УДК 597-146.53 DOI: 10.15853/2072-8212.2021.60.69-73

# АНОМАЛИИ В ЯИЧНИКАХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ НЕРКИ Р. КАМЧАТКИ В 2019 ГОДУ

С.Б. Городовская, Л.Н. Смородина



Ст. н. с., инженер; Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института

рыбного хозяйства и океанографии («КамчатНИРО») 683000 Петропавловск-Камчатский, Набережная, 18

Тел., факс: 8 (4152) 41-27-01, 22-64-20. E-mail: gorodovskaya.s.b@kamniro.ru

### НЕРКА, ГИСТОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, АНОМАЛИИ ООЦИТОВ, РЕЗОРБЦИЯ, ПЛОДОВИТОСТЬ

На основании гистологического анализа яичников производителей нерки р. Камчатки показаны многочисленные аномалии в строении вителлогенных яйцеклеток, которые приводят к резорбции. За счет усиленной резорбции вителлогенных ооцитов происходит сокращение плодовитости у половозрелых самок нерки. Наличие яичников с аномальными ооцитами позволяет предположить, что резорбция ооцитов у рыб — явление, связанное с естественным механизмом регуляции конечной плодовитости. Такой механизм необходим при изменившихся параметрах тела рыб у нерки р. Камчатки. Многочисленные аномалии в яичниках свидетельствуют о снижении репродуктивной способности производителей, а также качества икры, как продукта производства.

# ABNORMALITIES IN THE OVARIES OF SOCKEYE SALMON SPAWNERS IN THE KAMCHATKA RIVER IN 2019

# Sofia B. Gorodovskaya, Larisa N. Smorodina

Senior scientist, engineer; Kamchatka branch of Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography ("KamchatNIRO") 683000 Petropavlovsk-Kamchatsky, Naberezhnaya, 18 Ph.: +7 (4152) 41-27-01, 22-64-20. E-mail: gorodovskaya.s.b@kamniro.ru

# SOCKEYE SALMON, HISTOLOGICAL ANALYSIS, OOCYTE ABNORMALITIES, RESORPTION, FERTILITY

Based on histological analysis of the ovaries of sockeye salmon spawners in the Kamchatka River, numerous abnormalities leading to resorption are shown in the structure of vitellogenic oocytes. Fertility of mature female sockeye salmon decreases due to the resorption of the vitellogenic oocytes. Presence of ovaries with abnormal oocytes implies oocyte resorption in fish being a phenomenon associated with mechanism of natural regulation of final fertility. Such mechanism is required in view of changing fish body length and weight in the sockeye salmon of the Kamchatka River. Numerous abnormalities in the ovaries indicate of a decreasing reproductive capacity of spawners and commercial quality of the eggs.

Развитие и функционирование репродуктивной системы рыб является одним из важных показателей оценки физиологического состояния организма рыб и всей популяции в различных условиях обитания. Отклонения от нормы в половой системе могут быть использованы в качестве показателя в определении степени благополучия развития последующих поколений различных популяций (Решетников и др., 2000). Визуально-патологический анализ позволяет выявить внешние нарушения в состоянии гонад рыб. Использование гистологического метода дает возможность более подробно и четко определить различные отклонения в развитии половых клеток и гонад. С помощью микродиагностики можно заблаговременно установить начало неблаготворных воздействий какого-то одного или нескольких факторов на организм рыбы в существующих условиях. Руководствуясь работами А.И. Смирнова (1975), Е.В. Микодиной с соавторами (2000), можно ут-

верждать, что икра с различными изменениями впоследствии регенерируется.

Цель данного исследования: на основании гистологического анализа выявить аномалии в строении созревающих яйцеклеток у производителей нерки р. Камчатки.

# МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал для анализа яичников производителей нерки (Oncorhynchus nerka) был собран на р. Камчатке сотрудниками лаборатории тихоокеанских лососей в период с 7 июня по 26 июля 2019 г. Пробы с дефектами половых продуктов созревающих самок нерки отбирались при проведении полного биологического анализа рыбы. К визуально определяемым отклонениям от нормы относились: приросшие ястыки к стенкам брюшной полости, неестественный цвет зрелых половых продуктов (темно-коричневый и белесо-желтый), мелкие ооциты разных размеров, много резорбирующих-

ся клеток, которые были локализованы в одной части или разбросаны по всему ястыку (рис. 1).

Материал фиксировали жидкостью Буэна. Гистологическую обработку проводили по общепринятой методике (Роскин, Левинсон, 1975). Для сохранения желтка в яйцеклетках перед заливкой в парафин ооциты выдерживали 3-5 суток в целлоидине. Срезы толщиной 5-7 микрон окрашивали железным гематоксилином по Гейденгайну (Волкова, Елецкий, 1982).

Для гистологических исследований обработано 27 проб яичников нерки. Приготовлено 67 гистологических препаратов. В настоящей работе использована периодизация гаметогенеза лососевых рыб по методике И.Г. Мурзы и О.Л. Христофорова (1991). Микрофотографии гистологических срезов выполнены с помощью микроскопа Nikon с фотонасадкой Olympus DP26 при кратном увеличении окуляра  $10 \times$  и объектива  $4 \times$  и  $10 \times$ .

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Все исследованные яичники были взяты от производителей нерки зрелостью IV и IV-V стадии, т. е. имели ооциты разных фаз вителлогенеза. Период вителлогенеза включает накопление жировых и белковых вакуолей в развивающейся клетке. В норме зрелые неоплодотворенные вителлогенные яйцеклетки лососевых рыб имеют округлую форму, их мелкозернистый желток равномерно распределен от анимального до вегетативного полюсов (рис. 2A). Встречались более зрелые клетки в период поздней фазы вителлогенеза, у которых наблюдаются крупные вакуоли желтка, объединенные в общую массу, среди которых отмечаются гранулы мелких и средних размеров (рис. 2Б).

Зрелые яйцеклетки имеют сложную оболочку, состоящую из верхней студенистой (бесструктурного хориона), наружной и внутренней желточных оболочек (лучистой или zona radiata). Толщина



Рис. 1. Яичник производителей нерки р. Камчатки с аномальными вителлогенными ооцитами Fig. 1. Mature sockeye salmon ovary with abnormal vitellogenic oocytes from in the Kamchatka River



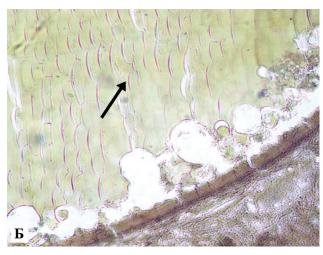


Рис. 2. Нормально созревающие ооциты нерки р. Камчатки: А — яйцеклетка 2 фазы вителлогенеза с мелкими зернами желтка, заполнившими основную часть цитоплазмы до зоны ядра; Б — фрагмент яйцеклетки с жировыми вакуолями, объединенными в общую массу желтка (4×10, гематоксилин)
Fig. 2. Maturing normal oocytes of sockeye salmon from the Kamchatka River: A – the oocyte with small granules of yolk in the main part of cytoplasma up to the nuclear zone at the 2<sup>nd</sup> phase of vitelligenesis, B – fragment of the oocyte with lipid vacuoles united into the yolk general body (4x10, hematoxylin)

оболочек обычно равномерная, соединение между собой очень плотное (Фалеева, 1965, 1979; Сакун, Буцкая, 1968; Детлаф и др., 1981).

При изучении гистологических препаратов созревающих неоплодотворенных яйцеклеток нерки из р. Камчатки были отмечены аномалии в строении их оболочек: у многих ооцитов наблюдалось локальное расслоение и разрушение оболочек, что вызвало значительную деформацию яйцеклеток и их резорбцию при фиксации (рис. 3А и 3Б), неравномерное окрашивание студенистой оболочки (рис. 3В), локальное их истончение, вплоть до нитевидного (рис. 3Г). Во многих яйцеклетках были выявлены вакуоли в студенистой оболочке и полости с веществом невыясненной природы среди желтка. На некоторых срезах наблюдалось до 30% резорбирующихся ооцитов (рис. 3Д). У вителлогенных ооцитов, потерявших тургор, часто наблюдалась деформация в виде волнистых оболочек и цитоплазмы (рис. 3Е).

Аномалии в развитии воспроизводительной системы рыб в естественных условиях и при искусственном воспроизводстве были описаны рядом авторов (Саваитова и др., 1995; Емельянова и др., 2000; Селюков и др., 2003; Кошелев и др., 2009). В процессе цито-морфологического изучения развития и функционирования репродуктивной системы разных видов рыб можно определить характер и степень нарушений в их гонадогенезе, что позволяет установить оценку потенциала воспроизводства в конкретных условиях обитания этих видов рыб (Акимова, Рубан, 1996).

В конце 90-х годов наблюдались цитологические отклонения в вителлогенных ооцитах в период морского нагула у значительного количества особей кеты. Анализ состояния яичников кеты показал усиленную резорбцию ооцитов периода вителлогенеза, что привело к уменьшению плодовитости (Микодина и др., 2001). Описанные разнообразные аномалии ооцитов были причиной уменьшения плодовитости, увеличения смертности кеты в морской период нагула, снижения численности заходящих на нерест особей и, что самое главное, уменьшения эффективности нереста.

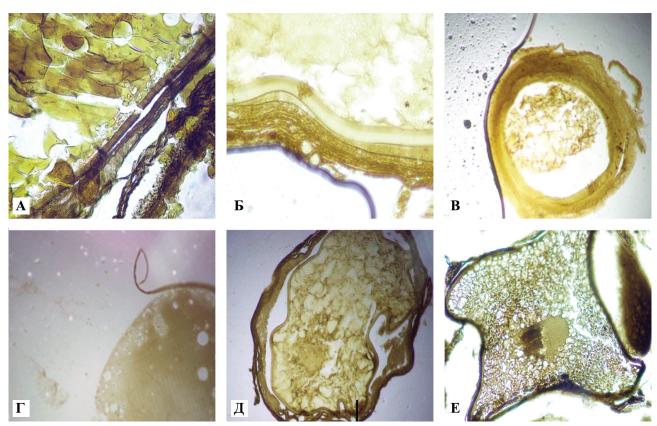


Рис. 3. Аномалии в строении созревающих ооцитов и их оболочек нерки р. Камчатки: A, F — фрагмент яйцеклетки с локальным расслоением и разрушением оболочки; B — неравномерное окрашивание студенистой оболочки;  $\Gamma$  — истончение оболочек;  $\Gamma$  — резорбирующийся ооцит;  $\Gamma$  — ооцит с ослабленным тургором цитоплазмы и оболочек (4×10, гематоксилин)

Fig. 3. Structural abnormalities of sockeye salmon maturatinging oocytes and oocyte membranes in the Kamchatka River: A, B – the fragment of the oocyte with local and exfoliation and destruction of the membrane; B – uneven coloration of the gelatinous membrane;  $\Gamma$  – thinning of the membranes;  $\Pi$  – resorbing oocyte; E – the oocyte with a poor turgor of cytoplasma and mambrane (4×10, hematoxylin)

Несмотря на снижение численности стада нерки р. Камчатки за последние 15–20 лет, морфофизиологические показатели рыб значительно уменьшились (Бугаев, 2011): как длина тела самок основных возрастных групп (1.3, 2.2) ранней и поздней форм, так и масса тела. Абсолютная плодовитость нерки р. Камчатки снижалась из года в год, что связано с уменьшением размеров рыб (Бугаев, 2015). Механизм сокращения плодовитости у производителей нерки происходит за счет усиленной резорбции вителлогенных ооцитов (Детлаф и др., 1981).

#### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Наличие самок нерки с аномальными ооцитами позволяет предположить, что резорбция ооцитов у рыб — явление, связанное с естественным механизмом регуляции конечной плодовитости. Такой механизм необходим при изменившихся параметрах тела рыб у нерки р. Камчатки. Многочисленные аномалии в яичниках свидетельствуют о снижении репродуктивной способности производителей, а также качества икры, как продукта производства.

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Акимова Н.В., Рубан Г.И. 1996. Систематизация нарушений воспроизводства осетровых (Acipenseridae) при антропогенном воздействии // Вопр. ихтиологии. Т. 36. Вып. 1. С. 65–80.

Бугаев А.В. 2015. Преднерестовые миграции тихоокеанских лососей в экономической зоне России. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 413 с. Бугаев В.Ф. 2011. Азиатская нерка — 2. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 378 с.

Волкова О.В., Елецкий Ю.К. 1982. Основы гистологии с гистологической техникой. М.: Медицина. 304 с.

Детлаф Т.А., Гинзбург А.С., Шмальгаузен О.И. 1981. Развитие осетровых рыб (созревание яиц, оплодотворение, развитие зародышей и предличинок). М.: Наука. 228 с.

Емельянова Н.Г., Макеева А.П., Зеленков В.М., Кулида С.В., Белова Н.В. 2000. Развитие половых желез у радужной форели *Parasalmo mykiss* в условиях марикультуры Белого моря // Вопр. ихтиологии. Т. 40. № 3. С. 370—378.

Кошелев Б.В., Евтешина Т.В., Литовченко Ж.С., Хлопова А.В. 2009. Гистологические нарушения репродуктивной системы амурских осетровых // Амурский зоологич. журнал. Вып. 1 (3). C. 258– 264

Микодина Е.В., Пукова Н.В., Бойко И.А., Коваленко С.А. 2001. Анатомические аномалии половых желез у тихоокеанских лососей в разных регионах Дальнего Востока / Матер. Всерос. конф. по воспроизводству ценных видов рыб (Сахалин. 1–3 сентября 2000 г.). С. 146–158.

Микодина Е.В., Пукова Н.В., Кловач Н.В. 2000. Некоторые особенности оогенеза кеты Oncorhynchus keta в период морского нагула в норме и у рыб с дегенерацией мышц / Промыслово-биологические исследования рыб в тихоокеанских водах Курильских островов и прилегающих районов Охотского и Берингова морей. М.: ВНИРО. С. 231–241.

Мурза И.Г., Христофоров О.Л. 1991. Определение степени зрелости гонад и прогнозирование возраста достижения половой зрелости у атлантического лосося и кумжи. Л.: ГосНИОРХ. 102 с.

Решетников Ю.С., Акимова Н.В., Попова О.Ф. 2000. Аномалии в системе воспроизводства рыб при антропогенном воздействии // Изв. Саратовского науч. центра Российской академии наук. Т. 2. № 2. С. 274—282.

*Роскин Г.И., Левинсон Л.Б.* 1975. Микроскопическая техника. М.: Советская наука. 467 с.

Савваитова К.А., Чеботарева Ю.В., Пичугин М.Ю., Максимов С.В. 1995. Аномалии в строении рыб как показатели состояния природной среды // Вопр. ихтиологии. Т. 35. 2. С. 182–188.

Сакун О.Ф., Буцкая Н.А. 1968. Определение стадий зрелости и изучение половых циклов рыб. Мурманск: ПИНРО. 48 с.

Селюков А.Г., Вторушин М.Н., Исаев П.В., Коев А.В. 2003. Потоморфологические изменения некоторых органов рыб р. Туры на примере плотвы // Вестник ТюмГУ. № 2. С. 40–52.

*Смирнов А.И.* 1975. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей. М.: МГУ. 336 с.

Фалеева Т.И. 1965. Анализ атрезии ооцитов у рыб в связи с адаптивным значением этого явления // Вопр. ихтиологии. Т. 5. Вып. 3 (36). С. 463-470.

Фалеева Т.И. 1979. Сравнительный и экспериментальный анализ нарушений оогенеза у рыб: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л.: ЛГУ. 26 с.

# **REFERENCES**

Akimova N.V., Ruban G.I. Systematization of disturbances in the reproduction of sturgeon (Acipenseridae)

under anthropogenic impact. Journal of Ichthyology, 1996, vol. 36, issue 1, pp. 65–80. (In Russian)

Bugaev A.V. Prednerestovyye migratsii tikhookeanskikh lososey v ekonomicheskoy zone Rossi [Pre-spawning migrations of Pacific salmon in the economic zone of Russia]. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2015, 413 p.

Bugaev A.V. Aziatskaya nerka – 2 [Asian salmon – 2]. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2011, 378 p.

Volkova O.V., Yeletskiy Yu.K. Osnovy gistologii s gistologicheskoy tekhnikoy [Fundamentals of Histology with Histological Technique]. Moscow: Medicine, 1982, 304 p.

Detlaf T.A., Ginzburg A.S., Shmalgauzen O.I. Razvitiye osetrovykh ryb (sozrevaniye yaits, oplodotvoreniye, razvitiye zarodyshey i predlichinok) [Development of sturgeon fish (maturation of eggs, fertilization, development of embryos and prelarvae)]. Moscow: Nauka, 1981, 228 p.

Emelyanova N.G., Makeeva A.P., Zelenkov V.M., Kulida S.V., Belova N.V. Development of the gonads in the rainbow trout Parasalmo mykiss under the conditions of the White Sea mariculture. Journal of Ichthyology, 2000, vol. 40, issue 3, pp. 370–378. (In Russian) Koshelev V.N., Evteshina T.V., Litovchenko J.S., Hlopova A.V. Histologic and morphological abnormalities in reproductive system of Amur basin sturgeons. Amurian zoological journal, 2009, issue 1 (3), 258–264. (In Russian)

Mikodina E.V., Pukova N.V., Boyko I.A., Kovalenko S.A. Anatomical anomalies of the gonads in Pacific salmon in different regions of the Far East. Materials of Vseros. conf. on reproduction of valuable fish species (Sakhalin. September 1–3, 2000), 2001, pp. 146–158. (In Russian)

Mikodina Ye.V., Pukova N.V., Klovach N.V. Nekotoryye osobennosti oogeneza kety Oncorhynchus keta v period morskogo nagula v norme i u ryb s degeneratsiyey myshts. Promyslovo-biologicheskiye issledovaniya ryb v tikhookeanskikh vodakh Kuril'skikh ostrovov i prilegayushchikh rayonov Okhotskogo i Beringova morey [Some features of oogenesis of chum salmon Oncorhynchus *keta* during the sea feeding period in normal conditions and in fish with muscle degeneration / Commercial biological research of fish in the Pacific waters of the Kuril Islands and adjacent areas of the Okhotsk and Bering seas]. Moscow: VNIRO, 2000, pp. 231–241.

Murza I.G., Khristoforov O.L. Opredeleniye stepeni zrelosti gonad i prognozirovaniye vozrasta dostizheniya polovoy zrelosti u atlanticheskogo lososya i kumzhi [Determining the degree of maturity of the gonads and predicting the age of attainment of sexual maturity in Atlantic salmon and brown trout]. Leningrad: GosNI-ORKH, 1991, 102 p.

Reshetnikov Yu.S., Akimova N.V., Popova O.F. Anomalies in the fish reproduction system under anthropogenic impact. Izv. Saratov scientific. center of the Russian Academy of Sciences, 2000, vol. 2, no. 2, pp. 274-282.

Roskin G.I., Levinson L.B. Mikroskopicheskaya tekhnika [Microscopic technique]. Moscow: Soviet science, 1975, 467 p.

Savvaitova K.A., Chebotareva Yu.V., Pichugin M.Yu., Maksimov S.V. Anomalies in the structure of fish as indicators of the state of the natural environment. Journal of Ichthyology, 1995, vol. 35, issue 2, pp. 182–188. (In Russian)

Sakun O.F., Butskaya N.A. Opredeleniye stadiy zrelosti i izucheniye polovykh tsiklov ryb [Determination of stages of maturity and study of the sexual cycles of fish]. Murmansk: PINRO, 1968, 48 p.

Selyukov A.G., Vtorushin M.N., Isaev P.V., Koev A.V. Pathotomorphological changes in some organs of fish Tours R. on the example of Siberrian roach. Bulletin of Tyumen State University, 2003, no. 2, pp. 40-52. (In Russian)

Smirnov A.I. Biologiya, razmnozheniye i razvitiye tikhookeanskikh lososey [Biology, Reproduction and Development of Pacific Salmon]. Moscow: Moscow State University, 1975, 336p.

Faleeva T.I. Analysis of oocyte atresia in fish in connection with the adaptive significance of this phenomenon. Journal of Ichthyology, 1965, vol. 5, issue 3 (36), pp. 463–470. (In Russian)

Faleeva T.I. Sravnitelnyy i eksperimentalnyy analiz narusheniy oogeneza u ryb. Avtoreferat discertacii kandidata biologicheskih nauk [Comparative and experimental analysis of oogenesis disorders in fish. Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation]. Leningrad: DVO AN SSSR, 1976, 26 p.

Статья поступила в редакцию: 09.12.2020 Одобрена после рецензирования: 15.01.2021 Статья принята к публикации: 31.05.2021