

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Камчатский государственный технический университет»

**ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ИХ СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ,
ОХРАНА, ПРОМЫСЛОВОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

*Материалы XII Национальной (всероссийской) научно-практической конференции
(28–29 апреля 2021 г.)*

Часть I

Издательство



КамчатГТУ

Петропавловск-Камчатский
2021

УДК 504
ББК 20.1
П77

Ответственный за выпуск

Т.А. Клочкова,
доктор биологических наук

Редакционная коллегия

*Н.А. Седова, д.б.н.; А.А. Бонк, к.б.н.; М.В. Ефимова, к.б.н.; Н.А. Ступникова, к.б.н.;
А.В. Климова, к.б.н.; Л.В. Миловская, к.б.н.; С.Н. Царенко, к.т.н.;
О.В. Олхина; А.А. Седельникова; Р.Г. Болотова*

П77 Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование : материалы XII Национальной (всероссийской) научно-практической конференции (28–29 апреля 2021 г.) : в 2 ч. / отв. за вып. Т.А. Клочкова. – Ч. I. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2021. – 187 с.

ISBN 978-5-328-00414-5

ISBN 978-5-328-00415-2 (ч. I)

В сборнике рассматриваются вопросы природопользования, состояния запасов природных ресурсов и их преобразования в продукты потребления и жизнеобеспечения человека. Авторами представленных докладов являются ведущие сотрудники научно-исследовательских институтов, преподаватели, аспиранты высших учебных заведений и сотрудники организаций, осуществляющих деятельность в области рационального природопользования.

Сборник материалов опубликован в авторской редакции.

**УДК 504
ББК 20.1**

ISBN 978-5-328-00415-2 (ч. I)
ISBN 978-5-328-00414-5

© КамчатГТУ, 2021
© Авторы, 2021

УДК 639.3:597.552.511

О.В. Зеленников¹, И.В. Плискунов², И.А. Вараксин²

¹ Санкт-Петербургский государственный университет,
Санкт-Петербург, 199034;

² ЗАО «Курильский рыбац»,
с. Рейдово, Сахалинская область, 694535
e-mail: oleg_zelennikov@rambler.ru

ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ КЕТЫ *ONCORHYNCHUS KETA* НА ТЕПЛОВОДНОМ ЗАВОДЕ ПРУДОВОГО ТИПА

Выращивали молодь кеты на тепловодном рыбоводном заводе прудового типа в течение четырех рыбободных циклов; выпуск молоди осуществляли в июне 2017, 2018, 2019 и 2020 годов. Если зародышей в период первой половины эмбрионального развития выращивали при температуре выше 10°C, то наблюдали увеличение гибели молоди на всех этапах эмбрионального, личиночного и малькового периодов. Если температура воды при начале инкубации икры была ниже 8°C, то гибель молоди не превышала 15%, т. е. соответствовала нормативу.

Ключевые слова: Сахалинская область, Итуруп, рыбободный завод, температурный режим, мальки кеты.

O.V. Zelennikov, I.V. Pliskunov, I.A. Varaksin

¹ St. Peterburg State University,
St. Petersburg, 199034;

² CJSC "Kurilskiy Rybak",
Reidovo village, Sakhalin region, 694535
e-mail: oleg_zelennikov@rambler.ru

FEATURES OF CHUM SALMON *ONCORHYNCHUS KETA* YUVENILE GROWING AT THE WARM WATER FISH FARM OF POND TYPE

Young chum salmon were raised at a warm-water pond-type fish farm for four fish-breeding cycles; juveniles were released in June 2017, 2018, 2019 and 2020. If embryos during the first half of embryonic development were grown at temperatures above 10°C, then an increase in the death of juveniles was observed at all stages of the embryonic, larval and fry periods. If the water temperature at the beginning of the incubation of eggs was below 8°C, then the death of fry did not exceed 15%, i.e. corresponded to the standard.

Key words: Sakhalin region, Iturup, fish farm, temperature regime, chum salmon fry.

Тихоокеанский лосось кета *Oncorhynchus keta* Walbaum наряду с горбушей является главным объектом заводского выращивания как в Сахалинской области [1], так и в Северной Пацифике в целом [2]. И если условия выращивания молоди горбуши на лососевых рыбободных заводах (ЛРЗ) в Сахалинской области являются сравнительно сходными [3, 4], то условия выращивания молоди кеты на разных предприятиях различаются принципиально [5]. Среди этих заводов есть сравнительно холодноводные предприятия, изначально предназначенные для воспроизводства молоди горбуши, например, такие как ЛРЗ «Лесной», «Анивский» или «Урожайный» [5], и, напротив, есть тепловодные заводы, работающие с использованием большого объема грунтовых вод, например, ЛРЗ «Охотский» [6] или «Бухта Оля» [7]. Но наиболее тепловодным предприятием в Сахалинской области является ЛРЗ «Янкито» на острове Итуруп. Однако в ходе выращивания на нем молоди кеты специалисты заметили увеличения отхода, особенно в периоды инкубации икры и выдерживания личинок, когда численность погибших особей наиболее трудно подсчитать.

С учетом возникших предположений цель работы – проанализировать условия воспроизводства кеты на ЛРЗ «Янкито» в связи с возможным сверхнормативным отходом молоди.

Перед тем как представить полученные данные, отметим, что ЛРЗ «Янкито» – это не только самый тепловодный лососевый завод в Сахалинской области, но также и первый лососевый рыбобродный завод прудового типа, который полноценно был введен в эксплуатацию к 2016 г. На заводе такой конструкции инкубация икры и выдерживание зародышей после их вылупления осуществляется в гравийных аппаратах, а кормление мальков – в общем пруду под открытым небом. В сезоне 2016–2017 гг. температура воды в начальный период инкубации икры была чуть выше 10°C, в дальнейшем изменялась незначительно и начала заметно варьировать уже только в период кормления молоди (рис. 1, А). В результате выращивания при таком режиме общий инкубационный отход составил около 25%. Образование локальных заморных зон указывало на то, что причиной повышенного отхода могло быть неравномерное водоснабжение. И именно на улучшение водообмена были направлены первоначальные усилия рыбобродов.

Однако причину сверхнормативного отхода удалось выявить в следующем рыбобродном цикле 2017–2018 гг. Дело в том, что в 2017 г. была крайне малорыбная путина, в ходе которой, во-первых, план был взят не в полном объеме, а во-вторых, впервые на ЛРЗ «Янкито» завезли партию икры с другого предприятия – ЛРЗ «Бухта Оля», причем не перед началом инкубации, а на стадии глазка после выборки отхода.

В результате в партиях икры, которые изначально инкубировали на ЛРЗ «Янкито», отход до выборки первоначального отхода составил около 17%. Но главное – отход в этих партиях продолжался и после выборки и до вылупления зародышей составил еще около 5%. Отход в партиях икры, перевезенных с ЛРЗ «Бухта Оля», после выборки составил всего 0,4%. Такое сравнение заставило обратить внимание не на динамику водообмена, а на температурный режим и именно в сравнительно высокой температуре искать причину повышенной гибели зародышей.

С учетом выявленных наблюдений в сезоне 2018–2019 гг. на ЛРЗ «Янкито» инкубировали лишь небольшую партию икры – 3,1 млн шт., тогда как большую часть икры инкубировали на других, более холодноводных предприятиях: на ЛРЗ «Курильский» – 14,6 млн шт., на ЛРЗ «Китовый» – 5,5 млн. Температура воды при инкубации икры на этих заводах была сходной и с 8°C в начале инкубации постепенно понизилась до 2°C к моменту выборки отхода (рис. 1, Б).

То, что на ЛРЗ «Янкито» была заложена сравнительно небольшая партия икры, позволило подать для ее инкубации воду холодного ручья, которая в ограниченном объеме есть на заводе. В результате температура воды при инкубации икры – в среднем около 7°C (рис. 1, Б) – хоть и была выше, чем на двух других заводах, но значительно ниже, чем в двух предыдущих циклах на самом ЛРЗ «Янкито».

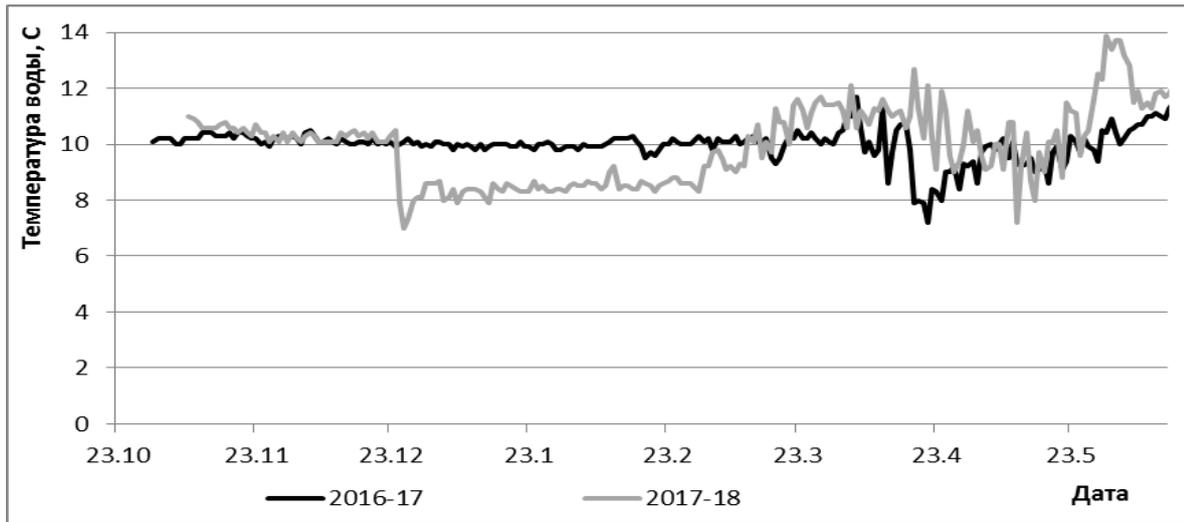
В итоге отход в разных партиях до выборки на всех трех заводах был сходный и составил от 4 до 6%. Отход после выборки икры и до вылупления зародышей был единичным; после вылупления и до начала кормления – в среднем 6% и в период кормления – 1%. Таким образом, при выращивании молоди кеты на ЛРЗ «Янкито» был получен нормативный отход зародышей, личинок и мальков на всех этапах рыбобродного цикла.

Успешный опыт выращивания молоди кеты был практически в том же виде повторен в сезоне 2019–2020 гг. Икру на инкубацию разместили на двух рыбобродных заводах: «Янкито» – 2,4 млн шт. и «Китовый» – 21,1 млн шт. В начале инкубации температура воды на ЛРЗ «Китовый» составила 8,5°C, затем постепенно понизилась до 4,3°C (рис. 1, В). Температура на ЛРЗ «Янкито» была несколько выше, но также последовательно понизилась с 9,5 до 4,5°C.

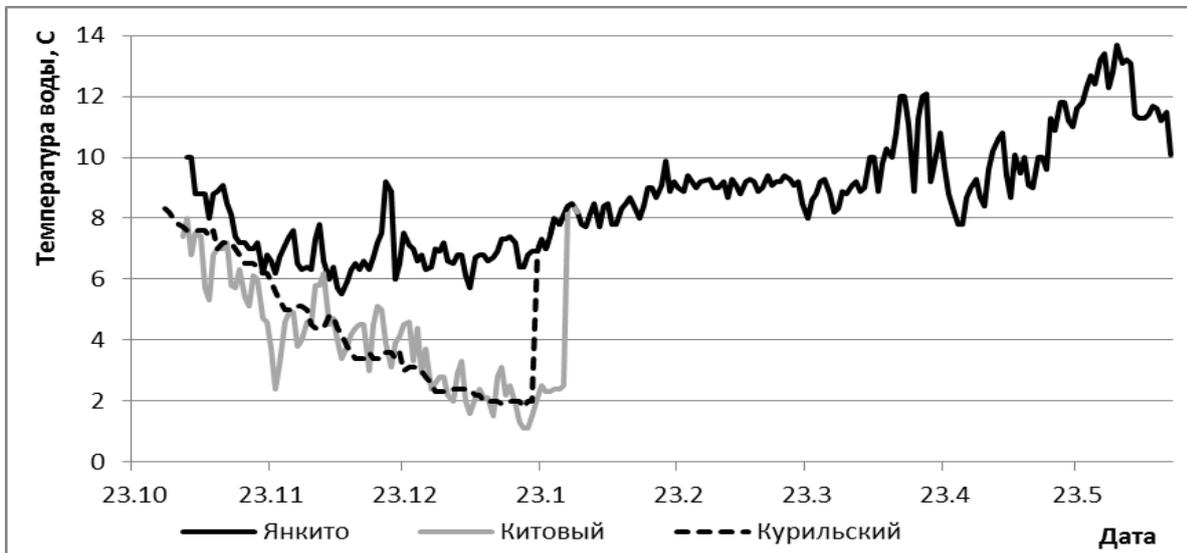
В результате отход зародышей до выборки на обоих заводах был одинаковым и составил 5,5%. Отход после выборки икры и до вылупления зародышей был единичным, а за весь период выращивания до выпуска был равен около 12%.

Таким образом, в процессе инкубации икры при более низкой температуре период от закладки до вылупления, с одной стороны, удлинился на месяц, а с другой стороны, закончился при меньшей сумме градусо-дней – 535,2 и 522,9 в третьем и четвертом циклах (см. таблицу).

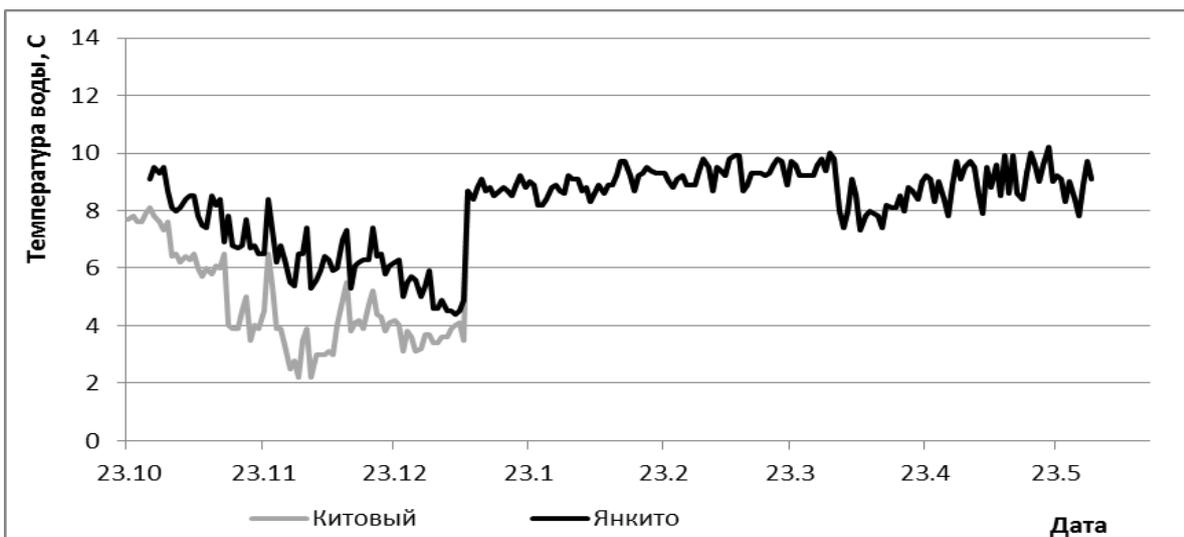
Следует особо подчеркнуть, что инкубация икры при пониженной температуре никак не сказалась на рыбобродно-биологической характеристике выпущенной молоди. Так, по итогам двух первых рыбобродных циклов молодь выпускали в среднем 10 июня при массе тела 1 595,1 мг, а по итогам двух последних циклов молодь в среднем также выпустили 10 июня, но при большей массе тела – 1 811,3 мг (см. таблицу). Таким образом, рыбобродам в полной мере удалось сохранить тепловодные характеристики завода «Янкито», ведь интенсивный соматический рост молоди начинается в период ее кормления [6].



А



Б



В

Рис. 1. Температура воды при выращивании молоди кеты на ЛРЗ «Янкито», в цикле 2016–2017 и 2017–2018 (А), на ЛРЗ «Янкито», «Китовый» и «Курильский» в цикле 2018–2019 (Б), на ЛРЗ «Янкито» и «Китовый» в цикле 2019–2020 (В)

Характеристика молоди кеты первой (перв.), средней (сред.), последней (посл.) партий, а также усредненные данные при ее выращивании на ЛРЗ «Янкито»

Закладка		Вылупление			Начало кормления			Выпуск молоди		
Партия	Дата	Дата	Гр. дни / сут	Масса, мг	Дата	Гр. дни / сут	Масса, мг	Дата	Гр. дни / сут	Масса, мг
2016–2017 годы										
Перв.	31.10	02.12	650,2 / 64	248,0	11.03	1 329,1 / 132	333,0	07–15.06	2 179,9 / 220	1 607,2
Сред.	05.11	08.01	659,1 / 65	249,7	21.03	1 377,3 / 137	339,0		–	
Посл.	21.11	23.01	643,9 / 64	250,3	31.03	1 315,3 / 131	346,0		2 061,5 / 207	
=	08.11	31.12	651,4 / 64	249,3	21.03	1 340,6 / 133	339,3	10.06	2 097,7 / 214	1 607,2
2017–2018 годы										
Перв.	08.11	12.01	642,6 / 66	257,6	12.03	1 154,6 / 125	399,0	10–11.06	2 127,6 / 215	1 583,0
Сред.	13.11	17.01	630,0 / 66	250,9	15.03	1 128,1 / 123	390,0		–	
Посл.	24.11	26.01	589,6 / 64	253,2	19.03	1 052,0 / 116	383,0		1 963,7 / 200	
=	15.11	18.01	620,7 / 65	253,9	15.03	1 111,6 / 121	390,7	10.06	2 045,7 / 208	1 583,0
2018–2019 годы										
Перв.	30.10	07.02	506,3 / 101	248,6	01.04	978,6 / 154	325,0	13–20.06	1 752,6 / 227	2 194,2
Сред.	01.11	13.02	539,6 / 105	257,3	03.04	981,6 / 154	320,0		–	
Посл.	04.11	21.01	559,8 / 79	253,0	12.03	984,9 / 129	374,0		1 993,1 / 225	
=	01.11	03.02	535,2 / 95	253,0	20.03	981,7 / 146	339,7	16.06	1 872,9 / 226	2 194,2
2019–2020 годы										
Перв.	23.10	24.01	508,8 / 94	250,0	24.03	981,3 / 147	409,0	01–08.06	1 686,9 / 223	1 428,4
Сред.	25.10	26.01	509,7 / 94	248,2	28.03	952,6 / 144	403,0		–	
Посл.	28.10	16.01	548,1 / 81	249,8	12.03	956,5 / 148	418,0		1 864,2 / 225	
=	25.10	22.01	522,2 / 90	249,3	21.03	963,5 / 146	410,0	04.06	1 775,6 / 224	1 428,4

По совокупности приведенных данных возникает вопрос, возможно ли было своевременно определить причину повышенной гибели зародышей. С одной стороны, хорошо известно, что в индивидуальном развитии зародыша любого вида рыб диапазон толерантности к любому из внешних факторов является самым узким именно в периоды дробления и гастрюляции [8]. Так, в федеральном селекционно-генетическом центре рыбоводства «Ропша» при выращивании радужной форели при температуре 20–21°C от вылупления до полового созревания было установлено, что самая высокая температура воды, при которой отход зародышей в период дробления был близок к нормативному, была равна 12,0°C [9]. Однако радужная форель уже несколько веков является объектом селекции [10]. Применительно к кете было неизвестно, какой должна быть максимально высокая температура в период дробления. Сейчас мы только уверены в том, что максимально высокая температура оказывается выше 9,5°C. Обратит внимание на высокую температуру как главную причину сверхнормативной гибели молоди мешали и наблюдения за рыбой – динамика вытока воды из инкубационных аппаратов, образование заморных зон и др., явно указывали на то, что массовая гибель рыб могла быть связана с особенностями водообмена. Не исключено, и даже вполне вероятно, что обе эти причины – высокая температура и недостаток водообмена действовали одновременно, внося свой вклад в гибель молоди.

Литература

1. Леман В. Н. Смирнов, Б.П. Точилина Т.Г. Пастбищное лососеводство на Дальнем Востоке: современное состояние и существующие проблемы // Труды ВНИРО. – 2015. – Т. 153. – С. 105–120.
2. Запорожец Г.В., Запорожец О.М. Лососеводство в зарубежных странах северо-тихоокеанского региона // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2011. – Вып. 22. – С. 28–48.

3. Зеленников О.В., Юрчак М.И. Гаметогенез тихоокеанских лососей. 1. Состояние гонад у молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* Walbaum при ее естественном и заводском воспроизводстве в Сахалинской области // Вопросы ихтиологии. – 2019. – Т. 59, № 6. – С. 741–744.
4. Сравнительная характеристика молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* Walbaum при ее естественном и заводском воспроизводстве в Сахалинской области / О.В. Зеленников, К.А. Проскуряков, Г.С. Рудакова, М.С. Мякишев // Биология моря. – 2020. – Т. 46, № 1. – С. 14–23.
5. Коломыцев В.С., Лапина А.Е., Зеленников О.В. Состояние яичников у молоди кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792) осенней и летней рас при ее выращивании на рыбоводных заводах Сахалинской области // Биология моря. – 2018. – Т. 44, № 1. – С. 36–40.
6. Самарский В.Г. Формирование размерного состава молоди кеты и структуры ее чешуи в условиях искусственного воспроизводства: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2005. – 22 с.
7. Литвиненко А.В., Корнеева Е.И. Опыт выращивания молоди кеты на лососевом рыбноводном заводе «Бухта Оля» // Известия КГТУ. – 2017. – № 44. – С. 28–37.
8. Зеленников О.В. Влияние закисления воды на становление и развитие воспроизводительной системы рыб в раннем онтогенезе: Дис. ... канд. биол. наук. – СПб., 1997. – 220 с.
9. Зеленников О.В., Голод В.М. Гаметогенез радужной форели *Parasalmo mykiss*, выращенной от вылупления до полового созревания при температуре около 20°C // Вопросы ихтиологии. – 2019. – Т. 59, № 1. – С. 68–79.
10. Богерук А.К., Евтихьева Н.Ю., Ильясов Ю.И. Каталог пород, кроссов и одомашненных форм рыб России и СНГ. – М. Агропресс, 2001. – 206 с.