

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**



**Дальневосточный государственный технический  
рыбохозяйственный университет**

**Актуальные проблемы освоения  
биологических ресурсов Мирового океана**

**Материалы VI Международной  
научно-технической конференции**

(Владивосток, 20–21 мая 2020 года)

Часть I

Водные биоресурсы, рыболовство, экология и аквакультура

Проблемы развития судоходства и транспорта

Владивосток  
Дальрыбвтуз  
2020

УДК 639.2.053  
ББК 47.2  
А43

**Редакционная коллегия:**

*Председатель* – О.Л. Щека, доктор физ.-мат. наук, профессор, ректор ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

*Зам. председателя* – О.И. Шестак, канд. ист. наук, доцент, начальник научного управления.

А.Н. Бойцов, канд. техн. наук, доцент, директор Института рыболовства и аквакультуры;

С.Б. Бурханов, канд. экон. наук, доцент, директор Мореходного института;

И.С. Карпушин, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Судовождение»;

С.А. Каткова, канд. хим. наук, доцент, директор Международного института;

Е.П. Лаптева, канд. техн. наук, доцент, директор Института пищевых производств;

С.Н. Максимова, доктор техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Технология продуктов питания»;

Б.И. Руднев, доктор техн. наук, профессор кафедры «Холодильная техника, кондиционирование и теплотехника»;

Л.А. Сахарова, канд. экон. наук, доцент, зав. кафедрой «Экономика, управление и финансы»;

К.В. Ким, доктор экон. наук, профессор кафедры «Экономика, управление и финансы».

*Ответственный секретарь* – Е.В. Денисова, зам. начальника научного управления.

*Технический секретарь* – Е.Ю. Образцова, главный специалист научного управления.

**А43** **Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана :** материалы VI Междунар. науч.-техн. конф. : в 2 ч. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. (22,6 Mb). – Владивосток : Дальрыбвтуз, 2020. – Ч. I. – 236 с. – Систем. требования : PC не ниже класса Pentium I ; 128 Mb RAM ; Windows 98/XP/7/8/10 ; Adobe Reader V8.0 и выше. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-88871-743-1 (ч. I)

ISBN 978-5-88871-742-4

Представленные материалы охватывают международные научно-технические проблемы экологии, рационального использования, сохранения и восстановления ресурсно-сырьевой базы рыболовства, развития искусственного воспроизводства и аквакультуры, эксплуатации водного транспорта, обеспечения безопасности мореплавания, прогрессивных технологий в области судовых энергетических установок и судовой автоматики.

Приводятся результаты научно-исследовательских разработок ученых Дальрыбвтуза, других вузов и научных организаций России и зарубежья.

УДК 639.2.053

ББК 47.2

ISBN 978-5-88871-743-1

© Дальневосточный государственный  
технический рыбохозяйственный  
университет, 2020

## ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ СИМЫ *ONCORHYNCHUS MASOU* НА РЫБОВОДНОМ ЗАВОДЕ В СИСТЕМЕ С ОБОРОТНЫМ ВОДОСНАБЖЕНИЕМ

Зеленников О.В.<sup>1</sup>, Мякишев М.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Сахалинский филиал ФГБУ «Главрыбвод», Южно-Сахалинск, Россия

*Выращивали молодь симы в возрасте с 24 по 27 мес в проточной воде при температуре 6-8 °С на Березняковском лососевом рыбноводном заводе (ЛРЗ) и в системе с оборотным водоснабжением при температуре 12-13 °С на Ловецком ЛРЗ. Повышенная температура воды не привела к ускорению темпа роста рыб и не ускорила развитие яичников, но стимулировала развитие семенников у части самцов. На обоих заводах у части самок выявили вступление ооцитов в фазу вакуолизации, а на Ловецком ЛРЗ наблюдали половое созревание карликовых самцов.*

**Ключевые слова:** Сахалинская область, сима, *Oncorhynchus masu*, рыбноводный завод.

Системы с оборотным водоснабжением уже широко применяются в рыбноводстве, в частности, для выращивания молоди радужной форели в качестве посадочного материала. Их применение позволяет повысить температуру воды при выращивании молоди при одновременной экономии затрат энергии. И конечно, применение систем с оборотным водоснабжением открывает большие возможности для лабораторных исследований, и мы применяли их для проведения экспериментов на разных видах рыб (Zelennikov, 1997; Зеленников, 1999).

Данная работа является составной частью продолжительной опытно-производственной работы, выполняемой на молоди тихоокеанского лосося – симы, направленной, с одной стороны, на изучение уникальных особенностей биологии этого вида, (Мосягина, Зеленников, 2006), а, с другой стороны, – на совершенствование биотехники ее выращивания (Мякишев и др., 2019; Погодин и др., 2019). Цель работы – проследить, как повышенная температура воды повлияет на темп роста и гаметогенез у самцов и самок симы на 3-м году жизни в пресной воде.

Молодь симы, изначально заложенную на инкубацию на Анивском ЛРЗ 2 октября 2016 г, перевезли на Охотский ЛРЗ, где выращивали до 12 июля до возраста 284 сут и набора массы в среднем до 5671,8 мг (Мякишев и др., 2019). Далее подопытную партию симы еще в течение 5 мес выращивали на Охотском ЛРЗ и далее 8,5 мес – на Березняковском ЛРЗ при температуре 6-8 °С. 16 августа партию молоди перевезли на Ловецкий ЛРЗ, где разместили в бассейне системы с оборотным водоснабжением, оборудованным биофильтром и ультрафиолетовыми лампами для обеззараживания воды. В такой системе при температуре воды 12-13 °С молодь содержали в течение 3 мес до ноября, после чего перевезли обратно на Березняковский ЛРЗ.

Для исследования состояния гонад рыб фиксировали в жидкости Буэна и в лабораторных условиях обрабатывали согласно общепринятой методике. Яичники и семенники после обезвоживания заливали в смесь парафин-воск, от каждой особи готовили поперечные серийные срезы по 5 мкм, которые окрашивали железным гематоксилином по Гейденгайну.

Масса самок 16 августа, т.е. непосредственно перед перевозкой, в среднем составила 30,3 г при индивидуальном варьировании от 14,7 до 48,2 г. Масса гонад, в среднем составила 91,8 мг, варьировала в более широком диапазоне – от 31 до 248 мг и была тесно связана с массой рыб ( $y=3,6424x-19,617$ ;  $r=0,714$ ). В момент перевозки мальков в яичниках всех самок в гонадах присутствовали ооциты периода превителлогенеза. При этом у отдельных особей в наиболее крупных ооцитах уже можно было видеть вакуоли (рис. А), свидетельствующие о начале перехода гонад в III стадию зрелости.

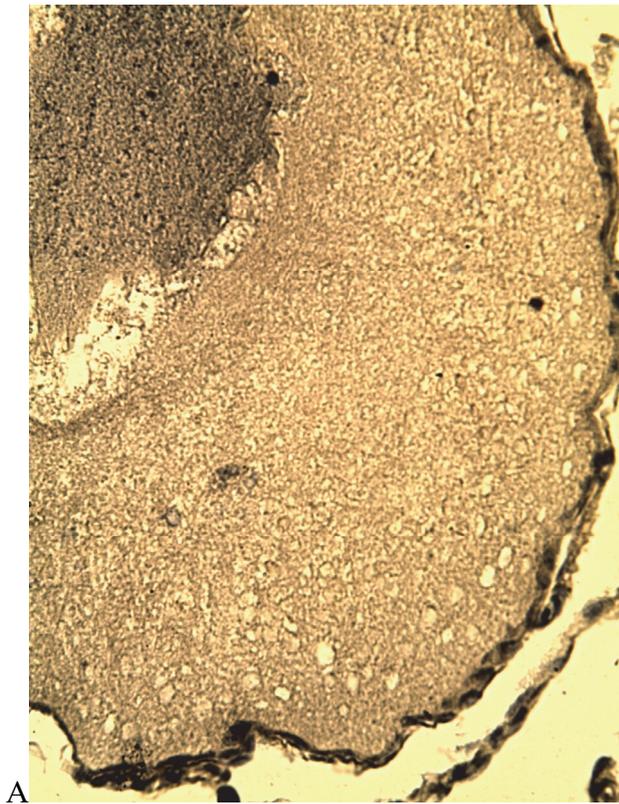
Через три месяца – 11 ноября – масса самок на Березняковском ЛРЗ несколько увеличилась, составив в среднем 38,7 г, при этом масса яичников увеличилась достоверно – в среднем до 163,3 мг ( $p < 0,05$ ) при еще большем диапазоне крайних значений – от 75 до 575 мг. Масса гонад еще теснее, чем у рыб предыдущей фиксации, была связана с массой тела самок ( $r = 0,957$ ). При этом ооциты у наиболее крупных особей находились в фазе вакуолизации цитоплазмы (рис. Б).

Масса самок, которые в течение трех месяцев росли при более высокой температуре на Ловецком ЛРЗ, увеличилась в среднем до 41,3 г и от массы самок на Березняковском ЛРЗ достоверно не отличалась. Масса же гонад у этих рыб тоже увеличилась достоверно в среднем до 202,8 мг ( $p < 0,05$ ), широко варьировала – от 69 до 490 мг и тоже была тесно связана с массой самок ( $r = 0,902$ ). Точно так же, как и у рыб на Березняковском ЛРЗ, у наиболее крупных самок симы на Ловецком ЛРЗ ооциты вступили в фазу вакуолизации периода вителлогенеза. По совокупности полученных данных мы можем заключить, что у самок симы увеличение массы тела, увеличение массы яичников и развитие ооцитов на двух рыбободных заводах шло сходным темпом, а, следовательно, повышенная температура не стимулировала эти процессы.

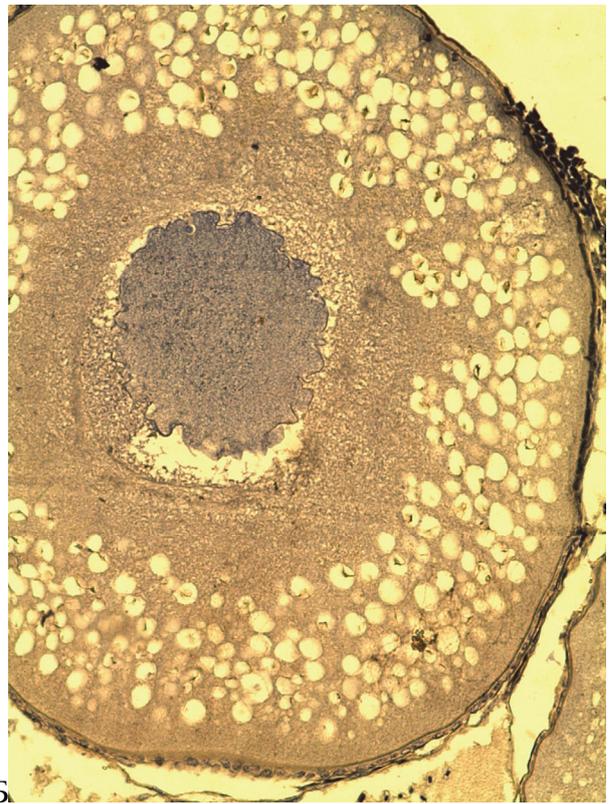
Масса самцов, исследованных 16 августа, в среднем составила 33,2 г (от 12,4 до 68,6 г) и фактически не отличалась от массы самок. Через 3 мес масса самцов на Березняковском ЛРЗ увеличилась в среднем до 40,4 г, а на Ловецком ЛРЗ осталась прежней – 30,2 г. Вместе с тем состояние гонад у самцов на двух заводах качественно различалось. Масса семенников у рыб при более низкой температуре на Березняковском ЛРЗ варьировала в диапазоне от 12 до 204 мг, а фонд половых клеток у всех особей был представлен только гониями (рис. В). Можно только предполагать, что часть самцов, вероятно, с наиболее крупными гонадами в будущем станут «карликовыми», достигнув полового созревания в пресной воде.

Масса гонад у рыб, находящихся при более высокой температуре на Ловецком ЛРЗ, различалась значительно больше. Так, у 8 исследованных рыб масса семенников была незначительной – от 3 до 25 мг, а фонд половых клеток составляли только гонии. Еще у 4 самцов масса гонад была во много раз больше – от 1243 до 2523 мг, и в гонадах можно было видеть все половые клетки от гониев до зрелых спермиев (рис. Г). Таким образом, мы можем заключить, что повышенная температура явно стимулировала развитие семенников у части самцов и ускорила половое созревание «карликовых» особей.

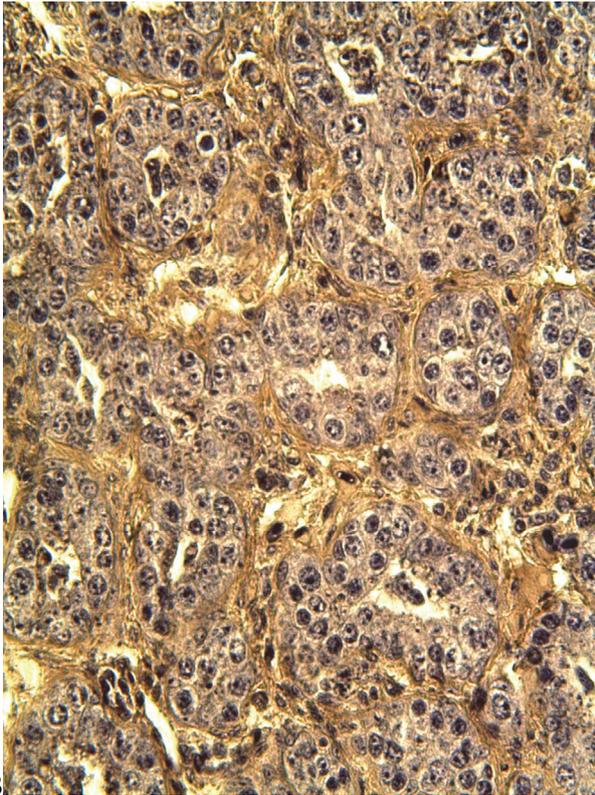
Формат небольшой статьи не предусматривает обсуждение с привлечением большого числа имеющихся литературных данных и позволяет обсудить полученные результаты только с привлечением собственных данных, опираясь на которые мы и планировали работу. Полученные факты в значительной мере оказались ожидаемыми. Во-первых, темп роста молоди симы на обоих заводах полностью соответствовал темпу роста природной молоди в реке Лютоте (Зеленников, 2019). При этом к концу второго года выращивания у самок в цитоплазме ооцитов появились кортикальные вакуоли, что также соответствует биологии симы, которая проводит в море один год, и значительная часть которой в водотоках Южного Сахалина достигает половой зрелости в возрасте 3 лет (Антонов, 2007). Отметим также, что не только режим содержания молоди кеты на Ловецком оказался тепловодным. Весьма тепловодным предприятием по сравнению с другими (Зеленников, Юрчак, 2019; Зеленников и др., 2020) является и Березняковский ЛРЗ. В результате у молоди симы на обоих предприятиях в ооцитах не выявили элементов циркумнуклеарного комплекса, характерного для молоди лососевых рыб. Эти структуры и в более ранних работах (Персов, 1975) и нами (Коломыщев и др., 2018) были отмечены у молоди лососей на более холодноводных предприятиях. С другой стороны, повышенная температура не стимулировала ни рост, ни оогенез у молоди симы. Впрочем, ранее, выращивая при повышенной температуре воды радужную форель, мы также не добились ускорения ни темпа роста, ни темпа развития гонад. Более того, именно повышенная температура способствовала задержке полового созревания (Зеленников, 1997; Зеленников, Голод, 2019).



А



Б



В



Г

Состояние яичников (А, Б) и семенников (В, Г) у молоди сима.  
Ооциты фазы вакуолизации в возрасте 24 (А) и 27 (Б) мес. Семенники до (В) и после начала волны  
активного сперматогенеза (Г). Пояснение в тексте. Шкала = 0,1 мм

К тому же хорошо известно относительно замедление темпа роста молоди лососей в пресной воде, например, при создании маточных стад (Мурза, Христофоров, 2010). Вместе с тем повышенная температура явно стимулировала волну активного сперматогенеза у

самцов симы и, таким образом, выявила в группе карликовых особей. Как известно, сима среди всех тихоокеанских лососей отличается наличием большого числа карликовых самцов (Смирнов, 1975), доля которых при заводском воспроизводстве может составить 37,9 % от общего числа мужских особей (Погодин и др., 2019).

### Библиографический список

1. Антонов А.А. Биология и воспроизводство симы Южного Сахалина // Бюл. № 2 реализации «Концепции Дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». – Владивосток: ФГУП ТИНРО-центр, 2007. – С. 124-127.
2. Зеленников О.В. Влияние закисления воды на становление и развитие воспроизводительной системы рыб в раннем онтогенезе: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – СПб.: ГосНИОРХ, 1997. – 19 с.
3. Зеленников О.В. Гаметогенез радужной форели *Onchorhynchus mykiss*, выращенной в системе с оборотным водоснабжением от вылупления до полового созревания при оптимальной температуре // Вопр. ихтиологии. – 1999. – Т. 39, № 1. – С. 89-97.
4. Зеленников О.В. Гаметогенез тихоокеанских лососей. Сравнительный анализ состояния гонад у молоди тихоокеанских лососей в связи с формированием плодовитости // Тр. ЗИН. – 2019. – Т. 323, № 4. – С. 429-441.
5. Зеленников О.В., Голод В.М. Гаметогенез радужной форели *Parasalmo mykiss*, выращенной от вылупления до полового созревания при температуре около 20 °С // Вопр. ихтиологии. – 2019. – Т. 59, № 1. – С. 68-79.
6. Зеленников О.В., Юрчак М.И. Гаметогенез тихоокеанских лососей. Состояние гонад у молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha Walbaum* при ее естественном и заводском воспроизводстве в Сахалинской области // Вопр. ихтиологии. – 2019. – Т. 59, № 6. – С. 741-744.
7. Зеленников О.В., Проскуряков К.А., Рудакова Г.С., Мякишев М.С. Сравнительная характеристика молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha Walbaum* при ее естественном и заводском воспроизводстве в Сахалинской области // Биол. моря. – 2020. – Т. 46, № 1. – С. 14-23.
8. Коломыцев В.С., Лапшина А.Е., Зеленников О.В. Состояние яичников у молоди кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792) осенней и летней рас при ее выращивании на рыбных заводах Сахалинской области // Биол. моря. – 2018. – Т. 44, № 1. – С. 36-40.
9. Мосягина М.В., Зеленников О.В. О роли стероидсекреторных клеток в регуляции развития гонад у молоди тихоокеанских лососей // Вопр. ихтиологии. – 2006. – Т. 46, № 2. – С. 272-277.
10. Мурза И.Г., Христофоров О.Л. Рост и половое созревание самок атлантического лосося *Salmo salar* L. без нагула в природных водоемах // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов. – Т. 1. Экологическая физиология и биохимия водных организмов. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2010. – С. 176-194.
11. Мякишев М.С., Иванова М.А., Киселев В.А., Зеленников О.В. Экспериментальный анализ современного воспроизводства симы *Oncorhynchus masu* на рыбных заводах Сахалинской области // Изв. ТИНРО. – 2019. – Т. 198. – С. 195-208.
12. Персов Г.М. Дифференцировка пола у рыб. – Л.: ЛГУ, 1975. – 148 с.
13. Погодин В.П., Борзов С.И., Мякишев М.С., Варакин И.А., Зеленников О.В. Опыт двухлетнего выращивания молоди симы *Oncorhynchus masu* на рыбном заводе острова Итуруп // Изв. ТИНРО. – 2019. – Т. 196. – С. 182-192.
14. Смирнов А.Н. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей. – М.: МГУ, 1975. – 336 с.
15. Zelennikov O.V. The effect of acidification on the oogenesis of rainbow trout during sex differentiation // J. fish biology. – 1997. – Vol. 50. – P. 18-21.

## THE EXPERIENCE OF GROWING YOUNG CHERRY SALMON *ONCORHYNCHUS MASOU* AT A FISH FARM IN A RECYCLES WATER SYSTEM

Zelennikov O.V.<sup>1</sup>, Myakishev M.S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>St. Peterburg State University, St. Peterburg, Russia

<sup>2</sup>Sakhalin Branch Glavrybvod FSBI, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

*Cherry salmon juveniles were grown from 24 to 27 months of age in running water at a temperature of 6-8 ° C at the Bereznyakovsky fish farm and in a system with reverse water supply at a temperature of 12-13 ° C at Lovetsky fish farm. The increased water temperature did not lead to an acceleration of the fish growth rate and did not accelerate the development of the ovaries, but stimulated the development of testes in some males. In both farms, oocytes entered the vacuolization phase in some females, and on Lovetsky fish farm, puberty of some males was observed.*

**Keywords:** Sakhalin region, cherry salmon, *Oncorhynchus masu*, fish farm.

### **Сведения об авторах:**

Зеленников Олег Владимирович, доцент, e-mail: oleg\_zelennikov@rambler.ru;

Мякишев Максим Сергеевич, начальник отдела воспроизводства лососевых рыб, e-mail: lab\_vbr@mail.ru