

## ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ГИДРОБИОНТОВ

## PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY OF HYDROCOLE

Научная статья  
УДК 597.5  
<https://doi.org/10.24143/2073-5529-2023-4-83-91>  
EDN GPXTXK

### Сравнительная характеристика состояния внутренних органов серебряного карася (*Carassius auratus gibelio*) в возрастном аспекте

---

Мария Павловна Грушко<sup>1✉</sup>,  
Надежда Юрьевна Терпугова<sup>2</sup>, Надежда Николаевна Федорова<sup>3</sup>

<sup>1, 3</sup> Астраханский государственный технический университет,  
Астрахань, Россия, [mgrushko@mail.ru](mailto:mgrushko@mail.ru)✉

<sup>2</sup> Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства и океанографии»,  
Астрахань, Россия

---

**Аннотация.** Представлены гистологические результаты исследования органов личинок и половозрелых особей серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782), выловленных в водоемах дельты р. Волги. Анализ состояния внутренних органов и тканей помогает выявить физиологические нарушения и патологии. Благодаря гистологическому методу становится возможным изучение структуры организма на клеточном и тканевом уровне, определение развития патологического процесса и степени поражения. Для патоморфологической оценки у разновозрастных рыб серебряного карася исследовали печень, жабры, почки, селезенку, кишечник и поджелудочную железу. Установлено, что разновозрастные представители этого вида имели идентичные патологические изменения в органах, но степень их проявления отличалась: прослеживалась тенденция к увеличению интенсивности патологии с возрастом. Обнаружено 4 типа основных патологических изменений, связанных с нарушением метаболизма, некротические повреждения клеток и тканей, расстройства кровообращения органов и признаки гиперплазии. Половозрелые особи имели более высокий уровень патологических проявлений. В большей степени были повреждены жабры, которые напрямую контактируют с окружающей средой. Печень исследуемых рыб также имела значительные повреждения. Наиболее часто регистрируемой патологией печени являлась липоидная дегенерация (вакуольная дистрофия). Для почек, кишечника и селезенки были характерны дегенеративные и некротические нарушения. В селезенке взрослых особей обнаружено гранулематозное воспаление, что свидетельствует об инфекционных заболеваниях. У личинок и половозрелых особей были обнаружены одни и те же виды морфологических изменений, что свидетельствует о неспецифическом характере выявленных патологий, которые, как правило, связаны с приспособлением организма к сложившимся условиям обитания.

**Ключевые слова:** серебряный карась, личинки, половозрелые особи, гистологический срез, патология, жабры, почки, кишечник, селезенка

**Для цитирования:** Грушко М. П., Терпугова Н. Ю., Федорова Н. Н. Сравнительная характеристика состояния внутренних органов серебряного карася (*Carassius auratus gibelio*) в возрастном аспекте // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2023. № 4. С. 83–91. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2023-4-83-91>. EDN GPXTXK.

Original article

## Comparative characteristics of the silver crucian carp (*Carassius auratus gibelio*) internal organs state in the age aspect

Maria P. Grushko<sup>1✉</sup>, Nadezhda Yu. Terpugova<sup>2</sup>, Nadezhda N. Fedorova<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Astrakhan State Technical University,  
Astrakhan, Russia, mgrushko@mail.ru✉

<sup>2</sup>Volga-Caspian Branch Russian Federal "Research Institute of Fisheries and Oceanography",  
Astrakhan, Russia

**Abstract.** The histological results of the study of the organs of larvae and mature individuals of the silver crucian carp *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) caught in the reservoirs of the Volga River delta are presented. Analysis the internal organs state and tissues helps to identify physiological disorders and pathologies. Thanks to the histological method, it becomes possible to study the structure of the body at the cellular and tissue level, to determine the development of the pathological process and the degree of damage. For pathomorphological evaluation, the liver, gills, kidneys, spleen, intestines and pancreas were examined in silver crucian carp of different ages. It was established that representatives of this species of different ages had identical pathological changes in the organs, but the degree of their manifestation was different: there was a tendency to increase the intensity of the pathology with age. 4 types of major pathological changes associated with metabolic disorders, necrotic damage to cells and tissues, circulatory disorders of organs and signs of hyperplasia were found. Sexually mature individuals had a higher level of pathological manifestations. To a greater extent, the gills, which are in direct contact with the environment, were damaged. The liver of the studied fish also had significant damage. The most frequently reported liver pathology was lipid degeneration (vacuolar degeneration). Kidneys, intestines and spleen were characterized by degenerative and necrotic disorders. In the spleen of adults, granulomatous inflammation was found, which indicates infectious diseases. The same types of morphological changes were found in larvae and mature individuals, which indicates the nonspecific nature of the identified pathologies, which, as a rule, are associated with the adaptation of the organism to the prevailing living conditions.

**Keywords:** silver crucian carp, larvae, mature individuals, histological section, pathology, gills, kidneys, intestines, spleen

**For citation:** Grushko M. P., Terpugova N. Yu., Fedorova N. N. Comparative characteristics of the silver crucian carp (*Carassius auratus gibelio*) internal organs state in the age aspect. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing industry*. 2023;4:83-91. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2023-4-83-91>. EDN GPXTXK.

### Введение

Серебряный карась *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) – вид с огромным современным ареалом, охватывающим Евразию и Америку. Согласно одной из точек зрения, распространение серебряного карася в Европе является результатом очень давнего завоза представителей вида из Китая или Японии. Согласно другой версии, в Центральной Европе он является автохтоном [1]. В начале 1950-х гг. вместе с другими представителями водоемов ильменного типа карась стал типичным видом для предустьевое пространства Волги [2]. Более подробные сведения о биологии карася в водоемах дельты Волги начали появляться с 1980-х гг. [3–5].

Популяция серебряного карася резко увеличилась во второй половине XX в., когда была зафиксирована вспышка численности представителей этого вида во многих водоемах. Это явление отмечалось и в нижней Волге [6]. Если изначально серебряный карась заселял только низовье реки, то на современном этапе он стал расселяться как вверх по течению, так и в море, сформировав полупроходные популяции. Постепенно карась пре-

вратился в массовый интенсивно расселяющийся вид. Карась благоприятно себя чувствует при быстрых течениях рек, в водохранилищах, озерах, не избегает солоноватой морской воды. В настоящее время распространение серебряного карася продолжается, он заселяет все новые озера, реки и водохранилища. Сегодня серебряный карась становится одним из основных промысловых видов в водоемах юга европейской части России [7]. Соотношение полов данного вида варьирует в широких пределах, что связано с гиногенетическим способом размножения [8].

Надежным показателем благополучия рыб является состояние их внутренних органов и тканей, которое проявляется в виде широкого спектра физиологических нарушений и патологий. Гистологический метод исследования позволяет изучить структуру строения организма на клеточном и тканевом уровне, определить развитие патологического процесса и оценить степень распространения поражения [9]. *Цель работы* – провести патоморфологическое исследование разных возрастных

групп серебряного карася для оценки состояния популяции данного вида.

#### Материал и методы исследования

Материал собран в 2020–2021 гг. на различных водотоках р. Волги. Объектом исследования служили ранняя молодь и половозрелые особи серебряного карася. Всего было исследовано 60 личинок и 40 экземпляров взрослых рыб. Для гистологического анализа отбирали печень, почки, поджелудочную железу, селезенку, кишечник и жабры. Взятый материал фиксировали в 4 %-м растворе формалина. Использовали классические гистоло-

гические методики [10, 11]. Полученные гистологические срезы просматривали под световым микроскопом «Микромед-2». Для микрофотосъемки использовали фотонасадки Soni DSC-W7.

#### Результаты исследования

Печень ранних личинок серебряного карася была еще не сформирована: гепатоциты располагались хаотично, без строгой упорядоченности. Для всех исследованных личинок было характерно наличие нарушения гемодинамики органа. Густая сеть кровеносных сосудов была забита форменными элементами крови (рис. 1, *a*).

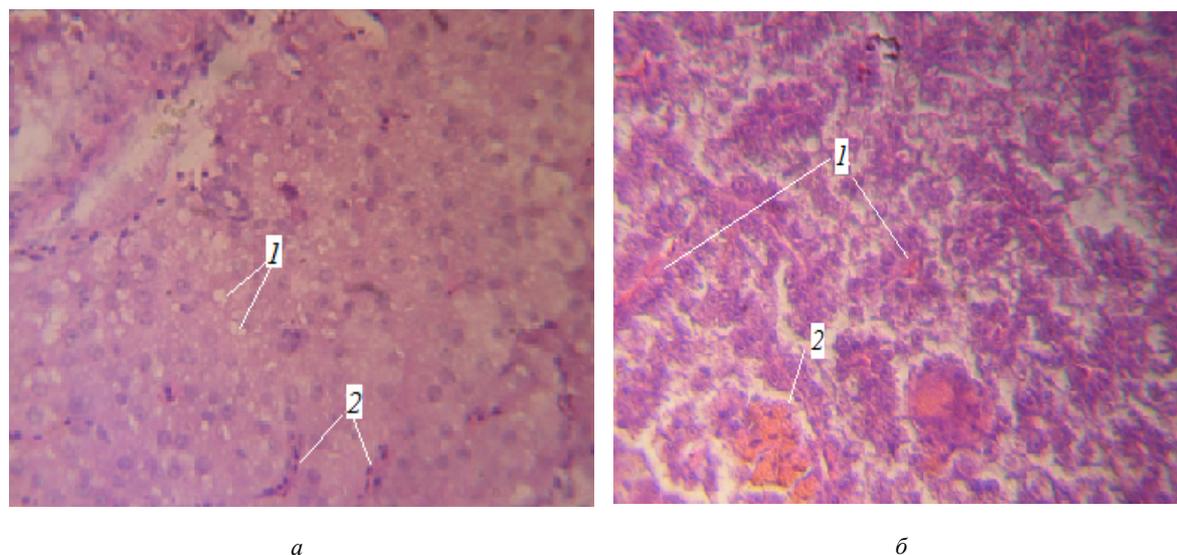


Рис. 1. Фрагмент печени серебряного карася: *a* – личинка: 1 – гепатоциты с жировой каплей; 2 – синусоидные капилляры; *b* – половозрелая особь: 1 – капилляры расширены, заполнены кровью; 2 – геморрагии. Окраска: гематоксилин-эозин, ув.  $\times 760$

Fig. 1. Fragment of the liver of silver crucian carp: *a* – larvae: 1 – hepatocytes with a fat drop; 2 – sinusoidal capillaries; *b* – sexually mature individual: 1 – capillaries are dilated, filled with blood; 2 – hemorrhages. Hematoxylin-eosin, enlargement  $\times 760$

У половины обследованных личинок отмечено наличие расширенных синусоидных капилляров в органе. На гистологических срезах в одном поле зрения для 10 % гепатоцитов была характерна как крупнокапельная, так и мелкокапельная жировая дистрофия.

В отличие от личинок у половозрелых особей в печени была четко выражена трабекулярная архитектура. Границы клеток выявлялись нечетко в связи с отеком печеночной ткани. Цитоплазма гепатоцитов мутная, ядра полиморфны, имели плохо выявляющиеся границы. Как для ранней молоди, так и для взрослых особей (75 %) были характерны признаки жировой дистрофии. Также были выявлены нарушения микроциркуляции: печеночные капилляры плотно заполнены формен-

ными элементами крови, причем диаметры их резко варьировали, имелась масса геморрагий и мелких некрозов. У отдельных особей (42 %) на гистологических препаратах ткань печени имела мускатный вид, при этом для сосудов печени этих рыб был характерен венозный застой, а синусоидные капилляры органа были сильно расширены и заполнены элементами крови (см. рис. 1, *b*).

Поджелудочная железа личинок незначительных размеров визуализировалась чуть выше кишечной трубки и представляла собой скопление ацинусов экзокринной части органа. Ацинусы состояли из панкреатитов, в которых уже четко была заметна апикальная (оксифильная) и базальная (базофильная) часть клеток (рис. 2, *a*).

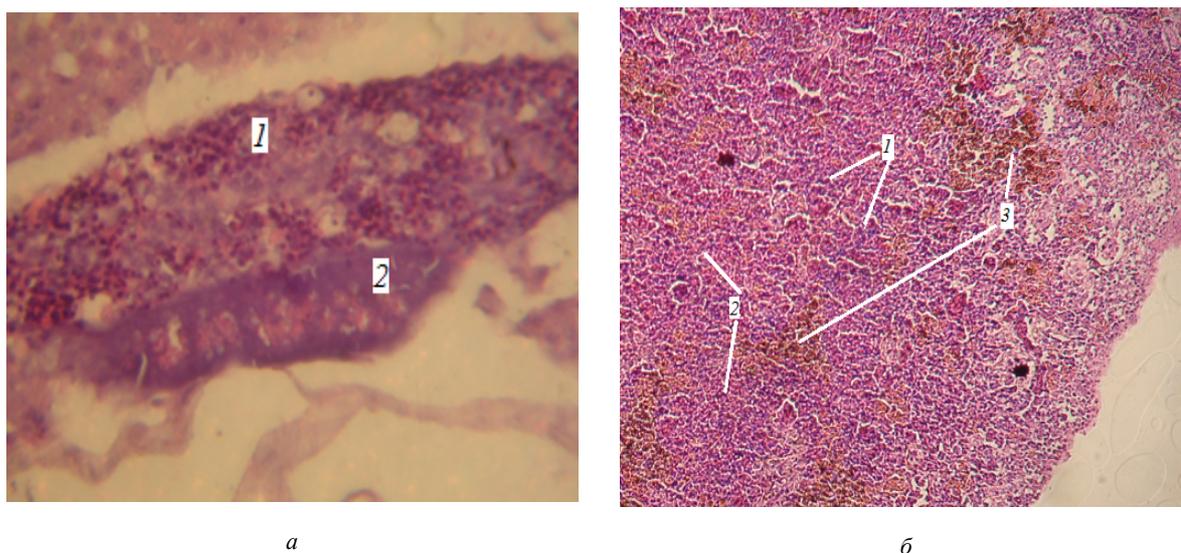


Рис. 2. Фрагмент органов серебряного караса: *а* – селезенка и поджелудочная железа личинки; *1* – гемопозитическая ткань селезенки; *2* – ацинусы поджелудочной железы. Окраска: гематоксилин-эозин, ув.  $\times 480$ ; *б* – селезенка половозрелой особи: *1* – участки белой пульпы; *2* – участки красной пульпы; *3* – скопление гемосидерина. Окраска: гематоксилин-эозин, ув.  $\times 40$

Fig. 2. A fragment of the organs of silver crucian carp: *a* – spleen and pancreas of the larva; *1* – hematopoietic tissue of the spleen; *2* – acini of the pancreas. Hematoxylin-eosin, enlargement  $\times 480$ ; *б* – spleen of a sexually mature individual: *1* – areas of white pulp; *2* – areas of red pulp; *3* – accumulation of hemosiderin. Hematoxylin-eosin, enlargement  $\times 40$

У взрослых особей ткань поджелудочной железы была сильно отечной и эндокринная часть не визуализировалась. Границы клеток ацинусов плохо различались. Апикальная область клетки была плотно заполнена яркими эозинофильными гранулами зимогена. У отдельных особей регистрировались округлые цисты паразитов. Стенка капсулы была сильно утолщена за счет разрастания соединительной ткани. Ткань железы вокруг цисты некротизирована и инфильтрирована макрофагами.

Незначительных размеров селезенка исследованных личинок находилась между кишечником и печенью. Строма органа была представлена крупными светлыми ретикулярными клетками, среди которых выявлялись участки скопления клеток красной и белой крови, находящиеся на разных стадиях дифференцировки. Трабекулы не визуализировались. Орган был густо пронизан сетью сосудов (см. рис. 2, *а*).

У половозрелых рыб отмечались нечеткие границы между красной и белой пульпой. Выявлены массы гранул гемосидерина разной величины и формы (см. рис. 2, *б*). Среди ретикулярных клеток имелись скопления лимфоцитов, моноцитов, эритроцитов. В участках белой пульпы часто находились светлые центры. Вокруг центральных артерий имелись плотные скопления лимфоцитов

в виде округлых образований или в виде длинных лент. Мелкие некротические участки регистрировались у 45 % обследованных рыб. У отдельных особей (17 %) в сосудах селезенки выявлен гемолиз и все сосуды были расширены.

При световой микроскопии гистологического среза селезенки были обнаружены характерные гранулемы округлой формы различного диаметра. Данные образования были рассредоточены по всему органу. Снаружи гранулема состояла из соединительнотканной ткани, а с внутренней стороны ее стенка была пигментирована (рис. 3).

В отдельных участках наблюдалось увеличение доли соединительной ткани гранулем, где в наружной зоне встречались капилляры и клеточный инфильтрат из лимфоцитов. В строме органа, в зоне нахождения гранулем, находились очаги некроза, где регистрировался клеточный детрит. Гранулезное воспаление селезенки отмечено у 5 % обследованных половозрелых особей.

Подобная картина была обнаружена иностранными учеными в печени и селезенке взрослых особей серебряной арованы (*Osteoglossum bicirrhosum*, Cuvier, 1829). В 2019 г. К. Varello с соавторами установили, что гранулематозные поражения являются признаком хронического инфекционного заболевания, вызываемыми микобактериями [12].

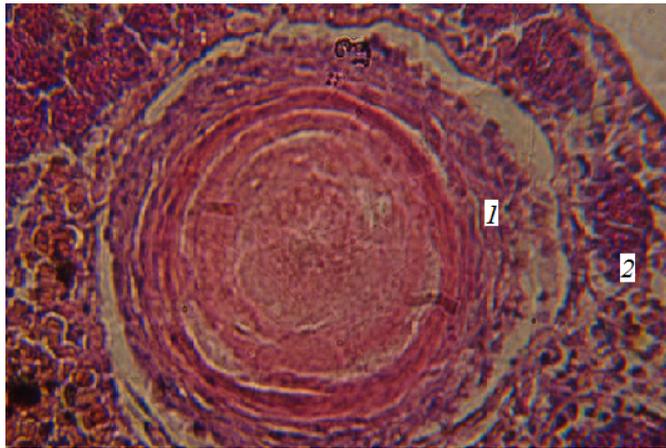
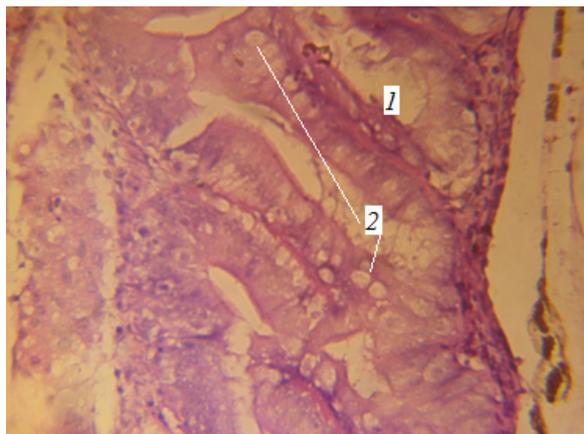


Рис. 3. Фрагмент селезенки половозрелого карася:  
 1 – соединительнотканная капсула вокруг гранулемы; 2 – ткань органа. Окраска: гематоксилин-эозин, ув. × 760

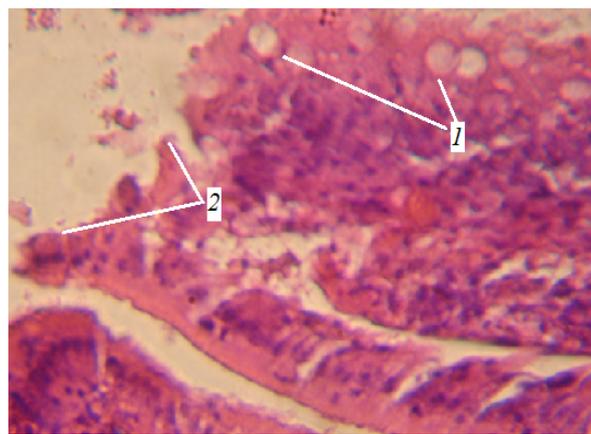
Fig. 3. A fragment of the spleen of a sexually mature silver crucian carp:  
 1 – connective tissue capsule around the granuloma; 2 – organ tissue. Hematoxylin-eosin, enlargement × 760

При исследовании состояния кишечника у личинок выявлены небольшие участки со слущенным эпителием, выстилающим полость пищеваритель-

ной трубки. Каемчатый эпителий кишечника характеризовался наличием большого количества гипертрофированных бокаловидных клеток (рис. 4, а).



а



б

Рис. 4. Фрагмент кишечника серебряного карася: а – личинка: 1 – некроз эпителия; 2 – бокаловидные клетки; б – взрослая особь: 1 – бокаловидные клетки; 2 – отслоение эпителиальных клеток.  
 Окраска: гематоксилин-эозин, ув. × 760

Fig. 4. Fragment of the intestine of silver crucian carp: а – larva: 1 – necrosis of the epithelium; 2 – goblet cells; б – adult: 1 – goblet cells; 2 – detachment of epithelial cells.  
 Hematoxylin-eosin, enlargement × 760

В собственно пластинке оболочки кишки у половинны обследованных рыб регистрировали участки, инфильтрированные лимфоцитами.

У половозрелых особей серебряного карася задний отдел кишечника характеризовался наличием кишечных ворсинок разной высоты, толщины и формы, которые почти полностью заполняли полость кишки. Наиболее толстым отделом стенки

кишечной трубки являлась слизистая оболочка, пропитанная лимфоцитами. Несколько тоньше была мышечная оболочка, особенно толстым был ее циркулярный слой. Наиболее тонкой являлась серозная – внешняя оболочка. Кишечные ворсинки выстланы каемчатым эпителием, среди клеток которого, особенно на верхушках, располагались переполненные слизью бокаловидные клетки. На

верхушках некоторых ворсинок наблюдалась отслойка или каемчатых, или бокаловидных клеток от их базальной мембраны (см. рис. 4, б).

На ранних этапах развития у серебряного карася имелись головная и туловищная части мезонефроса, локализующиеся в разных частях тела. Количество почечных телец было незначительным,

причем у имеющихся телец было расширено мочевое пространство. Полость канальцев была заполнена бесструктурным веществом. Для клеток эпителия канальцев была характерна баллонная (гидропическая) дистрофия, при этом фиксировали отторжение части цитоплазмы (рис. 5).

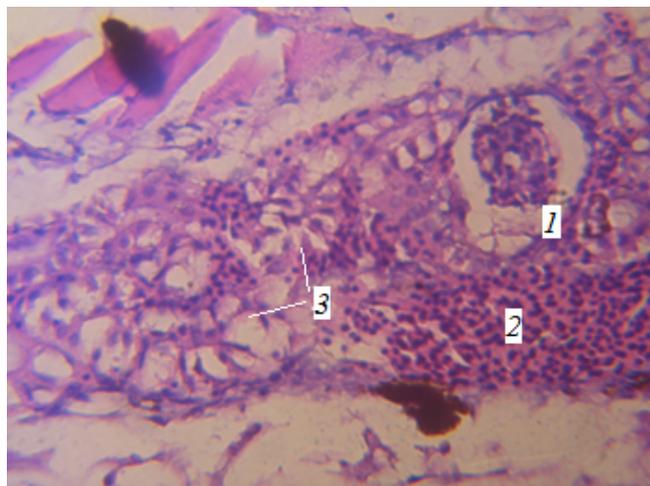


Рис. 5. Фрагмент мезонефроса личинки карася: 1 – почечное тельце с расширенным мочевым пространством; 2 – форменные элементы крови; 3 – крупные вакуоли в цитоплазме эпителиальных клеток почечных канальцев. Окраска: гематоксилин-эозин, ув.  $\times 560$

Fig. 5. Fragment of the mesonephros of silver crucian carp: 1 – renal corpuscle with enlarged urinary space; 2 – blood formed elements; 3 – large vacuoles in the cytoplasm of the epithelial cells of the renal tubules. Hematoxylin-eosin, enlargement  $\times 560$

У половозрелых особей в межканальцевой ткани имелись признаки отека. Довольно мелкие почечные тельца разной формы характеризовались наличием клубочков со слившимися петлями капилляров. Мочевые пространства в большинстве почечных тел полукруглой формы занимали примерно половину объема тельца. Внутрипочечные сосуды были расширены и заполнены элементами крови.

В жаберной полости личинки карася насчитывалось по 4 жаберной дуги по обеим сторонам головы, на пятой жаберной дуге дыхательные элементы отсутствовали. В основании жаберной дуги и филламентов находился гиалиновый хрящ. Длина филламентов развивающихся жабр была неодинаковой. Количество ламелл колебалось от 10 до 20 шт. с каждой стороны филламента. Кровеносные сосуды, заполненные форменными элементами крови, густо пронизывали филламенты и ламеллы. Ламеллы развивающихся жабр были неравномерной длины и имели извилистую форму. Респираторный эпителий ламелл разрастался, формируя утолщения на концевых участках.

У старших возрастных групп рыб в пространстве между филламентами, у их основания, имелись сплошные ряды многослойного неороговевающего эпителия (24–26 рядов). Почти до нижней трети филламента определялся только слой многослойного эпителия, без присутствия ламелл. Выше находились относительно длинные и извитые ламеллы, покрытые однослойным кубическим респираторным эпителием. Выше этих участков снова на филламентах появлялся слой многослойного неороговевающего эпителия (с отсутствием ламелл). Все сосуды в жабрах были переполнены форменными элементами крови, особенно те капилляры, которые направлялись внутрь ламелл. Следует отметить, что капилляры имели разные диаметры. В жабрах обнаружены цисты паразитов. Хрящевая пластинка, лежащая в основе филламентов, была также различна по своей толщине на протяжении самого филламента, причем она состояла из разного количества довольно крупных хрящевых клеток с очень ограниченным количеством основного аморфного вещества (рис. 6).

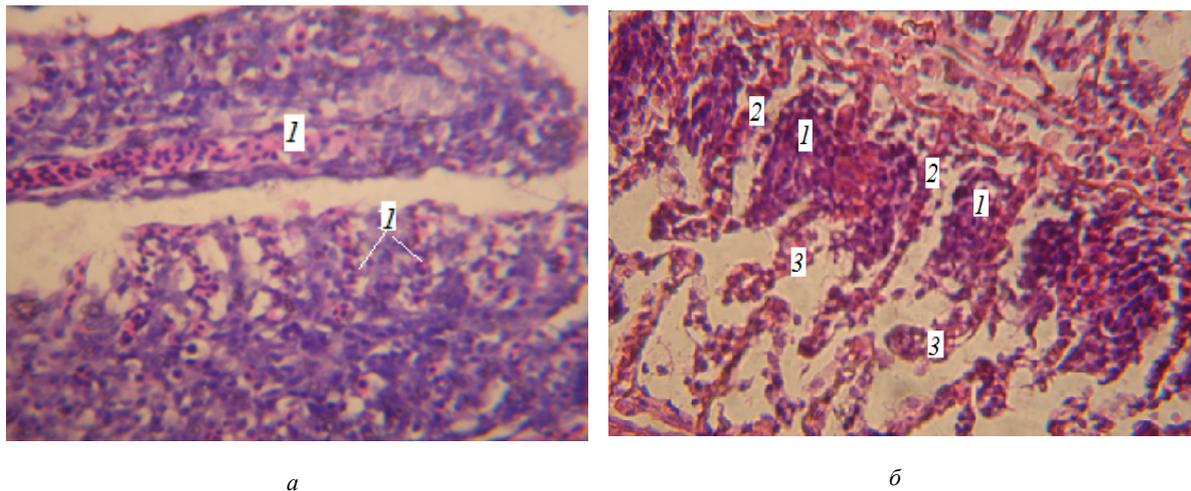


Рис. 6. Фрагмент жабр серебряного карася: *а* – личинка: 1 – расширенный кровеносный сосуд; *б* – половозрелая особь: 1 – многослойный неороговевающий эпителий; 2 – сосуды с форменными элементами крови; 3 – извитые ламеллы. Окраска: гематоксилин-эозин, ув.  $\times 760$

Fig. 6. Fragment of the gills of silver crucian carp: *a* – larva: 1 – dilated blood vessel; *б* – sexually mature individual: 1 – stratified non-keratinizing epithelium; 2 – vessels with blood cells; 3 – twisted lamellae. Hematoxylin-eosin, enlargement  $\times 760$

В ходе проведенных гистологических исследований внутренних органов серебряного карася у личинок и половозрелых особей были обнаружены одни и те же виды морфологических изменений, что свидетельствует о неспецифическом характере выявленных патологий, которые, как правило, связаны с приспособлением организма к сложившимся условиям обитания. Данные изменения направлены на сохранение жизни организма, а в дальнейшем, возможно, на восстановление поврежденных структур и нарушенных функций [12]. Анализ результатов исследований показал, что прослеживается тенденция к увеличению доли пораженных особей и интенсивности патологии с возрастом. Обнаружены и зафиксированы 4 типа основных патологических изменений, которые имели различную степень выраженности у разных возрастных групп рыб: патологии, связанные с нарушением метаболизма, некротические повреждения клеток и тканей, расстройства кровообращения органов, признаки гиперплазии. Все выявленные морфологические нарушения являются следствием воздействия факторов среды обитания и связаны с особенностями экологической обстановки. Неблагоприятные условия являются определяющими, от них зависит проявление неспецифической реакции организма рыб, проявляющейся в виде гистопатологий. Доля особей, имеющих патологические отклонения от нормы, напрямую зависит от уровня антропогенной нагрузки [13].

Встречаемость морфологических нарушений определялась уровнем комплексного загрязнения водоема и является объективным индикатором морфологического состояния как отдельных особей, так

и популяции в целом. В процессе исследования установлено, что у исследуемых личинок рыб интенсивность проявления патоморфологий была значительно ниже, что связано с их возрастом и незначительным периодом контакта с окружающей средой. Половозрелые особи имели более высокий уровень патологических проявлений. В большей степени были повреждены органы, которые напрямую контактируют с окружающей средой, а именно жабры. Патология жабр была обнаружена у 100 % обследованных особей. Особей с патологиями печени было немного меньше, изменения были зафиксированы у 75 % половозрелых рыб и у 50 % личинок. Наиболее часто регистрируемой патологией печени являлась липоидная дегенерация (вакуольная дистрофия). Дегенеративные и некротические нарушения затрагивали почки, кишечник, селезенку. Доля особей с патологиями этих органов составляла от 20 % (для личинок) до 45 % (половозрелые особи). Основная масса исследованных рыб приспособилась к существованию с патологическими отклонениями за счет компенсаторных механизмов. Данное приспособление тоже имеет пределы и при ухудшении условий внешней среды может завершиться истощением функциональных особенностей. В селезенке взрослых особей обнаружено гранулематозное воспаление, что свидетельствует об инфекционных заболеваниях.

#### Заключение

В ходе проведенных гистологических исследований внутренних органов серебряного карася у личинок и половозрелых особей были обнаружены одни

и те же виды морфологических изменений, что свидетельствует о неспецифическом характере выявленных патологий, которые, как правило, связаны с приспособлением организма к сложившимся условиям обитания. Прослеживается тенденция к повышению доли пораженных особей и интенсивности патологии с увеличением возраста рыб. Патологии, связанные с нарушением метаболизма, некротические повреждения клеток и тканей, расстройства кровообращения органов, признаки гиперплазии являются следствием воздействия факторов среды обитания и связаны с особенностями экологической обстановки. Встречаемость морфологических нарушений обусловлена уровнем комплексного загряз-

нения водоема и является объективным индикатором морфологического состояния как отдельных особей, так и популяции в целом. В большей степени были повреждены органы, которые напрямую контактируют с окружающей средой, а именно жабры. Наиболее часто регистрируемой патологией печени являлась липоидная дегенерация (вакуолярная дистрофия). Гранулематозное воспаление в селезенке взрослых особей свидетельствует об инфекционных заболеваниях. В дальнейшем для выявления возбудителя данной инфекции следует продолжить и дополнить исследования, включая микробиологические и вирусологические методы диагностики.

### Список источников

1. Атлас пресноводных рыб России: в 2 т. / под ред. Ю. С. Решетникова. М.: Наука, 2002. Т. 1. 379 с.
2. Танасийчук Н. П. Изменения в распределении и составе ихтиофауны предустья реки Волги // Рыб. хоз. 1956. № 10. С. 51–56.
3. Ветлугина Т. А. Структура популяций карасей дельты Волги // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1984. Вып. 218. С. 98–100.
4. Кизина Л. П. Некоторые данные по биологии карасей род *Carassius* низовьев дельты Волги // Вопр. ихтиологии. 1986. Т. 26, вып. 3. С. 416–424.
5. Ветлугина Т. А. Эколого-биологические особенности состояния популяций серебряного карася и линя в дельте Волги и перспективы их промышленного использования: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Астрахань, 2005. 24 с.
6. Ермилова Л. С. Биология и промысел серебряного карася (*Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)) в Волго-Каспийском и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах (Астраханская область) // Рыб. хоз. 2018. № 4. С. 64–66.
7. Подушка С. Б. О причинах вспышки численности серебряного карася // Науч.-техн. бюл. лаб. ихтиологии

ИНЭНКО. 2004. Т. 19. С. 5–15.

8. Подушка С. Б., Ивойлов А. А. Промысловая золотая рыбка – гиногенетическая форма // Науч.-техн. бюл. лаб. ихтиологии ИНЭНКО. 2009. № 15. С. 10–16.
9. Терпугова Н. Ю., Грушко М. П., Федорова Н. Н. Особенности формирования жабр у молоди воблы на нерестилищах дельты Волги // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2019. № 2. С. 66–71.
10. Волкова О. В., Елецкий Ю. К. Основы гистологии с гистологической техникой. М.: Медицина, 1982. 304 с.
11. Микодина Е. В., Седова М. А., Чмилевский Д. А., Микулин А. Е., Пьянова С. В. Гистология для ихтиологов. Опыт и советы. М.: Изд-во ВНИРО, 2009. 111 с.
12. Varello K., Prearo M., Burioli E. A. V., Pastorino P., Mugetti D., Meistro S., Righetti M., Bozzetta E. *Mycobacterium fortuitum* infection in silver arowana (*Osteoglossum bicirrhosum*) // Bulletin-European Association of Fish Pathologists. 2019. N. 39 (2). P. 83–88.
13. Минеев А. К. Неспецифические реакции у рыб из водоемов Средней и Нижней Волги // Изв. Самар. науч. центра Рос. акад. наук. 2013. Т. 15, № 3-7. С. 2301–2318.

### References

1. *Atlas presnovodnykh ryb Rossii: v 2 tomakh* [Atlas of freshwater fish of Russia: in 2 volumes]. Pod redaktsiei Iu. S. Reshetnikova. Moscow, Nauka Publ., 2002. Vol. 1. 379 p.
2. Tanasiichuk N. P. *Izmeneniia v raspredelenii i sostave ikhtiofauny predust'ia reki Volgi* [Changes in the distribution and composition of the ichthyofauna of the Volga River foothills]. *Rybnoe khoziaistvo*, 1956, no. 10, pp. 51-56.
3. Vetlugina T. A. *Struktura populiatsii karasei del'ty Volgi* [The structure of the populations of carp of the Volga Delta]. *Sbornik nauchnykh trudov GosNIORKh*, 1984, iss. 218, pp. 98-100.
4. Kizina L. P. *Nekotorye dannye po biologii karasei rod Carassius nizov'ev del'ty Volgi* [Some data on the biology of carp genus *Carassius* of the lower reaches of the Volga Delta]. *Voprosy ikhtiologii*, 1986, vol. 26, iss. 3, pp. 416-424.
5. Vetlugina T. A. *Ekologo-biologicheskie osobennosti sostoiianiia populiatsii serebriianogo krasia i linia v del'te Volgi i perspektivy ikh promyslovogo ispol'zovaniia. Avtoreferat dissertatsii ... kand. biol. nauk* [Ecological and biological features of the state of populations of silver carp and tench in the Volga Delta and prospects for their com-

- mercial use. Abstract of the dissertation ... cand. biol. sciences]. Astrakhan', 2005. 24 p.
6. Ermilova L. S. *Biologiya i promysel serebriianogo karasia (Carassius auratus (Linnaeus, 1758)) v Volgo-Kaspiiskom i Severo-Kaspiiskom rybokhoziaistvennykh podraionakh (Astrakhanskaia oblast')* [Biology and fishing of the silver carp (*Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)) in the Volga-Caspian and North Caspian fisheries subdistricts (Astrakhan region)]. *Rybnoe khoziaistvo*, 2018, no. 4, pp. 64-66.
7. Podushka S. B. *O prichinakh vspyshki chislennosti serebriianogo karasia* [About the causes of the outbreak of the number of silver carp]. *Nauchno-tekhnicheskii biulleten' laboratorii ikhtiologii INENKO*, 2004, vol. 19, pp. 5-15.
8. Podushka S. B., Ivoilov A. A. *Promyslovaia zolotaia rybka – ginogeneticheskaia forma* [Commercial goldfish – a gynogenetic form]. *Nauchno-tekhnicheskii biulleten' laboratorii ikhtiologii INENKO*, 2009, no. 15, pp. 10-16.
9. Terpugova N. Iu., Grushko M. P., Fedorova N. N. *Osobennosti formirovaniia zhabr u molodi vobly na nerestilishchakh del'ty Volgi* [Features of gill formation in juvenile roach in the spawning grounds of the Volga Delta]. *Vest-*

*nik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo*, 2019, no. 2, pp. 66-71.

10. Volkova O. V., Eletskaia Iu. K. *Osnovy gistologii s gistologicheskoi tekhnikoi* [Basics of histology with histological technique]. Moscow, Meditsina Publ., 1982. 304 p.

11. Mikodina E. V., Sedova M. A., Chmilevskii D. A., Mikulin A. E., P'ianova S. V. *Gistologiya dlia ikhtiologov. Opyt i sovety* [Histology for ichthyologists. Experience and advice]. Moscow, Izd-vo VNIRO, 2009. 111 p.

12. Varello K., Prearo M., Burioli E. A. V., Pastorino P., Mugetti D., Meistro S., Righetti M., Bozzetta E. *Mycobacterium fortuitum* infection in silver arowana (*Osteoglossum bicirrhosum*). *Bulletin-European Association of Fish Pathologists*, 2019, no. 39 (2), pp. 83-88.

13. Mineev A. K. Nespetsificheskie reaktsii u ryb iz vodoemov Srednei i Nizhnei Volgi [Nonspecific reactions in fish from reservoirs of the Middle and Lower Volga]. *Izvestia Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*, 2013, vol. 15, no. 3-7, pp. 2301-2318.

Статья поступила в редакцию 07.06.2023; одобрена после рецензирования 25.09.2023; принята к публикации 22.11.2023  
The article was submitted 07.06.2023; approved after reviewing 25.09.2023; accepted for publication 22.11.2023

### Информация об авторах / Information about the authors

**Мария Павловна Грушко** – доктор биологических наук, доцент; профессор кафедры гидробиологии и общей экологии; Астраханский государственный технический университет; mgrushko@mail.ru

**Надежда Юрьевна Терпугова** – ведущий специалист департамента аквакультуры; Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»; n.terpugova@bk.ru

**Надежда Николаевна Федорова** – доктор медицинских наук, профессор; профессор кафедры гидробиологии и общей экологии; Астраханский государственный технический университет; fedorova37@mail.ru

**Maria P. Grushko** – Doctor of Biological Sciences, Assistant Professor; Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology; Astrakhan State Technical University; mgrushko@mail.ru

**Nadezhda Yu. Terpugova** – Leading Specialist of the Department of Aquaculture; Volga-Caspian Branch Russian Federal “Research Institute of Fisheries and Oceanography”; n.terpugova@bk.ru

**Nadezhda N. Fedorova** – Doctor of Medical Sciences, Professor; Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology; Astrakhan State Technical University; fedorova37@mail.ru

