



УДК: 597.553.2:591.46(571.5)

## Развитие половых желез в раннем онтогенезе белого байкальского хариуса

Н. И. Захарова<sup>1</sup>, А. Н. Зайцева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Иркутский государственный университет, Иркутск

<sup>2</sup>Лимнологический институт СО РАН, Иркутск

E-mail: [alla@lin.irk.ru](mailto:alla@lin.irk.ru)

**Аннотация.** Изучено развитие половых желез белого байкальского хариуса в раннем онтогенезе. Получены данные по особенностям морфологии половых клеток (от ППК до ооцитов периода превителлогенеза), а также по срокам цитологической и анатомической дифференцировки половых желез. Проведено сравнение хода раннего гаметогенеза белого байкальского хариуса и других лососевых рыб.

**Ключевые слова:** белый байкальский хариус, дифференцировка пола, цитологическая и анатомическая дифференцировка гонад.

Одним из направлений рационального использования биологических ресурсов является развитие аквакультуры, обеспечивающее как сохранение и увеличение численности гидробионтов различных систематических групп, так и их товарное выращивание. Интенсивное развитие современного рыбоводства невозможно без использования жизнестойкого посадочного материала, отличающегося высокой скоростью роста. Искусственное воспроизводство бывает сопряжено с дополнительными физиологическими нагрузками на организм рыб, которые могут вызвать его ослабление, замедление роста и развития. Поэтому особо важное значение приобретает изучение раннего онтогенеза рыб, а также исследование его адаптационных возможностей.

Раннее развитие половых желез (гонадо- и гаметогенез, дифференцировка пола) хариусовых рыб не изучено. Имеющиеся в литературе данные касаются главным образом завершающих стадий гаметогенеза, а именно вителлогенеза [9; 10; 12]. Данная работа посвящена изучению становления репродуктивной системы в онтогенезе белого байкальского хариуса.

### Материалы и методы

Материалом для работы послужили личинки и мальки белого байкальского хариуса, полученные из икры, заложенной на инкубацию 20 мая 2003 г. на Селенгинском рыбоводном заводе. Начиная с 62-го дня после вылупления, дальнейшее подращивание личинок проходило на Большереченском рыбоводном заводе.

Для инкубации использовали аппарат «Осётр». После выклева предличинки распределялись по трем бассейнам ИЦА-2. Колебания температурного режима подращивания молоди составили 11,9–22,4 °С.

Для исследований было отловлено и зафиксировано по 5 экземпляров молоди в различные периоды развития с 1-х по 42-е сутки после выклева (постэмбрион или предличинка, личиночный период, мальковый период). Фиксаторами послужили растворы Буэна и Карнуа.

Полученный материал обработан согласно общепринятым гистологическим методикам [16]. При промерах половых клеток, использовали следующую аббревиатуру:  $D$  – диаметр половой клетки,  $d$  – диаметр ядра.

### Результаты и обсуждение

В день вылупления половые железы у предличинок находились в стадии их формирования и располагались под вольфовыми каналами.

По прошествии 10 дней гонады личинок содержали первичные половые клетки (ППК) и гониальные клетки. На поперечном срезе через гонаду насчитывалось по 1–2 округлых ППК крупного размера ( $D = 13,00 \pm 0,4$  мкм). Их ядро ( $d = 9,3 \pm 0,5$  мкм) содержало одно или несколько ядрышек. Гониальные клетки ( $d = 6,6 \pm 0,3$  мкм) заключали в себе от 3 до 10 ядрышек. Границы ядра четкие. Цитоплазма окрашена слабо, ее границы почти не видны. Установление половой принадлежности рыб в это время оказалось невозможным.

На 21-й день утолщенные в краниальной части гонады полностью сформированы и расположены по бокам плавательного пузыря. В половых железах некоторых особей имелись ооциты ранней профазы мейоза – стадий зиготены и пахитены, свидетельствующие о начале цитологической дифференцировки пола в сторону самок. Ооциты зиготенной стадии ( $D = 8,4 \pm 0,1$  мкм) располагаются поодиночке или скоплениями. В ядре таких клеток ядрышко в виде темного конгломерата находится на противоположном полюсе от скопления хромосом. Ядро ооцитов пахитенной стадии ( $d = 11,1 \pm 0,1$  мкм) содержало центрально расположенное ядрышко и хромосомы V-образной формы. У особей значительно меньших размеров гонады представлены только гониальными клетками. Вероятно, это будущие самцы. Анатомической дифференцировки половых желез не происходило.

На 26-й день в гонадах обнаруживались оогонии, ооциты зиготенной и пахитенной стадий.

На 31-й день гонады содержали ооциты ранней профазы мейоза – стадий зиготены и пахитены, т. е. шел процесс активной цитологической дифференцировки гонад в сторону самок. С этого времени у исследуемых самок осуществлялась и анатомическая дифференцировка гонад, проявляющаяся в небольшом впячивании в половую железу. У самцов ни цитологической, ни анатомической дифференцировки зафиксировано не было, их половые железы содержали главным образом сперматогонии.

У самок в возрасте 42 суток старшая генерация половых клеток в гонадах представлена ооцитами начальных стадий периода превителлогенеза ( $D = 48,1 \pm 1,1$  мкм,  $d = 28,6 \pm 0,7$  мкм), также присутствовали ооциты ранней профазы мейоза и оогонии. У самок в гонадах продолжался активный процесс анатомической дифференцировки, характеризующейся возникновением более глубоких впячиваний в гонаду и, таким образом, формированием яйценосных пластинок. У самцов отмечена анатомическая дифференцировка половых желез. Они приобрели характерную форму и расположение кровеносных сосудов. Размеры оставались значительно меньшими, чем у самок. Цитологической дифференцировки по-прежнему не происходило. В половых железах присутствовали сперматогониальные клетки.

Следует отметить, что на протяжении всего периода исследования половые железы харак-

теризуются асинхронностью развития (размеры, степень развития половых клеток), что обычно связано с расположением желточного мешка, изначально деформирующего левую гонаду.

В половых железах белого байкальского хариуса за период наблюдений (1–42 дня после вылупления) были представлены ППК, гониальные клетки (оогонии и сперматогонии), ооциты ранней профазы мейоза и начальных стадий периода превителлогенеза. Морфология половых клеток белого байкальского хариуса сходна с описанной ранее у лососевидных рыб других видов [3; 4; 5; 6; 7; 8; 11; 13; 14; 15; 17; 18].

Дифференцировка пола в сторону самок у белого байкальского хариуса осуществляется в возрасте 21–31 суток. Анатомическая дифференцировка половых желез отмечается в возрасте 31–42 суток. Цитологической дифференцировки гонад в сторону самцов до конца периода наблюдений не происходило (возраст 42 суток). Гонады самцов были представлены только сперматогониальными клетками.

Таким образом, у белого байкальского хариуса цитологическая дифференцировка половых желез в сторону самок происходит раньше анатомической, а у самцов анатомическая дифференцировка гонад предшествует цитологической и начинается в возрасте 42 суток.

Полученные нами данные по срокам дифференцировки половых желез частично согласуются с имеющимися в литературе. Известно, что сроки цитологической и анатомической дифференцировки в сторону самок могут либо совпадать [2; 4; 5; 6; 7; 8 и др.], либо наступают несколько раньше [3; 4; 5], хотя у большинства лососевидных рыб анатомическая дифференцировка предшествует цитологической [14; 15]. Анатомическая дифференцировка гонад у самцов практически совпадает с таковой у самок, а цитологическая, которая у лососевидных рыб может осуществляться только в полностью сформированной железе [14; 15], происходит значительно позднее [2; 5; 7; 8; 19; 20; 21 и др.].

Наиболее информативными параметрами, по которым можно определять направление дифференцировки пола у белого байкальского хариуса, являются: появление ооцитов ранней профазы мейоза, появление в гонаде впячиваний и борозд, степень развития кровеносных сосудов и их расположение, размеры и форма половых желез, что подтверждается результатами, полученными нами [4; 5; 7; 8] и данными других авторов [3; 15; 20].

В ходе исследования выяснено, что дифференцировка пола у белого байкальского хариу-

са осуществляется в более ранние сроки (21–42 суток: 21–31 суток – цитологическая дифференцировка, 31–42 – анатомическая), чем у других лососевидных. Так, у радужной форели она происходит в возрасте от 32 до 57 суток [4; 5], у баунтовского сига от 50 суток до 2,5 месяцев [1], у пеляди – от 54 до 70 суток [17], у байкальского омуля – от 3 до 6 месяцев [6; 7; 8].

Таким образом, по срокам дифференцировки гонад и цитологической дифференцировки, наступающей несколько раньше анатомической, белый хариус стоит ближе к радужной форели, чем к сиговым рыбам. Отмечаемый высокий темп раннего гаметогенеза, вероятно, связан с особенностями протекания процесса и сроками наступления половой зрелости.

#### Литература

1. Анпилова В. И. Передифференцировка пола у баунтовских сигов под влиянием экологических условий / В. И. Анпилова // Вопр. ихтиологии. – 1965. – Т. 5, вып. 1. – С. 207–209.
2. Буранбаева Г. Я. Дифференцировка пола у радужной форели / Г. Я. Буранбаева // Сб. работ Казахстана. фил. ВГБО. – 1974. – Вып. 2. – С. 70–77.
3. Димчева-Грозданова Л. Върху развитието на половите железы и дифференцирането на пола у дъговата нъстърва (*Salmo irideus* Gibbon) в държавното рибоводно стопанство гр. самоков / Л. Димчева-Грозданова // Годишник на Софийский ун-т, биол. ф-т. Кн. 1 : Зоология. – София, 1968. – Т. 60. – С. 167–182.
4. Захарова Н. И. Развитие половых желез у радужной форели *Salmo gairdneri* Rich. в пострадиационный период. I. Облучение личинок в возрасте 24 суток после вылупления / Н. И. Захарова // Вопр. ихтиологии. – 1983. – Т. 23, вып. 6. – С. 951–960.
5. Захарова Н. И. Морфофункциональные закономерности раннего гаметогенеза радужной форели (*Salmo gairdneri* Rich.) при различном температурном режиме и рентгеновском облучении : автореф. дис ... канд. биол. наук / Н. И. Захарова. – Л., 1984. – 17 с.
6. Захарова Н. И. Дифференцировка пола у байкальского омуля при различных температурных режимах выращивания. Биологические проблемы Севера / Н. И. Захарова // Современные проблемы сиговых рыб. – Владивосток : ДВО АН СССР, 1991. – Ч. 2. – С. 265–275.
7. Захарова Н. И. Дифференцировка пола у байкальского омуля при различных температурных режимах выращивания / Н. И. Захарова // Проблема надежности функционирования репродуктивной системы у рыб. – СПб. : Изд-во С.-Петербург. ун-та, 1997. – С. 65–73.
8. Захарова Н. И. Морфофункциональные закономерности гаметогенеза байкальского омуля. I. Ранний гаметогенез / Н. И. Захарова // Тр. каф. зоол. позвоночн. Иркут. гос. ун-та. – Иркутск, 2001. – Т. 1. – С. 181–188.
9. Зайцева А. Н. Исследование морфологической изменчивости ооцитов начальных фаз вителлогенеза у двух форм байкальского хариуса *Thymallus baicalensis* (Thymallidae) / А. Н. Зайцева, Н. С. Смирнова-Залуми, Н. И. Захарова // Вопр. ихтиологии. – 2008. – Т. 48, № 6. – С. 782–789.
10. Иванков В. Н. Сравнительный анализ строения яйцеклеток хариусовых и лососевых и родственные отношения рыб в подотряде Salmonidae / В. Н. Иванков, Е. Г. Максимова // Вопр. ихтиологии. – 1992. – Т. 32, вып. 32. – С. 59–66.
11. Кузьмин А. Н. Гаметогенез и сравнительный анализ развития воспроизводительной системы у пеляди, выращиваемой в различных климатических зонах / А. Н. Кузьмин // Изв. ГосНИОРХ. – 1967. – Т. 63. – С. 9–40.
12. Максимова Е. Г. Особенности строения яйцеклеток сибирского хариуса *Thymallus arcticus* в период вителлогенеза / Е. Г. Максимова // Вопр. ихтиологии. – 1991. – Т. 31, вып. 2. – С. 300–305.
13. Негоновская И. Г. Овогенез и шкала зрелости яичников севанской форели *Salmo ischchan* (Kessler) / И. Г. Негоновская // Биол. журн. Армении. – 1966. – Т. XIX, № 4. – С. 58–71.
14. Персов Г. М. Дифференцировка пола и становление индивидуальной плодовитости у рыб : дис. ... д-ра биол. наук / Г. М. Персов. – Л., 1969. – 412 с.
15. Персов Г. М. Дифференцировка пола у рыб / Г. М. Персов. – Л. : Ленингр. ун-та, 1975. – 148 с.
16. Ромейс Б. Микроскопическая техника / Б. Ромейс. – М. : Иностран. лит., 1954. – 719 с.
17. Селюков А. Г. Оогенез и половые циклы самок пеляди *Coregonus peled* (Gmelin) озера Ендырь (бассейн Оби) / А. Г. Селюков // Вопр. ихтиологии. – 1986. – Т. 26, вып. 2. – С. 294–302.
18. Чмилевский Д. А. К вопросу о периодизации оогенеза костистых рыб (обзор) / Д. А. Чмилевский // Вопр. ихтиологии. – 2003. – Т. 43, № 3. – С. 375–387.
19. Lebrun C. B. Changes in the number of germ cells in the gonads of the rainbow (*Salmo gairdneri*) during the first 10 post-hatching weeks / C. Lebrun, R. Billard, B. Jalabert // Reprod. nutr. develop. 1982. – Vol. 22, N 2. – P. 405–412.
20. Strüssmann C. A. Morphology, endocrinology, and environmental modulation of gonadal sex differentiation in teleost fishes / C. A. Strüssmann, M. Nakamura // Fish Physiol. And Biochemistry. – 2002. – Vol. 26. – P. 13–29.
21. Takashima F. Histological studied on the sex differentiation in rainbow trout / F. Takashima, R. Patino, M. Nomura // Bull. Japan Soc. Fish. – 1980. – Vol. 46, N 11. – P. 1317–1322.

## Evolution of gonads in white Baikalian grayling during early ontogenesis

N. I. Zakharova<sup>1</sup>, A. N. Zaitseva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Irkutsk State University, Irkutsk

<sup>2</sup>Limnological Institute SB RAS, Irkutsk

**Abstract.** This work deals with the gonad evolution in white Baikalian grayling during early ontogenesis. It presents data on peculiar characteristics of gamete morphology (from primordial germ cells to oocytes during previtellogenesis), as well as on terms of cytological and anatomical differentiation of gonads. Early gametogenesis of white Baikalian grayling is compared to that in other salmonid fishes.

**Key words:** white Baikalian grayling, sex differentiation, cytological and anatomical differentiation of gonads.

*Захарова Наталья Ивановна  
Иркутский государственный университет  
664003 г. Иркутск, ул. Сухэ-Батора, 5  
кандидат биологических наук, доцент  
тел. (3952) 24–18–55*

*Zakharova Nataliya Ivanovna  
Irkutsk State University  
5 Sukhe-Bator St., Irkutsk, 664003  
Ph. D. in Biology, ass. prof.  
phone: (3952) 24–18–55*

*Зайцева Алла Николаевна  
Лимнологический институт СО РАН  
664033 г. Иркутск, Улан-Баторская, 3, а/я 4199  
инженер  
тел. (3952) 42–26–95  
E-mail: [alla@lin.irk.ru](mailto:alla@lin.irk.ru)*

*Zaitseva Alla Nikolaevna  
Limnological Institute SB RAS,  
3 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 664033  
engineer  
phone: (3952) 42–26–95  
E-mail: [alla@lin.irk.ru](mailto:alla@lin.irk.ru)*