

Ярослав Сергеевич Сербаев^{1✉}, Наталья Евгеньевна Горковенко²

^{1,2}Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

¹yarikkk92@mail.ru

²gorkovenko.n@kubsau.ru

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ НА МИКРОБНЫЙ И ИММУННЫЙ СТАТУС МОРСКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В НЕВОЛЕ

Цель исследований – изучить влияние санитарно-микробиологических параметров воды на микробный и иммунный статус морских млекопитающих, содержащихся в центре морской биологии. Исследования осуществлялись в условиях Центра океанографии и морской биологии; кафедры микробиологии, эпизоотологии и вирусологии Кубанского государственного аграрного университета, ФГУП «Кропоткинская краевая ветеринарная лаборатория» в 2022–2024 гг. Изучались химические и микробиологические параметры качества воды резервуаров для содержания морских млекопитающих, пробы воды отбирали с января по август. У южноамериканских морских львов в крови определяли содержание иммуноглобулинов классов А, G, М; оценивали уровень фагоцитоза. В фекальных пробах определяли количественное содержание лакто- и бифидобактерий, грамотрицательных колиформных бактерий (ОКБ, ТКБ), кокковую микрофлору, дрожжеподобные грибы. Мониторинг химического состава воды бассейна для содержания морских львов показал, что концентрация нитратов существенно менялась в разные сроки отбора проб. Независимо от времени года концентрация нитритов в воде стабильно превышала 3,0 мг/дм³ (нормативный показатель), а концентрация азота аммонийного превышала норматив в 1,2–2,6 раз в 87,5 % проб. Общее количество микроорганизмов (ОМЧ) в воде в зимние месяцы не превышало установленный норматив, весной и летом уровень был выше установленной нормы от 2 до 6 раз. В летнее время в исследуемых пробах воды были выявлены общие колиформные бактерии (ОКБ), присутствие которых не допускается. Представители кишечной нормофлоры *Lactobacillus* и *Bifidobacterium* присутствовали в составе микробиома в количествах, значительно меньших, чем в среднем для этого вида животных. Количество лактобактерий у самки 2 было в 1,58 раз ниже норматива и составило в среднем 3,80 IgKOE/г, а у самки 1 – в 1,26 раз ниже норматива (4,75 IgKOE/г). Несоответствие санитарно-микробиологических параметров воды бассейнов для морских млекопитающих нормативам приводит к гнойно-воспалительным процессам, дисбактериозам, подавлению функциональной активности иммунной системы.

Ключевые слова: ластоногие, условия содержания, параметры среды обитания, вода, азот аммонийный, нитраты, общие колиформные бактерии

Для цитирования: Сербаев Я.С., Горковенко Н.Е. Влияние качества среды обитания на микробный и иммунный статус морских млекопитающих, содержащихся в неволе // Вестник КрасГАУ. 2025. № 9. С. 141–152. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-9-141-152.

Yaroslav Sergeevich Serbaev^{1✉}, Natalia Evgenievna Gorkovenko²

^{1,2}Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

¹yarikkk92@mail.ru

²gorkovenko.n@kubsau.ru

IMPACT OF HABITAT QUALITY ON THE MICROBIAL AND IMMUNE STATUS OF CAPTIVE MARINE MAMMALS

The aim of research was to study the effect of sanitary and microbiological parameters of water on the microbial and immune status of marine mammals kept in the marine biology center. The studies were carried out at the Center for Oceanography and Marine Biology; Department of Microbiology, Epizootology and Virology of the Kuban State Agrarian University, and the Kropotkin Regional Veterinary Laboratory in 2022–2024. The chemical and microbiological parameters of water quality in marine mammal tanks were studied. Water samples were collected from January to August. The blood of South American sea lions was determined for immunoglobulins of classes A, G, and M; the level of phagocytosis was assessed. The fecal samples were used to determine the quantitative content of lacto- and bifidobacteria; gram-negative coliform bacteria (OKB, TKB), coccal microflora, and yeast-like fungi. Monitoring of the chemical composition of the water in the sea lion pool showed that the concentration of nitrates varied significantly at different sampling times. Regardless of the time of year, the concentration of nitrites in the water consistently exceeded 3.0 mg/dm^3 (the standard indicator), and the concentration of ammonium nitrogen exceeded the standard by 1.2–2.6 times in 87.5 % of samples. The total number of microorganisms (TMC) in the water in the winter months did not exceed the established standard, in spring and summer the level was 2 to 6 times higher than the established standard. In the summer, total coliform bacteria (TCB), the presence of which is not allowed, were detected in the studied water samples. Representatives of the intestinal normal flora *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* were present in the microbiome in quantities significantly lower than the average for this species of animals. The number of lactobacilli in female 2 was 1.58 times lower than the standard and averaged 3.80 lg CFU/g , and in female 1 – 1.26 times lower than the standard (4.75 lg CFU/g). Non-compliance of the sanitary and microbiological parameters of water in pools for marine mammals with the standards leads to purulent-inflammatory processes, dysbacteriosis, suppression of the functional activity of the immune system.

Keywords: pinnipeds, conditions of maintenance, parameters of the habitat, water, ammonium nitrogen, nitrates, total coliform bacteria

For citation: Serbaev YaS, Gorkovenko NE. Impact of habitat quality on the microbial and immune status of captive marine mammals. *Bulletin of KSAU*. 2025;(9):141-152. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-9-141-152.

Введение. Многие морские млекопитающие являются мигрирующими, перемещаясь на сотни или тысячи километров по морю. Большинство ластоногих образуют большие социальные группы. Калифорнийские морские львы собираются в группы из десятков животных, находящихся на суше, изредка достигая скоплений сотен особей. Находясь в воде, они часто плывут вместе большими группами, чтобы регулировать температуру своего тела. Моржи также образуют стада из сотен особей, целиком закрывая своими телами небольшие островки. Большинство ластоногих видов являются территориальными или сохраняют иерархию доминирования; отношения с представителями одного и того же вида часто бывают очень сложными и могут длиться годами. В неволе эти виды вынуждены существовать небольшими группами, иногда не более 2–3 особей [1–4].

Естественная среда обитания морских млекопитающих богата биоразнообразием. Тогда как общественные выставочные сооружения, в которых они содержатся, как правило, предоставляют им только небольшой резервуар, заполненный хлорированной водой. Хлор исключает живые растения, рыбу и других гидробионтов в резервуаре и может вызвать осложнения кожи и глаз у морских млекопитающих. Небольшая «наземная» площадь корпуса, выделенная ластоногим для отдыха, обычно представляет собой плоскую бетонную зону, или имитацию голы скалы, или просто деревянный настил [5–7]. Резервуары для морских млекопитающих в искусственных условиях не имеют такой глубины и размера, как открытый океан, поэтому ластоногие, как и китообразные, в неволе находятся в условиях обитания, которые не характерны для их диких собратьев [6, 8, 9].

Кроме того, существуют заболевания, которые поражают морских млекопитающих в неволе чаще или интенсивнее, чем их свободно живущих аналогов. Например, у афалин гемохроматоз, заболевание, возникающее в результате избыточного накопления железа в организме, происходит с гораздо более высокой скоростью в неволе, чем в дикой природе, возможно, из-за факторов, связанных с диетой или измененными моделями активности в неволе [10, 11].

Количество отходов, которые поступают от животных в резервуар для их содержания, весьма внушительно [6, 7, 12, 13]. Поэтому система очистки воды в бассейнах для содержания морских млекопитающих должна обеспечивать практически полное удаление всех загрязнений, при этом состав воды должен удовлетворять потребности животных и не вредить их здоровью. Соленость воды в бассейнах для гидробионтов составляет 12–50 г/дм³ в зависимости от вида морского млекопитающего и приближена к солености естественной среды обитания этого вида. Системы очистки воды бассейнов для гидробионтов довольно сложно устроены и могут различаться по конструкции, но в любом случае обязательно включают систему фильтров. Как правило, это песчаные фильтры с медленной скоростью фильтрации (около 5 м³ в час на 1 м²), на которых удерживаются крупные частицы. Часть воды подводится к следующему резервуару и смешивается с химическим осаждающим агентом, например сульфатом алюминия, происходит осаждение. Затем воду слегка хлорируют, нивелируют pH и содержание солей, затем откачивают обратно в бассейн. Остальная часть воды закачивается непосредственно из фильтров в пул. Оборот всего водного объекта должен быть около 1 ч, а входные и выходные системы должны обеспечивать эффективное перемешивание для предотвращения потери воды. Система требует хорошо обученного персонала и тщательной конструкции, но идеально подходит для животных.

Цель исследований – изучить влияние санитарно-микробиологических параметров воды на микробный и иммунный статус морских млекопитающих, содержащихся в центре морской биологии.

Задачи: изучение химических и санитарно-микробиологических параметров воды в резервуарах для морских львов в динамике; исследование состава кишечной микробиоты морских львов; изучение и оценка иммунологических показателей морских львов.

Объекты и методы. Исследования проведены на базе Центра океанографии и морской биологии, кафедры микробиологии, эпизоотологии и вирусологии Кубанского государственного аграрного университета, ФГУП «Кропоткинская краевая ветеринарная лаборатория» в 2022–2024 гг.

При проведении исследований изучались химические и микробиологические параметры качества воды резервуаров для содержания морских млекопитающих. Оценку полученных результатов проводили с учетом показателей и нормативов качества воды для бассейнов, установленных Постановлением Правительства РФ от 30 декабря 2019 г. № 1937 «Об утверждении требований к использованию животных в культурно-зрелищных целях и их содержанию» и в соответствии с разработанными Европейской ассоциацией водных млекопитающих (ЕААМ) «Европейскими правилами и нормами содержания дельфинов в искусственно созданной среде и при полувольном содержании».

Пробы воды из резервуаров для содержания всех изучаемых видов морских млекопитающих отбирали 1–2 раза в мес. с января по август. Отобранные пробы доставляли в ООО «Главный контрольно-испытательный центр питьевой воды» (ГИД ПВ), где исследовали на основные химические и микробиологические показатели. Химическое исследование воды проводили в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» с использованием сертифицированного лабораторного оборудования. Измерение температуры воды в бассейнах для животных осуществляется автоматически.

Для оценки состояния иммунной системы и микрофлоры пищеварительного тракта от южноамериканских морских львов отбирали пробы крови, образцы фекалий и мазков из слуховых проходов. Кровь животных использовали для иммунологических исследований. В сыворотке крови определяли содержание иммуноглобули-

нов классов А, G, М методом радиальной иммунодиффузии по Манчини. Уровень фагоцитоза оценивали путем постановки опсонофагоцитарной реакции, в качестве тест-культуры использовали *S. aureus*, рассчитывали фагоцитарную активность нейтрофилов (ФА), фагоцитарный индекс (ФИ), фагоцитарное число (ФЧ). В фекальных пробах определяли количественное содержание микроорганизмов разных групп: лакто- и бифидобактерий; грамотрицательных колиформных бактерий (ОКБ, ТКБ), кокковую микрофлору, дрожжеподобные грибы общепринятыми микробиологическими методами исследования путем приготовления серии десятикратных разведений и их высева на соответствующие питательные среды. Идентификацию выделенных микроорганизмов осуществляли с использованием автоматического бактериологического анализатора МА 120.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием пакета прикладных программ Statistica 6.0.

Результаты и их обсуждение. Ластоногие (моржи, южноамериканские морские львы) в центре морской биологии содержатся в отдельных бассейнах, которые размещены в вольере для содержания животных. Каждый бассейн оборудован самостоятельной системой водоподготовки. Максимальное количество животных в каждой чаше – не более двух. Во время эксплуатации бассейна происходят потери объема воды – испарение, вынос и разбрызгивание животными, потери при переливе, при промывке фильтров и т. д. Подпитка бассейна производится питьевой водой, качество которой должно отвечать требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода». Подготовка солевого раствора осуществляется в специальном солевом баке (бассейн № 8). Содержание соли в бассейнах для содержания ластоногих – 20–22 г/дм³. Колебания солености – не более 5 г/дм³ в сут.

Обеззараживание воды проводится путем добавления раствора, содержащего гипохлорит натрия марки А. Концентрация раствора, поступающего в автоматический дозатор, – 15 %. Раствор содержит стабилизаторы, не дающие вступать в реакцию до попадания в воду бассейна. Ввод гипохлорита натрия обеспечивает остаточное дезинфицирующее действие.

Штатный режим загрузки фильтров – загрузка первых фильтров диатомитом, второго углем. Периодически по мере необходимости производится промывка каждого фильтра пресной водой.

Очистка дна бассейнов осуществляется один раз в 2–3 дня, а стены (на уровне и ниже зеркала воды) – по мере загрязнения, но не реже одного раза в две недели.

Мониторинг химического состава воды бассейна для содержания морских львов показал, что во всех пробах уровень содержания сероводорода, фенолов, алюминия не превышал предельно допустимой концентрации.

Результаты химических исследований воды бассейна для южноамериканских морских львов по уровню содержания азота аммонийного и иона аммония приведены на рисунке 1. Концентрация азота аммонийного превышала норматив (2,0 мг/дм³) в 1,2–2,6 раза в 87,5 % проб. При этом концентрация нитратов существенно менялась в разные сроки отбора проб и в августе было зафиксировано превышение санитарно-гигиенического норматива (рис. 2).

Вместе с тем, независимо от времени года, концентрация нитритов в воде стабильно превышала 3,0 мг/дм³ (нормативный показатель).

Схожая ситуация выявлена и по уровню содержания в воде иона аммония, концентрация которого превышала нормативный уровень в 1,4–1,5 раза весной, а в зимний и летний периоды его концентрация находилась в пределах допустимого уровня. Отмечено высокое содержание органического углерода в одной пробе воды, которое превысило норматив в 2 раза.

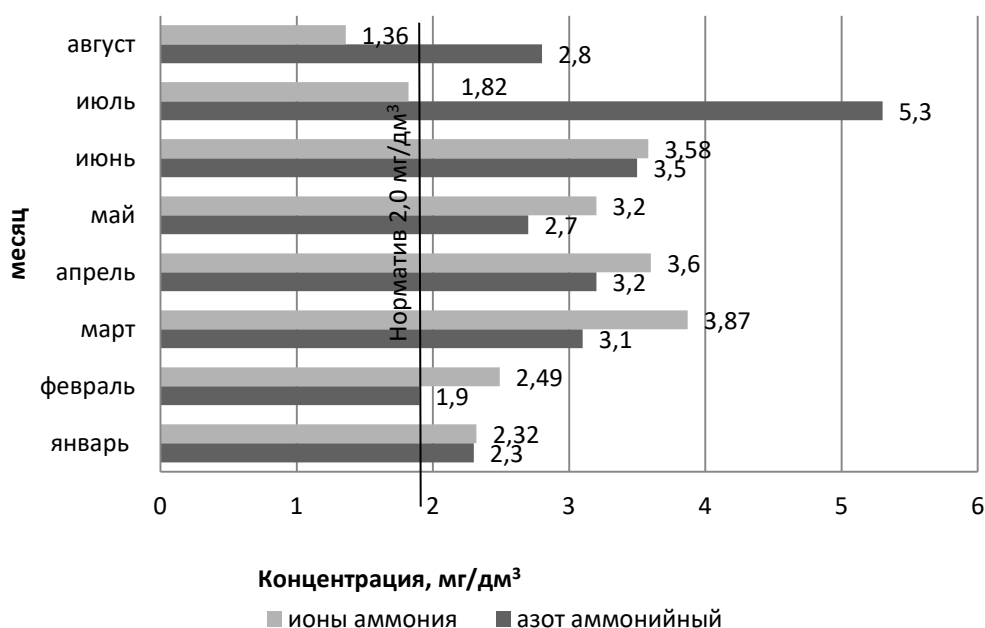


Рис. 1. Динамика содержания соединений аммония в воде бассейна для южноамериканских морских львов, 2023 г.
Dynamics of Ammonium Compounds in Basin Water for South American Sea Lions, 2023

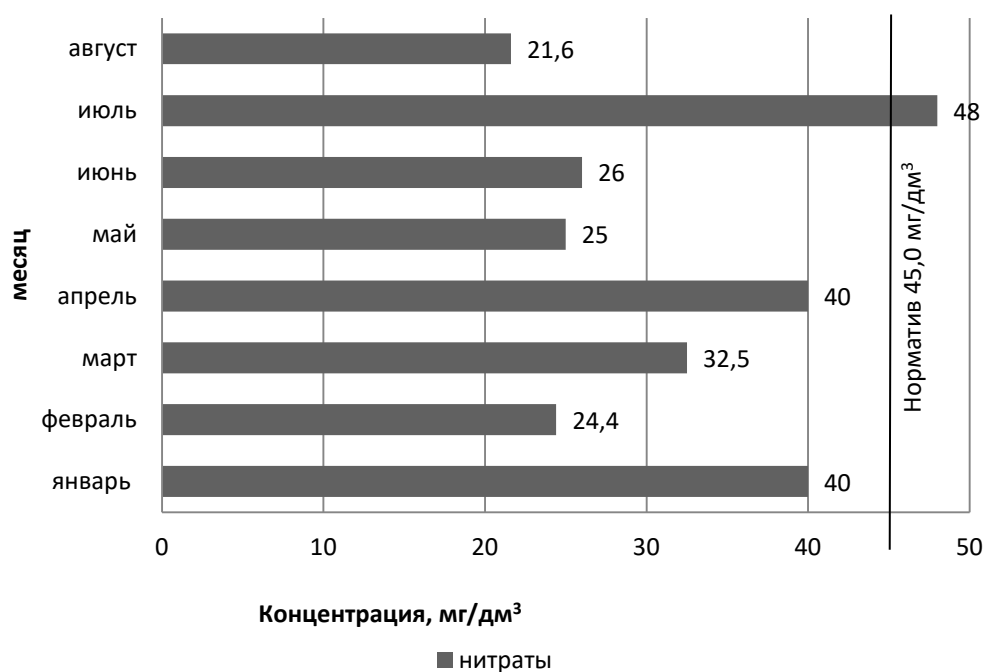


Рис. 2. Динамика содержания нитратов в воде бассейна для южноамериканских морских львов, 2023 г.
South American Sea Lion Basin Water Nitrate Dynamics, 2023

Результаты химических исследований воды из бассейна для моржей представлены на рисунке 3. Анализ полученных данных показал,

что за исследуемый период в пяти из 11 отобранных проб уровень содержания нитратов превышал установленный норматив.

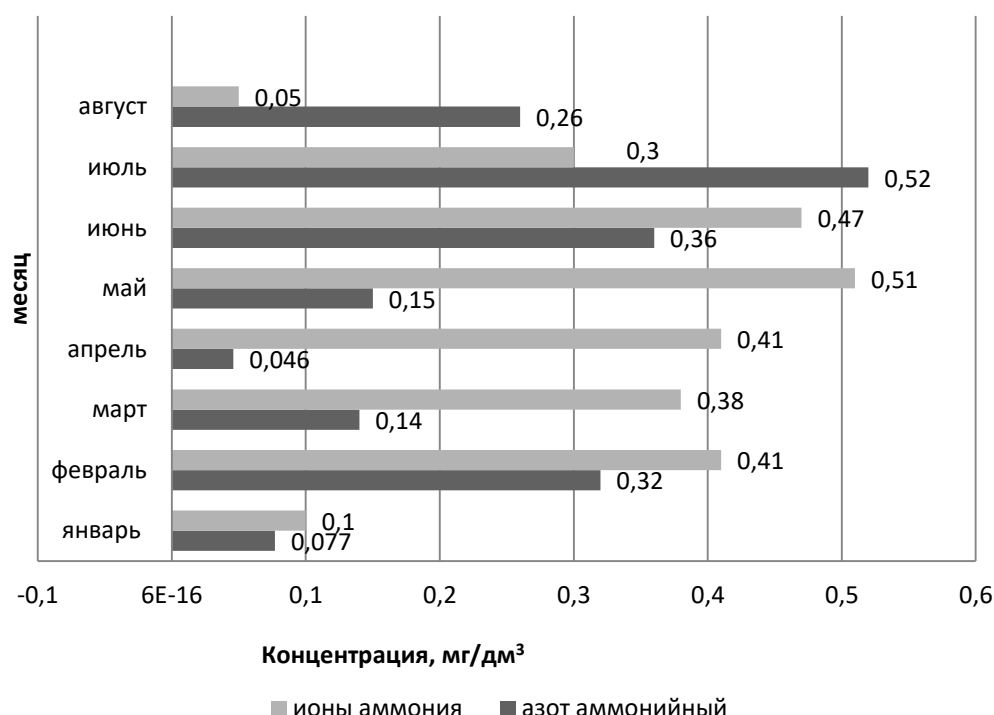


Рис. 3. Динамика содержания соединений аммония в воде бассейна для моржей, 2023 г.
Dynamics of Ammonium Compounds Content in Walrus Pool Water, 2023

Максимальный уровень нитратов, более, чем в 2,5 раза выше ПДК, был зафиксирован в апреле 2023 г. В феврале и марте концентрация нитратов в воде превысила ПДК в 1,4 и 1,6 раза соответственно (рис. 4). Остальные химические показатели находились в пределах допустимого уровня.

Вместе с тем при проведении полного химического анализа воды в бассейне для моржей в феврале и марте 2023 г. было выявлено превышение ПДК по содержанию нескольких химических элементов, а также по показателям качественного состава и органолептических свойств воды. Содержание натрия было 500 мг/дм³ в марте и 11000 – в феврале (при ПДК 200 мг/дм³); стронция – 14,3 мг/дм³ в марте и 12,8 в феврале (при ПДК 7 мг/дм³); хлоридов – 14600 мг/дм³ в марте и 14800 – в феврале (при ПДК 350 мг/дм³); общий органический углерод – 6,5 мг/дм³ в марте и 5,1 – в феврале (при ПДК 5,0 мг/дм³).

При этом общая минерализация была выше ПДК в 22,1 раза (март) и в 24,1 раза (февраль);

общая жесткость – в 1,2 раза (март) и 1,4 раза (февраль); перманганатная окисляемость – в 2,2 раза (март) и в 3 раза (февраль). При органолептической оценке проб воды установлено, что в марте и феврале запах – 5 баллов (при норме 3 балла); цвет – 3 и 4 балла соответственно при норме 3 балла.

При бактериологическом исследовании проб воды из бассейнов для моржей и южноамериканских морских львов было установлено, что термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ), золотистый стафилококк (*Staphylococcus aureus*), колифаги отсутствовали во всех анализируемых пробах.

Общее количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в единице объема воды в зимние месяцы не превышало установленный норматив. Начиная с марта уровень КМАФАнМ в разные сроки исследования был выше установленной нормы в 2–6 раз (рис. 5).

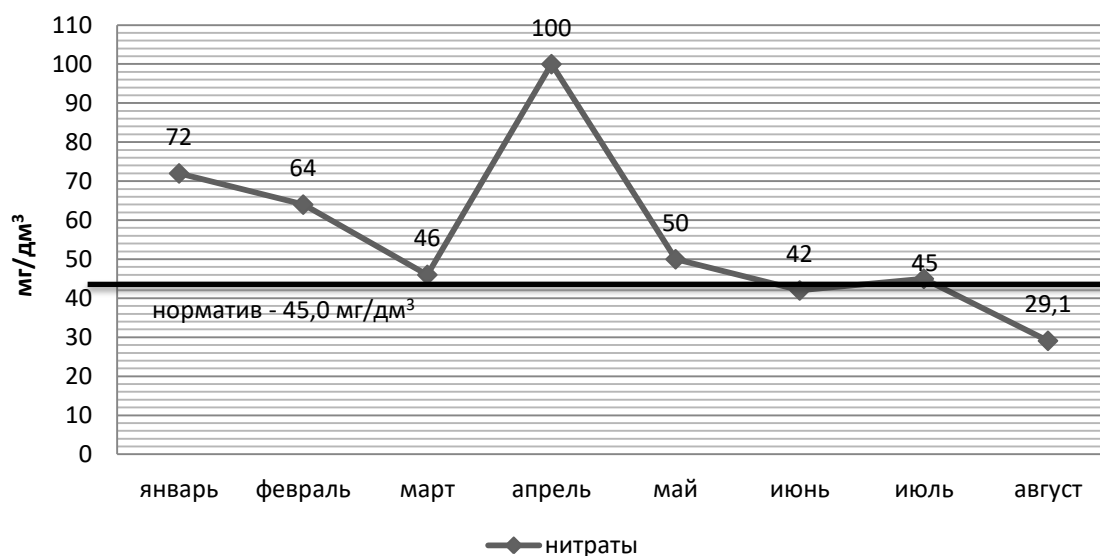


Рис. 4. Динамика содержания нитратов в воде бассейна для моржей, 2023 г.
Dynamics of nitrate content in walrus pool water, 2023

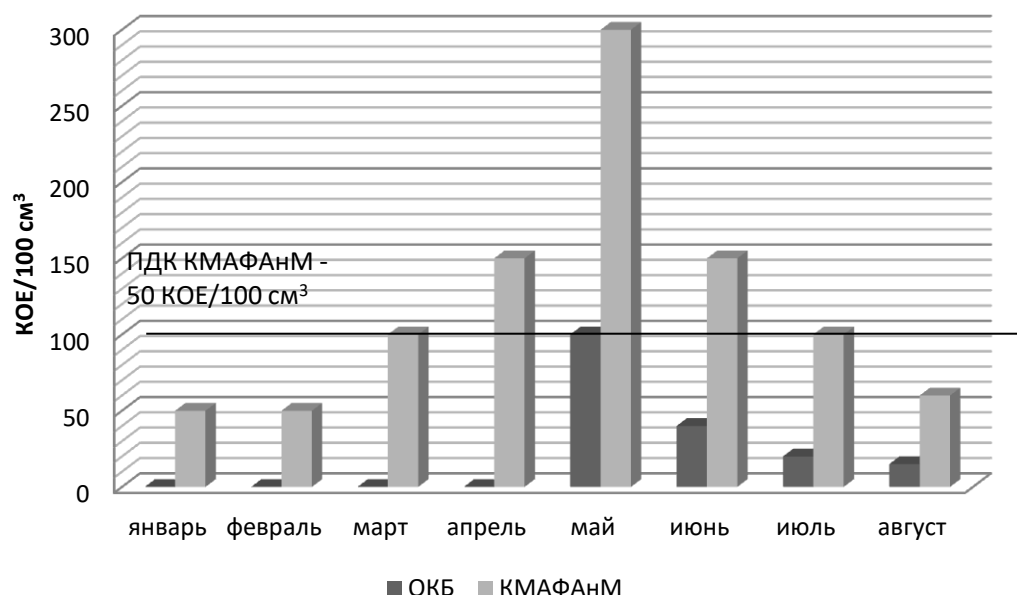


Рис. 5. Динамика содержания общих колиформных бактерий (ОКБ) и общего количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в воде бассейна для моржей, 2023 г.
Dynamics of Total Coliform Bacteria and Total Microbial Count in Walrus Pool Water, 2023

Также в летнее время в исследуемых пробах воды были выявлены общие колиформные бактерии (ОКБ), присутствие которых не допускается. Самый высокий показатель количества общих колиформ был зафиксирован в мае в воде бассейна для моржей. Обнаружение общих колиформ соответствует по времени увеличению количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов. Такой

всплеск численности бактерий в воде бассейна обусловлен фекальным загрязнением и может быть объяснен возникшими проблемами в системе фильтрации воды, а также недостаточно качественным ее обеззараживанием. После резкого увеличения числа ОКБ в мае постепенно их количество начало снижаться, однако с мая по август включительно этот показатель не соответствовал установленному нормативу.

На следующем этапе исследований проведено изучение микробиома кишечника морских львов. В центре морской биологии содержатся 3 особи южноамериканских морских львов. Самец – возраст 10 лет, живой массой 317 кг, рожден в естественных условиях, содержится в индивидуальном вольере. Самка 1 – возраст 10 лет, живой массой 105 кг, рождена в дикой

природе, содержится в вольере со второй самкой. Самка 2 – возраст 10 лет, живой массой 140 кг, рождена в неволе. От всех особей морских львов с января по август 2023 г. (период наблюдения) ежемесячно получали образцы фекалий, которые исследовали бактериологически. Результаты микробиологических исследований фекальных проб приведены в таблице 1.

Таблица 1

Состав микробиома кишечника морских львов, IgKOE/г
Composition of the sea lion gut microbiome, IgCFU/g

Микроорганизм	Количество микроорганизмов в 1 г фекалий			Видовая норма
	Самка 1	Самка 2	Самец	
<i>E. coli</i> лактозопозитивная	5,25 ± 0,10	2,49 ± 0,92	1,99 ± 0,05	7,0–9,0
<i>Staphylococcus spp.</i> (КоНС)	Не обнаружено	2,95 ± 0,07	3,81 ± 0,26	4,0–5,0
<i>Staphylococcus aureus</i> (КоПС)	Не обнаружено	Не обнаружено	1,69	Отсутствие
<i>Enterococcus spp.</i>	5,18 ± 0,10	4,26 ± 0,07	5,68 ± 0,09	5,0–6,0
<i>Lactobacillus spp.</i>	4,75 ± 0,09	3,80 ± 0,06	4,53 ± 0,08	Более 6,0
<i>Bifidobacterium spp.</i>	3,88 ± 0,12	2,61 ± 0,15	3,98 ± 0,09	8,0–9,0
<i>Clostridium spp.</i>	3,45 ± 0,15	2,57 ± 0,07	2,96 ± 0,06	Менее 5,0

Анализ результатов микробиологического исследования фекальных проб показал, что в микробиоме кишечника морских львов отсутствовали условно патогенные и патогенные бактерии – гемолитические *E. coli*, *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Proteus spp.*, *Candida spp.*, *Pseudomonas spp.* Бактерии родов *Clostridium* и *Enterococcus*, как и лактозопозитивные *E. Coli*, присутствовали в количествах, не превышающих средние значения для этого вида животных. *Staphylococcus aureus* не выделен от самок, однако в январе был выделен от самца. Следует отметить, что представители нормофлоры *Lactobacillus* и *Bifidobacterium* были представлены в составе микробиома в количествах значительно меньших, чем в среднем для этого вида животных. Так, количество лактобактерий у самки 2 было в 1,58 раза ниже норматива и составило в среднем 3,80 IgKOE/г, а у самки 1 – в 1,26 раза ниже норматива (4,75 IgKOE/г) при относительной норме 6,0 IgKOE/г.

Количество бифидобактерий в микробиоме морских львов также было значительно ниже относительной видовой нормы. В микробиоме кишечника второй самки количество бифидобактерий составило 2,61 IgKOE/г, что в 3,1 раза

ниже нормы, а у первой самки – 3,88 IgKOE/г, что ниже нормы в 2,06 раза.

Таким образом, выявлено состояние дисбактериоза всех особей, причем более выраженный дисбактериоз наблюдался у второй самки. Дисбиоз у животных может быть связан как с применением антибактериальных препаратов для лечения и профилактики, так и с присутствием в воде остаточных количеств дезинфектантов, которые вместе с водой попадают в пищеварительный и дыхательный тракт гидробионтов. Кроме того, в составе кишечного микробиома второй самки обнаружены потенциально патогенные коагулазонегативные *Staphylococcus spp.* (КоНС), которых не выявлено у второй самки. Стафилококки этой группы обладают более низким потенциалом патогенности в сравнении с *S. aureus*. Однако за счет продуцирования различных внеклеточных ферментов, а также токсинов (гемолизина, энтеротоксины) они способны активно адгезироваться, проникать в близлежащие ткани, а в дальнейшем и в кровь, персистировать в организме, кроме того, среди них наблюдается широкое распространение генов резистентности к антибактериальным препаратам (АБП) [14].

Микробиологическое исследование мазков из слуховых проходов самца проведено в связи с клиническими показаниями. При бактериологическом исследовании мазков из слуховых проходов самца были выделены два вида микроорганизмов, вызвавших левосторонний отит, – *Staphylococcus aureus* и *Streptococcus iniae* (табл. 2). Кроме того, из правого слухового прохода изолированы нехарактерные для этого

биотопа микроорганизмы – *Enterococcus faecalis*, *E. coli*. Оценка чувствительности выделенных изолятов к АБП показала, что все они обладали резистентностью к большому количеству протестированных антибиотиков. Так, *Enterococcus faecalis* проявили устойчивость к 32 (86,5 %); *Streptococcus iniae* – к 33 (89,2 %), *E. coli* – к 21 (56,8 %); *Staphylococcus aureus* – к 17 (45,9 %) из 37 АБП.

Таблица 2

Результаты микробиологического исследования ушных мазков морского льва
Results of microbiological examination of sea lion ear swabs

Микроорганизм	Количество микроорганизмов, lgKOE/г	
	Правое ухо	Левое ухо
<i>E. coli</i> лактозопозитивная	1,69	Не обнаружено
<i>Staphylococcus aureus</i> (КоПС)	Не обнаружено	1,9
<i>Enterococcus faecalis</i>	1,87	Не обнаружено
<i>Streptococcus iniae</i>	Не обнаружено	1,84
<i>Candida spp.</i>	Не обнаружено	Не обнаружено

Оценку клеточного звена иммунитета морских львов, содержащихся в Центре морской биологии, проводили по уровню фагоцитоза как одному из главных эффекторных механизмов естественной резистентности животных. В крови морских львов определяли фагоцитарную активность нейтрофилов (ФА), фагоцитарный индекс (ФИ), фагоцитарное число (ФЧ), фагоцитарную емкость (ФЕ), результаты представлены на рисунке 6.

Фагоцитарная активность – один из наименее изученных показателей у морских млекопи-

тающих, поэтому интерпретацию полученных результатов мы проводили, ориентируясь на средние показатели по группе изучаемых животных. Фагоцитарная активность нейтрофилов наиболее высокой оказалась у второй самки и составила 65,45 %, что на 5,5 % выше, чем в среднем по группе. При этом в предыдущей серии исследований у этой же особи было выявлено повышенное количество лейкоцитов, с чем мы и склонны связать этот сдвиг. Остальные показатели (ФИ, ФЧ, ФЕ) были примерно одинаковы у всех особей в группе.

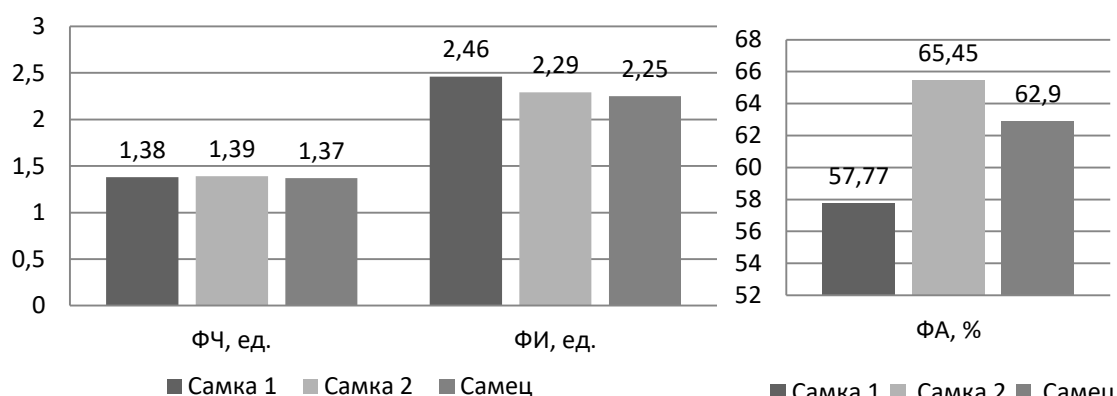


Рис. 6. Фагоцитарная активность нейтрофилов южноамериканских морских львов, 2024
South American sea lion neutrophil phagocytic activity, 2024

Также в сыворотке крови морских львов определили уровень иммуноглобулинов основных

классов IgG, IgM, IgA, характеризующих гуморальный иммунитет животных (рис. 7).

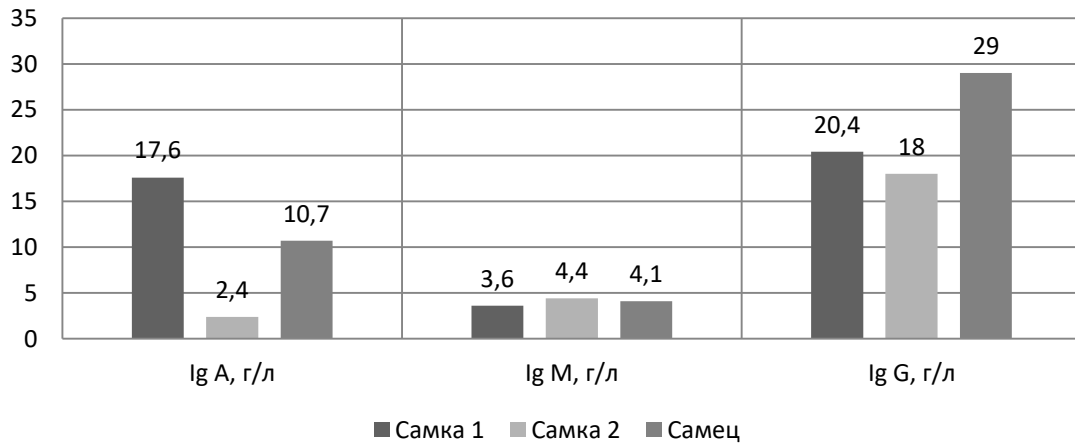


Рис. 7. Содержание иммуноглобулинов классов IgA, IgG, IgM в сыворотке крови южноамериканских морских львов
 IgA, IgG, IgM immunoglobulins in South American sea lions

Иммуноглобулиновый профиль сыворотки крови отражает состояние гуморального иммунитета на различных этапах патологического процесса, и его оценка является необходимой частью иммунологических исследований при респираторных и желудочно-кишечных патологиях у животных. Основные различия выявлены в содержании IgA и IgG. Иммуноглобулины класса A у первой самки были выше, чем у двух других особей, более чем в 1,5 раза, что свидетельствует о более высоком уровне иммунитета. Пониженный уровень IgA у самца и второй самки связан с тем, что в обоих случаях имели место патологические проявления – воспалительный процесс (отит) у самца и лейкоцитоз и дисбиоз у второй самки. Иммуноглобулины класса G в крови самца в полтора раза превышали показатели самок, что вполне соответствует выявленному воспалительному процессу (отит). Содержание IgM находилось примерно на одном уровне у всех особей.

Заключение. Для морских млекопитающих часто невозможно воссоздать или смоделировать естественную среду обитания в неволе. Большинство ластоногих, даже мигрирующие, не проявляют желания выходить на искусственно созданную «сушу». При этом ставится под угрозу возможность интенсивной физической активности, выражения естественного поведения при кормлении и важных взаимодействий, которые типичны для ластоногих в природе.

Параметры водной среды, в которой ластоногие пребывают значительное время, также

далеки от естественной морской воды. В наших исследованиях установлено превышение концентрации отдельных химических компонентов в воде резервуара для содержания морских млекопитающих. Выявлено высокое содержание в воде нитритов, азота аммонийного, иона аммония. Также в воде выявлено превышение общего количества микроорганизмов в единице объема воды. Кроме того, в отдельные сроки исследования в воде были обнаружены общие колиформные бактерии (ОКБ), наличие которых не допускается. Выявленное превышение нормативно установленных параметров качества воды резервуаров для содержания морских млекопитающих связано с органическим загрязнением (выделения животных, остатки пищи), а также может свидетельствовать о недостаточной эффективности систем фильтрации и очистки воды.

Установленные уровни концентрации химических веществ и бактериальной загрязненности воды, превышающие нормативы качества, безусловно отрицательно влияют на здоровье животных. Это проявляется гнойно-воспалительными процессами, дисбактериозами, подавлением функциональной активности иммунной системы. В результате проведенных исследований в кишечном микробиоме установлено низкое содержание лактобактерий (в 1,26–1,58 раза ниже относительной видовой нормы) и бифидобактерий (в 2,06–3,10 раза ниже нормы). При оценке состояния иммунитета морских львов установлены изменения в клеточном и

гуморальном звеньях иммунной системы (снижение сывороточного IgA и фагоцитарной активности). Кроме того, во время проведения исследований был выявлен отит у одной из особей.

Таким образом, при содержании морских млекопитающих в неволе важно должным образом учитывать их биологические потребности, регулярно контролировать качество воды и соз-

давать условия, исключаящие превышение нормативно установленных санитарно-микробиологических показателей.

Благодарность: авторы выражают признательность директору ФГУП «Кропоткинская краевая ветеринарная лаборатория» Олегу Юрьевичу Черных и коллегам за помощь в проведении исследований.

Список источников

1. Павлова А.А., Павлов И.С. Содержание и кормление моржей (*Odobenus rosmarus*) в Московском зоопарке. В сб.: Межведомственный сборник научных и научно-методических трудов «Хищные и морские млекопитающие в искусственной среде обитания». М.: Московский зоопарк, 2006. С. 205–210.
2. Сербаяев Я.С., Горковенко Н.Е. К вопросу о качестве среды обитания морских млекопитающих в океанариумах. В сб.: Международная научно-практическая конференция студентов и молодых ученых «Виртуозы науки», 2023. Краснодар, 2024. С. 291–293.
3. Jefferson T.A., Webber M.A., Pitman R.L. Marine Mammals of the World (Second Edition). Academic Press, 2015. P. 358–522. DOI: 10.1016/B978-0-12-409542-7.50005-6.
4. Crespo E., Oliveira L., Sepulveda M. South American Sea Lion (*Otaria flavescens* Shaw 1800) // Ecology and Conservation of Pinnipeds in Latin America, 2021. P. 93–118. DOI: 10.1007/978-3-030-63177-2_6.
5. Ярова, С.И. Содержание ластоногих и раскорм тюленят в калининградском зоопарке. В сб.: Межведомственный сборник научных и научно-методических трудов «Хищные и морские млекопитающие в искусственной среде обитания». Москва: Московский зоопарк, 2006. С. 227–229.
6. Soto K.H., Trites A., Arias Schreiber M. Changes in diet and maternal attendance of South American sea lions indicate changes in the marine environment and prey abundance. Series: Marine Ecology-progress. 2006. P. 277–290. DOI: 10.3354/meps312277.
7. Gage L.J. Housing Concerns for Captive Marine Mammals. Scientific Session (1: Marine Mammals). May 18–22, 2024. Galway, Ireland. Available at: <http://members/cms/project/defaultadv1.aspx?pld=32656&meta=Generic&id=12064526>.
8. Гаврилов Б.В., Сербаяев Я.С. Проблемы и корректировка поведения при спаривании содержащихся в неволе южноамериканских морских львов // Вестник КрасГАУ. 2022. № 4. С. 98–103. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-4-98-103.
9. Тараник Т.В., Горковенко Н.Е. Обеспечение качественной среды обитания при содержании морских млекопитающих в неволе. В сб.: Международная научно-практическая конференция студентов и молодых ученых «Виртуозы науки» за 2023 г. Краснодар, 2024. С. 311–313.
10. Venn-Watson S., Benham C., Carlin K., DeRienzo D., St Leger J. Hemochromatosis and fatty liver disease: building evidence for insulin resistance in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). J Zoo Wildl Med. 2012 Sep;43(3 Suppl): P. 35-47. DOI: 10.1638/2011-0146.1.
11. Mazzaro LM, Johnson SP, Fair PA, et al. Iron indices in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) // Comp Med. 2012. Vol. 62 (6). P. 508–515.
12. Горковенко Н.Е., Сербаяев Я.С. Видовой спектр и антибиотикорезистентность микрофлоры верхних дыхательных путей дельфинов (*Tursiops truncatus*), содержащихся в неволе // Тенденции развития науки и образования. 2022. № 86. Ч. 5. С. 148–152. DOI: 10.18411/trnio-06-2022-236.
13. Andersen S.H. Treatment of water in dolphinaria // Aquatic Mammals. 2020. Vol. 46 (2). P. 1–18. DOI: 10.1578/AM.46.2.2020.131.
14. Халатян А.С., Будзинская М.В., Холина Е.Г., и др. Чувствительность антибиотикорезистентных коагулазонегативных стафилококков к антисептику пиклоксидину // Клиническая практика. 2020. № 11 (1). С. 42–48. DOI: 10.17816/clinpract17543.

References

1. Pavlova AA, Pavlov IS. Soderzhanie i kormlenie morzhej (*Odobenus rosmarus*) v Moskovskom zooparke. In: *Mezhvedunarodnyj sbornik nauchnyh i nauchno-metodicheskikh trudov "Hischnye i morskije mlekipitayuschie v iskusstvennoj srede obitaniya"*. Moscow: Moskovskij zoopark; 2006. P. 205–10. (In Russ.).
2. Serbaev YaS, Gorkovenko NE. K voprosu o kachestve sredy obitaniya morskikh mlekipitayuschih v okeanariumah. In: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya studentov i molodyh uchennyh "Virtuozы nauki"*, 2023. Krasnodar; 2024. P. 291–293. (In Russ.).
3. Jefferson TA, Webber MA, Pitman RL. *Marine Mammals of the World (Second Edition)*. Academic Press; 2015. 358–522. DOI: 10.1016/B978-0-12-409542-7.50005-6.
4. Crespo E, Oliveira L, Sepulveda M. South American Sea Lion (*Otaria flavescens*). *Ecology and Conservation of Pinnipeds in Latin America*. 2021;93:118. DOI: 10.1007/978-3-030-63177-2_6.
5. Yarova SI. Soderzhanie lastonogix i raskorm tyulenyat v kaliningradskom zooparke. In: *Mezhvedunarodnyj sbornik nauchnyh i nauchno-metodicheskikh trudov "Hischnye i morskije mlekipitayuschie v iskusstvennoj srede obitaniya"*. Moscow: Moskovskij zoopark; 2006. P. 227–9. (In Russ.).
6. Soto KH, Trites A, Arias Schreiber M. Changes in diet and maternal attendance of South American sea lions indicate changes in the marine environment and prey abundance. *Marine Ecology-progress Series*. 2006;277–90. DOI: 10.3354/meps312277.
7. Gage LJ. *Housing Concerns for Captive Marine Mammals*. Scientific Session (1: Marine Mammals). May 18-22, 2024. Galway, Ireland. Available at: <http://members/cms/project/defaultadv1.aspx?pld=32656&xmeta=Generic&id=12064526>.
8. Gavrilov BV, Serbaev YaS. Problemy i korrekcirovka povedeniya pri sparivanii soderzhaschihsya v nevole yuzhnoamerikanskih morskikh l'vov. *Bulliten of KSAU*. 2022;4:98-103. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-4-98-103.
9. Taranik TV, Gorkovenko NE. Obespechenie kachestvennoj sredy obitaniya pri soderzhanii morskikh mlekipitayushchih v nevole. In: *tezisy Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya studentov i molodyh uchennyh "Virtuozы nauki" za 2023 g.* Krasnodar; 2024. P. 311–13. (In Russ.).
10. Venn-Watson S, Benham C, Carlin K, et al. Hemochromatosis and fatty liver disease: building evidence for insulin resistance in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *J Zoo Wildl Med*. 2012;43(3 Suppl):35-47. DOI: 10.1638/2011-0146.1.
11. Mazzaro LM, Johnson SP, Fair PA, et al. Iron indices in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Comp Med*. 2012;62(6):508-15.
12. Gorkovenko NE, Serbaev YaS. Vidovoj spektr i antibiotikorezistentnost' mikroflory verhnih dyhatel'nyh putej del'finov (*Tursiops truncatus*), soderzhaschihsya v nevole. *Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya*. 2022;86(5 Suppl):148-52. (In Russ.). DOI: 10.18411/trnio-06-2022-236.
13. Andersen SH. Treatment of water in dolphinarium. *Aquatic Mammals*. 2020;46(2):1-18. DOI: 10.1578/AM.46.2.2020.131.
14. Halatyan AS, Budzinskaya MV, Holina EG, et al. Chuvstvitel'nost' antibiotikorezistentnyh koagulazonegativnyh stafilokokkov k antiseptiku pikloksidinu. *Klinicheskaya praktika*. 2020;11(1):42-8. (In Russ.). DOI: 10.17816/clinpract17543.

Статья принята к публикации 25.06.2025 / The article accepted for publication 25.06.2025.

Информация об авторах:

Ярослав Сергеевич Сербаев¹, аспирант кафедры микробиологии, эпизоотологии и иммунологии
Наталья Евгеньевна Горковенко², профессор кафедры микробиологии, эпизоотологии и иммунологии, доктор биологических наук, доцент

Information about the authors:

Yaroslav Sergeevich Serbaev¹, Postgraduate student at the Department of Microbiology, Epizootology and Immunology
Natalia Evgenievna Gorkovenko², Professor at the Department of Microbiology, Epizootology and Immunology, Doctor of Biological Sciences, Docent

