



Биология и экология гидробионтов

УДК 597.551.2-169:576.895.1+579.8(282.247.41)

https://doi.org/10.47921/2619-1024_2023_6_3_30

EDN: DMUZZP



ЗАРАЖЕННОСТЬ КАРПОВЫХ РЫБ ЛИЧИНКАМИ ПАТОГЕННЫХ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА ГЕЛЬМИНТОВ И БАКТЕРИЯМИ В НИЖНЕЙ ЗОНЕ ДЕЛЬТЫ РЕКИ ВОЛГИ В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД

**В. В. Проскурина, А. В. Менькова,
Е. А. Воронина, С. А. Дьякова, А. Э. Лахтина**

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»),
Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Астрахань 414056, Россия
E-mail: vita-vp@yandex.ru*

Аннотация. В Астраханской области очень широко распространено любительское рыболовство, объектами которого в основном являются карповые рыбы, обладающие высоким эпидемиологическим значением. Пищевая продукция из водных биологических ресурсов, добытых в результате любительского лова, изготавливается кустарным способом и не обеспечивает безопасности полученного продукта для потребителя. В регионе у населения ежегодно регистрируют заболевания, возбудители которых передаются через рыбу и продукты ее переработки. Санитарно-паразитологический контроль является одним из звеньев комплекса мероприятий по профилактике данных болезней. Целью работы было определение уровня заражения отдельных видов промысловых карповых рыб в нижней зоне дельты реки Волги личинками патогенных гельминтов и бактериями, способными стать причиной развития заболеваний у людей. Неполное гельминтологическое исследование воблы, леща, густеры, карася, красноперки и санитарно-микробиологическое обследование мышечной ткани рыб осуществляли в соответствии с требованиями действующих нормативных документов, используя гостированные методики. В паразитофауне воблы, красноперки и густеры зарегистрировано четыре вида личинок опасных для человека гельминтов. Лещ был инвазирован двумя видами таких личинок. Выявленные личинки патогенных для человека трематод и нематод были жизнеспособны. Уровень бактериальной обсемененности мышечной ткани рыб не превышал нормативного показателя, а санитарно-показательные микроорганизмы отсутствовали. Результаты санитарно-паразитологического исследования свидетельствовали о необходимости обязательного обеззараживания карповых рыб от личинок патогенных гельминтов.

Ключевые слова: карповые рыбы, зараженность, инвазия, гельминты, личинки, патогенность, бактерии, обсемененность

INFECTION OF CYPRINID FISH WITH LARVAE OF HUMAN-PATHOGENIC HELMINTHS AND BACTERIA IN THE LOWER VOLGA RIVER DELTA AT THE PRESENT TIME

V. V. Proskurina, A. V. Menkova,
E. A. Voronina, S. A. Dyakova, A. E. Lakhtina

*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI "VNIRO"),
Volga-Caspian Branch of FSBSI "VNIRO" ("KaspNIRKH"), Astrakhan 414056, Russia
E-mail: vita-vp@yandex.ru*

Abstract. Recreational and artisanal fishing is very widespread in the Astrakhan Region; its primary targets are cyprinids, which are susceptible to epidemiological threats. Food products derived from the biological resources harvested during such fishing are not subjected to the processing in specialized facilities, and therefore, safety of the final product for its consumer cannot be ensured. In this region, the diseases, the agents of which are transmitted through fish and the products of its processing, are annually recorded among the population. Sanitary and parasitological control is one of the components in the set of measures for the prevention of these diseases. This work was aimed at evaluation of the infection level in some species of commercially valuable cyprinids in the Lower Volga River Delta with bacteria and larvae of pathogenic helminths capable of causing the development of diseases in humans. An incomplete helminthological survey of Caspian roach, common bream, white bream, crucian carp and rudd, as well as microbiological examination of their muscle tissue have been carried out in accordance with the requirements of the regulatory documents currently in force with application of methods described in State Standards. Larvae belonging to four species of human-pathogenic parasites have been recorded in the parasitic fauna of the Caspian roach, rudd, and white bream. Common bream was infected by larvae belonging to two species of such helminths. The identified larvae of pathogenic trematodes and nematodes were viable. The level of bacterial contamination of fish muscle tissues did not exceed the standard-prescribed limit, and the sanitary indicator microorganisms were absent. The results of the parasitological study indicated the need for mandatory disinfection of cyprinid fish from larvae of pathogenic helminths.

Keywords: cyprinids, infestation, invasion, helminths, larvae, pathogenicity, bacteria, contamination

ВВЕДЕНИЕ

В современных экономических и политических условиях одним из наиболее быстрорастущих продовольственных секторов нашей страны является аквакультура. Однако в Астраханской области большую часть рыбы получают при промышленном лове в естественных водоемах. Кроме того, в регионе очень широко распространено любительское рыболовство, объектами которого в основном являются карповые рыбы. Рыба, как и любая продукция животного происхождения, может служить источником заражения человека и животных различными патогенами. В их число входят личинки эпидемиологически значимых гельминтов и патогенные бактерии [1–3]. Пищевая продукция из водных биологических ресурсов, добытых рыболовами-любителями, изготавливается кустарным способом и не обеспечивает безопасность полученного продукта для потребителя.

Личинки гельминтов, обитающие в мышечной ткани рыб и внутренних органах, употребляемых в пищу, могут вызывать тяжелые и зачастую сложно диагностируемые заболевания у людей [4, 5]. При этом каждому региону присущи свои группы паразитических организмов, способных поражать человека через рыбу [6, 7]. Так, Астраханская область эндемична по описторхозу. Данные Управления Роспотребнадзора [8] свидетельствуют о том, что среди населения Астраханской области 0,10 % жителей страдает описторхозом. При этом во всех случаях выявления болезни заражение людей произошло при употреблении в пищу рыбы, чьим источником был любительский лов.

Тяжелые и, как правило, сложно диагностируемые болезни у людей могут быть инициированы личинками гельминтов, которые локализуются во внутренних органах рыб, употребляемых в пищу. Эндемиком Каспийского бассейна является один

из видов нематод рода *Anisakis* Dujardin, 1845 (*Anisakis schupakovi* Mosgovoi, 1951). По литературным данным [9, 10], личинки анизакид обычно дислоцируются на брыжейке в полости тела рыб или на поверхности внутренних органов. Однако они могут встречаться и в мышцах [1, 10], что увеличивает риск заражения. Данные Управления Роспотребнадзора свидетельствуют об отсутствии случаев заражения людей анизакисом в Астраханской области [8]. В то же время эти нематоды широко распространены у каспийской нерпы [11].

Проблема безопасности каспийской рыбы впервые поднималась еще во времена Российской Империи [12], однако она остается актуальной и в современный период. Климатические особенности Астраханской области не способствуют долговременному сохранению свежести рыбы без использования специализированного оборудования, обеспечивающего поддержание оптимальной температуры для продукции. Наш регион характеризуется большим притоком солнечной радиации, высоким тепловым ресурсом и длительным теплым периодом, а также высокими температурами воздуха, достигающими в летнее время 38–42 °С с нагревом поверхности почвы до 60–70 °С.

Мышцы и внутренние органы свежельвленной рыбы исходно содержат минимальное количество бактерий. Однако после вылова у уснувшей рыбы начинается процесс посмертного эндогенного обсеменения мышц. Если нарушены условия хранения, транспортировки и реализации рыбы (например, происходило хранение без охлаждения или в непригодной таре, продажа «с земли», на улице, в грязном помещении в теплое время года), бактерии стремительно увеличивают численность в мышечной ткани, поскольку именно там создаются благоприятные условия для их размножения; температура является основным фактором, определяющим скорость размножения бактерий [13].

Среди бактерий, вызывающих у людей развитие тяжелого инфекционного процесса, наиболее значимыми являются сальмонеллы, шигеллы, протеи и другие энтеробактерии, а также клостридии, стафилококки, листерии, аэромонады, вибрионы и псевдомонады [14–16]. Большая часть перечисленных бактерий широко распространена в Волго-Каспийском регионе. Данные организмы способны находиться в воде и рыбе длительное время, сохраняя свои патогенные свойства или наращивая их [17].

Целью паразитологических и микробиологических исследований, проведенных в 2020–2022 гг., являлось определение современного уровня заражения отдельных видов карповых рыб в нижней зоне дельты реки Волги личинками патогенных для человека гельминтов и бактериями, способными стать причиной развития заболеваний у людей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор паразитологического материала осуществляли в весенний, летний и осенний периоды 2020–2022 гг. на промысловых участках нижней зоны дельты Волги. Всего обследовано 150 экз. воблы (*Rutilus rutilus caspicus* Jakowlew, 1870), 267 экз. леща (*Abramis brama* Berg, 1949), 338 экз. густеры (*Blicca bjoerkna* Linnaeus, 1758), 292 экз. красноперки (*Scardinius erythrophthalmus* Linnaeus, 1758) и 240 экз. карася (*Carassius auratus* Linnaeus, 1758) промыслового размера. Для определения микробиологических показателей ежесезонно обследовали по 15 экз. каждого из вышеперечисленных видов рыб.

Неполное гельминтологическое исследование осуществляли компрессорным методом с применением микроскопии в соответствии с требованиями, предъявляемыми нормативными документами, действовавшими на территории Российской Федерации в период проведения работ [18]. Идентификацию выявленных гельминтов проводили по Определителю паразитов пресноводных рыб фауны СССР [19]. Жизнеспособность личинок гельминтов устанавливали по морфологическим признакам и двигательной активности [18].

В мышечной ткани рыб, в соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01 [20], определяли количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) [21] и наличие индикаторных микроорганизмов: бактерий группы кишечной палочки (БГКП) [22], *Staphylococcus aureus* Rosenbach, 1884 [23], бактерий р. *Salmonella* Lignières, 1900 [24] и *Listeria monocytogenes* Murray et al., 1926 [25]. Микробиота карповых рыб тестировалась на наличие протеазы, ДНКазы, лецитиназы и гемолизина [26]. Также параллельно диско-диффузионным методом определяли чувствительность выделенных изолятов к следующим антибиотикам: левомецетин, эритромицин, имипенем, меропенем, амоксициллин, фурадонин, тетрациклин, стрептомицин, гентамицин, цефтриаксон, цефиксим, цефазолин, оксациллин, бензилпенициллин [27].

Различия показателей заражения рыб оценивали, используя непараметрические статистические критерии: U-критерий Манна–Уитни и H-критерий Краскела–Уоллиса.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате паразитологического анализа у половозрелых промысловых карповых рыб выявлены четыре вида личинок гельминтов, опасных для человека: *Anisakis schupakovi* Mosgovoi, 1951 (Nematoda: Anisakidae), *Apophallus muehlingi* Jägerskiöld, 1898 (Trematoda: Heterophyidae), *Opisthorchis felineus* Rivolta, 1884, *Pseudamphistomum truncatum* Rudolphi, 1819 (Trematoda: Opisthorchiidae). При этом у четырех представителей ихтиофауны был зарегистрирован как минимум один вид из числа указанных паразитов. Карась в период исследования оставался свободен от подобной инвазии. Заражение метацеркариями сем. Opisthorchiidae (*O. felineus* и *P. truncatum*) регистрировали у густеры (2,35±0,98 %), красноперки (4,97±1,24 %) и воблы (2,08±1,50 %). Экстенсивность инвазии указанных видов рыб личинками описторхид не имела достоверных различий (H=9,344; p>0,05). Смешанную инвазию личинками гельминтов обоих видов регистрировали у воблы и красноперки. Максимальная интенсивность инвазии (20 экз.) была выявлена у воблы при смешанном заражении метацеркариями сем. Opisthorchiidae. Интенсивность инвазии красноперки и густеры оставалась невысокой (1–2 экз.) на протяжении всего периода исследования. Личинки рассматриваемых трематод инвазировали исключительно мышечную ткань рыб. Во всех случаях обнаружения метацеркарии *O. felineus* и *P. truncatum* были жизнеспособны.

Помимо описторхид у обследованных карповых рыб были зарегистрированы метацеркарии *A. muehlingi*. Заражение данными паразитами в период исследования выявляли ежегодно. Показатели экстенсивности инвазии красноперки (31,62±4,63 %) и густеры (25,23±6,97 %) достоверно не различались (U=13; α<0,05). В зависимости от района промысла и сезона года интенсивность инвазии красноперки изменялась от 1 до 486 экз., густеры — от 1 до 302 экз. Частота встречаемости зараженного половозрелого леща соответствовала 19,03±6,98 % при интенсивности 1–78 экз. Экстенсивность инвазии воблы составляла 7,28±5,18 % при интенсивности 2–6 экз. и была

достоверно ниже (U=0; α<0,05), чем у других исследованных видов карповых рыб. Высокие показатели зараженности красноперки и густеры связаны с приуроченностью этих видов к речной зоне, т. е. к основному ареалу промежуточного хозяина *A. muehlingi* — моллюска *Lithoglyphus naticoides* C. Pfeiffer, 1828, который имеет широкое распространение в нижнем течении р. Волги и, наряду с двустворчатыми моллюсками *Dreissena polymorpha* Pallas, 1771 и *Unio pictorum* Linnaeus, 1758, занимает первостепенное положение в формировании биомассы «жесткого» бентоса [28].

Полупроходная вобла большую часть вегетационного периода обитает на акватории Каспийского моря, что объясняет ее меньшую зараженность личинками трематод, связанными в своем развитии с пресноводными моллюсками.

Метацеркарии *A. muehlingi* локализовались в кожном и чешуйном покровах, лучах и мягких тканях плавников и, значительно реже, в мышцах рыб. Интенсивность инвазии мышечной ткани красноперки в зависимости от сезона года и района промысла изменялась от 1 до 23 экз., густеры — от 1 до 40 экз., леща — от 0 до 42 экз. Заражение мышечной ткани воблы было зарегистрировано только весной 2022 г. у 12,50 % обследованных особей при интенсивности инвазии 2–4 экз. Все метацеркарии, паразитировавшие в мышцах рыб, были жизнеспособны.

Личинки нематод *A. schupakovi* инвазировали воблу с экстенсивностью 6,39±1,55 % при интенсивности заражения 1–3 экз., густеру — 4,03±1,46 % (интенсивность инвазии 1–8 экз.), леща — 1,36±0,52 % (интенсивность инвазии 1–2 экз.) и красноперку — 0,22±0,15 % при единичной интенсивности инвазии. Экстенсивность инвазии воблы и густеры не имела достоверных различий (U=23; α<0,05), как и частота встречаемости пораженных анизакисом леща и красноперки (U=62; α<0,05). При этом встречаемость зараженной воблы была достоверно выше, чем леща (U=4,5; α<0,05) и красноперки (U=0; α<0,05). Различия в зараженности отдельных видов рыб обуславливаются спектром их питания. Так, минимальный уровень зараженности красноперки связан с питанием преимущественно растительной пищей. Напротив, вобла, в спектр питания которой наряду с моллюсками входят разнообразные беспозвоночные, характеризуется достаточно высокой зараженностью анизакисом.

Независимо от уровня заражения рыб, инкапсулированные личинки *A. schupakovi* локализовались в полости тела рыб на брыжейке и сохраняли жизнеспособность. В мышцах обследованных представителей ихтиофауны *A. schupakovi* не регистрировали.

В целом, из пяти обследованных в 2020–2022 гг. видов промысловых карповых рыб четыре являлись носителями личинок опасных для человека гельминтов. В паразитофауне воблы, красноперки и густеры зарегистрировано четыре вида таких личинок (*A. muehlingi*, *O. felineus*, *P. truncatum*, *A. schupakovi*). Лещ был инвазирован двумя видами (*A. muehlingi*, *A. schupakovi*). Карась оставался свободным от заражения паразитами, передающимися человеку и плотоядным теплокровным животным. Экстенсивность инвазии рыб большинством личинок указанных видов существенно не различалась и оставалась сравнительно невысокой. При этом наиболее широкое распространение получили метацеркарии *A. muehlingi*. Максимальной интенсивностью инвазии также характеризовались представители данного рода, чаще поражавшие покровные ткани и плавники обследованных рыб, реже — мускулатуру.

Личинки *A. schupakovi* инвазировали исключительно полость тела рыб. В связи с этим следует отметить, что, в соответствии с действующими нормативными документами, при определении пищевой пригодности рыбы и рыбной продукции имеют значение только паразиты, находящиеся в мышечной ткани. Личинки гельминтов, локализующиеся в полости тела и внутренних органах, учитываются, если эти органы направляются на пищевое использование. Принимая во внимание тот факт, что воблу, густеру, красноперку и леща в основном используют для изготовления вяленой и копченой продукции без потрошения, а выявленные паразиты были жизнеспособны, мы сочли необходимым учесть их как способных представлять потенциальную опасность, поскольку возможность миграции личинок анизакид в мускулатуру рыб при хранении в охлажденном виде до настоящего времени достоверно не выяснена.

Наиболее значимыми представителями в составе паразитофауны, патогенной для человека, являлись метацеркарии сем. *Opisthorchiidae*, инвазировавшие мышечную ткань воблы, красноперки и густеры. Астраханская область относится к эндемичным по описторхозу территориям, а следова-

тельно, рыбы семейства карповых, выловленные в водоемах области, подлежат обеззараживанию в обязательном порядке [29].

Микробиологические исследования показали, что степень контаминирования мышечной ткани леща ($4,89 \pm 1,94$ тыс. КОЕ/г) и красноперки ($0,43 \pm 0,22$ тыс. КОЕ/г) в период исследования имела значительные различия ($U=11$; $\alpha < 0,05$). В зависимости от сезона года и района вылова рыбы данный показатель варьировал у леща от 0,03 до 13,01 тыс. КОЕ/г, у красноперки — от 0 до 1,84 тыс. КОЕ/г. Средние показатели численности бактерий в мышечной ткани карася ($0,29 \pm 0,11$ тыс. КОЕ/г) и густеры ($4,28 \pm 1,52$ тыс. КОЕ/г) также существенно различались ($U=12$; $\alpha < 0,05$), при этом вышеуказанные значения для карася изменялись от 0,03 до 0,87 тыс. КОЕ/г, для густеры — от 0,29 до 18,72 тыс. КОЕ/г. КМАФАнМ воблы ($1,87 \pm 0,87$ тыс. КОЕ/г) по отношению к густере было несколько ниже ($U=78$; $\alpha < 0,05$), но варьировало в более широких пределах (от 0,01 до 15,50 тыс. КОЕ/г). Средний уровень контаминации мышечной ткани леща и густеры в период исследования не имел существенных различий ($U=50,5$; $\alpha < 0,05$), как и показатели карася и красноперки ($U=28$; $\alpha < 0,05$). На протяжении всего периода исследования количественные показатели микробиоты мышечной ткани обследованных карповых рыб были значительно ниже нормативного показателя. В мышцах обследованных рыб бактерии группы кишечной палочки (БГКП, колиформы), *Staphylococcus aureus*, бактерии р. *Salmonella* и *Listeria monocytogenes* не выявлены.

Отсутствие санитарно-показательных микроорганизмов на фоне низких значений КМАФАнМ мышечной ткани позволяет использовать леща, густеру, карася и красноперку в пищу без каких-либо ограничений при соответствующей обработке, обеспечивающей паразитарную чистоту, с соблюдением необходимых правил и нормативов. Наши многолетние исследования показали наличие широкого спектра условно-патогенных микроорганизмов в других тканях и органах карповых рыб. В 100 % случаев регистрировали наличие различных микроорганизмов в тканях и органах, наиболее тесно контактирующих со средой обитания, таких как жабры, желудочно-кишечный тракт и поверхность кожи. Количественные показатели микробиоты дыхательного аппарата и кишечника карповых изменялись в широких пределах

(от 8,90 до 7700,00 тыс. КОЕ/г). Печень рыб, как и все внутренние органы и ткани, непосредственно не связанные с окружающей средой, в норме должна быть стерильна. Вместе с тем наши исследования показали, что количество микроорганизмов в печени карповых варьировало в широких пределах, при этом не превышая 25,00 тыс. КОЕ/г. Наличие в печени микроорганизмов, вероятно, указывало на снижение резистентности организма гидробионтов, а также могло быть следствием высокой инвазивности и адаптивной способности выделенных изолятов ввиду их персистентного и патогенного потенциала.

Таксономическая структура микробных популяций внутренних органов и тканей карповых была представлена шестью основными семействами грамотрицательных бактерий: *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonadaceae*, *Vibrionaceae*, *Moraxellaceae*, *Alcaligenaceae*, *Flavobacteriaceae*, а также грамположительными микроорганизмами, большая часть из которых относилась к условно-патогенным. Выделенные изоляты обладали протеолитической, лецитиназной, гемолитической и ДНКазной активностями. Способностью синтезировать ферменты из числа тестируемых обладали 89,20 % изолированных микроорганизмов. В отношении каждого тестируемого фермента установлено, что наибольшее число микроорганизмов обладало протеолитической активностью (69,86 % изолятов), в то время как на наименьшую долю изолятов приходилась выработка лецитиназы (8,35 %). Наличие ДНКазы и гемолизина регистрировали в 53,10 и 24,47 % случаев соответственно. У 59,60 % микроорганизмов регистрировали способность продуцировать одновременно два из четырех анализируемых ферментов. Параллельное синтезирование всех изученных ферментов регистрировали у 7,25 % изолятов; аналогичное количество штаммов одновременно продуцировало три из четырех белковых катализаторов. При этом способность микробной клетки продуцировать различные ферменты выполняет двойную функцию, обеспечивая ее выживание как во внешней среде, так и в макроорганизме, вследствие чего ферментативная активность одновременно может быть индикатором адаптивного и патогенного потенциала бактерий.

При тестировании устойчивости микробиоты карповых рыб к спектру антимикробных препаратов различных групп зарегистрировано наличие

резистентных форм бактерий в 97,28 % случаев. Наличие перекрестной резистентности (резистентность микроорганизмов к антибиотикам одной группы) к цефалоспорином (цефазолин, цефиксим, цефтриаксон) обнаружено у 80,15 % всех изолятов, к пенициллинам (бензилпенициллин, амоксициллин) — у 47,00 % выделенных бактерий. В отношении аминогликозидов (стрептомицин и гентамицин) перекрестную антибиотикорезистентность наблюдали в 41,36 % случаев; к карбопенемам (меропенем, имипенем) подобную устойчивость регистрировали реже — в 15,60 % случаев. Кроме того, отмечали высокую частоту ассоциированной устойчивости (одновременная резистентность к разным группам антибиотиков) к двум и более антибиотикам у 85,05 % выделенных культур. В целом, в составе всей микробиоты карповых рыб наибольшее число изолятов проявляло устойчивость к бензилпенициллину (96,32 %), наименьшее — к левомицетину (10,30 %). Наличие и степень устойчивости природных изолятов к антибиотикам могли указывать на адаптивные возможности бактерий, поскольку служат показателями гетерогенности и частоты возникновения мутаций клеток внутри популяции отдельно взятого вида.

Вышеизложенное позволяет судить о персистировании в карповых рыбах микроорганизмов, потенциал которых достаточен для инициирования инфекционных процессов различной тяжести. Несмотря на то, что мышцы изученных гидробионтов были обсеменены незначительно, в процессе хранения рыбы в ненадлежащих условиях микроорганизмы из жабр, кишечника и повреждений на кожных покровах будут активно проникать в мышечную ткань, снижая тем самым ее безопасность и, как следствие, пригодность к употреблению.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В 2020–2022 гг. у обследованных рыб было зарегистрировано четыре вида личинок патогенных для человека гельминтов (*A. muehlingi*, *O. felineus*, *P. truncatum*, *A. schupakovi*), среди которых доминировали трематоды. Широким распространением и наибольшим диапазоном интенсивности заражения характеризовались метацеркарии *A. muehlingi*, максимально поражавшие красноперку. Данные паразиты чаще дислоцировались в покровных тканях и плавниках обследованных рыб, реже — в мускулатуре. Личинки трематод

сем. *Opisthorchiidae* (*O. felineus* и *P. truncatum*), обладающие высоким медико-ветеринарным значением, поражали мышцы воблы, красноперки и густеры. Смешанная инвазия метацеркариями обоих видов выявлена у воблы и красноперки. Учитывая наличие жизнеспособных личинок патогенных гельминтов у самых массовых и востребованных видов промысловых рыб, риск заражения людей зоонозами остается высоким, что свидетельствует о необходимости обязательного обеззараживания карповых рыб. Результаты проведенных исследований подтверждают необходимость постоянного контроля качества рыбы и эпизоотической ситуации в нижней зоне дельты Волги.

Уровень КМАФАнМ мышечной ткани карповых рыб в среднем не превышал $4,89 \pm 1,94$ тыс. КОЕ/г. У отдельных особей красноперки мышечная ткань была свободна от бактериального обсеменения. Максимальное значение контаминации мышц зарегистрировано у густеры (18,72 тыс. КОЕ/г). При этом ни у одного из обследованных видов карповых рыб превышения нормативного показателя КМАФАнМ мышечной ткани не зарегистрировано. Санитарно-показательные микроорганизмы в мышцах отсутствовали. Тем не менее, хранение рыбы в ненадлежащих условиях может привести к проникновению и размножению в мышцах персистирующих во внутренних органах микроорганизмов с достаточным потенциалом для инициирования инфекционных процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лунева О.В., Кронева О.В. Эпизоотический мониторинг зараженности товарной рыбы гельминтозоонозами в Алтайском крае // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. № 12 (206). С. 54–59. doi: 10.53083/1996-4277-2021-206-12-54-59.
2. Бонина О.М., Зуйков С.А. Эпидемически и эпизоотически опасные виды рыб в отношении описторхозов в Новосибирской области // Российский паразитологический журнал. 2022. Т. 16, № 2. С. 147–153. doi: 10.31016/1998-8435-2022-16-2-147-153.
3. Бибик О.И., Терентьева З.Х. Причины и особенности распространения гельминтозоонозов в городской и сельской местности // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 1 (93). С. 191–197.
4. Афанасьева А.Н. Эпидемиологическое значение паразитов рыб Северо-Западного региона // Лучшая исследовательская работа 2022 : сб. тр. VI Междунар. науч.-иссл. конкурса (г. Пенза, 30 августа 2022 г.). Пенза: Наука и Просвещение, 2022. С. 7–11.
5. Витомскова Е.А. Ветеринарно-санитарная экспертиза промысловой рыбы на показатели паразитарной чистоты в условиях Магаданской области // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2022. Т. 11, № 1. С. 168–172. doi: 10.48612/sbornik-2022-1-40.
6. Гулиев Ш.А. Эпизоотологическая оценка рыб водоемов Абшеронского полуострова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2020. № 5 (158). С. 112–118. doi: 10.36718/1819-4036-2020-5-112-118.
7. Шухгалтер О.А. Зараженность промысловых рыб Атлантического побережья Северо-Западной Африки паразитами, лимитирующими пищевое использование рыб: обзор // Труды АтлантНИРО. 2019. Т. 3, № 2 (8). С. 70–83.
8. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Астраханской области в 2020 году : государственный доклад. Астрахань: Изд-во Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Астраханской области, 2021. 209 с.
9. Гаевская А.В. Анизакидные нематоды и заболевания, вызываемые ими у животных и человека. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005. 232 с.
10. Карасев А.Б., Бакай Ю.И., Калашникова М.Ю., Бессонов А.А. Паразитологический мониторинг промысловых рыб Баренцева моря: история, результаты, хозяйственное значение. Мурманск: Изд-во ПИНРО им. Н.М. Книповича, 2022. 44 с.
11. Иванов В.М., Калмыков А.П., Семенова Н.Н. Гельминты животных и человека в Астраханской области. Астрахань: Астраханская цифровая типография Сорокина Романа Васильевича, 2018. 92 с.
12. Варпаховский Н.А. Протокол № 23 от 14 декабря 1882 г. // Протоколы Комитета Каспийских рыбных и тюленьих промыслов. Т. 5. 1882–1885 гг. Астрахань: Паровая новая русская типография, 1894. 178 с.
13. Вязовикова В.Д. Оценка качества охлажденной рыбы с нарушением срока ее хранения // Молодежь и наука. 2022. № 3. еб.
14. Пивоваров Ю.П. Гигиена и экология человека : курс лекций. М.: Изд-во Всероссийского учебно-научно-методического центра по непрерывному медицинскому и фармацевтическому образованию Министерства здравоохранения Российской Федерации, 1999. 390 с.
15. Ющук Н.Д. Пищевые токсикоинфекции. Пищевые отравления. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017. 160 с.
16. Бухарин О.В. Персистенция патогенных бактерий. М.: Медицина, 1999. 367 с.

17. Ларцева Л.В. Рыбы и гидробионты — переносчики возбудителей инфекционных болезней человека. Астрахань: Изд-во Каспийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства, 2003. 100 с.
18. МУК 3.2.988-00 Профилактика паразитарных болезней. Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки. М.: Изд-во Стандартиформ, 2001. 35 с.
19. Бауер О.Н. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 3. Паразитические многоклеточные (вторая часть). Л.: Наука, 1987. 583 с.
20. СанПиН 2.3.2.1078-01 Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. М.: Изд-во Федерального центра Государственного санитарно-эпидемиологического надзора Министерства здравоохранения России, 2002. 146 с.
21. ГОСТ 10444.15-94 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. М.: Изд-во Стандартиформ, 2010. 6 с.
22. ГОСТ 31747-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). М.: Изд-во Стандартиформ, 2013. 20 с.
23. ГОСТ 31746-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus*. М.: Изд-во Стандартиформ, 2013. 28 с.
24. ГОСТ 31659-2012 Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*. М.: Изд-во Стандартиформ, 2014. 25 с.
25. ГОСТ Р 32031-2022 Продукты пищевые. Методы выявления бактерий *Listeria monocytogenes* и других видов *Listeria* (*Listeria* spp.). М.: Изд-во Российского института стандартизации, 2022. 38 с.
26. Общая и санитарная микробиология с техникой микробиологических исследований / Под ред. А.С. Лабинской, Л.П. Блинковой, А.С. Ещиной. СПб: Лань, 2022. 588 с.
27. МУК 4.2.1890-04 Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам. М.: Изд-во Федерального центра Государственного санитарно-эпидемиологического надзора Министерства здравоохранения России, 2004. 91 с.
28. Тарасова О.Г., Попова Е.В. Состояние кормовой базы для бентосоядных рыб в современных экологических условиях в нижнем течении реки Волги // Экологический мониторинг и биоразнообразие : матер. Всерос. (с междунар. участием) науч.-практ. конф. (г. Ишим, 25–26 декабря 2018 г.). Ишим: Изд-во Ишимского государственного педагогического института П.П. Ершова (филиала) Тюменского государственного университета, 2018. С. 160–164.
29. СанПиН 3.3686-21 Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней (с изменениями на 25 мая 2022 г.). URL: <https://docs.cntd.ru/document/573660140?marker=6580IP> (дата обращения: 30.05.2023).

REFERENCES

1. Luneva O.V., Kronevald O.V. Epizooticheskiy monitoring zarazhennosti tovarnoy ryby gel'mintozoonozami v Altayskom krae [Epizootic monitoring of infection of marketable fish with helminthozoonosis in the Altai Region]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Altai State Agricultural University], 2021, no. 12 (206), pp. 54–59. doi: 10.53083/1996-4277-2021-206-12-54-59. (In Russian).
2. Bonina O.M., Zuykov S.A. Epidemicheski i epizooticheski opasnye vidy ryb v otnoshenii opisthorkhidozov v Novosibirskoy oblasti [Epidemically and epizootically dangerous fish species for opisthorchosis in the Novosibirsk Region]. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal* [Russian Journal of Parasitology], 2022, vol. 16, no. 2, pp. 147–153. doi: 10.31016/1998-8435-2022-16-2-147-153. (In Russian).
3. Bibik O.I., Terentyeva Z.Kh. Prichiny i osobennosti rasprostraneniya gel'mintozoonozov v gorodskoy i sel'skoy mestnosti [Causes and features of the distribution of helminthozoonosis in urban and rural areas]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestia Orenburg State Agrarian University], 2022, no. 1 (93), pp. 191–197. (In Russian).
4. Afanasyeva A.N. Epidemiologicheskoe znachenie parazitov ryb Severo-Zapadnogo regiona [The epidemiological significance of parasites of fishes in the Northwestern Region]. In: *Luchshaya issledovatel'skaya rabota 2022 : sbornik trudov VI Mezhdunarodnogo nauchno-issledovatel'skogo konkursa (g. Penza, 30 avgusta 2022 g.)* [Best research paper 2022. Proceedings of the 6th International Research Competition (Penza, 30 August, 2022)]. Penza: Nauka i Prosveshchenie [Science and Education], 2022, pp. 7–11. (In Russian).
5. Vitomskova E.A. Veterinarno-sanitarnaya ekspertiza promyslovoy ryby na pokazateli parazitarnoy chistoty v usloviyakh Magadanskoj oblasti [Veterinary and sanitary examination of commercial fish for indicators of parasitic purity in the conditions of the Magadan Region]. *Sbornik nauchnykh trudov Krasnodarskogo nauchnogo tsentra po zootekhnii i veterinarii* [Collection of Scientific Papers of Krasnodar Research Centre for Animal Husbandry and Veterinary Medicine], 2022, vol. 11, no. 1, pp. 168–172. doi: 10.48612/sbornik-2022-1-40. (In Russian).
6. Guliev Sh.A. Epizootologicheskaya otsenka ryb vodoemov Absheron'skogo poluostrova [Epizootological evaluation of the Absheron Peninsula fish

- population]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University], 2020, no. 5 (158), pp. 112–118. doi: 10.36718/1819-4036-2020-5-112-118. (In Russian).
7. Shukhgalter O.A. Zarazhennost' promyslovykh ryb Atlanticheskogo poberezh'ya Severo-Zapadnoy Afriki parazitami, limitiruyushchimi pishchevoe ispol'zovanie ryb: obzor [Parasite infestation of commercial fishes of the Atlantic coast of North-West Africa that limit food use of fishes: an overview]. *Trudy AtlantNIRO* [Proceedings of the Atlantic Scientific Research Institute for Marine Fishery and Oceanography], 2019, vol. 3, no. 2 (8), pp. 70–83. (In Russian).
 8. O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Astrakhanskoj oblasti v 2020 godu : gosudarstvennyy doklad [On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Astrakhan Region in 2020. State report]. Astrakhan: Upravlenie Federal'noy sluzhby po nadzoru v sfere zashchity prav potrebiteley i blagopoluchiya cheloveka po Astrakhanskoj oblasti [Directorate of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing for the Astrakhan Region] Publ., 2021, 209 p. (In Russian).
 9. Gaevskaya A.V. Anizakidnye nematody i zabolevaniya, vyzyvayemye imi u zhivotnykh i cheloveka [Anisakid nematodes and diseases caused by them in animals and man]. Sevastopol: EKOSI-Gidrofizika [EKOSI-Hydrophysics], 2005, 232 p. (In Russian).
 10. Karasev A.B., Bakay Yu.I., Kalashnikova M.Yu., Bessonov A.A. Parazitologicheskij monitoring promyslovykh ryb Barentseva morya: istoriya, rezul'taty, khozyaystvennoe znachenie [Parasitological monitoring of the Barents Sea commercial fish: background, results, economic importance]. Murmansk: PINRO im. N.M. Knipovicha [Polar Branch of the FSBSI "Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography" (named after N.M. Knipovich)] Publ., 2022, 44 p. (In Russian).
 11. Ivanov V.M., Kalmykov A.P., Semenova N.N. Gel'minty zhivotnykh i cheloveka v Astrakhanskoj oblasti [Helminths of animals and humans in the Astrakhan Region]. Astrakhan: Astrakhanskaya tsifrovaya tipografiya Sorokina Romana Vasilyevicha [R.V. Sorokin's Astrakhan Digital Printing Office], 2018, 92 p. (In Russian).
 12. Varpakhovskiy N.A. Protokol N 23 ot 14 dekabrya 1882 g. [Protocol No. 23 dated December 14, 1882]. In: *Protokoly Komiteta Kaspiyskikh rybnyykh i tyulen'ikh promyslov. T. 5. 1882–1885 gg.* [Protocols of the Committee for the Caspian Fisheries and Seal Hunting. Vol. 5. 1882–1885]. Astrakhan: Parovaya novaya russkaya tipografiya [New Russian Steam Printing House], 1894, 178 p. (In Russian).
 13. Vyazovikova V.D. Otsenka kachestva okhlazhdennoy ryby s narusheniem sroka ee khraneniya [Assessment of fish quality in case of violation of fish shelf life]. *Molodezh' i nauka* [Fish and Science], 2022, no. 3, e6. (In Russian).
 14. Pivovarov Yu.P. Gigiena i ekologiya cheloveka : kurs lektsiy [Human hygiene and ecology. Lecture course]. Moscow: Vserossiyskiy uchebno-nauchno-metodicheskij tsentr po nepreryvnomu meditsinskomu i farmatsevticheskomu obrazovaniyu Ministerstva zdavookhraneniya Rossiyskoy Federatsii [Russian Educational, Scientific and Methodological Center for Continuous Medical and Pharmaceutical Education of the Ministry of Health of the Russian Federation] Publ., 1999, 390 p. (In Russian).
 15. Yushchuk N.D. Pishchevye toksikoinfektsii. Pishchevye otravleniya [Food toxicoinfections. Food poisoning]. Moscow: GEOTAR-Media, 2017, 160 p. (In Russian).
 16. Bukharin O.V. Persistentsiya patogennykh bakteriy [Persistence of pathogenic bacteria]. Moscow: Meditsina [Medical Science], 1999, 367 p. (In Russian).
 17. Lartseva L.V. Ryby i gidrobionty — perenoschiki vzbuditeley infektsionnykh bolezney cheloveka [Fish and hydrobionts as carriers of agents for human infectious diseases]. Astrakhan: Kaspiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut rybnogo khozyaystva [Caspian Fisheries Research Institute] Publ., 2003, 100 p. (In Russian).
 18. MUK 3.2.988-00 Profilaktika parazitarnykh bolezney. Metody sanitarno-parazitologicheskoy ekspertizy ryby, mollyuskov, rakoobraznykh, zemnovodnykh, presmykayushchikhsya i produktov ikh pererabotki [Methodological Guidelines 3.2.988-00 Prevention of parasitic diseases. Methods of sanitary and parasitological examination of fish, mollusks, crustaceans, amphibians, reptiles and their products]. Moscow: Standartinform [Russian Scientific and Technical Centre for Information on Standardization, Metrology and Conformity Assessment] Publ., 2001, 35 p. (In Russian).
 19. Bauer O.N. Opredelitel' parazitov presnovodnykh ryb fauny SSSR. T. 3. Paraziticheskie mnogokletochnye (vtoraya chast') [Key to the parasites of freshwater fish of the USSR. Vol. 3. Parasitic Metazoa (part 2)]. Leningrad: Nauka [Science], 1987, 583 p. (In Russian).
 20. SanPiN 2.3.2.1078-01 Gigienicheskie trebovaniya bezopasnosti i pishchevoy tsennosti pishchevykh produktov [Sanitary Rules and Regulations 2.3.2.1078-01 Hygienic requirements for safety and nutrition value of foodstuff]. Moscow: Federal'nyy tsentr Gosudarstvennogo sanitarno-epidemiologicheskogo nadzora Ministerstva zdavookhraneniya Rossii [Federal Center of the Russian Federation Oversight Committee for Sanitation and Epidemiology of the Ministry of Health of Russia] Publ., 2002, 146 p. (In Russian).
 21. GOST 10444.15-94 Produkty pishchevye. Metody opredeleniya kolichestva mezofil'nykh aerobnykh i fakul'tativno-anaerobnykh mikroorganizmov [State Standard 10444.15-94 Food products. Methods for

- determination of quantity of mesophilic aerobes and facultative anaerobes]. Moscow: Standartinform [Russian Scientific and Technical Centre for Information on Standardization, Metrology and Conformity Assessment] Publ., 2010, 6 p. (In Russian).
22. GOST 31747-2012 Produkty pishchevye. Metody vyyavleniya i opredeleniya kolichestva bakteriy gruppy kishhechnykh palochek (koliformnykh bakteriy) [State Standard 31747-2012 Food products. Methods for detection and quantity determination of coliformes]. Moscow: Standartinform [Russian Scientific and Technical Centre for Information on Standardization, Metrology and Conformity Assessment] Publ., 2013, 20 p. (In Russian).
23. GOST 31746-2012 Produkty pishchevye. Metody vyyavleniya i opredeleniya kolichestva koagulazopolozhitel'nykh stafilocokkov i *Staphylococcus aureus* [State Standard 31746-2012 Food products. Methods for detection and quantity determination of coagulase-positive staphylococci and *Staphylococcus aureus*]. Moscow: Standartinform [Russian Scientific and Technical Centre for Information on Standardization, Metrology and Conformity Assessment] Publ., 2013, 28 p. (In Russian).
24. GOST 31659-2012 Produkty pishchevye. Metod vyyavleniya bakteriy roda *Salmonella* [State Standard 31659-2012 Food products. Method for the detection of *Salmonella* spp.]. Moscow: Standartinform [Russian Scientific and Technical Centre for Information on Standardization, Metrology and Conformity Assessment] Publ., 2014, 25 p. (In Russian).
25. GOST R 32031-2022 Produkty pishchevye. Metody vyyavleniya bakteriy *Listeria monocytogenes* i drugikh vidov *Listeria* (*Listeria* spp.) [State Standard of the Russian Federation 32031-2022 Food products. Methods for detection of *Listeria monocytogenes* and other *Listeria* (*Listeria* spp.)]. Moscow: Rossiyskiy institut standartizatsii [Russian Standardization Institute] Publ., 2022, 38 p. (In Russian).
26. Obshchaya i sanitarnaya mikrobiologiya s tekhnikoy mikrobiologicheskikh issledovaniy [General and sanitary microbiology with the procedures for microbiological investigations]. A.S. Labinskaya, L.P. Blinkova, A.S. Eshchina (Eds.). Saint Petersburg: Lan' [Doe], 2022, 588 p. (In Russian).
27. MUK 4.2.1890-04 Metody kontrolya. Biologicheskie i mikrobiologicheskie faktory. Opredelenie chuvstvitel'nosti mikroorganizmov k antibakterial'nym preparatam [Methodological Guidelines 4.2.1890-04 Control methods. Biological and microbiological factors. Determination of the sensitivity of microorganisms to antibacterial drugs]. Moscow: Federal'nyy tsentr Gosudarstvennogo sanitarno-epidemiologicheskogo nadzora Ministerstva zdravookhraneniya Rossii [Federal Center of the Russian Federation Oversight Committee for Sanitation and Epidemiology of the Ministry of Health of Russia] Publ., 2004. 91 p. (In Russian).
28. Tarasova O.G., Popova E.V. Sostoyanie kormovoy bazy dlya bentosoyadnykh ryb v sovremennykh ekologicheskikh usloviyakh v nizhnem techenii reki Volgi [The condition of the forage base for benthophagous fish in modern ecological conditions in the Lower Reaches of the Volga River]. In: *Ekologicheskii monitoring i bioraznoobrazie : materialy Vserossiyskoy (s mezhdunarodnym uchastiem) nauchno-prakticheskoy konferentsii (g. Ishim, 25–26 dekabrya 2018 g.)* [Environmental monitoring and biodiversity. Proceedings of the All-Russian (with international participation) Scientific and Practical Conference (Ishim, 25–26 December, 2018)]. Ishim: Ishimskiy gosudarstvennyy pedagogicheskiy institut P.P. Ershova (filial) Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta [Ishim Pedagogical Institute named after P.P. Ershov (Branch) of the University of Tyumen] Publ., 2018, pp. 160–164. (In Russian).
29. SanPiN 3.3686-21 Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya po profilaktike infektsionnykh bolezney (s izmeneniyami na 25 maya 2022 g.) [Sanitary Rules and Regulations 3.3686-21 Sanitary epidemiological requirements for the prevention of infectious diseases (amended May 25, 2022)]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/573660140?marker=6580IP> (accessed 30.05.2023). (In Russian).

Поступила 30.06.2023

Принята к печати 24.08.2023