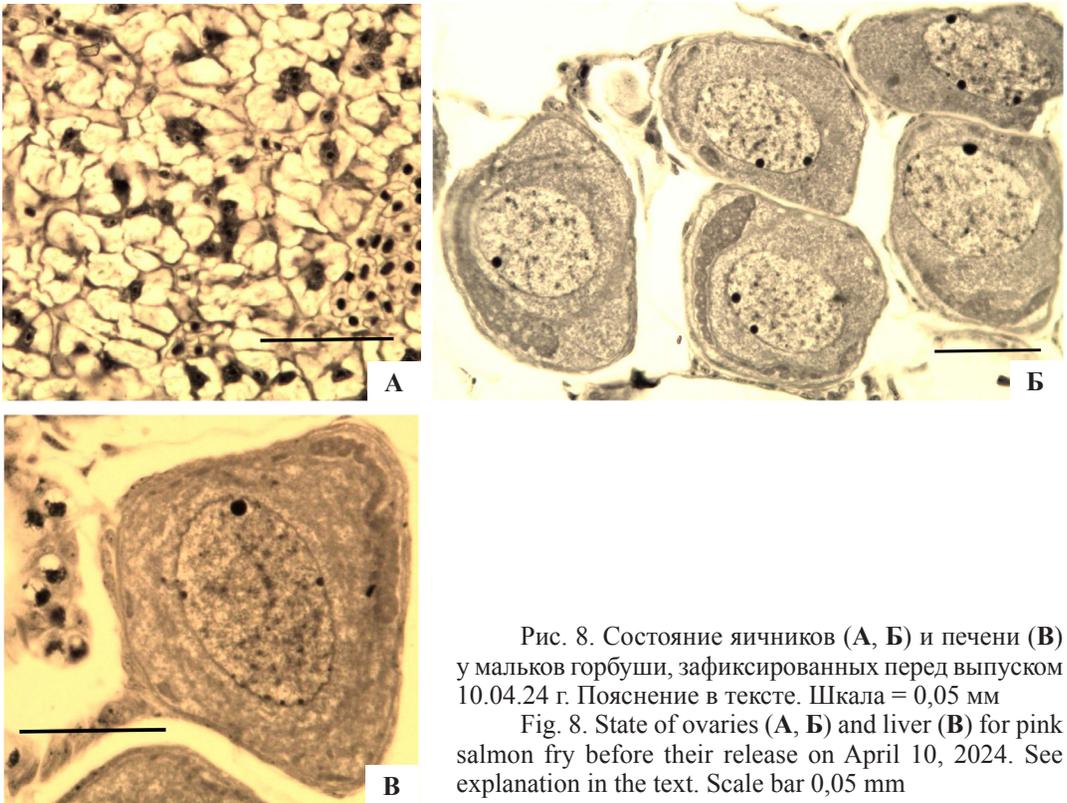


Рис. 8. Состояние яичников (А, Б) и печени (В) у мальков горбуши, зафиксированных перед выпуском 10.04.24 г. Пояснение в тексте. Шкала = 0,05 мм

Fig. 8. State of ovaries (А, Б) and liver (В) for pink salmon fry before their release on April 10, 2024. See explanation in the text. Scale bar 0,05 mm

Единственное принципиальное различие молоди кеты и горбуши заключалось в том, что у горбуши были несопоставимо более развитые яичники. Это четко видно при сравнении гонад кеты и горбуши (см. рис. 6, Б и 8, А, Б) при одинаковом увеличении. При массе тела в 2,0–2,5 раза меньше ооциты у молоди горбуши были в 2,0–2,5 раза крупнее, чем у молоди кеты, что отражает ее половое созревание в более раннем возрасте.

Начиная обсуждение, в первую очередь отметим, что полученные нами данные во многом соответствуют сведениям, имеющимся в литературе. Во-первых, среди производителей кеты промыслового стада р. Маргаритовка выраженно преобладают особи в возрасте 3+, как это и характерно для стад, обследованных в базовых реках рыбоводных заводов южных районов Приморья [Горяинов и др., 2007].

Во-вторых, инкубировать икру начинали в период природного нереста кеты [Микулич, Гавренков, 1986], а также в соответствии с технологией ее искусственного воспроизводства, поскольку для южного Приморья закладка икры длится с начала октября по начало ноября [Курганский, 2021].

В-третьих, выпуск молоди кеты был осуществлен именно в тот период, когда с природных нерестилищ массово мигрирует молодь от естественного нереста и вы-

пускают мальков со всех рыболовных заводов Приморья [Гавренков, 1983; Кашкин и др., 1988; Колпаков и др., 2012].

Вместе с тем при выращивании кеты предполагали не только выпустить рыболовную продукцию в тот период, когда мигрирует молодь с природных нерестилищ, но и вырастить более крупных мальков по сравнению с мальками от естественного нереста. Эту задачу выполнить удалось, поскольку, согласно накопленным данным, природная молодь выходит в море при массе от 200 до 1420 мг, а в среднем около 400–450 мг [Микулич, Гавренков, 1986]. Молодь, выращенная на ЛРЗ «Пфусунг», имела массу в среднем от 895 до 1100 мг в разных группах, а значит, во-первых, была практически в 2 раза крупнее молоди от естественного нереста, а во-вторых, имела именно такую массу, при которой ее выпускают с многочисленных рыболовных заводов Сахалинской области [Горяинов и др., 2007; Зеленников, 2021].

Молодь горбуши, несмотря на то что именно этот вид является основой промысла тихоокеанских лососей на всей акватории Дальнего Востока России [Марченко, 2022], воспроизводят в заметном количестве только в Сахалино-Курильском регионе. Впрочем, и там воспроизводство молоди горбуши сокращается в пользу воспроизводства кеты, которая является наиболее рентабельной для пастбищного рыболовства [Хованский, 2006]. Также следует подчеркнуть, что горбушу воспроизводят на наиболее холодноводных предприятиях. В результате в течение полного цикла выращивания молоди от начала инкубации икры до выпуска молодь набирает от 761 до 1047 градусо-дней. Самый тепловодный завод, на котором планомерно и в значительном количестве выращивают молодь горбуши — Рейдовый ЛРЗ (о. Итуруп, южные Курильские острова). Но и на этом предприятии перед выпуском молодь набирает только 1167 градусо-дней [Зеленников, Юрчак, 2019]. При такой сумме тепла на ЛРЗ «Пфусунг» личинок горбуши только начали кормить. В результате перед выпуском, который также был произведен в период ската немногочисленной природной молоди [Микулич, Гавренков, 1986; Золотухин, 1992], молодь горбуши в среднем была в 2,0–2,5 раза крупнее, чем молодь от природного нереста в период ската на Камчатке [Зеленников, 2019], Сахалине и Курильских островах [Зеленников, Федоров, 2005; Зеленников и др., 2020], а также в Приморье [Микулич, Гавренков, 1986; Золотухин, 1992].

Заключение

По совокупности всех полученных фактов можно ожидать от молоди кеты, впервые выпущенной с ЛРЗ «Пфусунг», высокого возврата рыболовной продукции. Во-первых, вся икра была получена от производителей собственного стада, т.е. рыб, зашедших на нерест именно в р. Маргаритовка, базовый водоток нового рыболовного завода. Во-вторых, икру для инкубации получали в течение всего нерестового хода и от рыб исходно разной зрелости. При этом незрелых рыб содержали в русловых садках до полового созревания. Икру, личинок и мальков кеты соответственно начинали инкубировать, кормить, а также выпускали в течение месяца с лишним, что позволило вырастить максимально разнокачественную молодь для данного региона. В-третьих, молодь выпускали, предположительно, в наиболее оптимальные сроки. На это указывала динамика миграции в прибрежье мальков от природного нереста. И наконец, в-четвертых, заводская молодь была крупнее рыб от естественного нереста, что должно теоретически, при прочих равных условиях, обеспечить их более высокую выживаемость в прибрежье.

Что касается горбуши, то большого возврата от выпуска 120 тыс. мальков ожидать не приходится, особенно с учетом того, что производители этого вида, мигрируя на нерест, могут далеко отклоняться от водоема воспроизводства [Мякишев и др., 2019]. Вместе с тем первый опыт воспроизводства молоди горбуши на ЛРЗ «Пфусунг», по нашему мнению, можно признать успешным. Мальков выпустили в период ската природных рыб, но при значительно большей массе тела. Можно ожидать, что эти два обстоятельства также поспособствуют более высокой выживаемости рыболовной продукции.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают благодарность генеральному директору ООО «Пфусунг» Т.В. Кучерук за помощь в организации работ.

The authors are grateful to T.V. Kucheruk, head of Pfusung fish hatchery, for his assistance in organizing the study.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.

The study has no sponsor funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Для биологических анализов использовали рыбу только из промысловых уловов. Анализы молоди делали в соответствии с правилами использования позвоночных животных для лабораторных исследований.

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Fish from commercial catches only were subjected to biological analyses. The analyses of juveniles were carried out in accordance with the rules for the use of vertebrate animals for laboratory research.

The authors state that they have no conflict of interest.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

И.С. Манзаева руководила проведением всех работ по выращиванию молоди горбуши и кеты, провела биологические анализы, собрала материалы для проведения гистологического исследования. Авторы совместно анализировали данные. О.В. Зеленников провел гистологическую обработку материалов, написал и подготовил статью к печати.

I.S. Manzaeva supervised all works on growing pink salmon and chum salmon juveniles, conducted biological analyses, and collected materials for histological examination. O.V. Zelennikov made histological processing of the materials, wrote and illustrated the text of article. Both authors analyzed the data jointly.

Список литературы

Гавренков Ю.И. О биологии приморской кеты в связи с вопросами ее культивирования // Тез. докл. 4-го Всесоюз. совещ. по науч.-техн. проблемам марикультуры. — Владивосток : ТИНРО, 1983. — С. 43.

Горяинов А.А., Шатилина Т.А., Лысенко А.В., Заволокина Е.А. Приморская кета (рыбохозяйственный очерк) : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2007. — 198 с.

Зелеников О.В. Влияние процессов раннего оогенеза на развитие воспроизводительной системы у рыб : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — М. : ВНИРО, 2021. — 43 с.

Зелеников О.В. Гаметогенез тихоокеанских лососей. 4. Состояние яичников у молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* и кеты *Oncorhynchus keta* от естественного нереста в период катадромной миграции // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации : мат-лы IV Нац. науч.-практ. конф. — Калининград, 2019. — С. 100–104.

Зелеников О.В., Проскураев К.А., Рудакова Г.С., Мякишев М.С. Сравнительная характеристика молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum, 1792) при ее естественном и заводском воспроизводстве в Сахалинской области // Биол. моря. — 2020. — Т. 46, № 1. — С. 14–23. DOI: 10.31857/S0134347520010118.

Зелеников О.В., Федоров К.Е. Ранний гаметогенез горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* при ее естественном и заводском воспроизводстве на островах Сахалин и Итуруп // Вопр. ихтиол. — 2005. — Т. 45, вып. 5. — С. 653–664.

Зелеников О.В., Юрчак М.И. Гаметогенез тихоокеанских лососей. 1. Состояние гонад у молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* при ее естественном и заводском воспроизводстве в Сахалинской области // Вопр. ихтиол. — 2019. — Т. 59, № 6. — С. 741–744. DOI: 10.1134/S0042875219060195.

Золотухин С.Ф. Анадромные рыбы российского материкового побережья Японского моря и современный статус их численности // Изв. ТИНРО. — 2002. — Т. 130. — С. 800–818.

Золотухин С.Ф. Особенности биологии горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* юга ареала (залив Петра Великого, Японское море) // Вопр. ихтиол. — 1992. — Т. 32, вып. 6. — С. 120–128.

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.

Крупяно Н.И., Скирин В.И. Эффективность воспроизводства кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) в Южном Приморье // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. — 2003. — Вып. 2. — С. 511–522.

Курганский Г.Н. Современное состояние искусственного воспроизводства кеты в Приморском крае // Изв. ТИНРО. — 2021. — Т. 201, вып. 3. — С. 686–701. DOI: 10.26428/1606-9919-2021-201-686-701.

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., Смирнов Б.П., Точилина Т.Г. Пастбищное лососеводство на Дальнем Востоке: современное состояние и существующие проблемы // Тр. ВНИРО. — 2015. — Т. 153. — С. 105–120.

Марковцев В.Г. Состояние разведения симы в странах бассейна Японского моря // Бюл. № 9 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2014. — С. 121–126.

Марченко С.Л. Анализ лососевой путины 2021 г. // Бюл. № 16 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2022. — С. 3–14. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-3-14.

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.

Мякишев М.С., Иванова М.А., Зеленников О.В. К вопросу о мечении молоди тихоокеанских лососей и эффективности работы рыбоводных заводов // Биол. моря. — 2019. — Т. 45, № 5. — С. 342–348. DOI: 10.1134/S0134347519050085.

Семенченко А.Ю., Крупяно Н.И. Исследование рыбного сообщества реки Барабашевка в связи с созданием промышленных стад лососей // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. — Владивосток : Дальнаука, 2005. — Вып. 3. — С. 636–649.

Хованский И.Е. Эколого-физиологические и биотехнологические факторы эффективности лососеводства (на примере искусственного разведения тихоокеанских лососей на северном побережье Охотского моря) : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — Хабаровск, 2006. — 47 с.

References

Gavrenkov, Yu.I., On the biology of the Primorsky chum salmon in connection with issues of its cultivation, in *Tezisy dokl. 4-go Vsesoyuz. soveshch. nauch.-tekhn. problemam marikul'tury* (Abstract of the report of the 4th All-Union Scientific and Technical Conference on Mariculture Problems), Vladivostok: TINRO, 1983, p. 43.

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.

Zelennikov, O.V., The influence of early oogenesis processes on the development of the reproductive system in fish, *Extended Abstract of Doctoral (Biol.) Dissertation*, Moscow: VNIRO, 2021.

Zelennikov, O.V., Gametogenesis of Pacific salmon. 4. Ovarian status in juvenile pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* and chum salmon *Oncorhynchus keta* from natural spawning during catadromous migration, in *Sostoyaniye i puti razvitiya akvakul'tury v Rossiyskoy Federatsii* (Status and development paths of aquaculture in the Russian Federation), Kaliningrad, 2019, pp. 100–104.

Zelennikov, O.V., Proskuryakov, K.A., Rudakova, G.S., and Myakishev, M.S., The comparative characteristics of naturally produced and hatchery-reared juvenile pink salmon, *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum, 1792), from Sakhalin Oblast, *Russ. J. Mar. Biol.*, 2020, vol. 46, no. 1, pp. 12–21. doi 10.1134/S1063074020010095

Zelennikov, O.V. and Fedorov, K.E., Early gametogenesis of the pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* under natural and fish hatchery reproduction in Sakhalin and Iturup islands, *J. Ichthyol.*, 2005, vol. 45, no. 5, pp. 621–632.

Zelennikov, O.V. and Yurchak, M.I., Gametogenesis of pacific salmon: 1. The state of gonads of juvenile pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* under the conditions of its natural and hatchery reproduction in Sakhalin oblast, *J. Ichthyol.*, 2019, vol. 59, no. 6, pp. 966–969. doi 10.1134/S003294521906016X

Zolotukhin, S.F., Anadromous fish of the Russian continental coast of the Japan Sea and recent state of their abundance, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2002, vol. 130, pp. 800–818.

Zolotukhin, S.F., Biological peculiarities of the pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha*, from the region near southern limit of its distribution (Peter the Great Bay, Sea of Japan), *Vopr. Ikhtiol.*, 1992, vol. 32, no. 6, pp. 120–128.

Kashkin, K.A., Zolotukhin, S.F., and Tsygir, V.V., Catadromous migration of chum salmon in the rivers of southern Primorye, in *Tezisy dokl. 3-go Vsesoyuz. soveshch. po lososevidnym rybam* “Sovremennoe sostoyanie issledovaniy lososevidnykh ryb” (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.

Krupjanko, N.I. and Skirin, V.I., Efficiency of reproduction chum salmon *Oncorhynchus keta* (Walbaum) in southern Primorye, in *Vladimir Ya. Levanidov's Biennial Memorial Meetings*, Vladivostok: Dal'nauka, 2003, vol. 2, pp. 511–522.

Kurgansky, G.N., Current state of artificial reproduction of chum salmon in Primorye Region, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2021, vol. 201, no. 3, pp. 686–701. doi 10.26428/1606-9919-2021-201-686-701

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., Smirnov, B.P., and Tochilina, T.G., Pacific Salmon Hatchery Program on Russian Far East: Current Status and Essential Problems, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2015, vol. 153, pp.105–120.

Markovtsev, V.G., The status of masu salmon cultivation in the countries of the Sea of Japan basin, in *Byull. N 9 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 9 for the Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2014, pp. 121–126.

Marchenko, S.L., Analysis of 2021 pacific salmon fishing season, in *Byull. N 16 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 16 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2022, pp. 3–14. doi 10.26428/losos_bull16-2022-3-14

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.

Myakishev, M.S., Ivanova, M.A., and Zelennikov, O.V., Marking of salmon juveniles and the efficiency of fish farming, *Russ. J. Mar. Biol.*, 2019, vol. 45, no. 5, pp. 363–369. doi 10.1134/S1063074019050080

Semenchenko, A.Yu. and Krupjanko, N.I., Research of the fish community of Barabashevka river in connection with the creation of industrial salmon stocks, in *Vladimir Ya. Levanidov's Biennial Memorial Meetings*, Vladivostok: Dal'nauka, 2005, vol. 3, pp. 636–649.

Khovanskiy, I.E., Ecological, physiological and biotechnological factors of the efficiency of salmon breeding (on the example of artificial breeding of Pacific salmon on the northern coast of the Sea of Okhotsk), *Extended Abstract of Doctoral (Biol.) Dissertation*, Khabarovsk, 2006.

KTSP «Losos»»: Sozdat'krupnomasshtabnoye upravlyayemoye khozyaystvo na Dal'nem Vostoke v period 1988–1900 gg. i do 1995 g. Utverzhdena postanovleniyem kollegii MRKH SSSR, protokol № 32 ot 13.12.88 (KCP “Salmon”: To create a large-scale managed economy in the Far East in the period 1988–1900 and up to 1995. Approved by the resolution of the board of the USSR Ministry of Agriculture, protocol No. 32 of 13.12.88).

Поступила в редакцию 15.10.2024 г.

После доработки 2.11.2024 г.

Принята к публикации 10.12.2024 г.

The article was submitted 15.10.2024; approved after reviewing 2.11.2024; accepted for publication 10.12.2024