

Научная статья
УДК 619:614.31:579.62
doi: 10.48612/vch/h3ur-uf45-um77

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДЫ УСТАНОВКИ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Екатерина Михайловна Ленченко, Асият Мухтаровна Абдуллаева, Екатерина Евгеньевна Филатова
Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)
125080, Москва, Российская Федерация

Аннотация. При изменении уровня растворенного кислорода, pH среды, высоком содержании органических веществ наблюдаются нарушения количественного и видового состава микроорганизмов. Изменения эволюционно-сложившихся микробиоценозов при репрезентации сигнальных молекул *Quorum Sensing* характеризуется избыточным ростом грамотрицательных убиквитарных микроорганизмов. По мере увеличения сроков исследований наряду с типичными морфологическими свойствами выявлены гетероморфные клетки и структуры, размеры и форма которых зависят от стадий клеточного цикла. Общие закономерности развития гетерогенной структуры биопленок опосредованы особой формой межклеточной коммуникации, характеризуются проявлениями процессов *L*-трансформации, снижением процессов метаболизма и переходом популяции в некультивируемое состояние. Избыточный гетероморфный рост антибиотикорезистентных штаммов, продукция биополимеров за счет вязкости межклеточного матрикса обуславливают длительность и ретроспективность идентификации микроорганизмов. Диагностическую и прогностическую значимость при контроле критических точек технологий аквакультуры и снижению факторов риска распространения инфекционной патологии гидробионтов будут способствовать оптимизация способов индикации и дифференциации некультивируемых жизнеспособных микроорганизмов.

Ключевые слова: гидробионты, мониторинг, микроорганизмы, аэромонады, псевдомонады, энтеробактерии.

Для цитирования: Ленченко Е. М., Абдуллаева А. М., Филатова Е. Е. Динамика изменений гидрохимических и микробиологических показателей воды установки замкнутого водоснабжения // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2026. №2(37). С. 104-109.

doi: 10.48612/vch/h3ur-uf45-um77

Original article

DYNAMICS OF CHANGES IN HYDROCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL WATER PARAMETERS CLOSED-CIRCUIT WATER SUPPLY SYSTEMS

Ekaterina M. Lenchenko, Asiyat M. Abdullaeva, Ekaterina E. Filatova
Russian Biotechnological University (BIOTECH University)
125080, Moscow, Russian Federation

Abstract. With changes in the level of dissolved oxygen, the pH of the medium, and a high content of organic substances, violations of the quantitative and specific composition of microorganisms are observed. Changes in evolutionarily established microbiocenoses in the representation of Quorum Sensing signaling molecules are characterized by excessive growth of gram-negative ubiquitous microorganisms. As the study time increases, along with typical morphological properties, heteromorphic cells and structures were identified, the size and shape of which depend on the stages of the cell cycle. The general patterns of development of the heterogeneous structure of biofilms are mediated by a special form of intercellular communication, characterized by manifestations of *L*-transformation processes, a decrease in metabolic processes and the transition of the population to an uncultivated state. Excessive heteromorphic growth of antibiotic-resistant strains and the production of biopolymers due to the viscosity of the intercellular matrix determine the duration and retrospectivity of identification of microorganisms. The diagnostic and prognostic significance in monitoring critical points of aquaculture technologies and reducing the risk factors for the spread of infectious pathology of aquatic organisms will be facilitated by optimizing the methods of indication and differentiation of uncultivated viable microorganisms.

Keywords: hydrobionts, monitoring, microorganisms, aeromonads, pseudomonads, enterobacteria.

For citation: Lenchenko E. M., Abdullaeva A. M., Filatova E. E. Dynamics of changes in hydrochemical and microbiological water parameters closed-circuit water supply systems // Vestnik Chuvash State Agrarian University. 2026. No. 2(37). Pp. 104-109.

doi: 10.48612/vch/h3ur-uf45-um77

Введение. При изменении климатических и социальных условий, сокращении ареала обитания животных, повышении спроса на продукцию аквакультуры, наличии природных очагов возбудителей инфекций наблюдается тенденция роста новых и вариантов из-

вестных социально значимых нозологических форм [1, 8, 11, 16, 18]. Из общего числа болезней рыб, обитающих в установке замкнутого водоснабжения (УЗВ), бактериозы составили 53,20 %, паразитозы – 21,10 %, микозы – 11,40 %, незаразные болезни –

14,30 %, в том числе механические травмы – 8,70 %, отравления – 5,60 % [2]. В рыбохозяйственных водоемах экстенсивность цитробактериоза с интенсивным проявлением в весенне-летний, а иногда и осенне-зимний периоды года составляет 23,6 %; инцидентность кандидоза с поздне-весенним и летним проявлением – 23,7 % [10]. При увеличении общего числа микроорганизмов в воде установлено доминирование семейств *Proteobacteria*, *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Fusobacteria*, *Actinobacteria*, из паренхиматозных органов гидробионтов монокультуры и поликультуры изолятов *Aeromonas spp.*, *Bacillus spp.*, *Micrococcus spp.*, *Plesiomonas* [5, 6, 12, 14]. При изменении уровня растворенного кислорода, pH среды и высоком содержании органических веществ в воде возрастают риски снижения показателей естественной резистентности организма, развивается избыточный рост биофильнообразующих микроорганизмов [13, 3, 7, 9, 18]. Установлена тенденция статистического роста множественной антибиотикорезистентности изолятов, выделенных из воды, сырья и продуктов аквакультуры, а также патологии гидробионтов, в том числе и экзотических видов – компаньонов человека [4, 17, 18]. Синдром избыточного роста изолятов, продуцирующих адгезивные антигены, гемолизины, бактериоцины – потенциальные риски микробиологической контаминации пищевого сырья и окружающей среды [7, 17]. В этой связи для разработки комплекса превентивных мероприятий, обеспечивающих биологическую безопасность естественных и антропогенных систем, приоритетным является расширение познаний механизмов адаптации убиквитарных микроорганизмов к длительной персистенции.

Цель исследования – анализ динамики изменений гидрохимических показателей, количественного и видового состава микробиоценозов установки замкнутого водоснабжения.

Материалы и методы исследования.

Гидрохимические и микробиологические показатели воды установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) учитывали в течение 30 сут (срок экспериментальных исследований). В рыбоводной емкости объемом 1500 литров обитали рыбы *Acipenser gueldenstaedtii*, *Carassius gibelio*, *Cyprinus carpio*, *Tinca tinca* (n = 10). Гидрохимические анализы воды и микробиологические исследования проводили общепринятыми методами. Количественный и видовой состав микроорганизмов исследовали в единице объема 1 см³ воды. Для учета количества микроорганизмов исследуемые образцы воды помещали в пробирку и

добавляли 9,0 см³ 0,85 %-го раствора NaCl. Оценку КМАФАнМ проводили при относительно переносимом объеме 0,1 мл из соответствующих разведений в пробирки с МПБ. Из диагностически значимых разведений 0,1 мл исследуемого образца наносили на поверхность плотных дифференциально-диагностических сред. Для видовой идентификации три типичные для вида колонии микроорганизмов пересевали в пробирки со скошенным МПА и культивировали при (23±1) °С, в течение 24 и 48 ч. Изучение морфологических, культуральных и биохимических свойств микроорганизмов проводили общепринятыми методами, в соответствии с *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* (1984–1989).

Результаты экспериментальных данных обрабатывали методом статистического анализа с использованием критерия достоверности Стьюдента, результаты считали достоверными при p≤0,05.

Результаты исследований и обсуждение.

Гидрохимические показатели воды в основном оставались на одном уровне в течение 30 суток экспериментальных исследований. Среднесуточная температура воды – (17,0–19,0±1) °С; водородный показатель, pH – 6,8–7,2±0,24; фосфаты – 0,3–0,4±0,23 мг/л; показатели минерализации воды (TDS) составили 970,0–1330,0±0,26 мг/л; цветность воды 15,0–50,0±0,19 единиц по платинокобальтовой шкале; мутность 3,0–5,0±0,18 единиц по формазину. Концентрация нитритов не изменялась на протяжении эксперимента – 0,1±0,23 мг/л. Нитраты в начале эксперимента составили 7,0±0,21 мг/л, тогда как на 30-ые сутки – 18,0±0,21 мг/л. Показатели углекислого газа значительно колебались 0,4–6,3 мг/л. Показатели БПК в начале эксперимента составили 0,8±0,23 мг/л, 30-ые сутки – 5,8±0,14 мг/л. Концентрация кислорода в начале составила 5,8±0,19 мг/л, к 30 суткам – 6,4±0,11 мг/л. Между показателями избыточного роста микроорганизмов, формирующих колонии на МПА и среде Эндо, установлены прямые коррелятивные зависимости, r = 0,93. При учете микроорганизмов, формирующих колонии на среде МПА, в течение 5 суток КМАФАнМ составило 34,11±0,22; 10 суток – 35,48±0,11; 20 суток – 35,99±0,10; 30 суток – 36,31±0,31. Количество КОЕ на среде Эндо: 5 суток – 12,12±0,31; 10 суток – 16,21±0,31; 20 суток – 19,30±0,16; 30 суток – 23,15±0,10. В зависимости от продолжительности времени экспериментальных исследований выявляли достоверные (p≤0,05) отличия количественного состава микроорганизмов (рис. 1).



а



b

Рис. 1. Культуры микроорганизмов, (23±1) °С, (24±1) ч: а – МПА; б – среда Эндо
Fig. 1. Microbial cultures, (23±1) °С, (24±1) h: а – MPA; б – Endo medium

Как на мясо-пептонном агаре, так и на среде Эндо, предназначенной для первичной идентификации энтеробактерий, наряду с *S*-формой микроорганизмов выявляли шероховатые *R*-формы, слизистые *M*-формы и карликовые *D*-формы колоний. При микроскопических исследованиях выявляли снижение количества кокковидных бактерий и уменьшение размеров клеток по сравнению с предыдущими сроками исследований. По мере увеличения сроков исследований число палочковидных бактерий достоверно возрастало, размеры клеток были увеличены. Наряду с изменениями количества изолятов и размеров клеток выявляли гетероморфизм популяций, опосредованный особой формой межклеточной коммуникации чувством кворума (Quorum sensing, QS). В зависимости от стадий клеточного цикла наряду с клетками, имеющими типичные для вида размеры и форму, значительная часть популяции представлена гетероморфными клетками. Изменения гидрохимических показателей, накопление ихтиогенного осадка сопровождается увеличением атипичной формы кле-

ток, за счет дефектности клеточной стенки. Закономерности стадий развития гетерогенных структур связаны с процессами *L*-трансформации, обуславливающими снижение процессов метаболизма и дифференциацию некультивируемых жизнеспособных клеток. Эти изменения связаны с изменениями гидрохимических показателей воды, за счет накопления неразложившегося органического вещества ихтиогенного осадка из остатков несъеденных кормов.

При изучении морфологических, тинкториальных, биохимических свойств чистых культур микроорганизмов в начале исследований доминирующими были изоляты грамположительных кокковидных бактерий *Micrococcus luteus*, *M. chenggongense*. В последующие периоды число указанных микроорганизмов снижалось. Вместе с тем установлено постепенное увеличение инцидентности грамотрицательных палочковидных бактерий *Enterobacter faecium*, *Citrobacter freundii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *P. putrefaciens* (рис. 2).

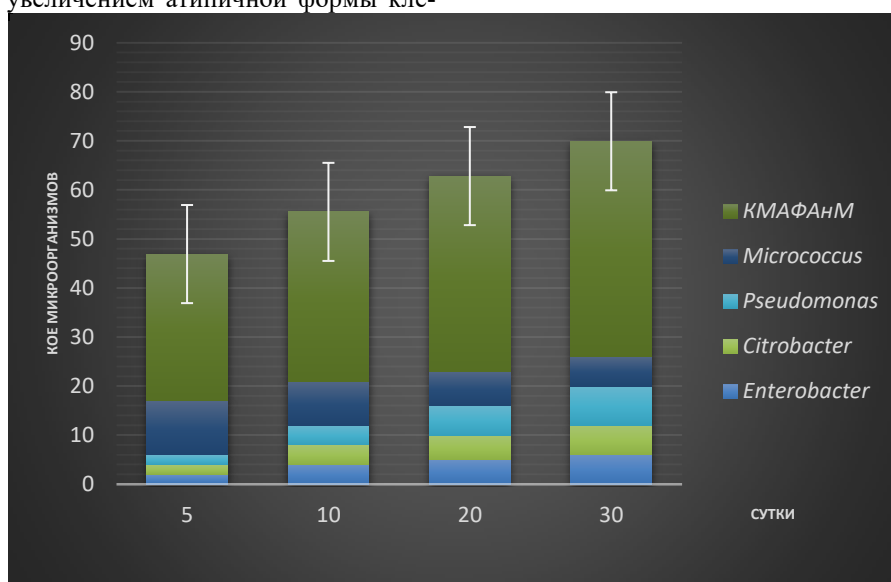


Рис. 2. Динамика изменений количественного и видового состава микроорганизмов воды УЗВ, культивирование при $(23 \pm 1)^\circ\text{C}$, (24 ± 1) ч

Fig. 2. Dynamics of changes in the quantitative and species composition of microorganisms in the UZW water, cultivation at $(23 \pm 1)^\circ\text{C}$, (24 ± 1) h

Анализ результатов исследований и данные литературы свидетельствуют, что доминирование сапротрофных микроорганизмов коррелируют с максимальными величинами перманганатной окисляемости воды – показателей наличия легкоразлагаемого органического вещества [4, 6, 17]. Уровень соответствия генов 16S рРНК референтного штамма *Micrococcus luteus* ATCC 4698T и изолятов, выделенных из образцов калийных солей (глубина солеразработки 254,2–411,6 м; шламохранилища и ризосферной почвы мятлика лугового достигает 99,13–100 % [15]. Доминирование популяционного уровня биопленкообразующих бактерий опосредовано комплексом адгезинов, инвазивных и секреторных систем, продукцией токсинов и множественной антибиотикорезистентностью [2, 7, 17, 18]. При разработке лекарственных и дезинфицирующих препаратов за счет блокировки синтеза молекул QS достигается ингибирование межклеточных

коммуникаций, что позволяет снизить адгезию микроорганизмов, степень бактериальной контаминации [7, 17].

Заключение. При изменении показателей системной организации и консолидации эволюционно сложившихся микробиоценозов реализация патогенных свойств микроорганизмов обеспечивается факторами вирулентности, кодируемыми хромосомными, плазмидными генами и интегрированными в хромосому бактериофагами. Оптимизация способов индикации и дифференциации некультивируемых жизнеспособных микроорганизмов представляет диагностическую и прогностическую значимость для контроля критических точек технологий и снижению факторов риска распространения антибиотикорезистентных штаммов. Это позволит научно обосновать и разработать комплекс превентивных терапевтических и противоэпизоотических мероприятий, направ-

ленных на деконтаминацию пищевого сырья, окружающей среды с целью профилактики заболеваний человека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белозерова, Д. В. Принципы и преимущества стратегии биобезопасности в аквакультуре / Д. В. Белозерова, О. И. Репина // Современное состояние и развитие аквакультуры: экологическое и ихтиопатологическое состояние водоемов и объектов разведения, технологии выращивания : материалы международной конференции, г. Новосибирск, 11-13 ноября 2020 г. / под ред. Е. В. Пищенко, И. В. Морози. – Новосибирск : НГАУ. – 2020. – С. 7-9.
2. Гинаятов, Н. С. Клинико-патоморфологическая характеристика псевдомоноза осетровых рыб, выращиваемых в установках замкнутого водоснабжения / Н. С. Гинаятов. – Москва : Изд-во ВНИРО. – 2006. – 34 с.
3. Грушко, М. П. Клеточный состав кроветворных органов половозрелых самок представителей класса рыб, земноводных и пресмыкающихся: диссертации доктора биологических наук : 03.03.04 / М. П. Грушко; [Место защиты: Астрахан. гос. ун-т]. – Астрахань, 2010. – 378 с.: ил. РГБ ОД, 71 11-3/42
4. Казимирченко, О. В. Бактерии семейства Enterobacteriaceae (Rahn, 1937) в микрофлоре некоторых видов промысловых рыб из водоемов Калининградской области / О.В. Казимирченко // Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов : V Балтийский морской форум : Всероссийская научная конференция: труды. – Калининград : Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ», 2019. – С. 259-265.
5. Кашинская, Е. Н. Изменчивость состава микробиоты желудочно-кишечного тракта обыкновенного окуня *Perca fluviatilis* и серебряного карася *Carassius gibelio* в течение вегетационного сезона / Е. Н. Кашинская, Е. П. Симонов, Г. И. Извекова, О. А. Батурина [и др.] // Вопросы ихтиологии. – 2021. – Т. 61. – № 6. – С. 713-729. // DOI: 10.31857/S0042875221060084.
6. Киреева, И. Ю. Применение микробиологических показателей в мониторинге водных объектов \ И. Ю. Киреева // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009 – Т. 11. – № 1 (3). – С. 492 - 495.
7. Ленченко Е. М. Индикация биопленок микроорганизмов при мониторинге биологической безопасности пищевого сырья и окружающей среды / Е. М. Ленченко, А. М. Абдуллаева, А. А. Покровский // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». – 2024. – № 2 (50). – С. 233-238. – doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202402009.
8. Наумова, А. М. Эпизоотологический мониторинг рыбоводных хозяйств и рыбопромысловых водоемов России / А. М. Наумова, А. Ю. Наумова, Л.С. Логинов // Труды ВНИРО. – 2016. – Т. 162. – С. 97-103.
9. Неспецифическая резистентность карповых и осетровых рыб при введении иммуностропной кормовой добавки в цикл выращивания аквабионтов / Е. Н. Соловьева, В. А. Дворецкая, Г. О. Дворецкий, В. Г. Семенов // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. – 2025. – № 4 (35). – С. 182-186. – doi: 10.48612/vch/k63x-mfxk-8ah5.
10. Ожередова, Н. А. Особенности проявления цитробактериоза, кандидамикоза у рыб и санитарная оценка рыбопродуктов: автореферат диссертации доктктора ветеринарны наук: 16.00.03 / Н. А. Ожередова. – Ставрополь. – 2008. – 42 с.
11. Смирнова, И. Р. Ветеринарно-санитарная характеристика основных видов кормов для прудовых рыб / И. Р. Смирнова, А. В. Михалев, Л. П. Сатюкова, В. С. Борисова // Ветеринария. – 2009. – № 5 – С. 30-36.
12. Структура микробиома в установках замкнутого водоснабжения и их связь с возникновением инфекционной патологии / Н. Х.Сергалиев, М. Г.Какишев, И. Н.Залялов [и др.] // Ученые записки Казанской Государственной Академии Ветеринарной Медицины им. Н. Э. Баумана. – Т. 243 –№ 3. – 2020. – С. 237 –244.
13. Функциональные показатели пойкилотермных гидробионтов из природных и искусственных водных биоценозов / Д. Д. Аджиев, Г. И. Пронина, А. А. Иванов, Н. Ю. Корягина // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – № 53 (2). – С. 337-347. – DOI: 10.15389/agrobiology. 2018.2.337rus.
14. Юхименко, Л. Н. Возбудители бактериальной геморрагической септицемии (БГС) рыб, микрофлора воды, и комбикормов, имеющая эпидемиологическое значение \ Л. Н. Юхименко, Л. И. Бычкова, А. А. Дружинина // Дальневосточный Журнал Инфекционной Патологии. – 2015. – № 26. – С. 43-46
15. Ястребова О.В., Плотникова Е.Г. Филогенетическое разнообразие бактерий семейства Micrococccaceae, выделенных из биотопов с различным антропогенным воздействием / О. В. Ястребова, Е. Г. Плотникова // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. – 2020. – В. 4. – С. 321–333. – DOI: 10.17072/1994-9952-2020-4-321-333.
16. Yousefi M. Rosemary leaf powder improved growth performance, immune and antioxidant parameters, and crowding stress responses in common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings / M. Yousefi, S. M. Hoseini, Y. A. Vatnikov, E.V. Kulikov, S. G. Drukovsky // Aquaculture. – 2019. – Vol.505. – P. 473-480 // DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.02.070>
17. Lenchenko E. Interaction of *Cyprinus carpio* Linnaeus with the biofilm-forming *Aeromonas hydrophila* / E. Lenchenko, S. Lenchenko, N. Sachivkina, O. Kuznetsova, A. Ibragimova // Veterinary World. – 2022. – № 15(10). – P. 2458–2465. DOI: www.doi.org/10.14202/vetworld.2022.2458-2465

18. Nam, Bora & Nguyễn, Thuồng & Lee, Hyang & Park, Sang & Choi, Young-Joon. Uncharted Diversity and Ecology of Saprolegniaceae (Oomycota) in Freshwater Environments. *Mycobiology*. 2022. 50. 1–19. <https://doi.org/10.1080/12298093.2022.2121496>.

REFERENCES

1. Belozeroва, D. V. Principy i primushhestva strategii biobezopasnosti v akvakul'ture / D. V. Belozeroва, O. I. Repina // *Sovremennoe sostoyanie i razvitie akvakul'tury: e'kologicheskoe i xtiopatologicheskoe sostoyanie vodoemov i ob`ektov razvedeniya, texnologii vy`rashhivaniya: materialy mezhdunarodnoj konferencii, g. Novosibirsk, 11-13 noyabrya 2020 g. / pod red. E. V. Pishhenko, I. V. Moruzi. – Novosibirsk: NGAU. – 2020. – S. 7-9.*
2. Ginayatov, N. S. Kliniko-patomorfologicheskaya xarakteristika psevdomonoza osetrov`x ry`b, vy`rashhivaemy`x v ustanovkax zamknutogo vodosnabzheniya / N. S. Ginayatov. – Moskva: Izd-vo VNIRO. – 2006. – 34 s.
3. Grushko, M. P. Kletochny`j sostav krovetvorny`x organov polovozrely`x samok predstavitelej klassa ry`b, zemnovodny`x i presmy`kayushhixsya: dissertacii doktora biologicheskix nauk: 03.03.04 / M. P. Grushko; [Mesto zashhity: Astraxan. gos. un-t]. – Astraxan, 2010. – 378 s.: il. RGB OD, 71 11-3/42
4. Kazimirchenko, O. V. Bakterii semeystva Enterobacteriaceae (Rahn, 1937) v mikroflоре nekotory`x vidov promy`slovy`x ry`b iz vodoemov Kaliningradskoj oblasti / O.V. Kazimirchenko // *Vodny`e bioresursy, akvakul'tura i e'kologiya vodoemov: V Baltijskij morskoy forum: Vserossiyskaya nauchnaya konferenciya: trudy`. – Kaliningrad: Izdatel'stvo FGBOU VO «KGTU», 2019. – S. 259–265.*
5. Kashinskaya, E. N. Izmenchivost` sostava mikrobioty` zheludochno-kishechnogo trakta oby`knovennogo okunya Perca fluviatilis i serebryanogo karasya Carassius gibelio v techenie vegetacionnogo sezona / E. N. Kashinskaya, E. P. Simonov, G. I. Izvekova, O. A. Baturina [i dr.] // *Voprosy` xtiologii. – 2021. – T. 61. – № 6. – S. 713-729. // DOI: 10.31857/S0042875221060084.*
6. Kireeva, I. Yu. Primenenie mikrobiologicheskix pokazatelej v monitoringe vodny`x ob`ektov \ I. Yu. Kireeva // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. – 2009 – T. 11. – № 1 (3). – C. 492 - 495.*
7. Lenchenko E. M. Indikaciya biople`nok mikroorganizmov pri monitoringe biologicheskoy bezopasnosti pishhevogo sy`r`ya i okruzhayushhej sredy` / E. M. Lenchenko, A. M. Abdullaeva, A. A. Pokrovskij // *Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kolo-gii». – 2024. – № 2 (50). – S. 233-238. – doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202402009.*
8. Naumova, A. M. E`pizootologicheskij monitoring ry`bovodny`x xozyajstv i ry`bopromy`slovy`x vodoemov Rossii / A. M. Naumova, A. Yu. Naumova, L.S. Loginov // *Trudy` VNIRO. – 2016. – T. 162. – S. 97-103.*
9. Nespecificheskaya rezistentnost` karpovy`x i osetrov`x ry`b pri vvedenii immunotropnoj kormovoj dobavki v cikl vy`rashhivaniya akvabiontov / E. N. Solov`eva, V. A. Dvoreczkaya, G. O. Dvoreczkij, V. G. Semenov // *Vestnik Chuvashskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2025. – № 4 (35). – S. 182-186. – doi: 10.48612/vch/k63x-mfxk-8ah5.*
10. Ozheredova, N. A. Osobennosti proyavleniya citrobakterioza, kandidamikoza u ry`b i sanitarnaya ocenka ry`boproductov: avtoreferat dissertacii doktora veterinarny` nauk: 16.00.03 / N. A. Ozheredova. – Stavropol`. – 2008. – 42 s.
11. Smirnova, I. R. Veterinarno-sanitarnaya xarakteristika osnovny`x vidov kormov dlya prudovery`x ry`b / I. R. Smirnova, A. V. Mixalev, L. P. Satyukova, B. C. Borisova // *Veterinariya. – 2009. – № 5 – S. 30-36.*
12. Struktura mikrobioma v ustanovkax zamknutogo vodosnabzheniya i ix svyaz` s vozniknoveniem infekcionnoj patologii / N. X.Sergaliev, M. G.Kakishev, I. N.Zalyalov [i dr.] // *Ucheny`e zapiski Kazanskoy Gosudarstvennoj Akademii Veterinarnoj Mediciny` im. N. E`. Baumana. – T. 243 –№ 3. – 2020. – S. 237 –244.*
13. Funkcional`ny`e pokazateli pojkilotermny`x gidrobiontov iz prirodny`x i iskusstvenny`x vodny`x biocenozov / D. D. Adzhiev, G. I. Pronina, A. A. Ivanov, N. Yu. Koryagina // *Sel'skoxozyajstvennaya biologiya. – 2018. – № 53 (2). – S. 337-347. – DOI: 10.15389/agrobiolgy. 2018.2.337rus.*
14. Yuximenko, L. N. Vozbuditeli bakterial`noj gemorragicheskoy septicemii (BGS) ry`b, mikroflora vody`, i kombikormov, imeyushhaya e`pidemiologicheskoe znachenie \ L. N. Yuximenko, L. I. By`chkova, A. A. Druzhinina // *Dal`nevostochny`j Zhurnal Infekcionnoj Patologii. – 2015. – № 26. – S. 43-46*
15. Yastrebova O.V., Plotnikova E.G. Filogeneticheskoe raznoobrazie bakterij semeystva Micrococcaceae, vy`delenny`x iz biotopov s razlichny`m antropogenny`m vozdejstviem / O. V. Yastrebova, E. G. Plotnikova // *Vestnik Permskogo universiteta. Ser. Biologiya. – 2020. – V. 4. – S. 321–333. – DOI: 10.17072/1994-9952-2020-4-321-333.*
16. Yousefi M. Rosemary leaf powder improved growth performance, immune and antioxidant parameters, and crowding stress responses in common carp (Cyprinus carpio) fingerlings / M. Yousefi, S. M. Hoseini, Y. A. Vatnikov, E.V. Kulikov, S. G. Drukovsky // *Aquaculture. – 2019. – Vol.505. – P. 473-480 // DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.02.070>*
17. Lenchenko E. Interaction of Cyprinus carpio Linnaeus with the biofilm-forming Aeromonas hydrophila / E. Lenchenko, S. Lenchenko, N. Sachivkina, O. Kuznetsova, A. Ibragimova // *Veterinary World. – 2022. – № 15(10). – P. 2458–2465. DOI: www.doi.org/10.14202/vetworld.2022.2458-2465*
18. Nam, Bora & Nguyễn, Thuồng & Lee, Hyang & Park, Sang & Choi, Young-Joon. Uncharted Diversity and Ecology of Saprolegniaceae (Oomycota) in Freshwater Environments. *Mycobiology*. 2022. 50. 1–19. <https://doi.org/10.1080/12298093.2022.2121496>.

Информация об авторах

1. *Ленченко Екатерина Михайловна*, доктор ветеринарных наук, профессор, Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), 125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 11, Россия; e-mail: lenchenko-ekaterina@yandex.ru.

2. *Абдуллаева Асият Мухтаровна*, доктор биологических наук, заведующий кафедрой, Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), 125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 11, Россия; e-mail: abdullaevaam@mgupp.ru.

3. *Филатова Екатерина Евгеньевна*, аспирант, Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), 125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 11, Россия; e-mail: 06katya92@mail.ru.

Information about the authors

1. *Lenchenko Ekaterina Mikhailovna*, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Russian Biotechnology University (ROSBIOTECH), 125080, Moscow, Volokolamsk Highway, 11, Russia; e-mail: lenchenko-ekaterina@yandex.ru.

2. *Abdullaeva Asiyat Mukhtarovna*, Doctor of Biological Sciences, Head of department, Russian Biotechnology University (ROSBIOTECH), 125080, Moscow, Volokolamsk Highway, 11, Russia; e-mail: abdullaevaam@mgupp.ru.

3. *Filatova Ekaterina Evgenyevna*, postgraduate student, Russian Biotechnology University (ROSBIOTECH), 125080, Moscow, Volokolamsk Highway, 11, Russia; e-mail: 06katya92@mail.ru.

Вклад авторов

Ленченко Е. М. – научное руководство исследованием, постановка эксперимента, написание статьи.

Абдуллаева А. М. – написание статьи, аналитический обзор литературы.

Филатова Е. Е. – написание статьи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

Lenchenko E. M. – scientific management of research, setting up an experiment, writing an article.

Abdullaeva A.M. – writing an article, an analytical review of the literature.

Filatova E. E. – writing an article.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 20.04.2026. Одобрена после рецензирования 25.05.2026. Дата опубликования 30.06.2026.

The article was received by the editorial office on 20.04.2026. Approved after review on 25.05.2026. Date of publication: 30.06.2026.