



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Ветеринарная патология Russian Journal of Veterinary Pathology

Рецензируемый научно-практический журнал

eISSN 2949-4826

Издается с 2002 года

Периодичность – 4 выпуска в год

DOI: 10.23947/2949-4826



Медаль Отделения ветеринарной
медицины РАСХН
«За достижения в области
ветеринарной науки». Вручена
редакции журнала в 2009 г.

Учредитель и издатель — Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет» (ДГТУ), г. Ростов-на-Дону

«Ветеринарная патология» — рецензируемый научно-практический журнал, в котором публикуются результаты оригинальных исследований и обзорные статьи в области ветеринарной медицины. Освещаются вопросы паразитологии, физиологии, фармакологии, экологии, уделяется внимание инфекционным болезням и другим аспектам ветеринарии домашних, сельскохозяйственных и диких животных.

Цель журнала заключается в повышении профессионального уровня знаний профильной аудитории и распространении по всему миру высокоэффективных, тщательно проверенных ветеринарных научных исследований, используя только онлайн-формат открытого доступа для максимальной доступности.

Журнал включен в перечень рецензируемых научных изданий, в котором должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (Перечень ВАК) по следующим научным специальностям:

- 1.5.17 – Паразитология (биологические науки, ветеринарные науки)
- 4.2.1 – Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология (биологические науки, ветеринарные науки)
- 4.2.2 – Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность (биологические науки, ветеринарные науки)
- 4.2.3 – Инфекционные болезни и иммунология животных (ветеринарные науки, биологические науки)
- 4.2.4 – Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (биологические науки, сельскохозяйственные науки)
- 4.2.5 – Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных (биологические науки, сельскохозяйственные науки)

<i>Регистрация:</i>	Выписка из реестра зарегистрированных средств массовой информации ЭЛ № ФС 77-85552 от 27.06.2023 г., выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций
<i>Индексация и архивация:</i>	РИНЦ, CyberLeninka, CrossRef, Internet Archive
<i>Сайт:</i>	https://www.vetpat.ru/
<i>Адрес редакции:</i>	344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1
<i>E-mail:</i>	vetpat@donstu.ru
<i>Телефон:</i>	+7 (863) 273-85-08
<i>Дата выхода №4, 2024 в свет:</i>	31.03.2025





Russian Journal of Veterinary Pathology

Veterinarnaya Patologiya

Peer-reviewed scientific and practical journal

eISSN 2949-4826

Published since 2002

Periodicity – 4 issues per year

DOI: 10.23947/2949-4826



The medal “For Achievements
in the Field of Veterinary Science”
by the Veterinary Medicine
Department of the Russian
Academy of Agricultural Sciences.
Awarded to the editorial board
in 2009.

Founder and Publisher — Don State Technical University (DSTU), Rostov-on-Don, Russian Federation

The “Russian Journal of Veterinary Pathology” is a peer-reviewed scientific and practical journal that publishes the results of the original research and review articles in the field of veterinary medicine. It covers the issues of parasitology, physiology, pharmacology, ecology, and considers the aspects of infectious diseases and other matters of veterinary medicine of companion, farm and wild animals.

The journal aims at enhancing the level of professional knowledge of the target audience and to disseminate worldwide the highly efficient, thoroughly verified scientific research in the field of veterinary medicine using an online open access format for maximum accessibility.

The journal is included in the List of the leading peer-reviewed scientific publications (Higher Attestation Commission under the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation), where the main scientific results of dissertations for the degrees of Doctor and Candidate of Science in the following scientific specialties should be published.

- Parasitology
- Animal Pathology, Morphology, Physiology, Pharmacology and Toxicology
- Sanitation, Hygiene, Ecology, Veterinary and Sanitary Expertise and Biosafety
- Infectious Diseases and Animal Immunology
- Zootechnics, Feeding, Technologies of Feed Preparation and Livestock Products Production
- Breeding, Selection, Genetics and Animal Biotechnology

<i>Registration</i>	Extract from the Register of Registered Mass Media ЭЛ № ФС 77 – 85552 dated June 27, 2023, issued by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media
<i>Indexing and Archiving</i>	RISC, CyberLeninka, CrossRef, Internet Archive
<i>Website</i>	http://www.vetpat.ru/
<i>Address of the Editorial Office</i>	1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don 344003, Russian Federation
<i>E-mail</i>	vetpat@donstu.ru
<i>Telephone</i>	+7 (863) 273-85-08
<i>Date of Publication No.4,2024</i>	31.03.2025



Редакционная коллегия

Главный редактор

Ермаков Алексей Михайлович, доктор биологических наук, профессор, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Заместитель главного редактора

Аксенова Полина Владимировна, доктор биологических наук, профессор, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Тодоров Святослав Димитров, Ph.D, Университет Сан-Паулу (Сан-Паулу, Бразилия)

Выпускающий редактор

Калошкина Инна Муратовна, кандидат ветеринарных наук, начальник отдела противопаразитарных, ветеринарно-санитарных мероприятий ГКУ КСББЖ «Краснодарская» (Краснодар, Российская Федерация)

Ответственный секретарь

Ламтева Алина Владимировна, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Алипер Тарас Иванович, доктор биологических наук, профессор, Федеральный научно-исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии им. почетного академика Н.Ф. Гамалеи (Москва, Российская Федерация)

Аммар Альгбури, Ph.D (биология), декан ветеринарного факультета, Университет Дияла (Баакуба, Ирак)

Алешукина Анна Валентиновна, доктор медицинских наук, Ростовский научно-исследовательский институт микробиологии и паразитологии (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Ариунболд Жаргалсайхан, Ph.D, Монгольский государственный университет образования (Улан-Батор, Монголия)

Бондарь Игорь Вячеславович, доктор биологических наук, Заведующий лабораторией физиологии сенсорных систем, Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН (Москва, Российская Федерация)

Брюя Жан-Франсуа, DVM, Ph.D, лауреат Университета Поля Сабатье, дипломант Европейского колледжа репродукции животных (ЕСАР), президент Французской ассоциации по изучению репродукции животных, член экзаменационной комиссии Европейского колледжа репродукции животных (ЕСАР), профессор териогенологии Национального колледжа ветеринарной медицины, пищевых наук и инженерии (Нант, Франция)

Ватников Юрий Анатольевич, доктор ветеринарных наук, профессор, Российский университет дружбы народов (Москва, Российская Федерация)

Верховский Олег Анатольевич, доктор биологических наук, профессор, Научно-исследовательский институт диагностики и профилактики болезней человека и животных (Москва, Российская Федерация)

Дерезина Татьяна Николаевна, доктор биологических наук, профессор, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Дилекова Ольга Владимировна, доктор биологических наук, доцент, Ставропольский государственный аграрный университет (Ставрополь, Российская Федерация)

Карташов Сергей Николаевич, доктор биологических наук, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Квочко Андрей Николаевич, доктор биологических наук, профессор, Ставропольский государственный аграрный университет (Ставрополь, Российская Федерация)

Клименко Александр Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Донской государственной аграрный университет (пос. Персиановский, Ростовская область, Российская Федерация)

Коняев Сергей Владимирович, кандидат биологических наук, главный врач ветеринарной клиники «АС Вет» (Новосибирск, Российская Федерация)

Кун Венема, Ph.D (естественные науки), профессор, Маастрихтский университет (Маастрихт, Нидерланды);

Макаров Владимир Владимирович, доктор биологических наук, профессор, Российский университет дружбы народов (Москва, Российская Федерация)

Недосеков Виталий Владимирович, доктор ветеринарных наук, профессор, Институт ветеринарной медицины Национального аграрного университета (Киев, Украина)

Онолрагчаа Ганболд, Ph.D, Монгольский государственный университет образования (Улан-Батор, Монголия)

Паршин Павел Андреевич, доктор ветеринарных наук, профессор, Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии (Воронеж, Российская Федерация)

Сотникова Лариса Федоровна, доктор ветеринарных наук, профессор, Российский биотехнологический университет (Москва, Российская Федерация)

Стекольников Анатолий Александрович, доктор ветеринарных наук, профессор, ректор, Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Степанова Марина Вячеславовна, доктор ветеринарных наук, доцент, Российский биотехнологический университет (Москва, Российская Федерация)

Твердохлебова Татьяна Ивановна, доктор медицинских наук, Ростовский научно-исследовательский институт микробиологии и паразитологии (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Фернандо Саймон Мартин, профессор Университета Саламанки (Саламанка, Испания)

Чикиндас Михаил Леонидович, кандидат биологических наук, доцент, Рутгерский государственный университет штата Нью-Джерси (Нью-Брансуик, США)

Чистяков Владимир Анатольевич, доктор биологических наук, Академия биологии и биотехнологии, Южный федеральный университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Editorial Board

Editor-in-Chief

Alexey M. Ermakov, Dr.Sci. (Biology), Professor, Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Deputy Chief Editor

Polina V. Aksenova, Dr.Sci. (Biology), Professor, Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Svetoslav D. Todorov, Ph.D, University of São Paulo (São Paulo, Brazil)

Executive Editor

Inna M. Kaloshkina, Cand.Sci. (Veterinary Medicine), Head of the Antiparasitic, Veterinary and Sanitary Activities Department, State-Funded Institution of the Krasnodar Region “Krasnodar Regional Station for Combating Animal Diseases” (Krasnodar, Russian Federation)

Executive Secretary

Alina V. Lamteva, Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Alexander I. Klimentko, Dr.Sci. (Agriculture), Professor, Don State Agrarian University (Persianovsky Settlement, Russian Federation)

Ammar Algburi, Ph.D. (Biology), Dean of the Veterinary Faculty, Diyala University (Baakuba, Iraq)

Anatoly A. Stekolnikov, Dr.Sci. (Veterinary Medicine), Professor, Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine (Saint Petersburg, Russian Federation)

Andrey N. Kvochko, Dr.Sci. (Biology), Professor, Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Anna V. Aleshukina, Dr.Sci. (Medicine), Rostov Scientific Research Institute of Microbiology and Parasitology (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Ariunbold Jargalsaikhan, Ph.D., Mongolian State University of Education (Ulaanbaatar, Mongolia)

Fernando Simón Martín, Professor, University of Salamanca (Salamanca, Spain)

Igor V. Bondar, Dr.Sci. (Biology), Head of the Physiology of Sensory Systems Laboratory, Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russian Federation)

Jean-François Bruyas, D.V.M, Ph.D., Laureate of the Paul Sabatier University, Diplomat of the European College of Animal Reproduction (ECAR), President of the French Association for the Study of Animal Reproduction, Member of the Exam Committee of the European College of Animal Reproduction (ECAR), Professor of theriogenology, National College of Veterinary Medicine, Food Science and Engineering (Nantes, France)

Koen Venema, Ph.D (Natural Sciences), Maastricht University (Maastricht, Netherlands)

Larisa F. Sotnikova, Dr.Sci. (Veterinary Medicine), Professor, Russian Biotechnological University (Moscow, Russian Federation)

Marina V. Stepanova, Dr.Sci. (Veterinary Medicine), Associate Professor, Russian Biotechnological University (Moscow, Russian Federation)

Michael L. Chikindas, Cand.Sci. (Biology), Associate Professor of Food Science Department, Rutgers University, the State University of New Jersey (New Brunswick, USA)

Oleg A. Verkhovsky, Dr.Sci. (Biology), Professor, Diagnostic and Prevention Research Institute for Human and Animal Diseases (Moscow, Russian Federation)

Olga V. Dilekova, Dr.Sci. (Biology), Associate Professor, Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Onolragchaa Ganbold, Ph.D., Mongolian State University of Education (Ulaanbaatar, Mongolia)

Pavel A. Parshin, Dr.Sci. (Veterinary Medicine), Professor, All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy (Voronezh, Russian Federation)

Sergey N. Kartashov, Dr.Sci. (Biology), Professor of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Sergey V. Konyaev, Cand.Sci. (Biology), Chief Medical Officer of the Veterinary Clinic “AS Vet” (Novosibirsk, Russian Federation)

Taras I. Aliper, Dr.Sci (Biology), Professor, National Research Center for Epidemiology and Microbiology Named after Honorary Academician N.F. Gamaleya (Moscow, Russian Federation)

Tatyana I. Tverdokhlebova, Dr.Sci. (Medicine), Rostov Scientific Research Institute of Microbiology and Parasitology (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Tatyana N. Derezina, Dr.Sci. (Biology), Professor of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Vitalii V. Nedosekov, Dr.Sci. (Veterinary Medicine), Professor of the Institute of Veterinary Medicine, National Agrarian University (Kiev, Ukraine)

Vladimir A. Chistyakov, Dr.Sci. (Biology), Academy of Biology and Biotechnology of Southern Federal University, (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Vladimir V. Makarov, Dr.Sci. (Biology), Professor, Honoured Scholar of the Russian Federation, Professor, Peoples’ Friendship University of Russia (Moscow, Russian Federation)

Yurii A. Vatnikov, Dr.Sci. (Veterinary Medicine), Professor, Peoples’ Friendship University of Russia (Moscow, Russian Federation)

СОДЕРЖАНИЕ

ПАТОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ, МОРФОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ, ФАРМАКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЯ

- Мазукина Е.В., Изъюрова Е.А., Султанова К.Т.* Абсолютные значения и массовые коэффициенты внутренних органов относительно массы тела и головного мозга собак породы бигль для использования в доклинических исследованиях 7
- Симонова Н.В., Панфилов С.В., Саяпина И.Ю., Лашин А.П.* Стресс-протективная и актопротекторная активность янтарной кислоты при акустической нагрузке на лабораторных крыс в эксперименте 15

ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ И ИММУНОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

- Зиновьева О.Е., Зюзгина С.В., Иванченко А.Ю., Скворцова А.Н., Лобова Т.П.* Этиологическая структура лептоспироза собак: обзор научной литературы 23
- Саитов В.Р., Юсупова К.В., Кашеваров Г.С., Панкова Е.В.* Морфологическое исследование культуры *Brucella suis* при разных условиях низкотемпературного хранения 31
- Князева М.В., Бабинцева Т.В., Ильин Е.В.* Микробиоценоз влагалища у новотельных коров в климатических условиях Удмуртии 39

ИСТОРИЯ ВЕТЕРИНАРИИ

- Спирина А.С., Спирина О.А., Спирин А.С.* Стоматологическая помощь мелким домашним животным в Российской Федерации и предложения по ее улучшению 49

CONTENTS

ANIMAL PATHOLOGY, MORPHOLOGY, PHYSIOLOGY, PHARMACOLOGY AND TOXICOLOGY

- Mazukina EV, Izyurova EA, Sultanova KT.* Use of Absolute Weights and Mass Coefficients of Beagle Dog Internal Organs Relative to Body and Brain Weights in Preclinical Studies 7
- Simonova NV, Panfilov SV, Sayapina IYu, Lashin AP.* Stress-Protective and Adaptogenic Effect of Succinic Acid Determined in the Experiment with Laboratory Rats Exposed to Acoustic Load 15

INFECTIOUS DISEASES AND ANIMAL IMMUNOLOGY

- Zinovieva OE, Zyuzgina SV, Ivanchenko AYU, Skvortsova AN, Lobova TP.* Etiological Structure of Canine Leptospirosis: A Literature Review 23
- Saitov VR, Yusupova KV, Kashevarov GS, Pankova EV.* Morphological Study of the Culture of *Brucella suis* under Different Low-Temperature Storage Conditions 31
- Knyazeva MV, Babintseva TV, Ilyin EV.* Vaginal Microbiocenosis of Newly-calved Cows in Climatic Conditions of Udmurtia 39

HISTORY OF VETERINARY MEDICINE

- Spirina AS, Spirina OA, Spirin AS.* Dental Care for Small Domestic Animals in the Russian Federation and Proposals for Its Improvement 49

ПАТОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ, МОРФОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ, ФАРМАКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЯ

ANIMAL PATHOLOGY, MORPHOLOGY, PHYSIOLOGY, PHARMACOLOGY AND TOXICOLOGY



УДК 615.076.9:591.1

Оригинальное эмпирическое исследование

<https://doi.org/10.23947/2949-4826-2025-24-1-7-14>

Абсолютные значения и массовые коэффициенты внутренних органов относительно массы тела и головного мозга собак породы бигль для использования в доклинических исследованиях



EDN: CTLKRP

Е.В. Мазукина , Е.А. Изъюрова , К.Т. Султанова 

АО «Научно-производственное объединение «ДОМ ФАРМАЦИИ», г.п. Кузьмоловский,
Всеволожский район, Ленинградская обл., Российская Федерация

✉ mazukina.ev@doclinika.ru

Аннотация

Введение. Оценку токсических свойств новых лекарственных препаратов необходимо проводить с использованием двух видов лабораторных животных, один из которых не должен относиться к грызунам. Собаки используются в качестве второго вида лабораторных животных при проведении доклинических исследований. Анализ массы органов в токсикологических исследованиях является важным показателем для выявления органов-мишеней тестируемых объектов. Существующие научные публикации содержат сведения об абсолютных и относительных массах органов животных возрастом 8–16 месяцев, при этом ни в одной из работ не проведен расчет относительно массы головного мозга. Анализ массы органов относительно массы головного мозга полезен при изменениях нормальной динамики массы тела, поскольку масса головного мозга более стабильна, чем масса тела. Таким образом, нами была поставлена цель — определить абсолютные значения масс и ориентировочные интервалы массовых коэффициентов органов у собак породы бигль относительно массы тела и головного мозга, а также сравнить массовые коэффициенты органов собак, рассчитанные как отношение массы органа к массе тела, с литературными данными.

Материалы и методы. Исследование проведено в АО «НПО «ДОМ ФАРМАЦИИ» (Ленинградская область) в 2022 г. Для расчета ориентировочных интервалов были использованы данные животных контрольных групп различных экспериментов, полученные от 25 самцов и 17 самок возрастом от 14 до 22 месяцев. Регистрацию масс органов осуществляли на электронных весах. Статистические выбросы не оценивали, поскольку количество животных было небольшим, и предпочли непараметрический метод расчета интервалов. Для создания ориентировочных интервалов были проанализированы абсолютные значения массы органов и коэффициенты, рассчитанные относительно массы тела и головного мозга. Для последующего визуального сравнения собственных полученных данных с литературными осуществляли расчет среднего значения и стандартного отклонения в программе Statistica 10.

Результаты исследования. Установлены абсолютные значения масс и ориентировочные интервалы массовых коэффициентов сердца, легких с трахеей, тимуса, печени, селезенки, почек, надпочечников, головного мозга, семенников и яичников относительно массы тела и массы головного мозга собак породы бигль возрастом от 14 до 22 месяцев. При сравнении с литературными данными выявлены различия в массе печени самок, что может быть связано с различной степенью обескровливания органа в ходе некропии. В целом, полученные значения по органам совпали с таковыми в опубликованных работах, за исключением тимуса: поскольку возраст собак, задействованных в нашем исследовании, был выше животных, описанных в литературе, полученное различие подтверждает возрастную инволюцию тимуса.

Обсуждение и заключение. Наличие внутрилабораторных интервалов позволяет корректно интерпретировать полученные результаты измерений масс органов, избегая ложноположительных и ложноотрицательных результатов. Дальнейшие исследования в этой области позволят уменьшить разброс данных, что, в свою очередь, улучшит качество, надёжность и воспроизводимость научных результатов. Кроме того, в будущем это может привести к уменьшению количества животных, используемых в экспериментах.

Ключевые слова: собаки породы бигль, масса органов, массовые коэффициенты органов, токсикологические исследования, доклинические исследования

Декларация о соблюдении принципов Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов и других научных целей: авторы заявляют, что все проведенные исследования соответствовали принципам конвенции и правилам надлежащей лабораторной практики.

Для цитирования: Мазукина Е.В., Изьюрова Е.А., Султанова К.Т. Абсолютные значения и массовые коэффициенты внутренних органов относительно массы тела и головного мозга собак породы бигль для использования в доклинических исследованиях. *Ветеринарная патология*. 2025;24(1):7–14 <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2025-24-1-7-14>

Original Empirical Research

Use of Absolute Weights and Mass Coefficients of Beagle Dog Internal Organs Relative to Body and Brain Weights in Preclinical Studies

Elizaveta V. Mazukina  , Ekaterina A. Izyurova , Kira T. Sultanova 

Joint Stock Company “Research-and-Manufacturing Company “Home of Pharmacy”, Leningrad Region, Vsevolozhsky District, Kuzmolovsky Urban-Type Settlement, Russian Federation

[✉mazukina.ev@doclinika.ru](mailto:mazukina.ev@doclinika.ru)

Abstract

Introduction. Toxicity of new drugs should be evaluated in two species of laboratory animals, one of them being non-rodent species. In preclinical studies, dogs are used as second laboratory animal species. In toxicological research, analysis of organ weights is an important parameter to detect the target organs in test animals. Data on organ absolute and relative weights in animals aged 8–16 months are available in the existing scientific publications, however, none of these papers provide calculations relative to the weight of brain. The analysis of organ weights relative to the weight of brain is useful when changes in the normal dynamics of body weight are observed, since weight of a brain is more stable than weight of a body. Therefore, the objective of the present research is to determine absolute weights and reference intervals of mass coefficients of beagle dog organs relative to body and brain weights, and to compare the mass coefficients of dog organs, which have been calculated as a proportion of organ to body weight, to the data available in the literature.

Materials and Methods. The study was conducted at the “Home of Pharmacy” (Leningrad Region) in 2022. To calculate the reference intervals, the data on 25 males and 17 females aged 14–22 months that participated in control groups of various experiments were used. The electronic scales were used to record organ weights. The statistical outliers were not evaluated, since the number of animals was small. A nonparametric method was chosen for calculating intervals. To create the reference intervals, the absolute organ weights and coefficients calculated relative to body and brain weights were analysed. For further visual comparison of data retrieved by the authors to that available in the literature, the mean value and standard deviation were calculated in the Statistica 10 software.

Results. Absolute weights and reference intervals of mass coefficients of the heart, lungs with trachea, thymus, liver, spleen, kidneys, adrenal glands, brain, testes and ovaries were established relative to body and brain weights of beagle dogs aged 14 to 22 months. When compared to the data available in literature, discrepancies in liver weights of females were revealed, which may be caused by the different degree of organ exsanguination during necropsy. On the whole, the values obtained for the organs coincided with that in the publications, with the exception of thymus: since the dogs in the present research were older than animals described in the literature, the obtained discrepancy confirms the age-related involution of thymus.

Discussion and Conclusion. Availability of internal laboratory reference intervals enables correct interpretation of the obtained results of organ weight measurements, thus, prevents the false positive and false negative results. Further research in this area will reduce data scattering, which in turn will enhance the quality, reliability and reproducibility of scientific results. Moreover, in the future, this may result in reduction of the number of animals used in experiments.

Keywords: beagle dogs, organ weights, mass coefficients of organs, toxicological research, preclinical studies

Declaration of Compliance with the Principles of the European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and Other Scientific Purposes: the authors declare that all research was conducted in compliance with the principles of the Convention and the Rules of good laboratory practice.

For Citation. Mazukina EV, Izyurova EA, Sultanova KT. Use of Absolute Weights and Mass Coefficients of Beagle Dog Internal Organs Relative to Body and Brain Weights in Preclinical Studies. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2025;24(1):7–14 <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2025-24-1-7-14>

Введение. В токсикологических исследованиях новых лекарственных препаратов наряду с грызунами обязательно задействованы животные, не относящиеся к грызунам, например собаки [1]. Наиболее широко используемой породой собак является бигль, благодаря их темпераменту, дрессируемости, приемлемым размерам и массе тела, репродуктивным характеристикам [2, 3]. Собаки задействованы в исследованиях с выявлением органов-мишеней в краткосрочных, субхронических и хронических исследованиях, особенно часто — в определении токсичности пероральных лекарственных форм [4–6].

Анализ массы органов в токсикологических исследованиях является необходимой процедурой для выявления органов-мишеней токсического действия тестируемых объектов [7]. Общество токсикологической патологии (STP) рекомендует взвешивать головной мозг, сердце, печень, почки, семенники, надпочечники, яичники, тимус, селезенку [8]. Массы тимуса и селезенки используют для оценки влияния исследуемого препарата на иммунную систему, в частности, в изучении иммунотоксических свойств [9], а при ингаляционном способе введения изучаемого препарата целесообразно оценивать массу легких.

Следует учесть, что на массу органов могут влиять различные факторы, не связанные с действием исследуемых препаратов. Так, например, масса селезенки может варьироваться из-за стресса, полнокровия, опосредованного эвтаназией, физиологических факторов. Масса тимуса зависит от индивидуальных особенностей и степени возрастной инволюции. Масса яичников коррелирует со стадией полового цикла [10]. Немаловажное значение имеет техника препарирования: необходимо обладать профессиональным навыком для корректного выделения органа, поскольку массовые показатели всех органов напрямую связаны с качеством их отделения от посторонних тканей [11, 12].

Литературные данные, содержащие сведения о массах органов собак, немногочисленны. В статье Choi S.Y. и др. [13] представлены данные по абсолютным и относительным массам органов собак породы бигль возрастом 6–9 месяцев. В работе Jackson B. и др. [14] получены данные от 8–38-месячных собак, при этом не указана масса тела животных, а относительные массы органов рассчитаны на килограмм массы тела. В таком случае сравнивать абсолютные значения масс не представляется возможным. Необходимые значения фигурируют в различных исследованиях у животных контрольных групп, но контрольные группы, как правило, малочисленны [15–17]. Ни в одной опубликованной работе не проведен расчет относительно массы головного мозга. Таким образом, *цель исследования* —

определить абсолютные значения масс и массовые коэффициенты внутренних органов собак породы бигль относительно массы тела и массы головного мозга, а также провести сравнение полученных массовых коэффициентов (относительно массы тела) с данными литературы.

Материалы и методы. Для формирования ориентировочных интервалов использовали данные массы тела и органов собак породы бигль из контрольных групп экспериментов, проведенных в АО «НПО «ДОМ ФАРМАЦИИ» (Ленинградская область) и одобренных биоэтической комиссией. Эвтаназии были проведены летом и осенью 2022 г. Количество животных в совокупности составило 25 самцов и 17 самок (небеременных и нерожавших), массой тела от 11 до 17 кг. Возраст животных — от 14 до 22 месяцев.

Животных содержали в одинаковых стандартных условиях вивария: при температуре воздуха 15–21 °С, влажности 30–70 %, 12-часовом световом дне [18]. Использовалось групповое содержание в вольерах от 2 до 5 особей одного пола, при формировании групп содержания учитывались сложившиеся социальные отношения во избежание конфликтов, также учитывалась масса тела. Кормление собак проводили в соответствии с Директивой 2010/63/EU¹, поение не ограничивали.

Животные были лишены корма в ночь перед эвтаназией, доступ к воде не был ограничен. Масса тела была определена непосредственно перед некропсией. Эвтаназию осуществляли с помощью передозировки анестетика совместно с миорелаксантом, седативным и анальгезирующим средствами, с последующим удалением жизненно важных внутренних органов. Обескровливание трупов специально не проводили. Органы были освобождены от окружающих тканей, легкие взвешивали с трахеей, трахея была перерезана у входа в грудную клетку, парные органы взвешивались вместе.

Регистрацию масс тимуса, яичников и надпочечников осуществляли на электронных весах Adventurer, модель RV 214 (ОНАУС, Китай). Максимальный предел взвешивания составлял 210 г, минимальный — 0,001 г. Цена поверочного деления 0,001 г. Класс точности II. Сердце, легкие с трахеей, печень, селезенку, почки, головной мозг, семенники взвешивали на электронных весах ВК-3000.1 (АО «МАССА-К», Россия). Максимальный предел взвешивания составлял 3000 г, минимальный — 5 г. Цена поверочного деления 0,1 г. Класс точности I.

Для дальнейшей корректной интерпретации полученных данных ориентировочные интервалы органов представлены в виде абсолютных значений (г), массовых коэффициентов относительно массы тела (%)

¹Директива 2010/63/EU Европейского парламента и Совета Европейского союза по охране животных, используемых в научных целях. Санкт-Петербург, 2012. 48 с. URL: https://ruslasa.ru/wp-content/uploads/2017/06/Directive_201063_rus.pdf (дата обращения: 19.03.2025).

и массовых коэффициентов относительно массы головного мозга (%). Так как в экспериментах ввиду различных причин нередки случаи изменения нормальной динамики массы тела (чаще отрицательной на фоне токсических эффектов исследуемых препаратов), целесообразнее оценивать несколько показателей, включающих в себя анализ абсолютной массы органов и относительной массы (к массе головного мозга и тела). Анализ массы органов относительно массы головного мозга предпочтителен в описанных выше случаях, поскольку масса мозга наиболее стабильна при изменениях массы тела.

Массовые коэффициенты относительно массы тела были рассчитаны по формуле:

$$(m_o/m_t) \times 100,$$

где m_o — масса органа, m_t — масса тела животного.

Для определения массовых коэффициентов относительно массы головного мозга использовали следующую формулу:

$$(m_o/m_{gm}) \times 100,$$

где m_o — масса органа, m_{gm} — масса головного мозга.

Данные по массовым коэффициентам органов относительно массы тела и головного мозга, а также

абсолютные значения органов представлены отдельно для самцов и самок.

Статистические выбросы не оценивали, поскольку количество животных было небольшим, и предпочли непараметрический метод расчета интервалов. Для последующего визуального сравнения собственных полученных данных с литературными осуществляли расчет среднего значения и стандартного отклонения в программе Statistica 10 (StatSoft, США).

Результаты исследования. Согласно рекомендациям Института клинических и лабораторных стандартов (CLSI) для данных по массовым коэффициентам органов был проведен расчет диапазона 2,5–97,5 процентиля, который является референтным интервалом [19]. В таблице 1 представлены ориентировочные интервалы абсолютных масс органов самцов и самок. В таблице 2 — значения массовых коэффициентов органов самцов и самок собак, рассчитанные как отношение массы органа к массе тела. В таблице 3 — значения массовых коэффициентов органов самцов и самок собак, рассчитанные как отношение массы органа к массе головного мозга.

Таблица 1

Интервалы абсолютных масс органов собак породы бигль, г

Орган	Самцы (n=25)	Самки (n=17)
Сердце	91–154	90–137
Легкие с трахеей	94–158	96–128
Тимус	2,76–14,23	3,52–14,29
Печень	348–666	359–732
Селезенка	27–102	25–73
Почки	56–86	43–65
Надпочечники	0,90–1,87	0,93–1,90
Головной мозг	78–104	80–94
Семенники	11–24	–
Яичники	–	0,48–2,44

Таблица 2

Интервалы по массовым коэффициентам органов собак породы бигль, рассчитанные как отношение массы органа к массе тела, %

Орган	Самцы (n=25)	Самки (n=17)
Сердце	0,65–0,98	0,67–0,92
Легкие с трахеей	0,68–0,99	0,64–0,95
Тимус	0,017–0,093	0,024–0,089
Печень	2,36–4,56	2,97–4,85
Селезенка	0,21–0,69	0,18–0,52
Почки	0,36–0,58	0,35–0,44
Надпочечники	0,006–0,013	0,006–0,013
Головной мозг	0,51–0,79	0,53–0,74
Семенники	0,08–0,16	–
Яичники	–	0,003–0,016

Таблица 3

Интервалы по массовым коэффициентам органов собак породы бигль, рассчитанные как отношение массы органа к массе головного мозга, %

Орган	Самцы (n=25)	Самки (n=17)
Сердце	109–160	109–150
Легкие с трахеей	109–172	107–149
Тимус	3,22–14,30	4,17–16,34
Печень	395–676	414–854
Селезенка	31–115	28–84
Почки	61–89	52–75
Надпочечники	0,92–2,17	1,03–2,27
Семенники	13–27	–
Яичники	–	0,54–2,85

При оценке полученных интервалов различий между самцами и самками визуально не выявлено.

Сравнение собственных полученных данных с литературными представлено в таблицах 4 и 5. Стоит отметить, что собаки, задействованные в нашем исследовании, были старше животных, описанных в литературе [13, 15–17]. Для визуального сравнения с литературными данными были выбраны только массовые коэффициенты органов собак, рассчитанные как отношение массы органа к массе тела. В целом, полученные значения по органам совпадали с таковыми в опубликованных работах, за исключением тимуса. Массовые ко-

эффициенты, рассчитанные нами, согласуются с таковыми у Choi S.Y. и др. [13]. В то же время в работах Wang X. и др. и Li F. и др. [15, 16] данный показатель был значительно выше полученных нами значений. Аналогичная картина наблюдается и у самок собак. Как известно, возрастная инволюция тимуса происходит у собак в период с 6 до 23 месяцев [20], что согласуется с полученными нами данными.

При сравнении с литературными данными были выявлены различия в массе печени самок, что может быть связано с различной степенью обескровливания органа в ходе некропсии.

Таблица 4

Сравнение собственных данных с литературными данными массовых коэффициентов органов самцов собак, рассчитанные как отношение массы органа к массе тела, %, $M \pm SD$

Показатель	Собственные данные	[7]	[9] ^A	[10] ^A	[11] ^A
n	25	15	3	3	3
Масса тела, кг	11–17	9,86±0,94	9,48±0,43	–	8,898±0,331
Возраст, мес.	14–22	9	8-9	10–16	9
Сердце ^B	0,84±0,1	0,78±0,09	0,73±0,08	0,74±0,05	0,848±0,054
Легкие ^B	0,80±0,09	0,85±0,15	0,79±0,05	0,91±0,06	0,962±0,298
Тимус ^B	0,052±0,023	0,056±0,001	0,22±0,12	0,17±0,03	–
Печень ^B	3,23±0,70	2,73±0,41	3,23±0,15	2,91±0,23	2,734±0,405
Селезенка ^B	0,34±0,15	0,28±0,04	0,23±0,02	0,27±0,08	0,281±0,034
Почки ^B	0,46±0,06	0,41±0,06	0,46±0,04	0,49±0,00	–
Надпочечники ^B	0,010±0,002	–	0,017±0,009	0,013±0,000	–
Головной мозг ^B	0,63±0,07	0,75±0,09	0,65±0,05	0,70±0,04	0,834±0,025
Семенники ^B	0,12±0,02	–	0,16±0,01	0,083±0,055	–

Примечание:

^A — использованы данные контрольных групп на момент эвтаназии и некропсии из статей [9–11], возраст рассчитан исходя из данных о возрасте поступления животных в эксперимент с дальнейшим учетом времени карантинирования и длительности эксперимента до момента эвтаназии.

^B — $M \pm SD$ — среднее (M) ± стандартное отклонение (SD).

Таблица 5

Сравнение собственных данных с литературными данными массовых коэффициентов органов самок собак, рассчитанные как отношение массы органа к массе тела, %, M ±SD

Показатель	Собственные данные	[7]	[9] ^A	[10] ^A	[11] ^A
n	17	15	2	3	3
Масса тела, кг	11–17	8,74±1,25	8,85±0,22	–	8,174±0,59
Возраст, мес.	14–22	9	8–9	10–16	9
Сердце ^B	0,80±0,07	0,79±0,13	0,78±0,04	0,73±0,03	0,795±0,048
Легкие ^B	0,78±0,09	0,86±0,08	0,85±0,06	0,84±0,18	0,897±0,618
Тимус ^B	0,06±0,02	0,058±0,025	0,25±0,02	0,15±0,01	–
Печень ^B	3,90±0,53	2,85±0,66	3,23±0,50	2,65±0,06	2,699±0,091
Селезенка ^B	0,31±0,10	0,30±0,05	0,34±0,06	0,32±0,03	0,272±0,025
Почки ^B	0,39±0,03	0,40±0,06	0,45±0,05	0,38±0,03	–
Надпочечники ^B	0,009±0,002	–	0,016±0,004	0,012±0,002	–
Головной мозг ^B	0,61±0,06	0,83±0,10	0,61±0,06	0,76±0,08	0,700±0,298
Яичники ^B	0,01±0,004	–	0,011±0,001	0,013±0,009	–

Примечание:

^A — использованы данные контрольных групп на момент эвтаназии и некропии из статей [9–11], возраст рассчитан исходя из данных о возрасте поступления животных в эксперимент с дальнейшим учетом времени карантинирования и длительности эксперимента до момента эвтаназии.

^B — M±SD — среднее (M) ± стандартное отклонение (SD).

Обсуждение и заключение. Для проведения доклинических исследований наличие внутрилабораторных интервалов имеет большое значение, так как позволяет корректно интерпретировать полученные результаты измерений масс органов, избегая ложноположительных и ложноотрицательных результатов. При анализе массовых коэффициентов органов нужно учитывать, что при выраженной динамике массы тела животного предпочтительнее использовать расчет относительно массы головного мозга (как наиболее стабильного показателя), также можно опираться на абсолютные массы органов и массовые коэффициенты органов собак, рассчитанные как отношение массы органа к массе тела. В целом, полученные нами значения

по массам внутренним органам и их коэффициентам совпали с таковыми в опубликованных работах, за некоторым исключением (тимус, печень). Выявленные противоречия вероятно связаны с возрастной неоднородностью животных, а также различиями в техниках некропии и сепарации органов, что еще раз свидетельствует о необходимости создания собственных внутрилабораторных интервалов. Продолжение данной работы позволит снизить разброс получаемых данных, что повысит качество, достоверность и воспроизводимость научных результатов, а также, в перспективе, будет способствовать снижению количества используемых в эксперименте интактных животных.

Список литературы / References

1. Миронов А.Н. *Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. Часть первая.* Москва: Гриф и К; 2012. 944 с. URL: https://rsmu.ru/fileadmin/templates/DOC/Zakon_RF/Mironov_Rukovodstvo_po_provedeniju_doklinicheskikh_issledovaniy_lekarstvennykh_sredstv.pdf (дата обращения: 06.03.2025).

Mironov AN. *Guidelines for Conducting Preclinical Studies of Drugs. Part One.* Moscow: Grif and Co Publ.; 2012. 944 p. URL: https://rsmu.ru/fileadmin/templates/DOC/Zakon_RF/Mironov_Rukovodstvo_po_provedeniju_doklinicheskikh_issledovaniy_lekarstvennykh_sredstv.pdf (accessed: 06.03.2025). (In Russ.).

2. Foster JR, Mowat V, Singh BP, Ingram-Ross JL, Bradley D. Chapter 19 - Animal Models in Toxicologic Research: Dog. In book: Haschek WM, Rousseaux C (Eds.). In book: *Haschek and Rousseaux's Handbook of Toxicologic Pathology. Volume 1: Principles and Practice of Toxicologic Pathology.* Academic Press; 2022. P. 721–750. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821044-4.00008-X>

3. Макарова М.Н., Макаров В.Г. Использование собак в доклинических исследованиях. *Лабораторные животные для научных исследований.* 2023;(4):4–22. <https://doi.org/10.57034/2618723X-2023-04-01>

Makarova MN, Makarov VG. Dogs in Preclinical Research. *Laboratory Animals for Science.* 2023;(4):4–22. <https://doi.org/10.57034/2618723X-2023-04-01> (In Russ.).

4. Hasiwa N, Bailey J, Clausing P, Daneshian M, Eileraas M, Farkas S, et al. Critical Evaluation of the Use of Dogs in Biomedical Research and Testing in Europe. *Alternatives to Animal Experimentation*. 2011;28(4):266–272. <https://doi.org/10.14573/altex.2011.4.326>
5. Schulte E, Arlt SP. What Kinds of Dogs Are Used in Clinical and Experimental Research? *Animals*. 2022;12(12):1487. <https://doi.org/10.3390/ani12121487>
6. Olson H, Betton G, Robinson D, Thomas K, Monro A, Kolaja G, et al. Concordance of the Toxicity of Pharmaceuticals in Humans and in Animals. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2000;32(1):56–67. <https://doi.org/10.1006/rtph.2000.1399>
7. Хохлова А.Л., Пятигорская Н.В. (ред.) *Доклиническое изучение лекарственных средств (промышленная фармация): учебник для студентов высших учебных заведений*. Москва: Группа Ремедиум; 2021. 395 с.
Khokhlova AL, Pyatigorskaya NV (Eds.). *Preclinical Study of Drugs (Industrial Pharmacy): Textbook for Students of Higher Education Institutions*. Moscow: Remedium Group Publ.; 2021. 395 p. (In Russ.).
8. Sellers RS, Morton D, Michael B, Roome N, Johnson JK, Yano BL, et al. Society of Toxicologic Pathology Position Paper: Organ Weight Recommendations for Toxicology Studies. *Toxicologic Pathology*. 2007;35(5):751–755. <https://doi.org/10.1080/01926230701595300>
9. *ICH Topic S8 Immunotoxicity Studies For Human Pharmaceuticals*. URL: https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/ich-s-8-immunotoxicity-studies-human-pharmaceuticals-step-5_en.pdf (accessed: 06.03.2025).
10. Gad SC. *Animal Models in Toxicology*. 3th Ed. CRC Press; 2016. 1152 p. <https://doi.org/10.1201/b18705>
11. Michael B, Yano B, Sellers RS, Perry R, Morton D, Roome N, et al. Evaluation of Organ Weights for Rodent and Non-Rodent Toxicity Studies: A Review of Regulatory Guidelines and a Survey of Current Practices. *Toxicologic Pathology*. 2007;35(5):742–750. <https://doi.org/10.1080/01926230701595292>
12. Лосева Е.А., Савватейкина А.И., Устенко Ж.Ю., Беляева Е.В., Гущин Я.А. Методика вскрытия и извлечения органов лабораторных животных. Сообщение 7: собаки, кошки. *Лабораторные животные для научных исследований*. 2023;(4):43–59. <https://doi.org/10.57034/2618723X-2023-04-04>
13. Loseva EA, Savvateikina AI, Ustenko ZhYu, Belyaeva EV, Guschin YaA. Technique of Dissection and Extracting Organs of Laboratory Animals. Message 7: Dogs, Cats. *Laboratory Animals for Scientific Research*. 2023;(4):43–59. <https://doi.org/10.57034/2618723X-2023-04-04> (In Russ.).
13. Choi SY, Hwang JS, Kim IH, Hwang DY, Kang HG. Basic Data on the Hematology, Serum Biochemistry, Urology, and Organ Weights of Beagle Dogs. *Laboratory Animal Research*. 2011;27(4):283–291. <https://doi.org/10.5625/lar.2011.27.4.283>
14. Jackson B, Cappiello VP. Ranges of Normal Organ Weights of Dogs. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 1964;6(6):664–668. [https://doi.org/10.1016/0041-008x\(64\)90116-4](https://doi.org/10.1016/0041-008x(64)90116-4)
15. Wang X, Zhou W, Ihsan A, Chen D, Cheng G, Hao H, et al. Assessment of Thirteen-Week Subchronic Oral Toxicity of Cyadox in Beagle Dogs. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2015;73(2):652–659. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2015.09.023>
16. Li F, He X, Niu W, Feng Y, Bian J, Kuang H, et al. Sub-Chronic Safety Evaluation of the Ethanol Extract of *Aralia Elata* Leaves in Beagle Dogs. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2016;79:1–11. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2016.05.005>
17. Shin JW, Park HJ, Kwon M, Son CG. Scientific Evaluation of the Chronic Toxicity of the Herbal Medicine CGX in Beagle Dogs. *Food and Chemical Toxicology*. 2010;48(2):743–749. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.12.008>
18. Бармина Т.Г., Веснина Е.В., Акимова М.А. Зоотехнические аспекты содержания лабораторных собак. *Лабораторные животные для научных исследований*. 2023(1):70–80. <https://doi.org/10.57034/2618723X-2023-01-07>
19. Barmina TG, Vesnina EV, Akimova MA. Zootechnical Aspects of Keeping Laboratory Dogs. *Laboratory Animals for Scientific Research*. 2023(1):70–80. <https://doi.org/10.57034/2618723X-2023-01-07> (In Russ.).
19. *CLSI EP28-A3c. Defining, Establishing, and Verifying Reference Intervals in the Clinical Laboratory. Approved Guideline. 3th Ed.* CLSI; 2010. 72 p. URL: <https://clsi.org/standards/products/method-evaluation/documents/ep28/> (accessed: 06.03.2025).
20. Woicke J, Al-Haddawi MM, Bienvenu JG, Caverly Rae JM, Chanut FJ, Colman K, et al. International Harmonization of Nomenclature and Diagnostic Criteria (INHAND): Nonproliferative and Proliferative Lesions of the Dog. *Toxicologic Pathology*. 2021;49(1):5–109. <https://doi.org/10.1177/0192623320968181>

Об авторах:

Елизавета Владимировна Мазукина, заместитель руководителя отдела экспериментальной фармакологии и токсикологии АО «Научно-производственное объединение «ДОМ ФАРМАЦИИ» (188663, Российская Федерация, Ленинградская обл., Всеволожский район, г.п. Кузьмоловский, ул. Заводская, д. 3, к. 245), [SPIN-код](#), [ORCID](#), mazukina.ev@doclinika.ru

Екатерина Александровна Изьюрова, врач-патоморфолог отдела гистологии и патоморфологии АО «Научно-производственное объединение «ДОМ ФАРМАЦИИ» (188663, Российская Федерация, Ленинградская обл., Всеволожский район, г.п. Кузьмоловский, ул. Заводская, д. 3, к. 245), [SPIN-код](#), [ORCID](#), izyurova.ea@doclinika.ru

Кира Тимуровна Султанова, кандидат медицинских наук, руководитель отдела экспериментальной фармакологии и токсикологии АО «Научно-производственное объединение «ДОМ ФАРМАЦИИ» (188663, Российская Федерация, Ленинградская обл., Всеволожский район, г.п. Кузьмоловский, ул. Заводская, д. 3, к. 245), [SPIN-код](#), [ORCID](#), sultanova.kt@doclinika.ru

Заявленный вклад авторов:

Е.В. Мазукина — написание и редактирование текста статьи, проведение статистической обработки и анализ полученных данных, обобщение результатов исследования, формулировка заключения, ответственность за все аспекты работы.

Е.А. Изьюрова — написание и редактирование текста статьи, анализ и обобщение данных научной литературы.

К.Т. Султанова — редактирование текста рукописи.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Elizaveta V. Mazukina, Deputy Head of the Experimental Pharmacology and Toxicology Department, Joint-Stock Company “Research-and-Manufacturing Company “Home of Pharmacy” (3–245, Zavodskaya Str., Kuzmolovsky Urban-Type Settlement, Vsevolzhsky District, Leningrad Region, 188663, Russian Federation), [SPIN-код](#), [ORCID](#), mazukina.ev@doclinika.ru

Ekaterina A. Izyurova, Pathologist of the Histology and Pathomorphology Department, Joint-Stock Company “Research-and-Manufacturing Company “Home of Pharmacy” (3–245, Zavodskaya Str., Kuzmolovsky Urban-Type Settlement, Vsevolzhsky District, Leningrad Region, 188663, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), izyurova.ea@doclinika.ru

Kira T. Sultanova, Cand.Sci. (Medicine), Head of the Experimental Pharmacology and Toxicology Department, Joint-Stock Company “Research-and-Manufacturing Company “Home of Pharmacy” (3–245, Zavodskaya Str., Kuzmolovsky Urban-Type Settlement, Vsevolzhsky District, Leningrad Region, 188663, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), sultanova.kt@doclinika.ru

Claimed Contributorship:

EV Mazukina: writing and editing the text of the article, statistical processing and analysis of the obtained data, summarizing the research results, formulating the conclusions, overall project management.

EA Izyurova: writing and editing the text of the article, analysing and reviewing the data of scientific literature.

KT Sultanova: editing the text.

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

Поступила в редакцию / Received 20.01.2025

Поступила после рецензирования / Reviewed 21.02.2025

Принята к публикации / Accepted 25.02.2025

ПАТОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ, МОРФОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ, ФАРМАКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЯ

ANIMAL PATHOLOGY, MORPHOLOGY, PHYSIOLOGY, PHARMACOLOGY AND TOXICOLOGY



УДК 616-092.9:59.085

Оригинальное эмпирическое исследование

<https://doi.org/10.23947/2949-4826-2025-24-1-15-22>

Стресс-протективная и актопротекторная активность янтарной кислоты при акустической нагрузке на лабораторных крыс в эксперименте



EDN: HAHJLM

Н.В. Симонова¹  , С.В. Панфилов² , И.Ю. Саяпина², А.П. Лашин³ ¹Калужский государственный университет имени К.Э. Циолковского, г. Калуга, Российская Федерация²Амурская государственная медицинская академия, г. Благовещенск, Российская Федерация³Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии

— МВА имени К.И. Скрябина, г. Москва, Российская Федерация

✉ simonova.agma@yandex.ru

Аннотация

Введение. На сегодняшний день расширение диапазона антропогенного влияния на теплокровный организм, включающего увеличение акустической нагрузки, так значительно, что предполагает необходимость поиска возможных средств профилактики и коррекции изменений, вызванных воздействием шума. Шумовое воздействие на организм сопровождается сдвигом равновесия в функционировании нейрогуморальной системы в сторону увеличения концентрации катехоламинов в крови. В результате нарушается микроциркуляция и трофика тканей, увеличивается проницаемость биологических мембран клеток, изменяются структурно-функциональные свойства интегральных и периферических белков, повышается интенсивность процессов перекисного окисления липидов, потенцирующих формирование гипоксии. В этих условиях целесообразность использования энергокорректора — янтарной кислоты — требует экспериментального обоснования. Цель данного исследования — определение стресс-протективных и актопротекторных свойств янтарной кислоты при акустической нагрузке на лабораторных крыс.

Материалы и методы. Исследования проводились в период с 2022 по 2023 гг. на базе Центральной научно-исследовательской лаборатории Амурской ГМА (г. Благовещенск). Объектом исследования стали 90 белых беспородных крыс-самцов, разделенные на три группы: 1-я группа — интактная, животные находились в стандартных условиях вивария и каким-либо воздействиям не подвергались; 2-я группа — контрольная, животных подвергали акустической нагрузке в течение 21 дня ежедневно по 60 минут на фоне предварительного ежедневного внутрибрюшинного введения непосредственно перед акустической нагрузкой изотонического раствора натрия хлорида в дозе 1 мл/кг; 3-я группа — опытная, крысам перед акустической нагрузкой ежедневно внутрибрюшинно вводили янтарную кислоту в дозе 1 мл/кг в течение 21 дня. Акустическую нагрузку создавали путем подачи через динамики предварительно записанного звука работающего двигателя мотоцикла с уровнем звукового давления 95–105 дБ.

Стресс-протективную активность определяли по массе надпочечников, вилочковой железы, селезенки и количеству эрозивных дефектов на поверхности слизистой оболочки желудка. Актопротекторную активность янтарной кислоты определяли на 7-й, 14-й и 21-й дни от начала эксперимента по длительности плавания крыс в воде.

Результаты исследования. Данные эксперимента подтвердили актопротекторную активность янтарной кислоты в условиях воздействия шума — длительность плавания крыс опытной группы увеличилась на 25 % (7-й день), 27 % (14-й день), 32 % (21-й день) в сравнении с контрольной группой. Стресс-протективный эффект янтарной кислоты при акустической нагрузке выражался предупреждением инволюции вилочковой железы и селезенки в среднем на 42 % к концу опыта, количество эрозивных дефектов слизистой желудка крыс в опытной группе было меньше в 2,5–3,5 раза в течение всего опыта относительно животных группы контроля.

Обсуждение и заключение. Подтверждена актопротекторная и стресс-протективная активность янтарной кислоты при акустической нагрузке на организм: введение сукцината способствует повышению физической выносливости лабораторных крыс, подвергнутых воздействию шума, увеличению коэффициентов массы вилочковой железы и селезёнки в опытной группе на фоне статистически значимого снижения количества эрозивных дефектов на поверхности слизистой оболочки желудка. Это связано с нормализацией энергетического и пластического обмена, кислородного гомеостаза при введении янтарной кислоты, что обеспечивает повышение потенциала компенсаторно-приспособительных реакций к воздействию стресс-фактора.

Ключевые слова: акустическая нагрузка, янтарная кислота, актопротекторная активность, стресс-протективное действие, крысы

Для цитирования. Симонова Н.В., Панфилов С.В., Саяпина И.Ю., Лашин А.П. Стресс-протективная и актопротекторная активность янтарной кислоты при акустической нагрузке на лабораторных крыс в эксперименте. *Ветеринарная патология*. 2025;24(1):15–22. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2025-24-1-15-22>

Original Empirical Research

Stress-Protective and Adaptogenic Effect of Succinic Acid Determined in the Experiment with Laboratory Rats Exposed to Acoustic Load

Natalia V. Simonova¹  , Stepan V. Panfilov² , Irina Yu. Sayapina², Anton P. Lashin³ 

¹Kaluga State University Named after K.E. Tsiolkovski, Kaluga, Russian Federation

²Amur State Medical Academy, Blagoveshchensk, Russian Federation

³Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology — Skryabin MBA, Moscow, Russian Federation

 simonova.agma@yandex.ru

Abstract

Introduction. Today, the range of anthropogenic influences on the endothermic organism, including that caused by acoustic load, is growing so significantly that makes it necessary to search for the possible ways of preventing and correcting changes induced by noise exposure. Exposure of an organism to noise is attributed with neurohumoral mechanisms disbalance leading to catecholamine concentration increase in blood. This results in the microcirculation and tissue trophism disorder, cell membrane permeability increase, changes in structural and functional properties of integral and peripheral proteins, and lipid peroxidation intensity increase with the risk of hypoxia development. Therefore, the expedience of using succinic acid as an energy corrector should be justified experimentally. The present research aims at determining the stress- and adaptogenic properties of succinic acid in laboratory rats exposed to acoustic load.

Materials and Methods. The research was conducted in the period from 2022 to 2023 at the Central Research Laboratory of the Amur State Medical Academy (Blagoveshchensk). The objects of the research were 90 white outbred male rats, divided into three groups: 1st – intact group, the animals were kept in the standard vivarium conditions and were not exposed to any influence; 2nd – control group, the animals were exposed to acoustic load daily for 60 minutes during 21 days preceded by daily intraperitoneal administration of isotonic sodium chloride solution at a dose of 1 ml/kg right before the start of acoustic loading; 3^d – experimental group, prior to the acoustic loading start, the rats were daily intraperitoneally injected with succinic acid at a dose of 1 ml/kg during 21 days. The acoustic load was created by playing back through the speakers the recorded sound of a running motorcycle engine with the level of sound pressure of 95–105 dB. Stress-protective effect was determined by the weight of the adrenal glands, thymus gland, spleen and the number of gastric mucosa erosions. The adaptogenic effect of succinic acid was determined on the 7th, 14th and 21st days from the start of the experiment by the duration of rats' swimming in the water.

Results. The data obtained during the experiment has confirmed the adaptogenic effect of succinic acid in conditions of exposure to noise — the swimming time of rats from the experimental group increased by 25% (on the 7th day), by 27% (on the 14th day), by 32% (on the 21st day) compared to the control group. The stress-protective effect of succinic acid under acoustic load was manifested in prevention of thymus gland and spleen involution, on average, by 42% by the end of the experiment; and reduction by 2.5–3.5 times throughout the experiment of the number of gastric mucosa erosions in rats from the experimental group compared to the animals from the control group.

Discussion and Conclusions. The adaptogenic and stress-protective effect of succinic acid on the organism under acoustic load has been confirmed: administering the succinate to laboratory rats exposed to noise improves their physical endurance, increases the mass coefficients of the thymus gland and spleen in the experimental group against the background of statistically significant reduction of the number of gastric mucosa erosions. This is related to normalization of the energy-

yielding and constructive metabolism and oxygen homeostasis, when administering the succinic acid, which ensures improvement of the compensatory and adaptive reaction capacity as a feedback to stress.

Keywords: acoustic load, succinic acid, adaptogenic effect, stress-protective effect, rats

For Citation. Simonova NV, Panfilov SV, Sayapina IYu, Lashin AP. Stress-Protective and Adaptogenic Effect of Succinic Acid Determined in the Experiment with Laboratory Rats Exposed to Acoustic Load. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2025;24(1):15–22. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2025-24-1-15-22>

Введение. Проблема дисфункционала при акустической нагрузке на клеточно-тканевом уровне и в организме в целом является актуальной в современном мире ввиду прогрессирующей динамики антропогенного влияния на организм, безусловно требующего прицельного раскрытия механизмов развития патологического состояния с целью проведения своевременной фармакопрофилактики и фармакокоррекции. Известно, что шумовое воздействие на теплокровный организм сопровождается сдвигом равновесия в функционировании нейрогуморальной системы в сторону увеличения концентрации катехоламинов в крови с последующим нарушением микроциркуляции и трофики тканей [1]. С другой стороны, исследователями подтверждена роль механорецепторов как первичного звена, напрямую воспринимающего акустические колебания, в формировании ответной реакции со стороны вегетативной нервной системы [2]. Периферические механизмы, срабатывающие при акустической нагрузке, потенцируют возбуждение в коре и подкорковых структурах головного мозга, что подтверждают нейрофизиологические исследования, с последующим отклонением вегетативных функций от референсного диапазона [3]. Итогом является формирование порочного круга, связывающего центральный и периферический компоненты ответной реакции на шум в усугубляющийся, в зависимости от длительности экспозиции, патологический процесс.

При этом, рассматривая влияние акустической нагрузки на клеточном уровне, необходимо отметить основную мишень воздействия шума — клеточные мембраны: меняются структурно-функциональные свойства интегральных и периферических белков с деградацией конформационных способностей, что приводит к изменению проницаемости мембраны и электрофизиологическому дисбалансу клетки, мембранная энзимопатия содействует повышению интенсивности перекисного окисления липидов, входящих в структурный липопротеидный кластер биомембран [4–6].

Учитывая, что описанные изменения в организме при шумовом воздействии попадают под отдельные звенья стресс-реакции, требующей адекватного энергообеспечения для нивелирования мембранной дисфункции, восстановления микроциркуляции и т. д., рабочей гипотезой настоящего исследования явилось

изучение возможности коррекции негативного воздействия акустической нагрузки введением янтарной кислоты. *Цель работы* — определить стресс-протективную и актопротекторную активность янтарной кислоты при акустической нагрузке на лабораторных крыс.

Материалы и методы. Исследования проводились в период с 2022 по 2023 гг. на базе Центральной научно-исследовательской лаборатории Амурской ГМА (г. Благовещенск). Объектом эксперимента стали 90 белых беспородных крыс-самцов массой 220–260 г в соответствии с нормативными требованиями проведения доклинических экспериментальных исследований и с разрешения Локального этического комитета (протокол № 1 от 01.12.2021 г.). Животные были разделены на три группы: 1-я группа — интактная (n=30), крысы находились в стандартных условиях вивария и каким-либо воздействиям не подвергались; 2-я группа — контрольная (n=30), животных подвергали акустической нагрузке (АН) в течение 21 дня ежедневно по 60 мин на фоне ежедневного внутривнутрибрюшинного введения непосредственно перед АН изотонического раствора NaCl в дозе 1 мл/кг; 3-я группа — опытная (n=30), крысам перед АН ежедневно внутривнутрибрюшинно вводили янтарную кислоту в дозе 1 мл/кг в течение 21 дня. АН создавали путем подачи через динамики предварительно записанного звука работающего двигателя мотоцикла с уровнем звукового давления 95–105 дБ, определяемого с помощью шумомера PCE-999 (PCE Group, Германия).

Стресс-протективную и актопротекторную активность янтарной кислоты определяли по изложенным в ранее опубликованной нами работе методикам: на 7-й, 14-й, 21-й дни от начала эксперимента фиксировали длительность плавания крыс в воде, в эти же контрольные временные точки из декапитированных тел крыс извлекали желудок (с последующим подсчетом количества эрозивных дефектов на слизистой), вилочковую железу, селезенку, надпочечники (с последующим расчетом коэффициента массы органов).

Статистическую обработку результатов проводили с помощью Microsoft Excel 2016 и пакета прикладных программ Statistica v.10.0: результаты описаны с помощью расчета медианы (Me), нижнего и верхнего квартиля [Q₁; Q₃]; сравнение групп по количественному показателю осуществляли с помощью U-критерия Манна-Уитни; статистическую значимость изменений

показателей в динамике внутри группы оценивали с помощью критерия Вилкоксона; во всех процедурах оценки различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования. Акустическая нагрузка на организм приводит к снижению физической выносливости крыс, что подтвердилось статистически значимым уменьшением длительности плавания крыс в воде на

23,8 % (7-й день), 22,6 % (14-й день), 25,4 % (21-й день опыта) (рис. 1–3). Определение актопротекторной активности янтарной кислоты в условиях АН показало, что введение лекарственного средства лабораторным крысам сопровождается увеличением физической выносливости на 24,8 % к концу первой недели эксперимента, на 26,9 % — к концу второй, на 31,9 % — к концу третьей недели в сравнении с контрольной группой ($p < 0,05$).

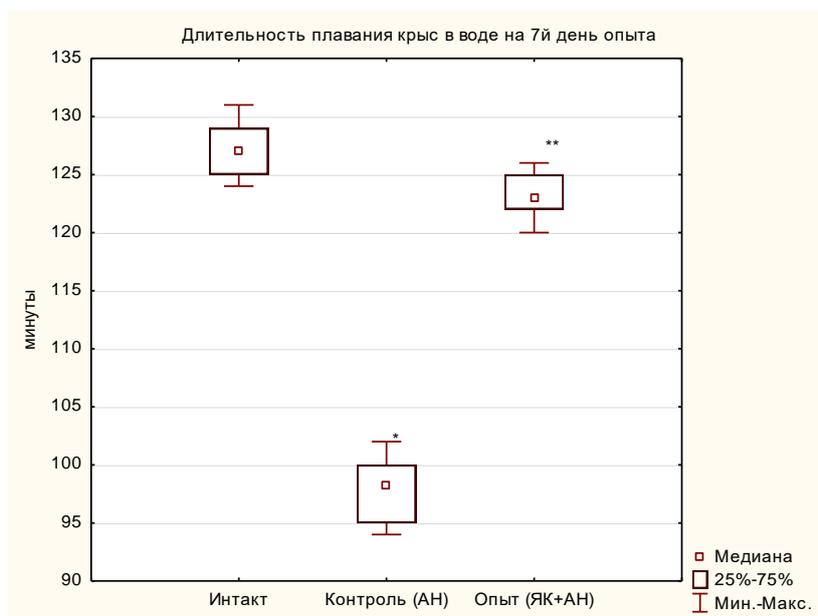


Рис. 1. Влияние янтарной кислоты на физическую выносливость крыс в условиях акустической нагрузки на 7-й день опыта (в минутах)

Примечание. Здесь и на рис. 2–6:

* $p < 0,05$, по сравнению с интактными животными в аналогичный срок эксперимента;

** $p < 0,05$, по сравнению с контрольными животными в аналогичный срок эксперимента;

Интакт — интактная группа,

Контроль (АН) — контрольная группа (акустическая нагрузка),

Опыт (ЯК+АН) — опытная группа (янтарная кислота + акустическая нагрузка)

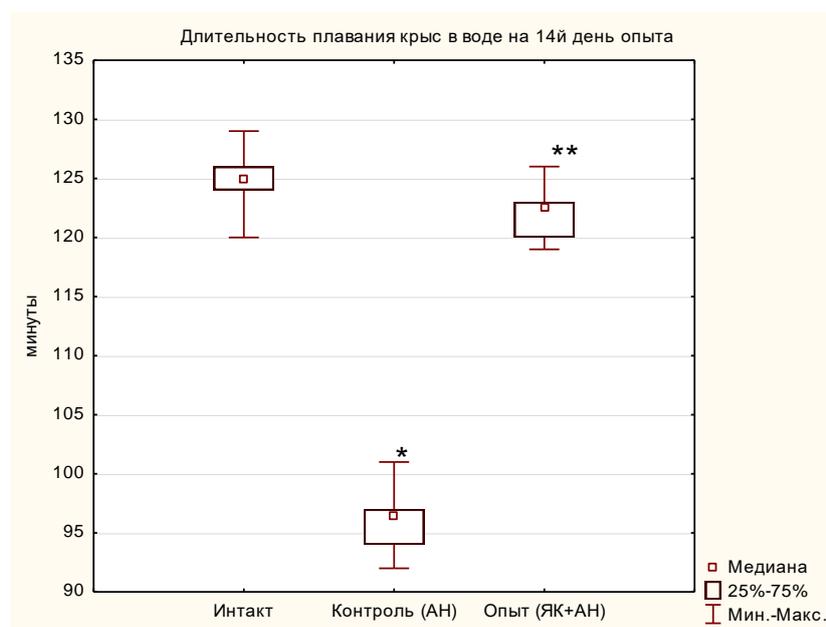


Рис. 2. Влияние янтарной кислоты на физическую выносливость крыс в условиях акустической нагрузки на 14-й день опыта (в минутах)

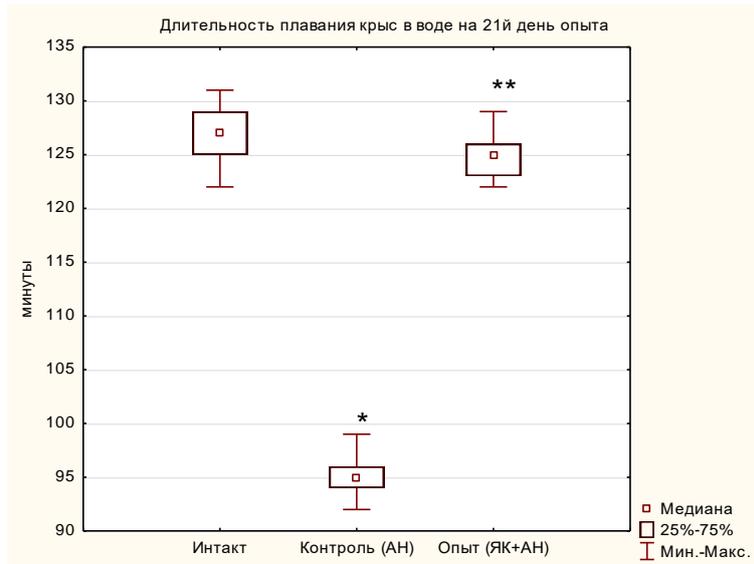


Рис. 3. Влияние янтарной кислоты на физическую выносливость крыс в условиях акустической нагрузки на 21-й день опыта (в минутах)

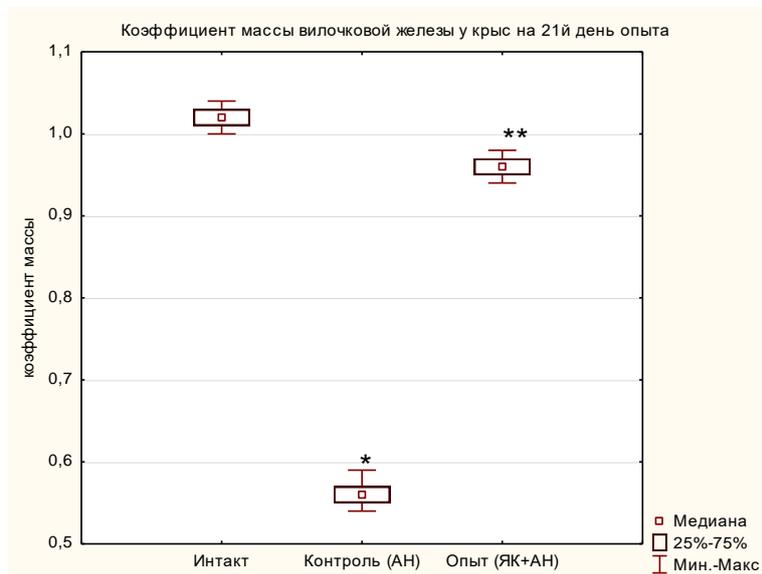


Рис. 4. Влияние янтарной кислоты на коэффициент массы вилочковой железы у крыс в условиях акустической нагрузки на 21-й день опыта

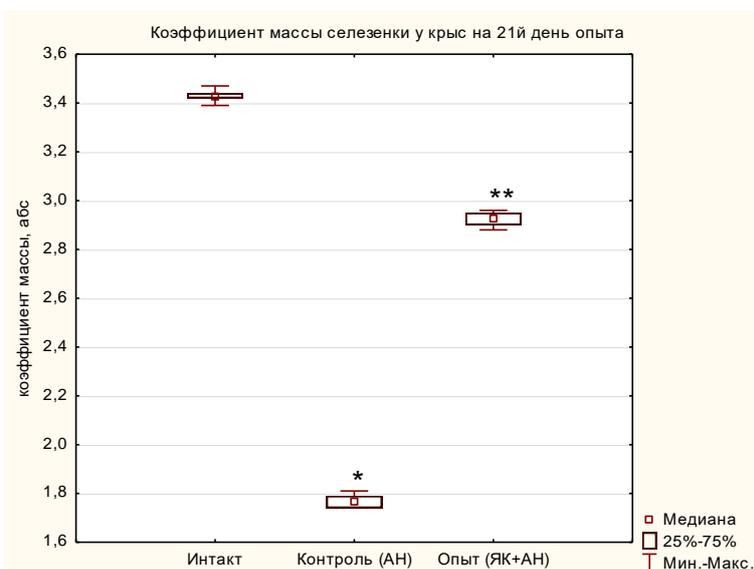


Рис. 5. Влияние янтарной кислоты на коэффициент массы селезенки у крыс в условиях акустической нагрузки на 21-й день опыта

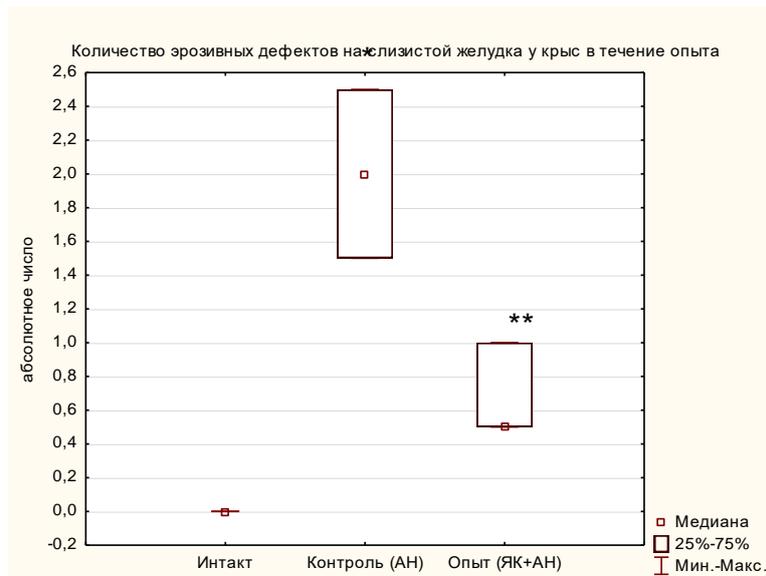


Рис. 6. Влияние янтарной кислоты на количество эрозивных дефектов на слизистой оболочке желудка у крыс в условиях акустической нагрузки на 21-й день опыта

Акустическая нагрузка на крыс вызывает формирование стресс-реакции в организме, подтвержденной статистически значимым уменьшением в контрольной группе по сравнению с интактной коэффициентов массы вилочковой железы и селезенки на фоне увеличения количества эрозивно-язвенных дефектов на поверхности слизистой оболочки желудка ($p < 0,05$, рис. 4–6). Оценка стресс-протективной активности янтарной кислоты показала, что в опытной группе по сравнению с контрольной коэффициент массы вилочковой железы к концу эксперимента был выше на 41,7 %, коэффициент массы селезенки — на 42,3 %, количество эрозивных дефектов слизистой желудка в опытной группе было меньше в 2,5–3,5 раза в течение всего опыта ($p < 0,05$).

Обсуждение и заключение. Проведенный эксперимент показал, что воздействие шума на крыс в течение 21-го дня способствует формированию стресс-реакции, негативные последствия которой возможно предупредить введением янтарной кислоты. Актопротекторный эффект янтарной кислоты реализуется поставкой в организм стимулирующего синтез АТФ фармакологического агента, который в условиях гипоксии и энергодефицита при физической нагрузке поставляет электроны на ферментный комплекс сукцинат-коэнзим Q-оксидоредуктаза на внутренней мембране митохондрий, восстанавливая адекватную работу дыхательной цепи, направленную на стабилизацию энергообмена в организме. Напомним, что дыхательная цепь митохондрий включает несколько ферментных комплексов, транспортирующих электроны от донора (α -кетоглутарат, пируват, жирные кислоты) к акцептору: первый комплекс — восстановленный НАД-коэнзим Q-оксидоредуктаза; второй комплекс — сукцинат-коэнзим Q-оксидоредуктаза; третий — коэнзим Q-цитохром

С-оксидоредуктаза; четвертый — цитохром С-оксидаза. Система окисления янтарной кислоты включает второй, третий и четвертый комплексы. Важно, что активация сукцинатом второго комплекса дыхательной цепи восстанавливает электрохимический градиент на мембране митохондрий, который в условиях гипоксии сдвигается за счет ингибирования первого комплекса и деполяризации внутренней мембраны, что приводит к нарушению трансмембранного транспорта и зачастую последующей гибели клетки [7–10].

На сегодняшний день доказано, что янтарная кислота обладает свойствами внутри- и внеклеточной сигнальной молекулы, функции которой превосходят диапазон чистой энергопродукции: сукцинат в организме принимает участие в целом ряде метаболических процессов, являясь косвенным регулятором транскрипции генов, фактором посттрансляционной модификации белков, первичным мессенджером и посредником межклеточных взаимодействий [11, 12]. Биоэффекты сукцината затрагивают процессы энергетического и пластического обмена, кислородный гомеостаз, регуляцию жизненного цикла клеток, что в процессе компенсаторно-приспособительных реакций к воздействию стресс-факторов приобретает особую значимость в проекции формирования немедленного и отсроченного клеточного ответа.

Таким образом, в условиях акустической нагрузки янтарная кислота продемонстрировала наличие комбинации стресс-протективного и актопротекторного эффектов, что раскрывает перспективы дальнейшего изучения сукцинатсодержащих препаратов в клинике и эксперименте с целью расширения доказательной базы эффективности фармакопрофилактики и фармакокоррекции негативного воздействия шума на тепловой организм.

Список литературы / References

1. Адипбаев Б.М., Алмабаева Н.М., Ахсанова О. Влияние звуковых волн на организм. *Вестник Казахского НМУ*. 2018;(1):262–263.
Adibayev BM, Almabaeva NM, Akhsanova O. Influence of Sound-Waves on an Organism. *KazNMU Bulletin*. 2018;(1):262–263. (In Russ.).
2. Melkonyan MM, Sahakyan GV, Pogosyan GA, Hunanyan LS. Physical Parameters White Rat Erythrocyte Membranes under Conditions of Acoustic Stress. *The New Armenian Medical Journal*. 2012;6(1):26–29. URL: <https://ysmu.am/v2/wp-content/uploads/2023/09/4-Melkonyan-NAMJ-v6n1-Inter-Eng.pdf> (accessed: 01.02.2025)
3. Торкунова О.В. Холинергическая регуляция нарушений функций центральной нервной системы вследствие воздействия низкочастотных акустических колебаний. Диссертация кандидата биологических наук. Санкт-Петербург; 2019. 158 с.
Torkunova OV. *Cholinergic Regulation of Central Nervous System Dysfunctions due to Exposure to Low-Frequency Acoustic Vibrations*. Cand. Sci. (Biology) Dissertation. Saint Petersburg; 2019. 158 p. (In Russ.).
4. Доровских В.А., Ли О.Н., Симонова Н.В. Ремаксол в коррекции процессов перекисного окисления липидов биомембран, индуцированных холодным воздействием. *Якутский медицинский журнал*. 2015;4(52):21–24.
Dorovskikh VA, Li ON, Simonova NV. Remaxol in the Correction of Lipid Peroxidation Processes in Biomembranes Induced by Cold Exposure. *Yakut Medical Journal*. 2015;4(52):21–24. (In Russ.).
5. Лашин А.П., Симонова Н.В., Симонова Н.П. Фитопрофилактика диспепсии у новорожденных телят. *Вестник КрасГАУ*. 2015;9(108):189–192.
Lashin AP, Simonova NV, Simonova NP. Phytoprophylaxis of Dyspepsia in Newborn Calves. *Bulletin of KSAU*. 2015;9(108):189–192. (In Russ.).
6. Торкунова О.В., Шабанов П.Д. Фармакологическая коррекция неблагоприятного действия низкочастотных акустических колебаний. *Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии*. 2014;12(3):20–25.
Torkunova OV, Shabanov PD. Pharmacological Correction of Extreme Effects of Infrasound Acoustic Vibrations. *Reviews on Clinical Pharmacology and Drug Therapy*. 2014;12(3):20–25. (In Russ.).
7. Semenza GL. Pharmacologic Targeting of Hypoxia-Inducible Factors. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*. 2019;59:379–403. <https://doi.org/10.1146/annurev-pharmtox-010818-021637>
8. Лашин А.П., Симонова Н.В. Фитопрепараты в коррекции окислительного стресса у телят. *Дальневосточный аграрный вестник*. 2017;4(44):131–135.
Lashin AP, Simonova NV. Phytopreparation in Correction of Oxidative Stress in Calves. *Far Eastern Agricultural Journal*. 2017;4(44):131–135. (In Russ.).
9. Cerri M. The Central Control of Energy Expenditure: Exploiting Torpor for Medical Applications. *Annual Review of Physiology*. 2017;79:167–186. <https://doi.org/10.1146/annurev-physiol-022516-034133>
10. Деев Р.В., Билялов А.И., Жампеисов Т.М. Современные представления о клеточной гибели. Гены и клетки. 2018;13(1):6–19. <https://doi.org/10.23868/201805001>
Deev R.V., Bilyalov A.I., Zhampeisov T.M. Modern Ideas about Cell Death. *Genes and Cells*. 2018;13(1):6–19. <https://doi.org/10.23868/201805001> (In Russ.)
11. Приходько В.А., Селизарова Н.О., Оковитый С.В. Молекулярные механизмы развития гипоксии и адаптации к ней. Часть I. *Архив патологии*. 2021;83(2):52–61. <https://doi.org/10.17116/patol20218302152>
Prikhodko VA, Selizarova NO, Okovityi SV. Molecular Mechanisms for Hypoxia Development and Adaptation to It. Part I. *Russian Journal of Archive of Pathology*. 2021;83(2):52–61. <https://doi.org/10.17116/patol20218302152> (In Russ.).
12. Приходько В.А., Селизарова Н.О., Оковитый С.В. Молекулярные механизмы развития гипоксии и адаптации к ней. Часть II. *Архив патологии*. 2021;83(3):62–69. <https://doi.org/10.17116/patol20218303162>
Prikhodko VA, Selizarova NO, Okovityi SV. Molecular Mechanisms for Hypoxia Development and Adaptation to It. Part II. *Russian Journal of Archive of Pathology*. 2021;83(3):62–69. <https://doi.org/10.17116/patol20218303162> (In Russ.).

Об авторах:

Наталья Владимировна Симонова, доктор биологических наук, профессор кафедры медико-биологических дисциплин Калужского государственного университета имени К.Э. Циолковского (248023, Российская Федерация, г. Калуга, ул. Степана Разина, д. 26), [SPIN-код](#), [ORCID](#), simonova.agma@yandex.ru

Степан Владимирович Панфилов, аспирант кафедры госпитальной терапии с курсом фармакологии Амурской государственной медицинской академии (675006, Российская Федерация, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Горького, д. 95), [ORCID](#), panfilstep59@gmail.com

Ирина Юрьевна Саяпина, доктор биологических наук, доцент, зав. кафедрой гистологии и биологии Амурской государственной медицинской академии (675006, Российская Федерация, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Горького, д. 95), [SPIN-код](#), sayapina_agma@mail.ru

Антон Павлович Лашин, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры радиобиологии и биофизики имени академика А.Д. Белова Московской государственной академии ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К. И. Скрябина (109472, Российская Федерация, г. Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23), [SPIN-код](#), [ORCID](#), ant.lashin@yandex.ru

Заявленный вклад авторов:

Н.В. Симонова: научное руководство, формирование основной концепции, цели исследования, анализ результатов исследований, формирование выводов, подготовка и доработка текста.

С.В. Панфилов: сбор и обработка материала, подготовка текста.

И.Ю. Саяпина: помощь в доработке текста.

А.П. Лашин: анализ результатов исследований.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Natalia V. Simonova, Dr.Sci. (Biology), Professor of the Medical and Biological Disciplines Department, Kaluga State University Named after K.E. Tsiolkovski (26, Stepan Razin Str., Kaluga, 248023, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), simonova.agma@yandex.ru

Stepan V. Panfilov, Postgraduate Student of the Hospital Therapy Department with the Course in Pharmacology, Amur State Medical Academy (95, Gorky Str., Blagoveshchensk, 675006, Russian Federation), [ORCID](#), panfilstep59@gmail.com

Irina Yu. Sayapina, Dr.Sci. (Biology), Associate Professor, Head of the Histology and Biology Department, Amur State Medical Academy (95, Gorky Str., Blagoveshchensk, 675006, Russian Federation), [SPIN-code](#), sayapina_agma@mail.ru

Anton P. Lashin, Dr.Sci.(Biology), Associate Professor, Professor of the Radiobiology and Biophysics Department Named after Academician A.D. Belov, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology — Skryabin MBA (23, Academician Skryabin Str., Moscow, 109472, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), ant.lashin@yandex.ru

Claimed Contributorship:

NV Simonova: academic advising, formulating the main concept, aim and objectives of the research, analysis of the research results, formulating the conclusions, preparing and refining the text.

SV Panfilov: collecting and processing materials, preparing the text.

IYu Sayapina: assistance in text refining.

AP Lashin: analysis of the research results.

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

Поступила в редакцию / Received 20.12.2024

Поступила после рецензирования / Reviewed 16.01.2025

Принята к публикации / Accepted 21.01.2025

ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ И ИММУНОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

INFECTIOUS DISEASES AND ANIMAL IMMUNOLOGY



УДК 579.62:579.834.115:616.98:619:636.7

Обзор предметного поля

<https://doi.org/10.23947/2949-4826-2025-24-1-23-30>

Этиологическая структура лептоспироза собак: обзор научной литературы

 О.Е. Зиновьева  , С.В. Зюзгина , А.Ю. Иванченко, А.Н. Скворцова , Т.П. Лобова 

 Федеральный центр охраны здоровья животных (ИЦНМВЛ ФГБУ «ВНИИЗЖ»), г. Москва,
Российская Федерация

 serology@cnmvl.ru


EDN: IDJUZX

Аннотация

Введение. Одним из наиболее часто регистрируемых заболеваний у животных-компаньонов является лептоспироз — зоонозная природно-очаговая инфекция, вызываемая бактериями рода *Leptospira* и представляющая опасность для человека. Основными резервуарами спирохет в дикой фауне являются грызуны и насекомоядные, а в антропоургических очагах — домашние животные и сельскохозяйственный скот. Лептоспироз распространен во всем мире, и несмотря на ежегодно проводимые профилактические мероприятия, случаи выявления заболевания в популяциях восприимчивых животных продолжают регистрироваться повсеместно. Для эффективной борьбы с распространением инфекции требуется максимально полное понимание этиологической структуры лептоспироза. Цель данного обзора — обобщение и анализ отечественных и зарубежных научных данных о возбудителях лептоспироза у собак и этиологической структуре заболевания.

Материалы и методы. Поиск исследований проводился в базах данных электронных библиотек и журналов (NCBI, ResearchGate, Springer и др) по ключевым словам: лептоспироз, собака, реакция микроагглютинации, серогруппа, серовар. Использовались источники, опубликованные за последние 10 лет, на русском и английском языках. Результаты представлены в виде блок-схемы PRISMA и таблицы.

Результаты исследования. Проведенный анализ распространения лептоспироза среди собак в разных регионах мира свидетельствует об общем неблагоприятном положении. Анализ этиологической структуры заболевания показал наличие различных серогрупп и сероваров в зависимости от географического региона, климата и истории вакцинации животных.

Обсуждение и заключение. Понимание реальной эпизоотической картины лептоспироза собак имеет важное значение не только для ветеринарии, но и для гуманитарной медицины. Для разработки и внедрения эффективных превентивных мер необходим постоянный контроль заболевания и проведение лабораторных исследований, включающих помимо серологического мониторинга лептоспироза выделение новых изолятов лептоспир во время вспышек заболевания. Это будет отображать полную картину инфекционного процесса и позволит моделировать новые иммуноспецифические препараты для борьбы с болезнью.

Ключевые слова: лептоспироз, реакция микроагглютинации, серогруппа, серовар, этиологическая структура, собака

Финансирование: обзор проводился в рамках выполнения НИР: «Разработка методики по лабораторному контролю и оценке уровня антител у вакцинированных против лептоспироза животных».

Для цитирования. Зиновьева О.Е., Зюзгина С.В., Иванченко А.Ю., Скворцова А.Н., Лобова Т.П. Этиологическая структура лептоспироза собак: обзор научной литературы. *Ветеринарная патология.* 2025;24(1):23–30. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2025-24-1-23-30>

Etiological Structure of Canine Leptospirosis: A Literature Review

Olga E. Zinovieva  , Svetlana V. Zyuzgina , Aleksandra Yu. Ivanchenko, Anastasia N. Skvortsova ,
Tatyana P. Lobova 

Federal Center for Animal Health (FGBI "ARRIAH"), Moscow, Russian Federation

 serology@cnmvl.ru

Abstract

Introduction. One of the diseases most frequently registered in companion animals is leptospirosis, a natural focal zoonotic infection caused by bacteria of the genus *Leptospira*, dangerous to humans. The main reservoirs hosts for spirochetes in wild fauna are rodents and insectivores, and in anthropurgic foci – domestic animals and cattle. Leptospirosis is widespread throughout the world, and despite the annual preventive measures, cases of disease in populations of susceptible animals continue to be detected and registered everywhere. To effectively combat the spread of infection, the comprehensive understanding of the etiological structure of leptospirosis is required. The aim of the present review is to summarise and analyse the data in native and foreign scientific papers on the causative agents of canine leptospirosis and the etiological structure of the disease.

Materials and Methods. The search for the papers was carried out in databases of electronic libraries and journals (NCBI, ResearchGate, Springer, etc.) using the keywords: leptospirosis, dog, microagglutination test, serogroup, serovar. Papers published during the last 10 years in Russian and English were studied. The results were presented in a PRISMA flow chart and a table.

Results. The conducted analysis of the prevalence of leptospirosis among dogs in different regions of the world indicates a generally adverse situation. The analysis of the etiological structure of the disease has revealed the presence of different serogroups and serovars depending on the geographical region, climate and vaccination history of animals.

Discussion and Conclusion. Understanding the real epizootic situation on canine leptospirosis is important not only for veterinary medicine, but for humanitarian medicine as well. Development and implementation of efficient preventive measures require constant disease monitoring and laboratory research, which includes, in addition to serological surveillance of leptospirosis, detection of the new leptospira isolates during disease outbreaks. This will reveal a complete picture of the infectious process and will enable modeling the new specific immune preparations for combating the disease.

Keywords: leptospirosis, microagglutination test, serogroup, serovar, etiologic structure, dog

Funding: The review was conducted as part of the research project: "Development of a methodology for laboratory monitoring and assessment of antibody levels in animals vaccinated against leptospirosis."

For Citation. Zinovieva OE, Zyuzgina SV, Ivanchenko AYu, Skvortsova AN, Lobova TP. Etiological Structure of Canine Leptospirosis: A Literature Review. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2025;24(1):23–30. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2025-24-1-23-30>

Введение. Лептоспироз — зоонозное заболевание, вызываемое патогенными спирохетами, распространённое во всём мире, кроме Арктики и Антарктиды, и поражающее большинство видов млекопитающих, в том числе человека. Основным проявлением лептоспироза у собак является поражение печени, почек и легких. Передача лептоспироза от собак человеку происходит при прямом или непрямом контакте с домашними, сельскохозяйственными или лабораторными животными и их мочой, поэтому к группам высокого профессионального риска заражения лептоспирозом относятся животноводы, работники мясоперерабатывающих предприятий и убойных цехов, ветеринарные врачи и специалисты лабораторий [1]. Следует отметить, что заболевание от человека к человеку не передается, и больной человек является «тупиком» инфекции.

Организация специфической профилактики заболевания представляет собой сложный вопрос, так как возбудитель инфекции имеет большое разнообразие сероваров. Антитела защищают животных только от сероваров, входящих в состав вакцины, и как правило, требуется ежегодная ревакцинация. Более того, в последнее время наблюдается тенденция к урбанизации лептоспирозов: возрастание доли городского населения в общей структуре заболеваемости обусловлено ростом типично «городских» этиологических форм лептоспирозов (*Icterohaemorrhagiae* и *Canicola*, источником и резервуаром которых на территории России, как и в большинстве стран мира, являются крысы и собаки), расширением границ городов, освоением территорий природных очагов под лесопарки, садоводческие и огороднические товарищества и другими факто-

рами [2]. На изменение состава циркулирующих сероваров лептоспир среди разных видов животных также значительно влияет приобретение животных за рубежом. Знание регистрируемых сероваров лептоспир в разных странах мира позволяет предупредить их распространение в России. Появление новых сероваров как причин лептоспироза у собак требует постоянного мониторинга эпизоотической ситуации и разработки новых вакцин для борьбы с данным заболеванием [3]. Цель обзора — обобщение и анализ отечественных и зарубежных научных публикаций за последние 10 лет, касающихся возбудителей лептоспироза у собак и этиологической структуры заболевания.

Материалы и методы. Поиск исследований проводился с помощью баз данных электронных библиотек и журналов, таких как NCBI, ResearchGate, Springer, Heliyon, BMC Veterinary Research, eLibrary.Ru. Первичный поиск осуществлялся по ключевым словам: лептоспироз, собака, реакция микроагглютинации, се-

рогруппа, серовар. Вторичный поиск включал публикации по выбранной тематике в следующих странах: Индия, Китай, Таиланд, Малайзия, Япония, Бразилия, Мексика, Швеция, Италия, Испания, Босния и Герцеговина, Российская Федерация. Использовались источники, опубликованные за последние 10 лет, на русском и английском языках. Результаты оформлены в виде блок-схемы PRISMA и таблицы.

Результаты исследования. В результате поиска, проведенного во всех базах данных, было выявлено 74 литературных источника. В общей сложности было исключено 46 источников, поверхностно затрагивающих выбранную тему. Потенциально подходящие тексты ($n=28$) были загружены в облачное хранилище и изучены всеми экспертами, чтобы убедиться в их актуальности. После данного этапа еще 3 публикации были исключены. В результате 25 максимально релевантных тематике статей были отобраны для включения в обзор. Краткое изложение процесса проверки показано на блок-схеме PRISMA (рис. 1).



Рис. 1. Процесс отбора литературных источников

Leptospira spp. подразделяются на более чем 250 сероваров, но во многих лабораториях только 6 из них регулярно используются в серологических тестах на агглютинацию собачьих сывороток [1]. На территории Российской Федерации исследование сывороток животных проводится с 4–7 штаммами разных серогрупп лептоспир в реакции микроагглютинации (РМА)¹. Лептоспирозная инфекция у собак может остаться незамеченной при использовании некачественных антигенов лептоспир или антигенов, не актуальных для данного региона. Механизмы передачи возбудителя лептоспироза: контактный (через повреждённые слизистые и кожу, при купании в водоёмах со стоячей водой или контакте с больными животными), алиментарный путь (употребление сырой воды из природных источников, молока, мяса). Имеются сообщения о выявлении лептоспироза

после употребления загрязнённых фруктов или трупов мертвых животных [4]. Передача заболевания часто происходит через источники окружающей среды, загрязнённые мочой инфицированных животных.

Клинические признаки лептоспироза у заражённых собак могут проявляться в виде отсутствия аппетита, вялости, рвоты, повышенной жажды и мочеиспускания из-за неолитической почечной дисфункции, лихорадки или комбинации этих признаков. Поскольку лептоспироз может быстро прогрессировать до тяжелого поражения почек, это заболевание следует рассматривать у собак с острым началом лихорадочного заболевания, особенно если они не привиты от лептоспироза [5].

В штате Тамил Наду (Индия) в период с января 2017 г. по декабрь 2021 г. у собак были выявлены ан-

¹ ГОСТ 25386–91. Животные сельскохозяйственные. Методы лабораторной диагностики лептоспироза. Москва: Госстандарт России: Издво стандартов; 1991. 32 С. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200025477> (дата обращения: 29.07.2024).

титела в РМА к серогруппам *Australis* (47,5 %), *Autumnalis* (33,5 %), *Canicola* (24,2 %), *Pomona* (13,4 %), *Tarassovi* (11,2 %) и *Grippotyphosa* (9,4 %). Положительный результат у 38,7 % животных в возрасте старше трех лет показал возрастную восприимчивость, но существенной разницы между половой принадлежностью не выявлено [6].

В Навсари (штат Южный Гуджарат, Индия) из 410 образцов сывороток 45 были положительными на *Pyrogenes* (24,40 %), *Shermani* (22,20 %), *Djasiman* (20,00 %), *Hurstbridge* (17,80 %), *Canicola* (15,60 %), *Grippotyphosa* (15,60 %), *Panama* (13,30 %), *Ballum* (11,10 %), *Javanica* (4,40 %), *Icterohaemorrhagiae* (2,20 %) и *Lai* (2,20 %) [7].

На территории Южной Италии были зарегистрированы положительные результаты со следующими серогруппами: серогруппа *Icterohaemorrhagiae* серовар *Copenhageni* с титрами в РМА в диапазоне от 1:100 до 1:1600; серогруппа *Australis* серовар *Bratislava* с титрами в диапазоне от 1:200 до 1:1600; серогруппа *Canicola* серовар *Canicola* с титром 1:3200 [8].

В питомнике в Италии в 2020 г. была вспышка лептоспироза собак: 22 из 59 собак (37,3 %) показали серопозитивность по крайней мере к одному серовару, принадлежащему к серогруппе *Sejroe*, а анализ MLST (типирование на основе мультилокусных последовательностей) выявил *L. Borgpetersenii* серогруппы *Sejroe* (*Leptospira* ST155). До настоящего времени инфекция серогруппы *Sejroe* у собак регистрировалась спорадически. Расширение панели антигенов в РМА на несколько сероваров, принадлежащих к серогруппе *Sejroe*, может быть полезно для диагностики лептоспироза собак [9].

На острове Сардиния (Италия) при изучении этиологической структуры лептоспироза собак были выявлены антитела к серогруппе *Icterohaemorrhagiae* (57 %), за ним следовали *Bratislava* (22 %), *Canicola* (14 %) и *Grippotyphosa* (7 %) [10].

В Чанчуне (Китай) было исследовано 1053 образцов собачьей сыворотки крови. Положительный результат в РМА составил приблизительно 19,1 %. Основными распространенными серогруппами лептоспир были *Icterohaemorrhagiae* (8,1 %), *Canicola* (7,6 %), *Australis* (5,3 %), *Ballum* (4,7 %) и *Pyrogenes* (4,2 %) [11].

В Таиланде лептоспирозные антитела были обнаружены в РМА у 33 из 273 собак (12,1 %). Антитела более чем к 1 серовару были обнаружены у 15/33 в РМА-положительных собак (45,5 %). Антитела были обнаружены к 19 сероварам, принадлежащим к 12 серогруппам. Наиболее распространенной серогруппой была *Sejroe* (4,4 %), за ней следовали *Icterohaemorrhagiae* (3,7 %), *Bataviae* (2,9 %) и *Canicola* (2,6 %). Высокий титр (1:640) был обнаружен только у двух собак к серовару *Bataviae* и серовару *Sejroe* [12].

В Таиланде были выделены изоляты *L. weilii* (CUDO6 и CUD13) из мочи собак с бессимптомным протеканием инфекции. Оба штамма принадлежали к

одной и той же серогруппе *Mini* с почти сохранными геномными признаками [13].

В Японии среди 283 клинически подозрительных случаев лептоспироза собак, диагностированных с августа 2007 г. по март 2011 г., в 83 случаях лептоспироз был диагностирован лабораторно по результатам посева крови, повышения титров антител в парных сыворотках с помощью РМА и/или обнаружения ДНК. Преобладающей серогруппой была *Hebdomadis* (53,3 %), за ней следовали *Australis* (16,7 %) и *Autumnalis* (16,7 %). *Leptospira interrogans* была выделена от 45 собак следующих серогрупп: *Australis* (16), *Autumnalis* (6), *Canicola* (1 %), *Hebdomadis* (21) и *Icterohaemorrhagiae* (1). Все эти серогруппы вызывали летальные инфекции (57,1–100 %) [14].

В префектуре Осака (Япония) в 2017 г. был выявлен лептоспироз у 11 собак. РМА тест показал, что титры антител против серовара *Australis* составляли от 1:2560 до 1:10240 у двух собак [15].

На территории Бразилии серологические исследования показали, что наиболее часто встречающимися серогруппами являются *Canicola*, *Icterohaemorrhagiae* и *Autumnalis* [16]. В Сан-Паулу антитела против *Leptospira spp.* были обнаружены у 47 собак (51 %) с титрами в диапазоне от 100 до 12 800. У большинства собак были обнаружены антитела против серогрупп *Autumnalis* (43), *Icterohaemorrhagiae* (34), *Pomona* (20) и *Pyrogenes* (14). Менее распространенными серогруппами были *Canicola*, *Wolffi* и *Shermani* (по одному животному для каждой серогруппы). Стоит отметить, что были выявлены антитела к *L. santarosai* серогруппы *Sejroe* (невирулентные виды лептоспир), что позволяет предположить возможную роль собак в цепочке передачи этого вида лептоспир [17].

В Испании серопозитивная РМА (1:100) была выявлена среди сероваров *Icterohaemorrhagiae* (19,4 %), *Bratislava* (8,5 %), *Grippotyphosa* (7,2 %), *Australis* (6,4 %), *Autumnalis* (5,0 %), *Pomona* (4,5 %), *Canicola* (3,4 %) и *Saxkoebing* (0,8 %) [18]. Также в Испании с 2015 по 2017 гг. было проведено исследование 1310 собак на лептоспироз в РМА на 8 сероваров (*Bratislava*, *Icterohaemorrhagiae*, *Australis*, *Pomona*, *Grippotyphosa*, *Autumnalis*, *Canicola* и *Saxkoebing*). 338 образцов (25,8 %) были серопозитивными (1:100). Что касается географии, на севере страны была отмечена самая высокая серопревалентность (38,0 %), затем следовал южный регион (29,4 %), центральная часть (28,6 %), Средиземноморье (22,3 %) и северо-западный регион (22,2 %) [18].

В Селангоре (Малайзия) в сыворотке крови собак чаще всего регистрировали положительную реакцию на серовары *Bataviae* (12), *Javanica* (10), *Icterohaemorrhagiae* (10), *Australis* (3), *Ballum* (3), *Hardjobovis* (3), *Malaysia* (3) и *Pomona* (2). Наименее частыми сероварами лептоспир были *Autumnalis*, *Canicola*, *Celledoni*, *Copenhageni*, *Cynopteri*, *Lai* и *Pyrogenes*. У вакцинированных собак серопозитивность была самой высокой в отношении сероваров *Icterohaemorrhagiae* (n=5), у невакцинированных собак

серопозитивность была самой высокой в отношении сероваров *Bataviae* (10) и *Javanica* (7) [19].

В Швеции положительные титры в РМА ($\geq 1:50$) были обнаружены у 27 из 369 собак (7,3 %) и выявлено пять различных сероваров, среди которых наиболее распространенным был *Saxkoebing* (64,3 %), далее следовали *Copenhagi* (14,3 %), *Bratislava* (10,7 %), *Icterohaemorrhagiae* (7,1 %) и *Canicola* (3,6 %) [20].

В Мексике наиболее часто обнаруживаемыми сероварами были *Pyrogenes*, *Canicola*, *Bratislava* и *Australis* с серологическими титрами от 1:100 до 1:800. Частота встречаемости *Leptospira spp.* составила 39,4 % (13 из 33) [21].

В Боснии и Герцеговине было протестировано 300 образцов сыворотки крови от трех различных категорий собак различных пород из 12 городов. В РМА использовали 12 сероваров лептоспир. Наличие специфических антител было подтверждено для 8 сероваров. Доля серопозитивных собак составила 22,3 % (67 из 300). Самая высокая серопозитивность была обнаружена у серовара *Pomona* (n=38; 42,7 %), *Canicola* (14,6 %), *Icterohaemorrhagiae* (13,5 %), *Sejroe* (12,4 %), *Autumnalis* (12,4 %), *Grippotyphosa* (2,2 %), *Bratislava* (1,1 %) и *Australis* (1,1 %) [22].

По данным отчетов государственных ветеринарных лабораторий Российской Федерации по форме 4-вет за 2020–2021 гг. исследовано 17557 проб сыворотки крови от собак, проведено 124303 серологических исследования в РМА, антитела к возбудителю лептоспироза обнаружены у 2 % животных. В этиологической структуре лептоспироза на серогруппу *Icterohaemorrhagiae* приходится 52,4 %, на серогруппы *Canicola* и *Grippotyphosa* по 7,8 %, *Hebdomadis* 3,8 %, *Cynopteri* 2,9 %, *Pomona* 1 %.

У 24,3 % собак антитела выявлены к двум и более серогруппам одновременно [23].

В различных регионах страны инфицированность собак лептоспирозом и распространенность лептоспир разных серогрупп колеблется в довольно значительных пределах. Так, на территории Дальневосточного и Южного федеральных округов случаев лептоспироза у собак не зафиксировано. В Сибирском и Северо-Кавказском федеральном округах выявлены единичные случаи инфицированности собак лептоспирозом. В Северо-Западном федеральном округе антитела обнаружены у 22 % исследованных собак, из них к лептоспирам серогруппы *Icterohaemorrhagiae* положительно прореагировало 57,5 %, *Canicola* 7,4 %, *Grippotyphosa* 9,1 %, *Hebdomadis* 3,8 %, *Cynopteri* 3,5 %, *Pomona* 0,7 %. Смешанная лептоспирозная инфекция выявлена у 18 % исследованных собак.

В Приволжском федеральном округе у 80 % положительно реагирующих в РМА собак выявлены антитела к двум и более серогруппам одновременно, у 20 % к лептоспирам серогруппы *Icterohaemorrhagiae*, инфицированность составила 45 %.

На территории Центрального федерального округа антитела к возбудителям лептоспироза выявлены у 50 % исследованных собак, из них у 33 % к лептоспирам серогруппы *Icterohaemorrhagiae*, у 17 % к лептоспирам серогруппы *Pomona*, смешанная этиология зарегистрирована у 50 % инфицированных животных.

На основании данных, представленных в таблице 1, можно сделать вывод, что лептоспирозная инфекция среди собак регистрируется во многих странах мира, где проводится мониторинг и контроль над этим заболеванием.

Таблица 1

Основные серогруппы/серовары лептоспир у собак, распространенные по странам

№	Страна/регион	Серогруппа/серовар
1	Индия, шт. Тамил Наду	<i>Australis</i> , <i>Autumnalis</i> , <i>Canicola</i> , <i>Pomona</i> , <i>Tarassovi</i> , <i>Grippotyphosa</i>
2	Индия, шт. Южный Гуджарат, г. Навсари	<i>Pyrogenes</i> , <i>Shermani</i> , <i>Djasiman</i> , <i>Hurstbridge</i> , <i>Canicola</i> , <i>Grippotyphosa</i> , <i>Panama</i> , <i>Ballum</i> , <i>Javanica</i> , <i>Icterohaemorrhagiae</i> , <i>Lai</i>
3	Китай, г. Чанчунь	<i>Icterohaemorrhagiae</i> , <i>Canicola</i> , <i>Australis</i> , <i>Ballum</i> и <i>Pyrogenes</i>
4	Таиланд	<i>Sejroe</i> , <i>Icterohaemorrhagiae</i> , <i>Bataviae</i> и <i>Canicola</i>
5	Малайзия, г. Селангор	<i>Bataviae</i> , <i>Javanica</i> , <i>Icterohaemorrhagiae</i> , <i>Australis</i> , <i>Ballum</i> , <i>Hardjobovis</i> , <i>Malaysia</i> , <i>Pomona</i> . Наименее частыми сероварами лептоспир были <i>Autumnalis</i> , <i>Canicola</i> , <i>Celledoni</i> , <i>Copenhageni</i> , <i>Cynopteri</i> , <i>Lai</i> , <i>Pyrogenes</i>
6	Япония	<i>Hebdomadis</i> , <i>Australis</i> , <i>Autumnalis</i> <i>Canicola</i> , <i>Icterohaemorrhagiae</i>
7	Бразилия	<i>Autumnalis</i> , <i>Icterohaemorrhagiae</i> , <i>Pomona</i> и <i>Pyrogenes</i> . Менее распространенными серогруппами были <i>Canicola</i> , <i>Wolffi</i> , <i>Shermani</i>
8	Мексика	<i>Pyrogenes</i> , <i>Canicola</i> , <i>Bratislava</i> , <i>Australis</i>
9	Швеция	<i>Saxkoebing</i> , <i>Copenhagi</i> , <i>Bratislava</i> , <i>Icterohaemorrhagiae</i> , <i>Canicola</i>
10	Италия	<i>Copenhageni</i> , <i>Bratislava</i> , <i>Canicola</i>
11	Италия, о. Сардиния	<i>Icterohaemorrhagiae</i> , <i>Bratislava</i> , <i>Canicola</i> , <i>Grippotyphosa</i>
12	Испания	<i>Icterohaemorrhagiae</i> , <i>Bratislava</i> , <i>Grippotyphosa</i> , <i>Australis</i> , <i>Autumnalis</i> , <i>Pomona</i> , <i>Canicola</i> , <i>Saxkoebing</i>
13	Босния и Герцеговина	<i>Pomona</i> , <i>Canicola</i> , <i>Icterohaemorrhagiae</i> , <i>Sejroe</i> , <i>Autumnalis</i> , <i>Grippotyphosa</i> , <i>Bratislava</i> , <i>Australis</i>
14	Российская Федерация	<i>Icterohaemorrhagiae</i> , <i>Canicola</i> , <i>Grippotyphosa</i> , <i>Hebdomadis</i> , <i>Sejroe</i> , <i>Cynopteri</i> , <i>Pomona</i>

Помимо основных серогрупп лептоспир, входящих в состав вакцин (в основном это *Icterohaemorrhagiae* и *Canicola*), встречаются варианты вакцин с *Grippityphosa* и *Australis*. Стоит отметить, что часто в РМА фиксируются серогруппы лептоспир, не входящие в состав иммунобиологических препаратов, а именно титры к *Pyrogenes*, *Autumnalis* и *Cynopteri*. В связи с этим при проведении специфической иммунизации собак против лептоспироза следует учитывать особенности климата и географического расположения каждой страны.

Обсуждение и заключение. В результате проведенного обзора получены актуальные данные как для ветеринарии, так и для гуманитарной медицины, поскольку они касаются распространения лептоспироза в группе животных, имеющих тесную связь с человеком. Вакцинация — одна из основных мер для сохранения

здоровья собак и возможности формирования популяционного иммунитета против лептоспироза, так как несмотря на разнообразие видов сероваров, большинство случаев заболевания приходится на серогруппы *Icterohaemorrhagiae* и *Canicola*, которые входят в состав большинства вакцин. Однако при проведении плановых профилактических мероприятий стоит учитывать, что в разных регионах мира могут преобладать другие виды лептоспир, поэтому помимо серодиагностики, необходимо уделять особое внимание изоляции и идентификации инфицирующих сероваров лептоспир. Эпизоотологический мониторинг позволяет следить за циркулирующими штаммами лептоспир в популяции животных, проводить специфическую иммунизацию вакцинами с актуальным составом и моделировать новые иммунобиологические препараты против местных вспышек лептоспироза.

Список литературы / References

1. Smith AM, Stull JW, Moor GE. Potential Drivers for the Re-Emergence of Canine Leptospirosis in the United States and Canada. *Tropical Medicine and Infectious Disease*. 2022;7(11):377. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed7110377>
2. Соболева Г.Л., Ананьина Ю.В., Непоклонова И.В. Актуальные вопросы лептоспироза людей и животных. *Российский ветеринарный журнал*. 2017;(8):14–18.
Soboleva GL, Ananyina YuV, Nepoklonova IV. Actual Problems of Human and Animal Leptospirosis. *Russian Veterinary Journal*. 2017;(8):14–18. (In Russ.).
3. Klaasen H, Adler B. Recent Advances in Canine Leptospirosis: Focus on Vaccine Development. *Veterinary Medicine: Research and Reports*. 2015;6:245–260. <https://doi.org/10.2147/VMRR.S59521>
4. Fabiani A, Dal Bo E, Di Bella S, Gabrielli M, Bologna A, Albert U, et al. Pica (Allotriophagy): An Underestimated Risk Factor for Severe Leptospirosis (Weil's Diseases)? Report of a Leptospira Septic Shock Successfully Managed with ECMO. *Infectious Disease Reports*. 2021;13(3):619–626. <https://doi.org/10.3390/idr1303005>
5. Sykes JE, Francey T, Schuller S, Stoddard RA, Cowgill LD, Moore GE. Updated ACVIM Consensus Statement on Leptospirosis in Dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2023;37(6):1966–1982. <https://doi.org/10.1111/jvim.16903>
6. Senthilkumar K, Tirumurugaan KG, Ravikumar G. Understanding the Seroepidemiology of Canine Leptospirosis in Tamil Nadu: Need for Inclusion of Additional Serovars in Dog Vaccines. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*. 2023;14(1), 075–082. <https://doi.org/10.23910/1.2023.3341>
7. Kanthala S, Patel DR, Balamurugan V, Makwana PM, Parasana DK, et al. Seroprevalence and Molecular Detection of Canine Leptospirosis in and around Navsari, South Gujarat, India. *The Indian Journal of Veterinary Sciences and Biotechnology*. 2023;19(3):58–64. <https://doi.org/10.48165/ijvsbt.19.3.13>
8. Grippi F, Cannella V, Macaluso G, Blanda V, Emmolo G, Santangelo F, et al. Serological and Molecular Evidence of Pathogenic *Leptospira* spp. in Stray Dogs and Cats of Sicily (South Italy) 2017–2021. *Microorganisms*. 2023;11(2):385. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11020385>
9. Balboni A, Mazzotta E, Boniotti MB, Bertasio C, Bellinati L, Lucchese L, et al. Outbreak of *Leptospira borgpetersenii* Serogroup Sejroe Infection in Kennel: The Role of Dogs as Sentinel in Specific Environments. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(7):3906. <https://doi.org/10.3390/ijerph19073906>
10. Piredda I, Ponti MN, Piras A, Palmas B, Pintore P, Pedditziet A, et al. New Insights on *Leptospira* Infections in a Canine Population from North Sardinia, Italy: A Sero-Epidemiological Study. *Biology*. 2021;10(6):507. <https://doi.org/10.3390/biology10060507>
11. Ding Y, Zhang W, Xie X, Zhang S, Song N, Liu Z, et al. Seroepidemiological Analysis of Canine *Leptospira* Species Infections in Changchun, China. *Pathogens*. 2023;12(7):930. <https://doi.org/10.3390/pathogens12070930>
12. Altheimer K, Jongwattanapisan P, Luengyosuechakul S, Pusoonthornthum R, Prapasarakul N, Kurilung A, et al. *Leptospira* Infection and Shedding in Dogs in Thailand. *BMC Veterinary Research*. 2020;16:89. <https://doi.org/10.1186/s12917-020-2230-0>

13. Kurilung A, Perreten V, Prapasarakul N. Comparative Genomic Analysis and A Novel Set of Missense Mutation of the *Leptospira Weilii* Serogroup Mini from the Urine of Asymptomatic Dogs in Thailand. *Frontiers in Microbiology*. 2021;12:731937. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.731937>
 14. Koizumi N, Muto MM, Akachi S, Okano S, Yamamoto S, Horikawa K, et al. Molecular and Serological Investigation of *Leptospira* and Leptospirosis in Dogs in Japan. *Journal of Medical Microbiology*. 2013;62(4):630–636. <https://doi.org/10.1099/jmm.0.050039-0>
 15. Saeki J, Tanaka A. Canine Leptospirosis Outbreak in Japan. *Frontiers in Veterinary Science*. 2021;8:763859. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.763859>
 16. Esteves SB, Santos CM, Silva BCS, Salgado FF, Guilloux AGA, Cortez A. Time for Change? A Systematic Review with Meta-Analysis of *Leptospira* Infecting Dogs to Assess Vaccine Compatibility in Brazil. *Preventive Veterinary Medicine*. 2023;213:105869. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2023.105869>
 17. Miotto BA, Guilloux AGA, Tozzi BF, Moreno LZ, da Hora AS, Dias RA, et al. Prospective Study of Canine Leptospirosis in Shelter and Stray Dog Populations: Identification of Chronic Carriers and Different *Leptospira* Species Infecting Dogs. *PLoS ONE*. 2018;13(7):e0200384. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200384>
 18. López MC, Vila A, Rodón, J, Roura X. *Leptospira* Seroprevalence in Owned Dogs from Spain. *Heliyon*. 2019;5(8):e02373. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02373>
 19. Rahman SA, Khor KH, Khairani-Bejo S, Lau SF, Mazlan M, Roslan A, et al. Detection and Characterization of *Leptospira Spp.* in Dogs Diagnosed with Kidney and/or Liver Disease in Selangor, Malaysia. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 2021;33(5) 834–843. <https://doi.org/10.1177/10406387211024575>
 20. Scahill K, Windahl U, Boqvist S, Pelander L. *Leptospira* Seroprevalence and Associated Risk Factors in Healthy Swedish Dogs. *BMC Veterinary Research*. 2022;18:376. <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03472-5>
 21. Vázquez-Manzanilla CA, Cárdenas-Marrufo MF, Gutiérrez-Blanco E, Jiménez-Coello M, Pech-Sosa NR, Ortega-Pachecoet A. Clinical Features of Chronic Kidney Disease in Dogs with the Serological Presence of *Leptospira Spp.*, *Ehrlichia Canis*, and *Anaplasma phagocytophilum*. *Animal Diseases*. 2023;3:37. <https://doi.org/10.1186/s44149-023-00103-w>
 22. LindtnerKnific R, Čutuk A, Gračner GG, Dovč A. Seroprevalence of Leptospirosis in Various Categories of Dogs in Bosnia and Herzegovina. *Veterinarski arhiv*. 2019;89(5): 627–640. <https://doi.org/10.24099/vet.arhiv.0407>
 23. Зюзгина С.В., Зиновьева О.Е., Белоусов В.И. Этиологическая структура лептоспироза собак. В: *Сборник трудов научно-практической конференции. Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения*. Под общей редакцией С.В. Полябина, Л.А. Гнездиловой. Москва: Сельскохозяйственные технологии; 2022. С. 165–166.
- Zyuzgina SV, Zinovieva OE, Belousov VI. Etiological Structure of Canine Leptospirosis. In: *Proceedings of the Scientific and Practical Conference “Actual Problems of Veterinary Medicine, Animal Husbandry, Biotechnology and Examination of Raw Materials and Products of Animal Origin”*. Pozyabin SV, Gnezdilova LA (Eds). Moscow: Sel'skokhozyaistvennyye tekhnologii Publ.; 2022. P. 165–166.

Об авторах:

Ольга Евгеньевна Зиновьева, кандидат ветеринарных наук, научный сотрудник отдела серологии и лептоспироза Федерального центра охраны здоровья животных (ИЦНМВЛ ФГБУ «ВНИИЗЖ») (111622, Российская Федерация, г. Москва, ул. Оранжерейная, д. 23, стр. 2), [SPIN-код](#), [ORCID](#), serology@cnmvvl.ru

Светлана Викторовна Зюзгина, старший научный сотрудник отдела серологии и лептоспироза Федерального центра охраны здоровья животных (ИЦНМВЛ ФГБУ «ВНИИЗЖ») (111622, Российская Федерация, г. Москва, ул. Оранжерейная, д. 23, стр. 2), [SPIN-код](#), [ORCID](#), zyuzginasveta@mail.ru

Александра Юрьевна Иванченко, ветеринарный врач отдела серологии и лептоспироза Федерального центра охраны здоровья животных (ИЦНМВЛ ФГБУ «ВНИИЗЖ») (111622, Российская Федерация, г. Москва, ул. Оранжерейная, д. 23, стр. 2), alex.iv1986@mail.ru

Скворцова Анастасия Николаевна, младший научный сотрудник отдела вирусологии Федерального центра охраны здоровья животных (ИЦНМВЛ ФГБУ «ВНИИЗЖ») (111622, Российская Федерация, г. Москва, ул. Оранжерейная, д. 23, стр. 2), [SPIN-код](#), [ORCID](#), nefedovi5748@gmail.com

Лобова Татьяна Петровна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела вирусологии Федерального центра охраны здоровья животных (ИЦНМВЛ ФГБУ «ВНИИЗЖ») (111622, Российская Федерация, г. Москва, ул. Оранжерейная, д. 23, стр. 2), [SPIN-код](#), [ORCID](#), t.lobova@mail.ru

Заявленный вклад авторов:

О.Е. Зиновьева: научное руководство, формирование основной концепции, цели и задач исследования, подготовка текста, формирование выводов.

С.В. Зюзгина: анализ полученных данных, доработка текста, корректировка выводов.

А.Ю. Иванченко: анализ полученных данных, помощь в доработке текста.

А.Н. Скворцова: анализ полученных данных, помощь в доработке текста.

Т.П. Лобова: помощь в доработке текста.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Olga E. Zinovieva, Cand.Sci. (Veterinary Sciences), Research Associate of the Serology and Leptospirosis Department, Federal Center for Animal Health (FGBI “ARRIAH”) (23, Building 2, Oranzhereynaya Str., Moscow, 111622, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), serology@cnmvl.ru

Svetlana V. Zyuzgina, Senior Research Associate of the Serology and Leptospirosis Department, Federal Center for Animal Health (FGBI “ARRIAH”) (23, Building 2, Oranzhereynaya Str., Moscow, 111622, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), zyuzginasveta@mail.ru

Aleksandra Yu. Ivanchenko, Veterinarian of the Serology and Leptospirosis Department, Federal Center for Animal Health (FGBI “ARRIAH”) (23, Building 2, Oranzhereynaya Str., Moscow, 111622, Russian Federation), alex.iv1986@mail.ru

Anastasia N. Skvortsova, Junior Research Associate of the Serology and Leptospirosis Department, Federal Center for Animal Health (FGBI “ARRIAH”) (23, Building 2, Oranzhereynaya Str., Moscow, 111622, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), nefedovi5748@gmail.com

Tatyana P. Lobova, Cand.Sci.(Biology), Senior Research Associate of the Virology Department, Federal Center for Animal Health (FGBI “ARRIAH”) (23, Building 2, Oranzhereynaya Str., Moscow, 111622, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), t.lobova@mail.ru

Claimed Contributorship:

OE Zinovieva: scientific supervision, formulating the main concept, aim and objectives of the research, preparing the text, formulating the conclusions.

SV Zyuzgina: analysis of the obtained data, refining the text, correcting the conclusions.

AYu Ivanchenk: analysis of the obtained data, assistance in refining the text.

AN Skvortsova: analysis of the obtained data, assistance in refining the text.

TP Lobova: assistance in refining the text.

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

Поступила в редакцию / Received 25.12.2025

Поступила после рецензирования / Reviewed 25.01.2025

Принята к публикации / Accepted 29.01.2025

ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ И ИММУНОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

INFECTIOUS DISEASES AND ANIMAL IMMUNOLOGY



УДК 57.012.4:579.23:579.841.93

<https://doi.org/10.23947/2949-4826-2025-24-1-31-38>

Оригинальное эмпирическое исследование

Морфологическое исследование культуры *Brucella suis* при разных условиях низкотемпературного хранения

 В.Р. Саитов , К.В. Юсупова ✉, Г.С. Кашеваров , Е.В. Панкова 

Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, г. Казань, Российская Федерация

✉ kse.perf@gmail.com

EDN: KLCQIP

Аннотация

Введение. Бруцеллез — опасное зоонозное заболевание, опосредованно и напрямую передающееся от животных человеку. Несоблюдение ветеринарных требований и правил при содержании животных и реализации продукции животноводства может привести к возникновению стойко неблагополучной по бруцеллезу эпизоотической ситуации, предотвратить которую можно своевременным проведением вакцинации. На эффективность вакцины могут влиять различные факторы, в первую очередь — свойства вакцинного штамма, которые могут измениться в результате неблагоприятных условий (например, длительного хранения). Для нивелирования деструктивного воздействия заморозки бактериальные клетки помещают в различные среды, в таком случае важно подтвердить сохранение структур бактериальных клеток на морфологическом уровне. Однако до сих пор нет комплексных морфологических исследований влияния различных режимов низкотемпературного хранения на ультраструктуру *Brucella suis*. Цель данного исследования — провести морфологический анализ бактерий *Brucella suis* (штамм 22) для оценки специфичности влияния глубокой заморозки в различных условиях на его ультраструктуру.

Материалы и методы. Исследование проведено в 2024 г. на базе ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» (г. Казань). В качестве объекта исследований брали суспензии клеток *Brucella suis* (штамм 22), выращенных в разных условиях, проводили дегидратацию и заливку в эпоксидные смолы с последующей полимеризацией. Для ультраструктурного анализа образцы подготавливали по методике ультратонких срезов, монтировали на бленды, контрастировали и просматривали на просвечивающем электронном микроскопе. Статистическую обработку результатов исследования осуществляли в программах Statistica 6.0 и MS Excel с использованием теста Манна–Уитни, с исходным уровнем значимости $\alpha=0,05$ и последующей коррекцией уровня значимости по методу Бонферрони (до $\alpha=0,002$).

Результаты исследования. При оценке воздействия глубокой заморозки на ультраструктуру бактерий *Brucella suis* (штамм 22), выращенных в обезжиренном молоке и сахарозо-желатиновой среде, морфологических отличий от нативного штамма не обнаружено. Статистически значимые отличия от нативного штамма выявлены лишь в группе с применением лиофильной сушки, однако и эти отличия лежат в пределах стандартного отклонения.

Обсуждение и заключение. По результатам проведенного морфологического исследования воздействия глубокой заморозки на ультраструктуру бактерий *Brucella suis* (штамм 22) можно сделать вывод о предпочтительности низкотемпературного хранения в обезжиренном молоке и сахарозо-желатиновой среде. В будущем планируется исследование особенностей воздействия других условий хранения на ультраструктуру бактерий рода *Brucella* для пополнения данных в паспортах штаммов. Данная работа имеет важное практическое значение для организации коллекций микроорганизмов и разработки диагностических средств.

Ключевые слова: зооантропонозы, *Brucella suis*, вакцина, глубокая заморозка, низкотемпературное хранение, морфологический анализ, морфометрические показатели, ультраструктура бактерий

Благодарность. Авторы выражают благодарность редакции и рецензентам за внимательное отношение и указанные замечания, которые позволили повысить качество статьи, а также сотрудникам научно-вспомогательного подразделения Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук (Центр коллективного пользования электронной микроскопией) за помощь в проведении исследования.

Для цитирования. Сайтов В.Р., Юсупова К.В., Кашеваров Г.С., Панкова Е.В. Морфологическое исследование культуры *Brucella suis* при разных условиях низкотемпературного хранения. *Ветеринарная патология*. 2025;24(1):31–38. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2025-24-1-31-38>

Original Empirical Research

Morphological Study of the Culture of *Brucella Suis* under Different Low-Temperature Storage Conditions

Vadim R. Saitov , Ksenia V. Yusupova ✉, Gleb S. Kashevarov , Ekaterina V. Pankova 

Federal Center for Toxicological, Radiation, and Biological Safety, Kazan, Russian Federation

✉ kse.perf@gmail.com

Abstract

Introduction. Brucellosis is a dangerous zoonotic disease indirectly and directly transmitted from animals to humans. Failure to comply with the veterinary requirements and rules in keeping animals and selling livestock products may result in a persistently adverse epizootic situation on brucellosis that can be prevented by timely vaccination. Vaccine efficacy may be affected by various factors, primarily by vaccine strain properties, which may change under adverse conditions (e.g. long-term storage). To mitigate the destructive effect of freezing, the bacterial cells are placed in various media, and therefore it is important to verify at morphological level the preservation of the structures of bacterial cells. However, no comprehensive morphological studies on the effect of various low-temperature storage conditions on the *Brucella suis* ultrastructure have been performed yet. The aim of the present research is to conduct a morphological analysis of bacteria *Brucella suis* (strain 22) to assess the features of the deep freezing effect on their ultrastructure in different conditions.

Materials and Methods. The study was conducted in 2024 at the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Center for Toxicological, Radiation, and Biological Safety” (Kazan). The object of the study were suspensions of *Brucella suis* cells (strain 22) grown in different conditions. They were dehydrated and embedded in epoxy resins, then subjected to polymerization. The specimens for ultrastructural analysis were prepared according to the ultrathin section obtaining methodology, they were mounted using the lens-hoods, strained and viewed with a transmission electron microscope. Statistical processing of the research results was carried out in Statistica 6.0 and MS Excel programs using the Mann–Whitney test, with the initial significance level of $\alpha=0.05$ and subsequent correction of significance level according to Bonferroni method (up to $\alpha=0.002$).

Results. When assessing the effect of deep freezing on the ultrastructure of bacteria *Brucella suis* (strain 22) grown in skim milk and sucrose-gelatin media, no morphological differences from the native strain were found. Statistically significant differences from the native strain were revealed only in the group where freeze drying was used, but these differences were within the standard deviation.

Discussion and Conclusion. Based on the results of the morphological study on the effect of deep freezing on the ultrastructure of bacteria *Brucella suis* (strain 22), it can be concluded that skim milk and sucrose-gelatin are preferable media for low-temperature storage. In future, it is planned to study the features of the effect the other storage conditions have on the ultrastructure of genus *Brucella* bacteria to supplement the information in the strain data sheets. This work has an important practical value for creating the collections of microorganisms and developing diagnostic tools.

Keywords: zoonanthroponosis, *Brucella suis*, vaccine, deep freezing, low-temperature storage, morphological analysis, morphometric parameters, bacterial ultrastructure

Acknowledgements. The authors express their gratitude to the editorial office and reviewers for their attentive attitude and comments, which allowed for improving the quality of the article, and to the staff of the scientific support unit of the Institute of Biology of Inland Waters named after I.D. Papanin of the Russian Academy of Sciences (Center for Collective Use of Electron Microscopy) for their assistance in conducting the research.

For Citation. Saitov VR, Yusupova KV, Kashevarov GS, Pankova EV. Morphological Study of the Culture of *Brucella Suis* under Different Low-Temperature Storage Conditions. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2025;24(1):31–38. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2025-24-1-31-38>

Введение. Одним из глобальных вызовов современности являются зооантропонозы — инфекционные заболевания, передающиеся опосредованно и напрямую от животных человеку. На данный момент известно более 200 видов зоонозных инфекций, и их спи-

сок постоянно пополняется. Важной проблемой для ветеринарии и медицины на территории Российской Федерации остается заболеваемость людей и животных бруцеллезом, который может проявиться в виде паралича, менингоэнцефалита, нейросенсорной глухоты и

др., в зависимости от типа бактерии, ставшей причиной развития бруцеллеза [1–10]. По данным ряда исследователей эпизоотолого-эпидемиологической обстановки, на начало 2021 г. в России зарегистрированы 234 неблагополучных пункта по бруцеллезу крупного и мелкого рогатого скота, а также зафиксированы случаи заболевания людей [11]. Причинами возникновения стойкой неблагополучной по бруцеллезу эпизоотической ситуации могут стать: несоблюдение ветеринарных требований и правил при содержании животных и реализации продукции животноводства, несвоевременный убой больных животных, невыявленные эпизоотические очаги и скрытые носители бруцелл.

Основными патогенными видами рода *Brucella*, способными вызывать серьезные эпизоотические и эпидемиологические осложнения, являются *B. melitensis*, *B. abortus* и *B. suis* [12]. Важнейшим инструментом в изучении морфологических особенностей бактериальных клеток является электронная микроскопия [13, 14]. Так, исследования ряда авторов касаются ультраструктурных особенностей L-форм бруцелл [15, 16]. Казахские ученые методом негативного контрастирования изучали S- и R-формы изолятов бруцелл [17]. Сотрудники ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» (г. Казань) более 10 лет проводят исследования ультраструктурных особенностей бруцелл, включая воздействие на данные микроорганизмы факторов различной этиологии [18–21].

Действенным средством для предотвращения заболевания является вакцинация [22–25]. Однако на эффективность вакцины могут влиять различные факторы: условия производства, транспортировки, способ ее введения, но особенно — условия хранения. Выделяют следующие этапы подготовки вакцины: получение посевных культур, процесс накопления биомассы, розлив, заморозка, сублимационное высушивание (лиофилизация), герметизация и упаковка. Лиофилизация является оптимальным методом для длительного хранения культур, но этот этап экономически эффективен и безопасен только для производства инактивированных вакцин. Процесс лиофилизации вирулентных штаммов намного сложнее ввиду больших экономических затрат и трудоемкости, поэтому для длительного хранения живых культур зачастую используют глубокую заморозку. Чтобы нивелировать деструктивное воздействие заморозки на бактериальные клетки, их помещают в различные среды, однако в таком случае важно подтвердить сохранность их структур на морфологическом уровне. К сожалению, до сих пор не существует комплексных исследований влияния различных режимов глубокого замораживания на ультраструктуру *Brucella suis* с использованием современных методов морфологического анализа. Большинство существующих работ исследуют только выживаемость бактерий, что не подтверждается на ультраструктурном уровне. Цель данного исследования — провести

морфологический анализ *Brucella suis* (штамм 22) для оценки влияния низкотемпературного хранения в различных условиях на ультраструктуру бактерий.

Материалы и методы. Исследование проведено в 2024 г. на базе лаборатории морфологических исследований и отдела Государственной коллекции штаммов микроорганизмов Федерального центра токсикологической, радиационной и биологической безопасности (ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ», г. Казань). В качестве объекта исследований брали суспензии клеток *Brucella suis* (штамм 22), выращенных после хранения в разных условиях: 1 группа — нативный; 2 группа — лиофилизированный; 3 группа — в обезжиренном молоке при $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$; 4 группа — в обезжиренном молоке при $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$; 5 группа — в сахарозо-желатиновой смеси при $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$; 6 группа — в сахарозо-желатиновой смеси при $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Обработка проб осуществлялась по разработанной авторами схеме: суспензии бактериальных клеток центрифугировали, осадок культуры трижды промывали, затем фиксировали в пробирках типа эппендорф раствором 2,5 % глутарового альдегида на 0,1 М фосфатном буфере. После двукратной промывки фосфатным буфером той же молярности проводили постфиксацию тетраоксидом осмия, дегидратацию в спиртах возрастающей концентрации, ацетоне и импрегнацию образцов смесью эпоновых смол с последующей полимеризацией [25].

Для ультраструктурного анализа образцы подготавливали по методике ультратонких срезов с помощью микротомы LKB-III (Швеция). Полученные срезы монтировали на блендах с подложкой из пиолоформа, контрастировали уранилацетатом и цитратом свинца, а после сушки просматривали на просвечивающем электронном микроскопе JEM 1100 (JEOL, Япония), масштабная линейка 200 нм. Полученные электронограммы подвергали морфометрическому анализу в программе ImageJ (сборка FIII, США).

Статистическую обработку результатов осуществляли в программах Statistica 6.0 (США) и MS Excel. Попарное сравнение результатов, полученных на нативном штамме и штаммах, хранившихся в различных условиях, проводилось с использованием теста Манна-Уитни с исходным уровнем значимости $\alpha=0,05$ и последующей коррекцией уровня значимости по методу Бонферрони (до $\alpha=0,002$).

Результаты исследования. На электронограммах ультратонких срезов бактерии *Brucella suis* (штамм 22) всех групп округлые и палочкообразные (в зависимости от угла прошедшего среза), с четкими, немного волнистыми границами. Отмечается наличие единичных клеток неправильной формы с расширенным периплазматическим пространством, что можно связать с естественными процессами. Изредка просматриваются увеличенные клетки округлой формы и бактериальные клетки в процессе деления (рис. 1–3).

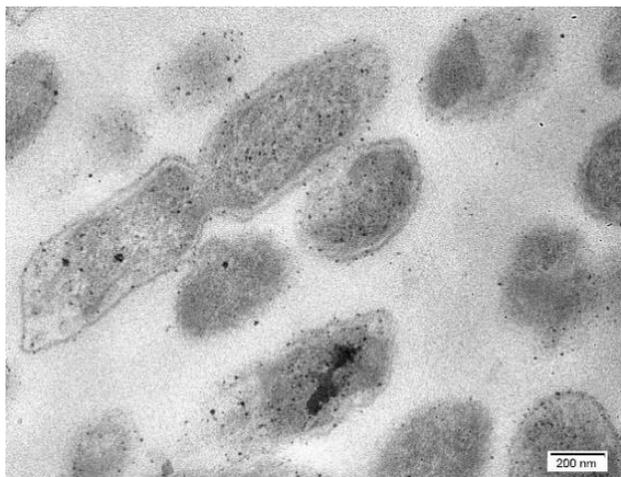


Рис. 1. Электронограмма *B. suis* штамм 22 (в том числе наблюдается в процессе деления), масштабная линейка 200 нм

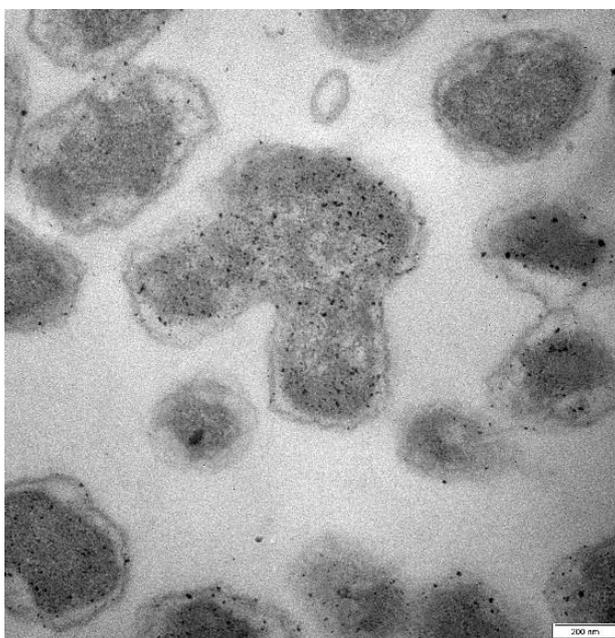


Рис. 2. Электронограмма *B. suis* штамм 22 (в том числе клетка неправильной формы), масштабная линейка 200 нм

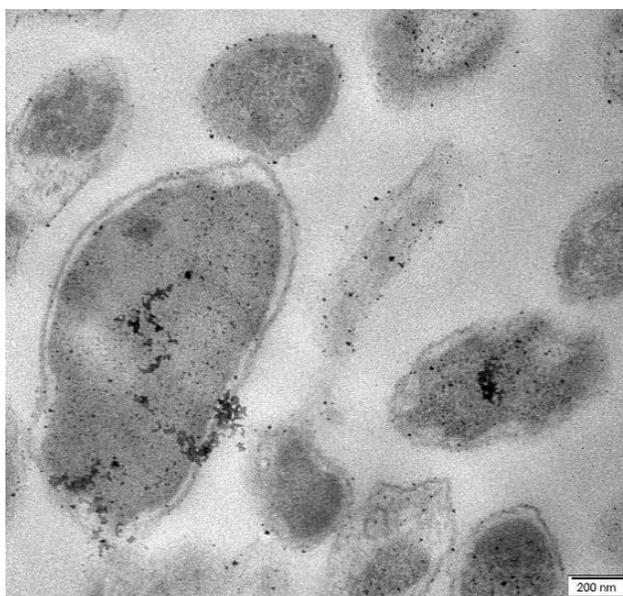


Рис. 3. Электронограмма *B. suis* штамм 22 (в том числе клетка резко увеличенного размера), масштабная линейка 200 нм

Результаты морфометрических исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1

Морфометрические показатели *B. suis* (штамм 22) после различных условий хранения

Группа	Площадь	Периметр	Большой калиперо-метрический диаметр	Малый калиперо-метрический диаметр	Коэффициент округлости
1. Нативный	0,22±0,09	1,76±0,46	0,66±0,21	0,42±0,06	0,87±0,1
2. Лиофилизированный	0,21±0,09	1,77±0,51	0,7±0,25	0,38±0,06*	0,83±0,11
3. Обезжиренное молоко (-40 °С)	0,21±0,09	1,75±0,47	0,67±0,21	0,39±0,08	0,85±0,1
4. Обезжиренное молоко (-70 °С)	0,22±0,07	1,76±0,4	0,68±0,18	0,4±0,06	0,87±0,1
5. Сахарозо-желатиновая смесь (-40 °С)	0,24±0,09	1,89±0,47	0,74±0,22	0,39±0,06	0,82±0,11
6. Сахарозо-желатиновая смесь (-70 °С)	0,23±0,17	1,79±0,82	0,69±0,37	0,41±0,08	0,88±0,11

Примечание: * — статистически значимые отличия в сравнении с нативной группой ($p < 0,05$)

Результаты исследований показали статистически значимые отличия (в сравнении с группой 1) по малому калиперо-метрическому диаметру в группе с применением лиофильной сушки, однако поскольку данные различия лежат в пределах стандартного отклонения средней величины показателя, следует охарактеризовать их как тенденцию. Параметры остальных групп не имели статистически значимых отличий от показателей нативной группы.

Обсуждение и заключение. По результатам оценки воздействия глубокой заморозки на ультраструктуру бактерий *Brucella suis* (штамм 22), выращенных в обезжиренном молоке и сахарозо-жела-

тиновой среде, морфологических отличий от нативного штамма не обнаружено, что позволяет сделать вывод о предпочтительности хранения в данных средах. Некоторые отличия от нативного штамма зарегистрированы в группе с применением лиофильной сушки, но и они лежат в пределах стандартного отклонения средней величины показателя. В перспективе планируется исследование особенностей воздействия других сред хранения на ультраструктуру бактерий рода *Brucella* для пополнения данных в паспортах штаммов. Эта работа имеет также важное практическое значение для организации коллекций микроорганизмов и разработки диагностических средств.

Список литературы / References

1. Аксенова П.В. Болезни зубров (*Bison bonasus*): встречаемость и эпизоотические особенности заболеваний зубров. *Ветеринарная патология*. 2014;(2):51–63.

Aksenova PV. Diseases in Bison (*Bison Bonasus*): Occurrence and Epizootic Characteristics of Bacterial Diseases in Bison. *Veterinary Pathology*. 2014;(2):51–63. (In Russ.)

2. Аракелян П.К., Трегубов А.Н., Руденко А.В., Ильин Е.Н., Христенко Н.В., Вергун А.А., и др. Противоэпидемическая значимость контроля эпизоотического процесса бруцеллеза. В: *Материалы региональной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 70-летию со дня основания ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора «Проблемы особо опасных инфекций на Северном Кавказе»*. Ставрополь: ООО "Экспо-Медиа"; 2022. 69–70.

Arakelyan PK, Tregubov AN, Rudenko AV, Ilyin EN., Khristenko NV, Vergun AA, et al. Anti-Epidemic Significance of Brucellosis Epizootic Process Control. In: *Proceedings of the Regional Scientific and Practical Conference with International Participation Dedicated to the 70th Anniversary of the Foundation of the Stavropol Anti-Plague Institute of Rosпотребнадзор "Problems of Especially Dangerous Infections in the North Caucasus"*. Stavropol: "Expo-Media" Publ., LLC; 2022. 69–70. (In Russ.).

3. Михайлов М.М., Юсупов О.Ю., Халиков А.А., Яникова Э.А., Кабахова П.М., Шехилалиева Г.М., и др. Об эпизоотической ситуации по бруцеллезу животных в республике Дагестан и мерах по ее стабилизации. *Ветеринарная патология*. 2019;(3(69)):5–11. <https://doi.org/10.25690/VETPAT.2019.69.39587>

Mikhailov MM, Usupov OU, Halikov AA, Yanikova EA, Kabahova PM, Shehilaliev GM, et al. About Epizootic Situation on Animal Brucellosis in the Dagestan Republic and Measures for Its Stabilization. *Veterinary Pathology*. 2019;(3(69)):5–11. <https://doi.org/10.25690/VETPAT.2019.69.39587> (In Russ.).

4. Насибуллин Р.Ю., Тухватуллина Л.А., Богова Я.А., Сафина Г.М., Косарев М.А. Бруцеллез: его распространение и профилактика. *Ветеринарный врач*. 2021;(1):38–43. <https://doi.org/10.33632/1998-698X.2021-1-38-44>

- Nasibullin RYu, Tukhvatullina LA, Bogova YaA, Safina GM, Kosarev MA. Brucellosis: Its Distribution and Prevention. *Veterinarny vrach (Veterinarian)*. 2021;(1):38–43. <https://doi.org/10.33632/1998-698X.2021-1-38-44> (In Russ.).
5. Косарев М.А., Фомин А.М., Сафина Г.М., Григорьева С.А., Тухватуллина Л.А. Дифференциальная серологическая диагностика бруцеллеза у крупного рогатого скота, привитого вакциной из штамма 82, и ее значение в общей системе мер борьбы с данным заболеванием. *Ветеринарный врач*. 2019;(5):23–28. <https://doi.org/10.33632/1998-698X.2019-5-23-28>
- Kosarev MA, Fomin AM, Safina GM, Grigorieva SA, Tukhvatullina LA. Differential Serological Diagnosis of Brucellosis in Cattle Vaccinated with Strain 82 and Its Importance in the Complex System of Disease-Control Planning. *Veterinarny vrach (Veterinarian)*. 2019;(5):23–28. <https://doi.org/10.33632/1998-698X.2019-5-23-28> (In Russ.).
6. Косарев М.А., Богова Я.А., Сафина Г.М., Тухватуллина Л.А. Остаточная вирулентность, антигенные свойства, длительность приживаемости и контагиозность штамма *B. abortus* 82-TR. *Вестник КрасГАУ*. 2023;(1(190)):131–135. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-1-131-135>
- Kosarev MA, Bogova YaA., Safina GM, Tukhvatullina LA. Residual Virulence, Antigenic Properties, Survivability Duration and Contagiosity of *B. abortus* Strain 82-TR. *Bulliten KrasSAU*. 2023;(1(190)):131–135. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-1-131-135> (In Russ.).
7. Косарев М.А., Насибуллин Р.Ю., Сафина Г.М., Богова Я.А., Сайтов В.Р. Приживаемость и иммуногенность г-культуры бруцелл, полученной глубинным культивированием. *Ветеринарный врач*. 2024;(1):40–45. https://doi.org/10.33632/1998-698X_2024_1_40
- Kosarev MA, Nasibullin RYu, Safina GM, Bogova YaA, Saitov VR. Establishment and Immunogenicity of Brucella R-Cultures Obtained by the Deep Method. *Veterinarny vrach (Veterinarian)*. 2024;(1):40–45. https://doi.org/10.33632/1998-698X_2024_1_40 (In Russ.).
8. Laine CC, Scott HM, Arenas-Gamboa AM. Human brucellosis: Widespread Information Deficiency Hinders an Understanding of Global Disease Frequency. *PLOS Neglected Tropical Diseases*. 2022;16(5):e0010404. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010404>
9. O’Callaghan D. Human brucellosis: recent advances and future challenges. *Infectious Diseases of Poverty*. 2020;9:101. <https://doi:10.1186/s40249-020-00715-1>
10. Qureshi KA, Parvez A, Fahmy NA, Hady BHA, Kumar S, Ganguly A, et al. Brucellosis: Epidemiology, Pathogenesis, Diagnosis and Treatment – A Comprehensive Review. *Annals of Medicine*. 2023;55(2):2295398. <https://doi.org/10.1080/07853890.2023.2295398>
11. Пономаренко Д.Г., Скударева О.Н., Хачатурова А.А., Лукашевич Д.Е., Жаринова И.В., Даурова А.В. и др. Бруцеллез: тенденции развития ситуации в мире и прогноз на 2022 г. в Российской Федерации. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2022;(2):36–45. <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2022-2-36-45>
- Ponomarenko DG, Skudareva ON, Khachaturova AA, Lukashevich DE, Zharinova IV, Daurova AV, et al. Brucellosis: Development Trends in the World and Forecast for 2022 in the Russian Federation. *Problems of Particularly Dangerous Infections*. 2022;(2):36–45. <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2022-2-36-45> (In Russ.).
12. Bonaventura GD, Angeletti S, Ianni A, Petitti T, Gherardi G. Microbiological Laboratory Diagnosis of Human Brucellosis: An Overview. *Pathogens*. 2021;10(12):1623. <https://doi.org/10.3390/pathogens10121623>.
13. Авакян А.А. *Атлас анатомии бактерий, патогенных для человека и животных*. Акад. мед. наук СССР. Москва: Медицина; 1972. 183 с.
- Avakyan AA. *Atlas of the Anatomy of Bacteria Pathogenic to Humans and Animals*. USSR Academy of Medical Sciences. Moscow: Meditsina Publ.; 1972. 183 p. (In Russ.).
14. Диденко Л.В. Ультраструктурный анализ как метод изучения бактериемии при инфекционных заболеваниях. *Вестник Российской академии медицинских наук*. 2001;(11):29–34.
- Didenko LV. Ultrastructural Analysis as a Method for Studying Bacteremia in Infectious Diseases. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2001;(11):29–34. (In Russ.).
15. Таран И.Ф., Цыбин Б.П., Крылова А.А. Изучение L-форм бруцелл, их ревертантов и исходных культур. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии*. 1981;(6):39–43.
- Taran IF, Tsybin BP, Krylova AA, Abolina TA. Brucella L-Forms, Their Revertants and Initial Cultures. *Zhurnal mikrobiologii, ehpidemiologii i immunobiologii (Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology)*. 1981;(6):39–43. (In Russ.).
16. Базиков И.А., Бондаренко А.И. Ультраструктурная организация L-форм бруцелл и ревертантных культур. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии*. 1981;(6):39–43.
- Bazikov IA, Bondarenko AI. The Ultrastructural Organization of Brucella L-Forms and Revertant Cultures. *Zhurnal mikrobiologii, ehpidemiologii i immunobiologii (Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology)*. 1991;(1):17–20. (In Russ.).

17. Сансызбай А.Р., Еспембетов Б.А., Зайцевидр В.Л. Изучение морфологических свойств изолятов бруцелл в S- и R-формах электронно-микроскопическим методом. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2013;(12(110)):74–79.

Sansyzbay AR, Espembetov BA, Zaitsevidr VL. Study of Morphological Properties of Brucella Isolates in S- and R-Forms by Electron Microscopy. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2013;(12(110)):74–79. (In Russ.).

18. Сальникова М.М., Сайтов В.Р., Сафина Г.М., Рахматуллин И.Ф., Косарев М.А., Фомин А.М. Изучение ультратонкого строения живых и инактивированных культур *Brucella melitensis* и *Brucella abortus*. *Достижения науки и техники АПК*. 2012;(3):80–82.

Salnikova MM, Saitov VR, Safina GM, Rakhmatullin IF, Kosarev MA, Fomin AM. Study of Live and Inactivated *Brucella Melitensis* and *Brucella Abortus* Cell Cultures Ultrastructure. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2012;(3):80–82. (In Russ.).

19. Сальникова М.М., Малютина Л.В., Сайтов В.Р., Голубев А.И. *Трансмиссионная электронная микроскопия в биологии и медицине*. Монография. Казань: Издательство Казанского университета; 2016. 125 с.

Salnikova MM, Malyutina LV, Saitov VR, Golubev AI. *Transmission Electron Microscopy in Biology and Medicine*. Monograph. Kazan: Kazan University Publ.; 2016. 125 p. (In Russ.).

20. Сальникова М.М., Сайтов В.Р., Баймухаметов Ф.З., Косарев М.А., Фомин А.М., Сафина Г.М. Электронно-микроскопические исследования морфологических особенностей бруцелл. В: *Материалы VI-й Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы сельского хозяйства горных территорий»*. Горно-Алтайск: Горно-Алтайский государственный университет; 2017. С. 260–263.

Salnikova MM, Saitov VR, Baymukhametov FZ, Kosarev MA, Fomin AM, Safina GM. Electron Microscopic Studies of Morphological Features of Brucella. In: *Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference “Topical Problems of Agriculture in Mountainous Territories”*. Gorno-Altai: Gorno-Altai State University; 2017. P. 260–263. (In Russ.).

21. Косарев М.А., Сальникова М.М., Кашеваров Г.С., Никитина А.А., Баймухаметов Ф.З., Сайтов В.Р. Особенности ультраструктурной организации бактерий *Brucella melitensis* при воздействии гамма-лучей: морфометрический аспект. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2022;(9(215)):76–83. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2022-215-9-76-83>

Kosarev MA., Salnikova MM, Kashevarov GS, Nikitina AA, Baymukhametov FZ, Saitov VR. Features of Ultrastructural Organization of Brucella Melitensis Bacteria under the Influence of Gamma Rays: Morphometric Aspect. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2022;(9(215)):76–83. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2022-215-9-76-83> (In Russ.)

22. Балахонов С.В., Дубровина В.И., Войткова В.В., Кoryтов К.М., Баранникова Н.Л., Николаев В.Б. и др. Иммунофенотипирование клеток крови экспериментальных животных, иммунизированных термоэкстрактами *Brucella abortus*. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии*. 2019;4(96):25–31. <https://doi.org/10.36233/0372-9311-2019-4-25-31>

Balakhonov SV, Dubrovina VI, Voitkova VV, Korytov KM, Barannikova NL, Nikolaev VB. et al. Immunophenotyping of Blood Cells of Experimental Animals Immunized with Brucella Abortus Thermoextracts. *Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology*. 2019;4(96):25–31. <https://doi.org/10.36233/0372-9311-2019-4-25-31> (In Russ.).

23. Димов С.К., Димова А.С., Аракелян П.К. Современные проблемы управления эпизоотическим процессом бруцеллеза. В: *Материалы XIV Сибирской ветеринарной конференции. Актуальные вопросы ветеринарной конференции*. Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета "Золотой колос"; 2015. С. 28–31.

Dimov SK, Dimova AS, Arakelyan PK. Modern Management Problems of Epizootic Process of Brucellosis. In: *Proceedings of the XIV Siberian Veterinary Conference “Topical Issues of the Veterinary Conference”*. Novosibirsk: Novosibirsk State Agrarian University Publ. “Zolotoi kolos”; 2015. P. 28–31. (In Russ.).

24. Онищенко Г.Г., Куличенко А.Н., Малецкая О.В., Пономаренко Д.Г., Манин Е.А., Ковалев Д.А. и др. *Бруцеллез. Современное состояние проблемы*. Монография. Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью "Губерния"; 2019. 336 с.

Onishchenko GG, Kulichenko AN, Maletskaya OV, Ponomarenko DG, Manin EA, Kovalev DA, et al. *Brucellosis. Current State of the Problem*. Monograph. Stavropol: “Gubernia” Publ., LLC; 2019. 336 p. (In Russ.).

25. Сайтов В.Р., Сальникова М.М., Голубев А.И., Кашеваров Г.С., Иванов В.В., Малютина Л.В. и др. *Изменения ультраструктуры паренхимы печени и почек животных после хронического воздействия ксенобиотиков*. Монография. Казань: Издательство Казанского университета; 2023. 108 с.

Saitov VR, Salnikova MM, Golubev AI, Kashevarov GS, Ivanov VV, Malyutina LV, et al. *Changes in the Ultrastructure of the Liver and Kidney Parenchyma of Animals after Chronic Exposure to Xenobiotics*. Monograph. Kazan: Kazan University Publ.; 2023. 108 p.

Об авторах:

Вадим Расимович Саитов, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории морфологических исследований, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности (420075, Российская Федерация, Республика Татарстан, г. Казань, Научный городок, д. 2), [SPIN-код](#), [ORCID](#), sinsavara@yandex.ru

Ксения Витальевна Юсупова, кандидат ветеринарных наук, научный сотрудник лаборатории морфологических исследований, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности (420075, Российская Федерация, Республика Татарстан, г. Казань, Научный городок, д. 2), [SPIN-код](#), [ORCID](#), kse.perf@gmail.com

Глеб Сергеевич Кашеваров, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией морфологических исследований, старший научный сотрудник, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности (420075, Российская Федерация, Республика Татарстан, г. Казань, Научный городок, д. 2), [SPIN-код](#), [ORCID](#), kaschewarow@mail.ru

Екатерина Витальевна Панкова, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела Государственной коллекции микроорганизмов, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности (420075, Российская Федерация, Республика Татарстан, г. Казань, Научный городок, д. 2), [SPIN-код](#), [ORCID](#), katerinka_ja@bk.ru

Заявленный вклад авторов:

В.Р. Саитов: научное руководство, формирование основной концепции, корректировка текста.

К.В. Юсупова: проведение морфометрических исследований, комплектация результатов исследования.

Г.С. Кашеваров: проведение статистического анализа, получение первичных данных.

Е.В. Панкова: проведение основного эксперимента на *Brucella suis* (штамм 22).

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Vadim R. Saitov, Dr.Sci. (Biology), Leading Research Associate at the Morphological Research Laboratory, Federal Center for Toxicological, Radiation, and Biological Safety (2, Nauchnyi gorodok, Kazan, Republic of Tatarstan, 420075, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), sinsavara@yandex.ru

Ksenia V. Yusupova, Cand.Sci. (Veterinary Sciences), Research Associate at the Morphological Research Laboratory, Federal Center for Toxicological, Radiation, and Biological Safety (2, Nauchnyi gorodok, Kazan, Republic of Tatarstan, 420075, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), kse.perf@gmail.com

Gleb S. Kashevarov, Cand.Sci. (Biology), Head of the Morphological Research Laboratory, Senior Research Associate, Federal Center for Toxicological, Radiation, and Biological Safety (2, Nauchnyi gorodok, Kazan, Republic of Tatarstan, 420075, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), kaschewarow@mail.ru

Ekaterina V. Pankova, Cand.Sci. (Biology), Leading Research Associate of the State Collection of Microorganisms Department, Federal Center for Toxicological, Radiation, and Biological Safety (2, Nauchnyi gorodok, Kazan, Republic of Tatarstan, 420075, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), katerinka_ja@bk.ru

Claimed Contributorship:

VR Saitov: scientific supervision, formulating the main concept, correcting the text.

KV Yusupova: conducting morphometric studies, compiling research results.

GS Kashevarov: conducting statistical analysis, obtaining primary data.

EV Pankova: conducting the main experiment on *Brucella suis* (strain 22).

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

Поступила в редакцию / Received 13.12.2024

Поступила после рецензирования / Reviewed 10.01.2025

Принята к публикации / Accepted 16.01.2025

ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ И ИММУНОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

INFECTIOUS DISEASES AND ANIMAL IMMUNOLOGY



УДК 619:618.15-008.87:636.2

Оригинальное эмпирическое исследование

<https://doi.org/10.23947/2949-4826-2025-24-1-39-48>

Микробиоценоз влагалища у новотельных коров в климатических условиях Удмуртии

М.В. Князева  , Т.В. Бабинцева , Е.В. Ильин 

Удмуртский государственный аграрный университет, г. Ижевск, Удмуртская Республика, Российская Федерация

✉ mbIsharik@mail.ru

EDN: UZIZNK

Аннотация

Введение. Высокое распространение воспалительных процессов в организме новотельных коров, а также неконтролируемое использование антибактериальных средств и рост резистентности к ним у возбудителей заболеваний вынуждает исследователей продолжать искать новые методы и средства профилактики и лечения. Одним из важных направлений в этой области является изучение конкурентных взаимодействий микрофлоры животных. При анализе различных научных источников установлено влияние множества факторов на формирование бактериальных сообществ в половом тракте коров, поэтому нашим научным интересом стало изучение микробиома влагалища у новотельных коров в климатических условиях Удмуртской Республики с учетом их физиологического статуса и сезонности.

Материалы и методы. Исследование проведено на животноводческом предприятии Удмуртской Республики в 2023–2024 гг. Объектом послужили 12 новотельных коров черно-пестрой голштинизированной породы с разным физиологическим статусом: здоровые коровы и животные с диагнозом метрит. При проведении исследования использовали комплекс методов: вагинальное исследование коров, микробиологическое исследование влагалищных смывов по общепринятой методике.

Результаты исследования. У клинически здоровых новотельных коров общее количество микроорганизмов находилось в пределах 87–94 КОЕ/мл, у больных метритом коров данный показатель варьировался в пределах 90–443 КОЕ/мл. При проведении микробиологического исследования влагалища у всех опытных животных выявлена ассоциация микрофлоры, представленная кишечной палочкой, стафилококком и бифидобактериями. В летний период у больных животных выявлено большое количество *E. coli*, тогда как в зимний период обнаружили преимущественно бактерии рода *Staphylococcus*. В результате конкурентных взаимоотношений между бифидобактериями и условно-патогенной микрофлорой во влагалище, в летний период количество представителей семейства *Bifidobacteriaceae* незначительно (10^1) или полностью отсутствует.

Обсуждение и заключение. Установлена взаимосвязь между клиническим статусом и сезонностью вагинальной микрофлоры у новотельных коров, выращиваемых в климатических условиях Удмуртии. Для разработки эффективных пробиотических препаратов для профилактики цервицита и метрита у коров необходимы дальнейшие научные исследования.

Ключевые слова: влагалище, микробиоценоз, коровы, бифидобактерии, сезонность, микрофлора влагалища

Для цитирования. Князева М.В., Бабинцева Т.В., Ильин Е.В. Микробиоценоз влагалища у новотельных коров в климатических условиях Удмуртии. *Ветеринарная патология*. 2025;24(1):39–48. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2025-24-1-39-48>

Vaginal Microbiocenosis of Newly-calved Cows in Climatic Conditions of Udmurtia

Maria V. Knyazeva ✉, Tatyana V. Babintseva , Evgenii V. Ilyin 

Udmurt State Agricultural University, Izhevsk, Udmurt Republic, Russian Federation

✉ mbIsharik@mail.ru

Abstract

Introduction. The high prevalence of inflammatory processes in the organism of newly-calved cows, as well as the uncontrolled use of antibacterial preparations and growing number of drug-resistant pathogens, encourage researchers to continue search for the new methods and means of disease prevention and treatment. One of the important directions in this field is studying the competitive interactions within microbiota of animals. Analysis of different scientific sources allows us to conclude that, in the genital tract of cows, bacterial communities are formed under the influence of many factors, therefore our scientific interest is to study the vaginal microbiome of newly-calved cows in the climatic conditions of the Udmurt Republic, taking into account the seasonality and cow physiological state.

Materials and Methods. The study was conducted in 2023–2024 at the livestock farming enterprise of the Udmurt Republic. The objects of the study were 12 newly-calved Holsteinized black-and-white breed cows in different physiological state: healthy cows and animals diagnosed with metritis. The study was conducted using a number of methods: vaginal examination of cows, microbiological examination of vaginal flush samples using the conventional method.

Results. In clinically healthy newly-calved cows, the total number of microorganisms was within 87–94 CFU/ml, while in cows with metritis, this indicator varied within 90–443 CFU/ml. During the microbiological examination of the vaginal samples, the composition of collibacillus, staphylococcus, and bifidobacteria was found in microbiota of all experimental animals. In summer, a large number of *E. coli* were detected in sick animals, while in winter mainly bacteria of the genus *Staphylococcus* were found. As a result of competitive interactions between bifidobacteria and opportunistic microbiota in the vagina, in summer, the number of the *Bifidobacteriaceae* family representatives was insignificant (10^1) or completely absent.

Discussion and Conclusion. A correlation between the clinical status and seasonality of vaginal microbiota in newly-calved cows raised in the climatic conditions of Udmurtia was found. Further scientific research is needed to develop the efficient probiotic preparations preventing cervicitis and metritis in cows.

Keywords: vagina, microbiocenosis, cows, bifidobacteria, seasonality, vaginal microbiota

For Citation. Knyazeva MV, Babintseva TV, Ilyin EV. Vaginal Microbiocenosis of Newly-calved Cows in Climatic Conditions of Udmurtia. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2025;24(1):39–48. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2025-24-1-39-48>

Введение. Различные микроорганизмы образуют микробиоценозы в системах организма, являясь симбионтной микрофлорой и синтезируя различные вещества для обменных процессов или защиты животных и человека. В послеродовой период в организме самки должно произойти четыре сопутствующих процесса до наступления следующей беременности: инволюция матки, регенерация эндометрия, восстановление циклирования яичников и контроль патогенных бактерий в матке [1]. Послеродовые заболевания матки связаны с выделением болезнетворных бактерий, в частности *Escherichia coli*, *Trueperellapyogenes*, *Fusobacteriumnecroforum*, *Prevotella* и *Bacteroides*. Причем данные микроорганизмы присутствуют в матке и во время беременности, но численность их невелика. В послеродовой период бактерии могут проникать в матку из влагалища, кожи и окружающей среды, а также попадать гематогенным путем, вызывая снижение фертильности или приводя к бесплодию [1–3].

Слизистая оболочка влагалища здоровой коровы заселена уравновешенным и динамичным составом аэробных, факультативно-анаэробных и облигатно-

анаэробных микробов. Комменсальная микробиота играет ключевую роль в защите половых путей от патогенных микробов путем конкурентного воздействия [4]. Наиболее многочисленными бактериальными типами у голштино-фризского скота были представители *Tenericutes*, *Firmicutes* и *Bacteroidetes*. Затем в порядке уменьшения численности выявлены — *Proteobacteria*, *Actinobacteria*, *Fusobacteria*, *Epsilonbacteraeota* и *Patescibacteria* [5–8]. Также сообщается о еще двух родах, которых ранее не обнаруживали во влагалище молочных коров: *Gallibacterium* и *Mannheimia* [9].

По данным другого исследования у крупного рогатого скота наиболее распространены представители *Bacteroidetes*, *Fusobacteria* и *Proteobacteria* в половых путях. Коровы без маточных инфекций имеют во влагалище 15 таксонов, преимущественно *Bacteroides* и *Enterobacteriaceae*, а также *Victivallis*, *Streptococcus*, *Phyromonadaceae*, *Alistipes*, *Coriobacteriaceae*, *Clostridium*, *Betaproteobacteria*, *Corynebacterineae*, *Cytophagaceae*, *Oscillibacter* и *Planctomycetaceae*. Коровы с репродуктивными заболеваниями, характеризующимися гнойными выделениями из влагалища, имеют более

разнообразный вагинальный микробиом, содержащий 68 таксонов, с преобладанием *Bacteroides*, *Enterobacteriaceae*, *Histophilus*, *Alistipes*, *Flavobacteriaceae*, *Vivivallis*, *Coriobacteriaceae*, *Streptococcus*, *Barnesiella* и *Oscillibacter* [10]. Разница в выявляемых представителях микробиоценоза может быть связана с различиями в породе и возрасте изучаемых видов животных, их периоде эстрального цикла, географических условиях проживания, режиме питания и содержания [5, 11].

Молочнокислые бактерии представляют собой большую группу разнообразных грамположительных бактерий, продуцирующих молочную кислоту. Она выступает в качестве основного конечного продукта ферментации углеводов, поэтому бактерии очень устойчивы к кислой рН среде [12]. Лактобактерии являются частью микробиоценоза влагалища в норме, которая вызывает местную иммунную реакцию [13–15]. Наличие на слизистой оболочке достаточного количества лактобактерий — важный фактор, обеспечивающий корректный уровень местных иммунных механизмов. Кроме того, выделяемая в процессе обмена веществ этих микроорганизмов молочная кислота поддерживает слабокислую рН во влагалище, что обуславливает защиту от колонизации слизистой оболочки разными условно-патогенными и патогенными микроорганизмами. Помимо этого, палочки Дедерляйна продуцируют перекись водорода, которая, являясь мощным окислителем, оказывает неспецифическое бактерицидное действие [16].

Ученые обнаружили, что представители *Lactobacillus spp.* преобладают в микробиоте коров, хотя и в низкой концентрации, редко превышая 1 % влагалищного микробиоценоза (в отличие от женщин, относительное количество лактобактерий во влагалище у которых обычно больше 70 %) [15]. Таким образом, они связали почти нейтральный рН, фиксируемый во влагалище коровы, с низкой численностью этого рода бактерий [2, 16]. Микробиоту влагалища у животных можно разделить на пять основных типов состояния сообщества, в четырех из них преобладают лактобациллы. В I группе преобладает вид *Lactobacillus crispatus*, во II группе — *L. gasseri*, в III группе — *L. iners* и в IV группе — *L. jensenii*. В IV группе нет доминирования лактобацилл, но присутствует множество более строгих анаэробов [17].

Ранее было установлено, что вагинальные лактобациллы в дозе 10^8 – 10^9 КОЕ/мл способны снижать частоту гнойных выделений из влагалища, ускорять инволюцию матки и снижать частоту внутриутробных инфекций у молочных коров в перинатальный период [16]. Чаще при терапии используют штаммы лактобактерий. Однако существуют данные, что обаутопробиотические и гомологичные крысиные штаммы бифидобактерий при введении снижали популяцию стафилококков быстрее, чем в случае использования лактоба-

цилл, однако при этом отмечали рецидивы заболеваний [18]. Бифидобактерии обладают широким набором факторов адгезии, что позволяет им успешно конкурировать в борьбе за сайты связывания на слизистой с патогенными и условно-патогенными микроорганизмами [19]. Помимо антагонистической активности бифидобактерии также обладают и антиоксидантной активностью: максимальные антиоксидантные свойства бифидобактерии проявляли при рН 5,78 [20].

Анализ различных научных источников по теме показал влияние множества факторов на формирование бактериальных сообществ в половом тракте коров, поэтому мы решили сосредоточиться на изучении и анализе микробиома влагалища у коров, проживающих в климатических условиях Удмуртской Республики, в зависимости от их физиологического статуса и сезонности.

Материалы и методы. Исследование проведено в 2023–2024 гг. на одном из животноводческих предприятий Удмуртской Республики. Объектом исследования стали новотельные коровы черно-пестрой голштинизированной породы. Всего исследовано 12 коров со среднесуточным удоем 22–29 л, с количеством лактации 1–3, в возрасте 4–5 лет.

Для оценки структуры болезней исследуемого поголовья предварительно проведен ретроспективный анализ заболеваемости стада на основании ветеринарных отчетов предприятия.

Животных эксперимента наблюдали с 1-го по 7-й дни после отела в разные сезоны года (лето и зима). Для этого проводили осмотр слизистой оболочки влагалища с интервалом в два дня с соблюдением правил асептики, для осмотра использовали влагалищное зеркало с осветительным прибором и эндоскоп для визуального осеменения коров. Оценивали следующие показатели: цвет слизистой оболочки, наличие кровоизлияний, повреждений, характеристика лохий.

Для проведения микробиологического исследования на 4–5-й день наблюдения отбирали смывы со слизистой оболочки дорсолатеральной стенки влагалища. Использовали стерильную ватную палочку, которую помещали в транспортную среду Эймса. Микробиологическое исследование проводили путем посева смывов на мясо-пептонный агар (МПА), солевой агар для выделения стафилококков, среду Эндо, Клигера и Бифидум. Культивировали в термостате при температуре 37 °C в течение 1–3 суток, далее подсчитывали количество выросших колоний, описывали их и затем изготавливали мазки, окрашивая их по Граму согласно общепринятой методике. Микроскопию мазков осуществляли на микроскопе «БиоЛам» (АО «ЛОМО», Россия) с использованием иммерсионного объектива, ув. $\times 1000$.

Результаты исследования. Анализ заболеваемости исследуемого стада за 2023 г. помог оценить степень распространения акушерско-гинекологических

заболеваний у новотельных коров — данная группа болезней преобладает среди всех регистрируемых заболеваний в стаде и составляет 68,8 %. При этом структура акушерско-гинекологической группы болезней выглядит следующим образом: 44,4 % — болезни яичников, 41,6 % — метрит, 14 % — задержание последа.

В летний период результаты осмотра слизистой оболочки влагалища в первый день после отела характеризуются гиперемией в 55,5 % случаев. Кровоизлияния и повреждения слизистой оболочки влагалища отсутствуют. Выделения, обнаруживаемые на слизистой оболочке влагалища, также схожи у большинства коров и представляют собой густую мутную слизь с желтоватым оттенком и включениями разного цвета — красного, белого, серого. На 4-й день наблюдения у 16,6 % коров зафиксированы жидкие зловонные выделения, характерные для гнилостного метрита. В другом случае 16,6 % животных имели выделения в виде густой темно-красной слизи со слабым неприятным запахом, характерные для гнойно-катарального метрита. Коровы с физиологическим течением послеродового периода преобладали в исследовании — 66,6 %. Половина из них имела слизистые прозрачные выделения с незначительными включениями красного цвета, другая половина — только прозрачные слизистые выделения.

В зимний период уже на 4-5-й день после отела консистенция выделений изменялась: в 83 % случаев они становились жидкими. Цвет выделений и включений в них отличались разнообразием — от белого и розового цвета до желтого и коричневого. Зловонный запах присутствовал у 16,6 % исследуемых коров. Таким образом, в зимний период выделены коровы с гнилостным (22,2 %) и гнойно-катаральным метритом (44,4 %).

Выделения животных с отсутствием осложнений послеродового периода были слизистыми, темно-красного цвета, но имели разжиженную консистенцию.

Для оценки микробиома влагалища смывы высевали на питательные среды (МПА, среду Эндо, Клиггера, солевой агар, среда Бифидум). На среде Эндо отмечали рост колоний малинового цвета, диаметром от 1 до 4 мм, округлой формы, с гладкой поверхностью, ровными краями (рис. 1а). При микроскопии находили грамтрицательные палочки (рис. 1б). Проводили пересев на среду Клиггера, где через 24 ч после инкубации наблюдали изменение цвета среды на желтый цвет и газообразование (рис. 2). Полученные результаты указывают на наличие кишечной палочки (*E. coli*).

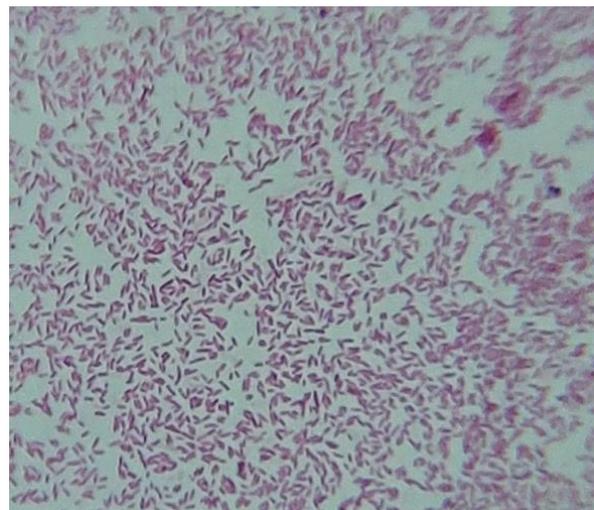
На солевом агаре отмечен рост колоний диаметром от 1 до 5 мм, белого цвета, выпуклых, с ровным краем и гладкой поверхностью. При микроскопии визуализировали грамположительные кокки, формирующие скопление неправильной формы (рис. 3). Это указывает на наличие бактерий рода *Staphylococcus*.

На мясо-пептонном агаре обнаружено большое количество разнообразных колоний. При проведении визуальной оценки выявили колонии белого цвета, неправильной формы, с ровными краями и гладкой поверхностью, диаметром до 4 мм. Также были обнаружены плоские, складчатые колонии ризоидной формы серовато-белого цвета с коричневым оттенком, диаметром до 2 см. При микроскопии двух образцов с разных колоний обнаружены грамположительные палочки, представленные бациллами (рис. 4).

На среде Бифидум отмечался рост в виде «комет», «гвоздиков», «зерен» различной степени четкости (рис. 5). В мазках визуализировались грамположительные палочки, слегка изогнутые, в виде скоплений.



а)



б)

Рис. 1. Результаты посевов смывов с влагалища новотельных коров: а — рост *E. coli* на среде Эндо; б — *E. coli* в мазках, ув. ×1000



Рис. 2. Рост *E. coli* на среде Клиглера

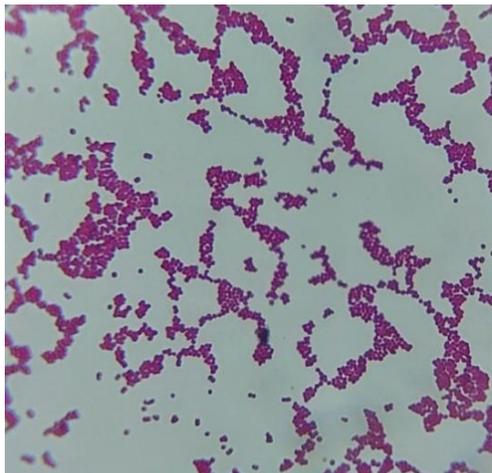


Рис. 3. Бактерии рода *Staphylococcus* на солевом агаре, ув. $\times 1000$

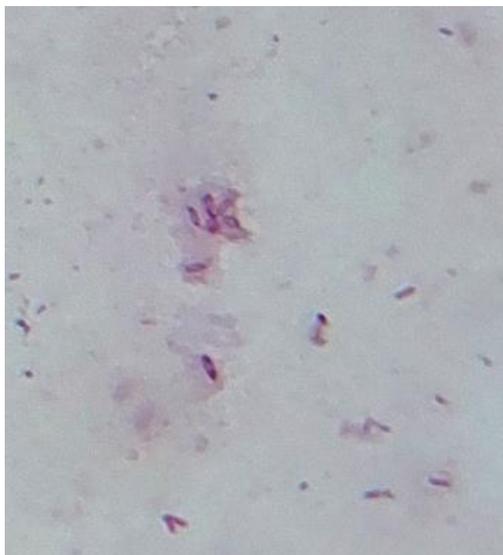


Рис. 4. Грамположительные бациллы на мясо-пептонном агаре, ув. $\times 1000$

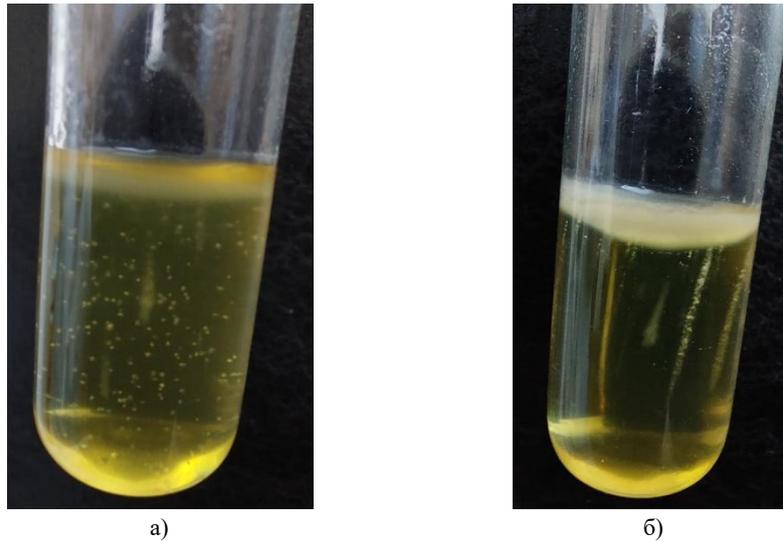


Рис. 5. Рост бактерий семейства Bifidobacteriaceae на среде Бифидум:
а — в виде «зерен»; б — в виде «комет»

Количество мезофильных аэробных и факультативных анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в исследуемых группах в летний и зимний периоды было примерно одинаковым (таблица 1). Можно отметить, что содержание бактерий рода *Staphylococcus* было выше летом, относительно зимы, в 6,5 раз. У отдельных животных данный показатель составлял 44 КОЕ/мл, а в зимний период количество бактерий варьировалось от 1 до 11 КОЕ/мл. Аналогичная ситуация

с кишечной палочкой, содержание которой в летний период было выше зимнего в 9 раз. В летнем периоде исследования только у 16,6 % коров присутствовал рост бифидобактерий в разведении 10^1 . В зимнем же исследовании у 83,3 % коров наблюдали рост бифидобактерий в разведении 10^7 , у 16,6 % — в разведении 10^4 . Таким образом, в среднем зимой количество бактерий семейства *Bifidobacteriaceae* увеличивается относительно летнего периода до 10^7 КОЕ/мл.

Таблица 1

Микробиологические показатели влагалищных смывов (n=12) у новотельных коров, КОЕ/мл

Виды микроорганизмов	Клинически здоровые (n=6 гол.)		Больные метритом (n=6 гол.)	
	Летний период	Зимний период	Летний период	Зимний период
КМАФАнМ	87,3±57,8	94,0±13,0	443,3±249,4	90,0±11,9
<i>Staph. ssp.</i>	26,0±10,1	4,0±3,5	8±1,5	49,3±26,9
<i>E. coli</i>	9,0±5,0	1,0±0,3	446,3±437,8	1,0±0,3
<i>Bifid. ssp.</i>	10^1	10^6	-	10^7

У коров, больных метритом, в летний период КМАФАнМ был на уровне 443 КОЕ/мл, что в 4,9 раза больше относительно зимы. Содержание бактерий летом варьировалось от 13 до 877 КОЕ/мл, а зимой — от 68 до 109 КОЕ/мл.

У больных животных в летний период из условно-патогенных регистрировалось больше *E. coli*, чем в зимний период, и данный показатель составлял 446,3±437,8 КОЕ/мл. Так, у одной из коров с острым метритом в летний период количество кишечной палочки по сравнению с другими животными составило 1322 КОЕ/мл, также общее количество бактерий относительно других животных — 877 КОЕ/мл.

В зимний же период наблюдали повышение количества бактерий рода *Staphylococcus* в 6 раз по сравнению с летними данными. У одной коровы с острым метритом количество бактерий рода *Staphylococcus* составило 103

КОЕ/мл относительно других животных, у которых данный показатель был на уровне 20–25 КОЕ/мл.

У коров, больных острым метритом, в летний период количество микроорганизмов составляло 443 КОЕ/мл, что на 80,3 % больше, чем у здоровых коров. Также данный показатель был выше на 79,6 %, чем у больных животных в зимний период.

В летний период содержание бактерий рода *Staphylococcus* выше у клинически здоровых коров, но можно отметить, что количество кишечной палочки выше у животных с метритом. В зимний период отмечается другая тенденция: бактерий кишечной палочки в обеих группах на одном уровне, а стафилококков больше у животных с метритом (49 КОЕ/мл).

Обсуждение и заключение. Проведенное исследование показало, что представители нормофлоры, а также условно-патогенной микрофлоры присутствуют

на слизистой оболочке влагалища как больных метритом коров, так и здоровых (рис. 6). Поэтому основная масса работ, посвященных изучению микрофлоры влагалища коров, ориентирована на определение ее роли в этиологии, разработку диагностических подходов и оценку эффективности лечения акушерской патологии [12, 21].

У коров с физиологическим течением послеродового периода отметили присутствие бактерий рода *Staphylococcus* и *E. coli*. В летний период количество данных микроорганизмов выше ($26,0 \pm 10,1$ КОЕ/мл и $9,0 \pm 5,0$ КОЕ/мл соответственно), чем зимой

($4,0 \pm 3,5$ КОЕ/мл и $1,0 \pm 0,3$ КОЕ/мл соответственно), что обусловлено более благоприятными условиями для сохранения бактерий во внешней среде. У любой самки молочного и мясного скота после отела увеличивается бактериальное разнообразие матки, но лишь у части развиваются субклинические или клинические заболевания [9]. Защита полости матки со стороны влагалища и шейки матки способствует снижению разнообразия микробиома матки. При этом высокое разнообразие микробиоты влагалища по сравнению с маткой объясняется ее близостью к внешней среде [22].

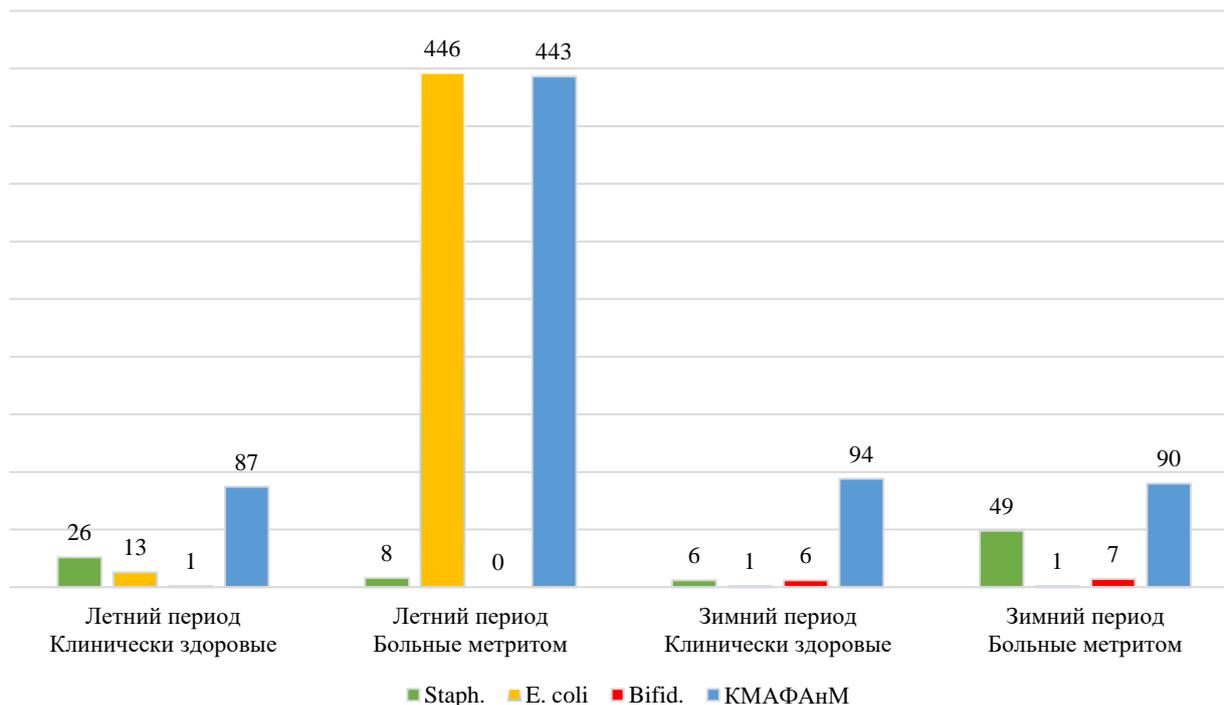


Рис. 6. Соотношение микроорганизмов на слизистой оболочке влагалища у новотельных коров, КОЕ/мл

В зимний период в исследуемом стаде чаще наблюдали изменения выделений из половых путей, характерные для метрита, однако как в летний, так и в зимний период типы экссудата при воспалительных процессах совпадали. При этом во влагалище в 55,5 % случаев отмечали гиперемию слизистой оболочки, но воспалительный процесс не наблюдался. Можно отметить изменение содержания условно-патогенных микроорганизмов на слизистой влагалища. Так, летом увеличивается количество кишечной палочки относительно стафилококков, это можно объяснить их конкуренцией между собой. Зимой данный показатель снижается, как и у здоровых животных, что указывает на неблагоприятные условия для *E. coli* в данный период, при этом бактерии рода *Staphylococcus* начинают превалировать над кишечной палочкой.

Также выделили распространенную группу симбионтных микроорганизмов, которые относят к домену *Bacteria*, типу *Actinobacteria*, классу *Actinobacteria*, порядку *Bifidobacteriales*, семейству

Bifidobacteriaceae, роду *Bifidobacterium* [19]. Отмечено наличие антагонистического взаимодействия между бифидобактериями и кишечной палочкой. Летом содержание бактерий рода *Bifidobacterium* было низким, а зимой их содержание увеличивалось, при этом количество *E. coli* уменьшалось.

Некоторые из наиболее важных механизмов действия симбионтных микроорганизмов, которые приносят пользу хозяину, включают: усиление барьерных функций эпителия; образование биопленок на слоях слизистой оболочки; предотвращение адгезии возбудителей; конкуренцию за основные питательные вещества; производство противомикробных соединений; модуляцию иммунной системы; изменение pH влагалища [2, 13, 22].

Антагонистический эффект бифидобактерий обусловлен продукцией ими, в ходе своей жизнедеятельности, молочной и уксусной кислот, которые, в свою очередь, снижают pH, препятствуя развитию патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. Помимо кислот, бифидобактерии в процессе своего роста и развития

накапливают и продуцируют антимикробные вещества — бактериоцины (бифидин, бифилонг), которые также оказывают бактерицидное и бактериостатическое действие на патогенную микрофлору [20].

На состав влагалищной микрофлоры влияют различные факторы. В нашем случае можно отметить, что на такое разнообразие и количество микроорганизмов повлияла температура окружающей среды, условия содержания, несоблюдение санитарно-гигиенических условий при родовспоможении. У животных с метритом выявили увеличение количества условно-патогенных микроорганизмов на слизистой оболочке влагалища: в зимний период это были бактерии рода *Staphylococcus*, летом — *E. coli*. Данные результаты подтверждаются, тем, что летом экссудат носил катаральный характер, а зимой регистрировали преимущественно гнойные выделения.

Миграция микрофлоры по половому тракту в вышерасположенные органы по отношению к влагалищу возможна в случаях открытия цервикального канала. Данная ситуация складывается при состояниях течки и охоты во время полового цикла, во время родов и ранний послеродовой период. Поэтому в эти периоды возможна активная миграция микрофлоры как из влагалища в матку, так и в обратном направлении [8].

Понимание функциональной роли бактериальных сообществ в репродуктивных путях крупного рогатого скота позволяет получить важные данные для объяснения взаимосвязи этих факторов с плодотворным осеменением животных. Кроме того, полученные результаты позволяют находить новые, более экологичные варианты терапии и профилактики заболеваний репродуктивного тракта.

Список литературы / References

1. Sheldon I, Owens SE. Postpartum Uterine Infection and Endometritis in Dairy Cattle. *Animal Reproduction*. 2017;14(3):622–629. <http://dx.doi.org/10.21451/1984-3143-AR1006> <https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR1006>
2. Rosales EB, Ametaj BN. Reproductive Tract Infections in Dairy Cows: Can Probiotics Curb Down the Incidence Rate? *Dairy*. 2021;2(1):40–64. <https://doi.org/10.3390/dairy2010004>
3. Gonzalez MC, Torres LA, Oliszewski R, Rosa RJ, Otero MC. Characterization of Native *Escherichia Coli Populations* from Bovine Vagina of Healthy Heifers and Cows with Postpartum Uterine Disease. *PLoS ONE*. 2020;15(6):e0228294. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228294>
4. Srinivasan M, Adnane M, Archunan G. Significance of Cervico-Vaginal Microbes in Bovine Reproduction and Pheromone Production – A Hypothetical Review. *Research in Veterinary Science*. 2021;135:66–71. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2021.01.003>
5. Quereda JJ, Barba M, Mocé ML, Gomis J, Jiménez-Trigos E, García-Muñoz Á, et al. Vaginal Microbiota Changes during Estrous Cycle in Dairy Heifers. *Frontiers in Veterinary Science*. 2020;7:371. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00371>
6. Messman RD, Contreras-Correa ZE, Paz HA, Perry G, Lemley CO. Vaginal Bacterial Community Composition and Concentrations of Estradiol at the Time of Artificial Insemination in Brangus Heifers. *Journal of Animal Science*. 2020;98(6): skaa178. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa178>
7. Miranda-CasoLuengo R, Lu J, Williams EJ, Miranda-CasoLuengo AA, Carrington SD, Evans ACO, et al. Delayed Differentiation of Vaginal and Uterine Microbiomes in Dairy Cows Developing Postpartum Endometritis. *PLoS ONE*. 2019;14(1):e0200974. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200974>
8. Малик Н.И., Малик Е.В., Маленкова Л.А., Русанов И.А., Гагаева Е.А. Изоляция, идентификация и пробиотические свойства влагалищных изолятов молочнокислых бактерий здоровых сухостойных коров. *Аграрная наука*. 2021;(10):27–31. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-353-10-27-31>
9. Malik NI, Malik EV, Malenkova JA, Rusanov IA, Gagaeva EA. Isolation, Identification and Probiotic Properties of Vaginal Isolates of Lactic Acid Bacteria of Healthy Slaughter Cows. *Agrarian Science*. 2021;(10):27–31. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-353-10-27-31> (In Russ.).
10. Bicalho MLS, Santin T, Rodrigues MX, Marques CE, Lima SF, Bicalho RC. Dynamics Of the Microbiota Found in the Vaginas of Dairy Cows during the Transition Period: Associations with Uterine Diseases and Reproductive Outcome. *Journal of Dairy Science*. 2017;100:3043–3058. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11623>
11. Adnane M, Chapwanya A. A Review of the Diversity of the Genital Tract Microbiome and Implications for Fertility of Cattle. *Animals*. 2022;12(4):460. <https://doi.org/10.3390/ani12040460>
12. Mariadassou M, Nouvel LX, Constant F, Morgavi DP, Rault L, Barbey S, et al. Microbiota Members from Body Sites of Dairy Cows are Largely Shared within Individual Hosts throughout Lactation but Sharing is Limited in The Herd. *Animal Microbiome*. 2023;5:32. <https://doi.org/10.1186/s42523-023-00252-w>
13. Appiah M.O., Wang J., Lu W. Microflora in the Reproductive Tract of Cattle: A Review. *Agriculture*. 2020;10(6):323. <https://doi.org/10.3390/agriculture10060232>

13. Cheng C, Tian Q, Su S, Zhang H, Guo H, Gao P, et al. Isolation and Screening of Lactic Acid Bacteria Strains with Antibacterial Properties from the Vagina of Healthy Cows. *Open Journal of Animal Sciences*. 2022;12(3):390–406. <https://doi.org/10.4236/ojas.2022.123030>
14. Коба И.С., Новикова Е.Н. Сравнение схем профилактики эндометритов у коров с применением антибиотиков и пробиотиков. *Ветеринарный фармакологический вестник*. 2019;(1(6)):19–24. <https://doi.org/10.17238/issn2541-8203.2019.1.19>
- Koba IS, Novikova EN. Comparison of Schemes of Prevention of Endometritises at Cows with Use of Antibiotics and Probiotics. *Veterinarnyi farmakologicheskii vestnik (Veterinary Pharmacological Bulletin)*. 2019;(1(6)):19–24. <https://doi.org/10.17238/issn2541-8203.2019.1.19> (In Russ.).
15. Кузьмин В.Н., Стома И.О., Адамян Л.В. Микробиом в акушерстве и гинекологии: переоценка взглядов на микробное сообщество репродуктивной системы. *Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение*. 2020;9(2):94–98. <https://doi.org/10.33029/2305-3496-2020-9-2-94-98>
- Kuzmin VN, Stoma IO, Adamyan LV. Microbiome in Obstetrics and Gynecology: A Reassessment of Views on the Microbial Community of the Reproductive System. *Infectious Diseases: News, Opinions, Training*. 2020;9(2):94–98. <https://doi.org/10.33029/2305-3496-2020-9-2-94-98> (In Russ.).
16. García-Galán A, Dela Fe C, Gomis J, Bataller E, Sanchez A, Quereda JJ, et al. The Addition of *Lactobacillus* Spp. Negatively Affects *Mycoplasma Bovis* Viability in Bovine Cervical Mucus. *BMC Veterinary Research*. 2020;16:251. <https://doi.org/10.1186/s12917-020-02454-9>
17. Попов Д.В. Микробиота и репродукция у сельскохозяйственных видов млекопитающих (обзор). *Сельскохозяйственная биология*. 2022;57(2):222–236. <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2022.2.222rus>
- Popov DV. Microbiota and Reproduction in Agricultural Mammals (Review). *Agricultural Biology*. 2022;57(2):222–236. <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2022.2.222rus> (In Russ.).
18. Ермоленко Е.И., Пунченко О.Е., Воропаева Л.С., Сварваль А.В., Котылева М.П., Суворов А.Н. Пробиотики и аутопробиотики в терапии экспериментального вагинита. *Антибиотики и химиотерапия*. 2022;67(11–12):29–35. <https://doi.org/10.37489/0235-2990-2022-67-11-12-29-35>
- Ermoolenko EI, Punchenko OE, Voropaeva LS, Swarwal AV, Kotyleva MP, Suvorov AN. Probiotics and Autoprobiotics in the Treatment of Experimental Vaginitis. *Antibiotics and Chemotherapy*. 2022;67(11–12):29–35. <https://doi.org/10.37489/0235-2990-2022-67-11-12-29-35> (In Russ.).
19. Захарова Ю.В., Леванова Л.А. Современные представления о таксономии, морфологических и функциональных свойствах бифидобактерий. *Фундаментальная и клиническая медицина*. 2018;3(1):90–101. <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2018-3-1-90-101>
- Zakharova YuV, Levanova LA. Current Opinion on Taxonomy, Morphological, and Functional Properties of Bifidobacteria. *Fundamental and Clinical Medicine*. 2018;3(1):90–101. <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2018-3-1-90-101> (In Russ.).
20. Функ И.А., Иркитова А.Н. Биотехнологический потенциал бифидобактерий. *Acta Biologica Sibirica*. 2016;2(4):67–79. <http://doi.org/10.14258/abs.v2i4.1707>
- Funk IA, Irkitova AN. Biotechnological Potential of Bifidobacteria. *Acta Biologica Sibirica*. 2016;2(4):67–79. <http://doi.org/10.14258/abs.v2i4.1707> (In Russ.).
21. Паршин П.А., Востроилова Г.А., Бригадилов Ю.Н., Шапошников И.Т., Жуков М.С., Манжурина О.А. и др. Микробный пейзаж половых путей здоровых коров с различным сроком стельности. *Международный вестник ветеринарии*. 2023;(4):431–437. <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2023.4.431>
- Parshin PA, Vostroilova GA, Brigadirov YuN, Shaposhnikov IT, Zhukov MS, Manzhurina OA, et al. The Microbial Landscape of the Genital Tract of Healthy Cows with Different Gestation Periods. *International Journal of Veterinary Medicine*. 2023;(4):431–437. <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2023.4.431> (In Russ.).
22. Clemmons BA, Reese ST, Dantas FG, Franco GA, Smith TPL, Adeyosoye OI, et al. Vaginal and Uterine Bacterial Communities in Postpartum Lactating Cows. *Frontiers of Microbiology*. 2017;8:1047. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01047>

Об авторах:

Мария Владимировна Князева, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры анатомии и физиологии Удмуртского государственного аграрного университета (426069, Российская Федерация, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая, д. 11), SPIN-код, [ORCID](https://orcid.org/), mbIsharik@mail.ru

Татьяна Викторовна Бабинцева, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры эпизоотологии и ветеринарно-санитарной экспертизы Удмуртского государственного аграрного университета (426069, Российская Федерация, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая, д. 11), [SPIN-код](#), [ORCID](#), ariadna-357@mail.ru

Евгений Васильевич Ильин, аспирант кафедры анатомии и физиологии Удмуртского государственного аграрного университета (426069, Российская Федерация, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая, д. 11), [SPIN-код](#), [ORCID](#), eugenevet11@gmail.com

Заявленный вклад авторов:

М.В. Князева: разработка концепции исследования, административное руководство исследовательским проектом, предоставление ресурсов, написание черновика рукописи.

Т.В. Бабинцева: предоставление ресурсов, проведение исследования, написание рукописи — рецензирование и редактирование.

Е.В. Ильин: проведение исследования, визуализация.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Maria V. Knyazeva, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Associate Professor of the Anatomy and Physiology Department, Udmurt State Agricultural University (11, Studencheskaya Str., Izhevsk, 426069, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), mbIsharik@mail.ru

Tatyana V. Babintseva, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Associate Professor of the Epizootology, Veterinary and Sanitary Inspection Department, Udmurt State Agricultural University (11, Studencheskaya Str., Izhevsk, 426069, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), ariadna-357@mail.ru

Evgenii V. Ilyin, Postgraduate Student of the Anatomy and Physiology Department, Udmurt State Agricultural University (11, Studencheskaya Str., Izhevsk, 426069, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), eugenevet11@gmail.com

Claimed Contributorship:

MV Knyazeva: developing the concept of research, administrative management of the research project, provision of resources, writing a draft of the manuscript.

TV Babintseva: provision of resources, conducting research, writing the manuscript (including reviewing and editing).

EV Ilyin: conducting research, preparing visual material

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

Поступила в редакцию / Received 02.12.2024

Поступила после рецензирования / Reviewed 26.12.2024

Принята к публикации / Accepted 28.12.2024

ИСТОРИЯ ВЕТЕРИНАРИИ HISTORY OF VETERINARY MEDICINE



УДК 619:616

Оригинальное теоретическое исследование

<https://doi.org/10.23947/2949-4826-2025-24-1-49-55>

Стоматологическая помощь мелким домашним животным в Российской Федерации и предложения по ее улучшению



EDN: TARCTV

А.С. Спирина^{1,4} , О.А. Спирина² , А.С. Спирин^{3,4} 

¹Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

²Российский биотехнологический университет, г. Москва, Российская Федерация

³Московский гуманитарный университет, г. Москва, Российская Федерация

⁴Учебный ветеринарный центр «Денталвет», г. Москва, Российская Федерация

✉ SpirinaAnnaS@yandex.ru

Аннотация.

Для успешного развития ветеринарной стоматологии в России необходимо понимать предысторию вопроса и причины некоторых актуальных проблем, с которыми сталкиваются современные государственные и частные ветеринарные лечебные учреждения при организации стоматологической помощи мелким домашним животным. Цель статьи — кратко рассмотреть историю ветеринарной стоматологии в России и проанализировать современное состояние отрасли, среди основных проблем которой можно выделить отсутствие в профильных вузах программ подготовки специалистов по ветеринарной стоматологии и недостаточность регламентирующих клиническую деятельность нормативных документов.

Ключевые слова: стоматологическая помощь, ветеринарная стоматология, мелкие домашние животные, образование, специализация, интернатура

Благодарности. Выражаем большую благодарность руководителям ветеринарных подразделений крупных кормовых компаний Александру Ивановичу Торбе, Наталье Владимировне Малковой, Дмитрию Васильевичу Попову за финансирование и рекламную поддержку практических и лекционных мероприятий.

Для цитирования. Спирина А.С., Спирина О.А., Спирин А.С. Стоматологическая помощь мелким домашним животным в Российской Федерации и предложения по ее улучшению. *Ветеринарная патология*. 2025;24(1):49–55. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2025-24-1-49-55>

Original Theoretical Research

Dental Care for Small Domestic Animals in the Russian Federation and Proposals for Its Improvement

Anna S. Spirina^{1,4} , Olga A. Spirina² , Artem S. Spirin^{3,4} 

¹Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

²Russian Biotechnological University, Moscow, Russian Federation

³Moscow University for the Humanities, Moscow, Russian Federation

⁴Educational Veterinary Center "Dentalvet", Moscow, Russian Federation

✉ SpirinaAnnaS@yandex.ru

Abstract. For successful development of veterinary dentistry in Russia, it is necessary to understand the background of the issue and the reasons of some acute problems faced by the modern public and private veterinary medical institutions in organisation of dental care for small domestic animals. The article aims to provide a brief overview of the history of veterinary dentistry in Russia and analyse the current state of the art in this sector. Among the main problems to be highlighted are the absence of the veterinary dentistry curricula in the sector-specific universities and the insufficiency of the normative documents regulating clinical activities.

Keywords: dental care, veterinary dentistry, small domestic animals, education, specialism, internship training.

Acknowledgement. We would like to express our deep gratitude to the heads of veterinary departments of major animal feed manufacturing companies — Alexander I. Torba, Natalia V. Malkova and Dmitry V. Popov, for funding and support in advertising practical activities and lectures.

For Citation. Spirina AS, Spirina OA, Spirin AS Dental Care for Small Domestic Animals in the Russian Federation and Proposals for Its Improvement. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2025;24(1):49–55. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2025-24-1-49-55>

Введение. Заболевания ротовой полости у мелких домашних животных — одни из наиболее распространенных, что отражено в статистике обращений в ветеринарные учреждения для их профилактики и лечения¹. Возросшая в последнее десятилетие востребованность стоматологической помощи животным обуславливает повышение интереса ветеринарных врачей к данному клиническому профилю, диктует необходимость повышения квалификации специалистов, стандартизации лечебно-диагностических подходов и расширения стоматологической службы в ветеринарных клиниках [1, 2]. Всё это делает ветеринарную стоматологию динамично развивающейся отраслью.

Вместе с тем, организация стоматологической помощи мелким домашним животным на современном уровне в государственных и частных ветеринарных лечебных учреждениях сталкивается с обширным списком проблем, среди которых особенно остро стоит отсутствие в профильных вузах программ подготовки специалистов по ветеринарной стоматологии, недостаточность регламентирующих клиническую деятельность нормативных документов и стандартов обеспечения стоматологических кабинетов, слабое развитие материально-технической базы и многое другое. Для эффективного решения актуальных проблем, препятствующих успешному развитию отрасли, необходимо понимание их причин и предыстории вопроса.

Краткий очерк истории ветеринарной стоматологии в России. Ветеринарная стоматология считается во всем мире довольно молодой дисциплиной, активное развитие которой пришлось на конец 1980-х гг. Значимым в истории становления отрасли стал 1988 г., когда при участии восьми экспертов, объединившихся для организации Комитета специалистов по лечению стоматологических заболеваний, формирования базы научных публикаций и обучения ветеринарных специалистов, был организован Американский ветеринарный стоматологический колледж (American Veterinary Dental College). Через 10 лет, в 1998 г., аналогичное учебное заведение появилось в Европе. Обособление организаций послевузовской подготовки ветеринарных стоматологов Европы и Америки и запуск специализированных программ, зачастую при активном участии медиков и фармацевтических компаний, существенно подтолкнули развитие отрасли и способствовали формированию отдельной динамично развивающейся ветеринарной дисциплины.

В СССР в ветеринарном образовании преобладали охрана и популяризация сельскохозяйственных пищевых и тягловых животных, военное животноводство, в первую очередь ветпомощь лошадям, мулам, ослам и строевым собакам, а также обеспечение безопасности продовольствия и сырья животного и растительного происхождения [3]. Выделение ветеринарной стоматологии в самостоятельную отрасль в России началось с середины 1990-х гг. при непосредственном участии ветеринарных врачей частных клиник. Активный интерес к экзотической в то время специализации привел к попытке внедрения основ ветеринарной стоматологии в клиническую практику при организации ветеринарной лечебно-профилактической и лабораторно-диагностической деятельности на базе скорой ветеринарной помощи «Шери» в Москве в 1994 г. В 1995 г. санация ротовой полости как платная услуга была внедрена в ветеринарной клинике «Бетховен» (микрорайон Ясенево, г. Москва). В 1996 г. начала свою работу первая ветеринарная клиника сети «Близнецы» (г. Москва), где уже на постоянной основе начала развиваться ветеринарная стоматология. К сожалению, отсутствие необходимого опыта, оборудования и специальной литературы не позволяло стоматологам того времени оказывать услуги на должном уровне. И если другие направления ветеринарной науки и практики развивались, то стоматологию ветеринарные врачи как интересную специализацию не рассматривали. Молодые ученые защищали кандидатские диссертации по ветеринарной стоматологии без попыток внедрения своих разработок в практическую деятельность.

Поворотным в развитии отрасли в нашей стране стал 2008 г., когда в ветклиниках сети «Близнецы» было принято решение о приоритетном развитии стоматологии. Внедрение в практику новых методов было поручено молодому перспективному специалисту Карпович Е.А., и уже в 2010 г. она защитила кандидатскую диссертацию на тему «Клинико-рентгенографическая диагностика и оперативное лечение пульпита коренных зубов у собак» [4]. В том же году при активном участии Елены Александровны инженерами был разработан ветеринарный стоматологический комплекс первого поколения (рис. 1).

¹ Анализ рынка ветеринарных услуг в России в 2018–2022 гг., прогноз на 2023–2027 гг. в условиях санкций. URL: https://businessstat.ru/images/demo/veterinary_services_russia_demo_businessstat.pdf (дата обращения: 10.03.2025)



Рис. 1. Ветеринарный стоматологический комплекс первого поколения

Первая лекция о стандарте осмотра и санации ротовой полости собак была проведена в 2009 г. в Ярославле под патронажем компании *Mars* и ветеринарных клиник сети «Близнецы». Параллельно для получения специализации по ветеринарной стоматологии и челюстно-лицевой хирургии в Тракийский Университет (Евросоюз) была направлена Спирина А.С. В 2012 г. специализация была завершена, и следующим этапом стало поступление Анны Сергеевны в высшую школу ветеринарной стоматологии Королевского колледжа в Лондоне (послевузовская специализация ветеринарных врачей, дистантный факультет), а ее научным руководителем стал доктор Кроссли, который ежегодно стал приезжать в Россию и принимать участие в различных учебных мероприятиях [5].

В 2011 г. при использовании опыта послевузовского образования в ветеринарной стоматологии США и Евросоюза была разработана программа развития ветеринарной стоматологии в России с учетом нюансов законодательства страны. Программа получила название «Денталвет», а ее руководителем стал Спиринов А.С., имеющий высшее юридическое и ветеринарное образование. Учредителем негосударственного частного образовательного учреждения «Денталвет» выступила сеть ветеринарных клиник «Близнецы». На материально-технической базе «Денталвет» были созданы: класс для практических занятий на 10

рабочих мест, система дистанционного обучения, получена лицензия на образовательную деятельность и лицензия на образовательную деятельность с использованием наркотических средств и психотропных веществ. Компания *Mars* взяла на себя функцию популяризации ветеринарной стоматологии среди ветеринарных специалистов и владельцев животных с акцентом на необходимость ухода за ротовой полостью плотоядных.

В рамках Московского международного ветеринарного Конгресса в 2010 г. была проведена Первая ветеринарная стоматологическая конференция. Конференция стала проводиться ежегодно и на сегодняшний день собирает более 300 ветеринарных врачей, желающих получить знания в области стоматологии. Кроме того, просветительские мероприятия, такие как чтение лекций по ветеринарной стоматологии в городах и ветеринарных вузах России, в течение нескольких лет подняли интерес к специализации у молодых ветеринарных врачей, показали востребованность и высокую экономическую эффективность этого направления, что дало мощный импульс его развитию в ветеринарной практике. Нужно отдать должное и выразить большую благодарность руководителям ветеринарных подразделений крупных кормовых компаний за финансирование и рекламную поддержку практических и лекционных мероприятий.

Большой вклад в развитие ветеринарной стоматологии внесла Национальная ветеринарная конференция, в рамках которой в 2014 г. «Денталвет» организовал секцию ветеринарной стоматологии, куда были приглашены и ветеринарные стоматологи развитых стран. С 2014 г. секция ветеринарной стоматологии стала неотъемлемой частью Национальной ветеринарной конференции.

В 2017 г. состоялась Первая Всероссийская стоматологическая конференция, где была обозначена тесная взаимосвязь стоматологии с дерматологией, кардиологией и офтальмологией. Участниками этой конференции стали видные российские и зарубежные ученые Кузнецова С.М., Володина М.А., Спирина А.С., Стрижак (Кадман) Ю.В., Анохина А.В., Константиновский А.А., Вереникина С.Н., Ежи Гавор (Польша).

В период с 2011 г. по настоящее время с учебными программами «Денталвет» познакомилось более 5000 ветеринарных специалистов, 52 врача получили свидетельства о повышении квалификации различных уровней. Услуги по ветеринарной стоматологии стали оказывать как в крупных ветеринарных центрах мегаполисов («Ветсити», «Белый Клык», «Биоконтроль» (Москва), «Бэст» (Новосибирск), «Клиника Сотникова» (Санкт-Петербург), «Собачье сердце» (Краснодар)), так и в малых амбулаторных кабинетах районных городов и сельских поселений регионов страны.

Среди ярких представителей отрасли — ветеринарные врачи-практики Макаров И.Н., Савина Ю.Д., Володина М.А., Горейко М.А. (Москва), Радин А.Н. (Краснодар), Корчнева Т.В. (Тюмень), Готовец Е.В. (Уфа), Гиль В.Ю. (Санкт-Петербург) [6–8]. Научные сотрудники, авторы учебников и учебных пособий — Тимофеев С.В., Красников А.В., Фролов В.В., Слесаренко Н.А., Иванцов В.А., Анников В.В., Ватников Ю.А., Бычков В.С. [9–11].

В рамках реализации образовательных программ и с целью поддержки образовательного процесса на базе учебного ветеринарного центра «Денталвет» создано неформальное объединение ветеринарных врачей, ведущих стоматологический прием, — DentalvetClub. Основными функциями DentalvetClub стали: популяризация ветеринарной стоматологии как отдельного направления деятельности, обмен информацией с ветеринарными специалистами, а также поддержка начинающих специалистов. С февраля 2014 г. по март 2016 г. участниками DentalvetClub оказывалась поддержка коллег во всех регионах страны. Объединение ветеринарных врачей по профессиональным интересам позволило сконцентрировать в одном месте и на безвозмездной основе определенный начальный объем знаний, который, в свою очередь, мог быть свободно использован любым русскоговорящим ветеринарным специалистом. Логическим развитием этого процесса стала формализация Клуба и создание в марте 2016 г.

Национального ветеринарного стоматологического союза (НВСС). Формализация Клуба в Союз придала импульс развитию ветеринарной стоматологии и повышению интереса членов НВСС. Создана система обучения специалистов ветеринарной стоматологии, система их аттестации и аккредитация их рабочих мест по направлению. В рамках Союза и при поддержке учебного центра «Денталвет» началась реализация образовательных программ с использованием системы дистанционного образования. Кроме того, положено начало системе страхования профессиональной ответственности ветеринарных специалистов.

Мероприятия, объединяющие специалистов ветеринарной стоматологии: Всероссийская ветеринарная стоматологическая конференция, Московский практический форум «Компаньон», Национальная ветеринарная конференция, Форум Пурина Партнерс, фестивали АВК (Агроветконсалтинг — Сочи, Новосибирск, Владивосток), конференции Клуба Тюменских ветеринарных специалистов, конференции международного научного центра «Зоовет», школы Hill's, конференции Ветеринарного стоматологического общества «Ветстом», конференции ветеринарного центра «Раденис», конференции АВЗ (Агроветзащита), конференции Ассоциации практикующих ветеринарных врачей.

Актуальные проблемы профессиональной подготовки ветеринарных стоматологов в России и пути их решения. Осознание дефицита высококвалифицированных узких ветеринарных специалистов в стране произошло уже в начале 1990-х гг., когда на фоне изменений в экономике произошло переосмысление роли питомцев в жизни человека. Стремительный рост благосостояния части российских граждан сопровождался взрывным ростом разнообразия пород заводимых ими собак и кошек. Ветеринария, дрессировка, уход... — индустрия обслуживания и помощи животным не успевала за потребностями рынка. Появились новые профессии — грумер, хендлер, зоопсихолог, а ветеринарные врачи с сельскохозяйственных животных переключились на диагностику и лечение патологий домашних питомцев. С одной стороны, неуклонная урбанизация ускоряла рост поголовья собак и кошек и увеличивала продолжительность их жизни, с другой стороны — качество предлагаемых ветеринарных услуг не удовлетворяло владельцев животных. В условиях тотального дефицита специалистов и невозможности владельцев животных адекватно оценить их профессиональный уровень возникали ветеринарные услуги сомнительного качества, которые ещё больше усугубляли неудовлетворенность владельцев и нанесли реальный ущерб здоровью питомцев.

К сожалению, в Российской Федерации до сих пор существует выраженный недостаток высококвалифицированных узкопрофильных ветеринарных специалистов, что обусловлено отказом от преподавания основ

специальностей разного профиля в учреждениях высшего ветеринарного образования. Ветеринарная стоматология не стала исключением из исторически сформированного образовательного правила, и лишь очень небольшое число вузов внедрило краткие курсы ветеринарной стоматологии в свои учебные программы. Проводником в научный мир крайне востребованной специальности стала Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии имени К.И. Скрябина, где для студентов пятого курса на кафедрах «Болезни мелких домашних животных» и «Хирургия» организован краткий лекционный курс с основами ветеринарной стоматологии.

Кроме того, интерес молодых ветеринарных врачей к специальности поддерживают серии лекций по ветеринарной стоматологии, которые читают в разных городах России и ветеринарных вузах, что дает мощный импульс развитию направления в регионах. Для популяризации отраслевого профиля ветеринарные подразделения крупных кормовых компаний, участвующие в финансировании практических мероприятий и лекционных курсов, привлекают иностранных лекторов. Ветеринарным врачам сегодня доступны самые разнообразные лекционные курсы, однако из-за отсутствия образовательной лицензии, требуемой законодательством Российской Федерации, подобные лекционные и практические занятия на конференциях нельзя считать полноценным повышением квалификации [12].

Список литературы /References

1. Fernandes NA, Borges AP B, Reis ECC, Sepúlveda RV, Pontes KCdS. Prevalence of Periodontal Disease in Dogs and Owners' Level of Awareness — A Prospective Clinical Trial. *Revista Ceres*. 2012;59(4):446–451. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2012000400003>
2. Niemiec B, Gawor J, Nemeš A, Clarke D, McLeod K, Tutt C, et al. World Small Animal Veterinary Association Global Dental Guidelines. *Journal of Small Animal Practice*. 2020;61(7):E36–E161. <https://doi.org/10.1111/jsap.13132>
3. Платонова Е.А. Исторические этапы формирования, развития и совершенствования государственной ветеринарной службы России. В: *Труды конференции "Студенческая наука — агропромышленному комплексу"*, Владикавказ, 04–05 апреля 2019 г. Владикавказ: Горский государственный аграрный университет; 2019. С. 263–265.
Platonova EA. Historical Stages of Formation, Development and Improvement of the State Veterinary Service of Russia. In: *Proceedings of the Conference "Student Science for the Agro-Industrial Complex"*, Vladikavkaz, April 04–05, 2019. Vladikavkaz: Gorsky State Agrarian University; 2019. P. 263–265. (In Russ.).
4. Карпович Е.А. *Клинико-рентгенографическая диагностика и оперативное лечение пульпита коренных зубов у собак*. Дис. канд. вет. наук. Москва; 2010. 140 с.
Karpovich EA. *Clinical and Radiographic Diagnostics and Surgical Treatment of Pulpitis of Molars in Dogs*. Cand. Sci. (Veterinary Sciences) Dissertation. Moscow; 2010. 140 p. (In Russ.).
5. Кроссли Д. Первый дипломант-стоматолог скоро появится в России. *VetPharma*. 2012;(3):70–71. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pervyy-diplomant-stomatolog-skoro-poyavitsya-v-rossii> (дата обращения: 10.03.2025).
Crossley D. The First Diplomat of the Veterinary Dental College will Soon Appear in Russia. *VetPharma*. 2012;(3):70–71. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pervyy-diplomant-stomatolog-skoro-poyavitsya-v-rossii> (accessed: 10.03.2025). (In Russ.).

² Постановление правительства РФ от 21 июня 2023 г. № 1013. *О проведении эксперимента по разработке и реализации экспериментальных образовательных программ высшего образования — программ интернатуры по специальностям в области ветеринарии*. URL: <http://static.government.ru/media/files/vvAJCwzPTmfukdQq6zpAwBv4ALbmFaVN.pdf> (дата обращения: 10.03.2025)

³ Проект профессионального стандарта. *Специалист в области ветеринарной стоматологии*. URL: https://profstandart.rosmintrud.ru/upload/iblock/dfe/Obosnovanie_60874_12102016.pdf (дата обращения: 10.03.2025)

6. Макаров И.Н. Протезирование резцовых зубов и клыков у собак цельнолитыми кобальт-хромовыми иттифтовыми вкладками. Дис. канд. вет. наук. Москва; 2012. 127 с.
Makarov IN. *Prosthetics of Incisors and Canines in Dogs with Solid Cast Cobalt-Chromium Post-and-Core Inlays*. Diss. Cand. (Veterinary Sciences). Moscow; 2012. 127 p. (In Russ.).
7. Горейко Л.А. Диагностика и ортодонтическое лечение аномалий прикуса у собак с помощью каркасно-пружинных конструкций. Дис. канд. вет. наук. Москва; 2011. 126 с.
Goreiko LA. *Diagnostics and Orthodontic Treatment of Bite Anomalies in Dogs Using Frame-Spring Structures*. Diss. Cand. (Veterinary Sciences). Moscow; 2011. 126 p. (In Russ.).
8. Спирина А.С. Метод лечения полимикробных пародонтитов у собак. Дис. канд. вет. наук. Москва; 2019. 135 с.
Spirina AS. *Method of Treatment of Polymicrobial Periodontitis in Dogs*. Diss. Cand. (Veterinary Sciences). Moscow; 2019. 135 p. (In Russ.).
9. Тимофеев С.В. Стоматология животных. Москва: Агровет; 2006. 120 с.
Timofeev SV. *Animal Dentistry*. Moscow: Agrovvet Publ.; 2006. 120 p. (In Russ.).
10. Слесаренко Н.А., Красников А.В., Иванцов В.А., Анников В.В., Ватников Ю.А., Красникова Е.С. Ветеринарная стоматология: учебно-методическое пособие для вузов. Санкт-Петербург: Издательство «Лань»; 2023. 132 с.
Slesarenko NA, Krasnikov AV, Ivantsov VA, Annikov VV, Vatnikov YuA., Krasnikova ES. *Veterinary Dentistry: A Methodological Guidebook for Universities*. Saint Petersburg: Lan Publ.; 2023. 132 p. (In Russ.).
11. Фролов В.В., Волков А.А., Анников В.В., Бейдик О.В. Стоматология собак. Издательство «Научная книга»; 2009. 288 с.
Frolov VV, Volkov AA, Annikov VV, Beydik OV. *Canine Dentistry*. Nauchnaya kniga Publ.; 2009. 288 p. (In Russ.).
12. Гунько М.В., Чумакова Т.Н. Качество ветеринарного образования в высших учебных учреждениях. *Ветеринария Северного Кавказа*. 2023;(2(7)):111–118.
Gunko MV, Chumakova TN. Quality of Veterinary Education in Higher Educational Institutions. *Veterinariya Severnogo Kavkaza (Veterinary Science of the North Caucasus)*. 2023;(2(7)):111–118. (In Russ.).

Об авторах:

Спирина Анна Сергеевна, кандидат ветеринарных наук, заведующий кафедрой стоматологии и челюстно-лицевой хирургии Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, д. 1), старший преподаватель Учебного ветеринарного центра «Денталвет» (109431, Российская Федерация, г. Москва, ул. Авиаконструктора Миля д. 2/1), [SPIN-код](#), [ORCID](#), [ScopusID](#), SpirinaAnnaS@yandex.ru

Спирина Ольга Александровна, аспирант Российского биотехнологического университета (РОСБИОТЕХ) (109029, Российская Федерация, г. Москва, ул. Талалихина, 33), [SPIN-код](#), [ORCID](#), spirinaoa@gmail.com

Артем Сергеевич Спирин, аспирант Московского гуманитарного университета (111395, Российская Федерация, г. Москва, ул. Юности, д. 5), руководитель Учебного ветеринарного центра «Денталвет» (109431, Российская Федерация, г. Москва, ул. Авиаконструктора Миля, д. 2/1)

Заявленный вклад авторов:

А.С. Спирина: проведение исследования, разработка методологии, написание черновика рукописи.

О.А. Спирина: курирование данных, формальный анализ.

А.С. Спирин: разработка концепции, предоставление ресурсов, рецензирование и редактирование.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Anna S. Spirina, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Head of the Dentistry and Oral and Maxillofacial Surgery Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), Senior Lecturer at the Educational Veterinary Center “Dentalvet” (2/1, Aviakonstruktora Milya Str., Moscow, 109431, Russian Federation); [SPIN-code](#), [ORCID](#), [ScopusID](#), SpirinaAnnaS@yandex.ru

Olga A. Spirina, Postgraduate Student of the Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH) (33, Talalikhin Str., Moscow, 109029, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), spirinaoa@gmail.com

Artem S. Spirin, Postgraduate Student of the Moscow University for the Humanities (2/1, Aviakonstruktora Milya Str., Moscow, 109431, Russian Federation), Head of the Educational Veterinary Center “Dentalvet” (2/1, Aviakonstruktora Milya Str., Moscow, 109431, Russian Federation)

Claimed Contributorship:

Anna S. Spirina: conducting a research, developing methodology, writing a draft manuscript.

Olga A. Spirina: supervising data collection, formal order analysis.

Artem S. Spirin: developing the concept, providing the resources, reviewing and editing.

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

Поступила в редакцию / Received 10.12.2024

Поступила после рецензирования / Reviewed 12.01.2025

Принята к публикации / Accepted 16.01.2025