

Научно-практический
журнал

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Московская государственная академия ветеринарной
медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина»
Издательский дом «НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА»

ВЕТЕРИНАРИЯ, ЗООТЕХНИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ

VETERINARIYA,
ZOOTekhNIYA I
BIOTEKHNOLOGIYA

Метод лапароскопической пункции фолликулов
яичников у коров

Современные подходы к оценке качества эмбрионов
продуктивных животных при применении
вспомогательных репродуктивных технологий

Офтальмологическая диагностика язвенных
кератитов у птиц

Предпосылки возникновения и развития
дилатационной кардиомиопатии у собак

Морфо-антропогенные риски развития травм
и патологий в структурах коленного сустава
у рабочих и спортивных собак

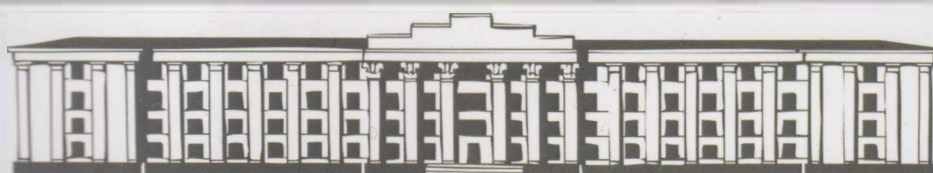
Исследование взаимосвязи величин некоторых макро-
и микроэлементов в крови крупного рогатого скота
и содержанием их в сорбционной добавке

Сравнительная характеристика пробиотиков
и пробиотических добавок в аквакультуре

№ 10-1

октябрь

2025

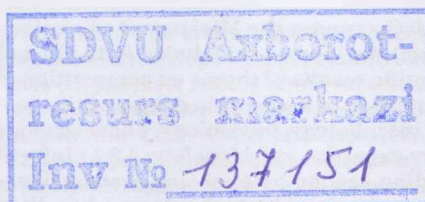


Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Московская государственная академия ветеринарной
медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина»
Издательский дом «Научная библиотека»

ВЕТЕРИНАРИЯ, ЗООТЕХНИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ

Научно-практический журнал

**№ 10, 2025 г.
Том 1**



Москва

Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya

Scientific and practical journal. Published once a month
№ 10 (142), Vol. 1, 2025

The journal is registered in the Ministry of Communications and Mass Communications, the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technologies and Mass Communications (ROSKOMNADZOR),
Certificate of Mass Media Registration PI № FS 77 – 55860 from 07.11.2013

Founders: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Skryabin»,
Ltd. «Publishing house «SCIENTIFIC LIBRARY»

Publisher: LLC «Publishing house «SCIENTIFIC LIBRARY»

Editorial Board

Editor-in-Chief: Pozyabin S. V.,

Doctor of Veterinary Sciences, Corresponding Member RAS, Rector FGBOU VO MGAVM&B – MVA named after K. I. Skryabin

Deputy Editor-in-Chief: Deltsov A. A.

Doctor of Veterinary Sciences, Candidate of Pharmaceutical Sciences, Vice-Rector for Science and Innovation FGBOU VO MGAVM&B – MVA named after K. I. Skryabin

Responsible for the issue, technical editor: Goryanskaya N. S.

Members of the editorial Board:

Balakirev N. A. – RAS academician, Doctor of Agricultural Sciences, Professor FGBOU VO MGAVM&B – MVA named after K. I. Skryabin
Vasilevich F. I. – RAS academician, Doctor of Veterinary Sciences, Professor FGBOU VO MGAVM&B – MVA named after K. I. Skryabin
Gnezdilova L. A. – Doctor of Veterinary Sciences, Professor FGBOU VO MGAVM&B – MVA named after K. I. Skryabin
Gulyukin M. I. – RAS academician, Doctor of Veterinary Sciences, Professor FGBNU FSC VIEV RAS
Devrshov D. A. – Corresponding Member RAS, Doctor of Biological Sciences, Professor FGBOU VO MGAVM&B – MVA named after K. I. Skryabin
Engashev S. V. – RAS academician, Doctor of Veterinary Sciences, Professor FGBOU VO MGAVM&B – MVA named after K. I. Skryabin
Zaberezhniy A. D. – Corresponding Member RAS, Doctor of Biological Sciences, Professor FGBNU VNITIBP
Kapustin R. F. – Doctor of Biological Sciences, Professor FGBNU FSC VIEV RAS
Kochish I. I. – RAS academician, Doctor of Agricultural Sciences, Professor FGBOU VO MGAVM&B – MVA named after K. I. Skryabin
Maksimov V. I. – Doctor of Biological Sciences, Professor FGBOU VO MGAVM&B – MVA named after K. I. Skryabin
Pimenov N. V. – RAS professor, Doctor of Biological Sciences, Professor, FGBOU VO MGAVM&B – MVA named after K. I. Skryabin

Slesarenko N. A. – Doctor of Biological Sciences, Professor FGBOU VO MGAVM&B – MVA named after K. I. Skryabin
Stekolnikov A. A. – RAS academician, Doctor of Veterinary Sciences, Professor FGBOU VO SPbGAVM
Shabunin S. V. – RAS academician, Doctor of Veterinary Sciences, Professor FGBNU VNIVIPFIT
Yuldashbayev Yu. A. – Academician of the RAS, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the RSAU–MAA named after K. A. Timiryazev

Editorial Board of Experts:

Abramov P. N. – Doctor of Biological Sciences, Docent FGBOU VO MGAVM&B – MVA named after K. I. Skryabin
Vasilev A. A. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor FGBOU VO MGAVM&B – MVA named after K. I. Skryabin
Kozlov S. A. – Doctor of Biological Sciences, Professor FGBOU VO MGAVM&B – MVA named after K. I. Skryabin
Novikov M. V. – Candidate of Technical Sciences, Docent FGBOU VO MGAVM&B – MVA named after K. I. Skryabin
Koba I. S. – Doctor of Veterinary Sciences, Professor FGBOU VO MGAVM&B – MVA named after K. I. Skryabin
Fedorova O. I. – Doctor of Biological Sciences, Professor FGBOU VO MGAVM&B – MVA named after K. I. Skryabin
Shemyakova S. A. – Doctor of Veterinary Sciences, Professor FGBOU VO MGAVM&B – MVA named after K. I. Skryabin

Official address:

123022, Moscow, highway Zvenigorodskoe,
house 5, building 1

Phones: +7 (495) 592-2998, 8-916-925-5954

E-mail: idnb11@yandex.ru, sci@mgavm.ru

Internet: : www.s-lib.com

Signed for printing: 24.09.2025. Format 60x90 1/8
The price is negotiable. Number of sheets – 20 P.L. Edition

**Printing-house of Ltd. «Kantsler» Yaroslavl,
ul. Polushkina Roshcha, 16, 66A
E-mail: kancler2007@yandex.ru**

Articles are read.

**Reprinting the materials published in the journal
«Veterinariya, zootekhnika i biotekhnologiya»
is permitted only by the written permission of
the publisher.**

Advertisers are responsible for authenticity of ads.

**The journal is included into the Russian scientific
citation index indexed in: Scientific electronic
library eLIBRARY.RU (Russia).**

**The points of view of the authors of the articles may not
coincide with those of the editorial office staff.**

Decision of the Higher attestation Commission under the Ministry of education and science of the Russian Federation (VAK at the Ministry of education of Russia) the journal is included in the List of peer-reviewed scientific publications, which should be published basic scientific results of theses on competition of a scientific degree of candidate of Sciences, on competition of a scientific degree of the doctor of Sciences.

Specialties: 4.2.1 – Animal pathology, morphology, physiology, pharmacology and toxicology; 4.2.2 – Sanitation, hygiene, ecology, veterinary and sanitary expertise and biosafety; 4.2.3 – Infectious diseases and animal immunology; 4.2.4 – Private animal husbandry, feeding, technologies of feed preparation and production of animal products; 4.2.5 – Breeding, breeding, genetics and animal biotechnology; 1.5.6 – Biotechnology; 1.5.17 – Parasitology

Ветеринария, Зоотехния и Биотехнология

Научно-практический журнал. Выходит 1 раз в месяц

№ 10 (142), Т. 1. 2025

Журнал зарегистрирован в Министерстве связи и массовых коммуникаций, Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (РОСКОМНАДЗОР). Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77 – 55860 от 07.11.2013

Учредители: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина, ООО «Издательский дом «НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА»

Издатель: ООО «Издательский дом «НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА»

Редакционный совет

Главный редактор: Позябин С. В.

доктор ветеринарных наук, член-корреспондент РАН, ректор ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина

Заместитель главного редактора: Дельцов А. А.

доктор ветеринарных наук, кандидат фармацевтических наук, проректор по науке и инновациям ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина

Ответственный за выпуск, технический редактор: Горянская Н. С.

Члены редакционной коллегии:

Балакирев Н. А. – академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина
Василевич Ф. И. – академик РАН, доктор ветеринарных наук, профессор ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина
Гнездилова Л. А. – доктор ветеринарных наук, профессор ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина
Гулюкин М. И. – академик РАН, доктор ветеринарных наук, профессор ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН
Девришов Д. А. – член-корреспондент РАН, доктор биологических наук, профессор ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина
Енгашев С. В. – академик РАН, доктор ветеринарных наук, профессор ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина
Забережный А. Д. – член-корреспондент РАН, доктор биологических наук, профессор ФГБНУ ВНИТИБП
Калустин А. В. – доктор биологических наук, профессор ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН
Кочин И. И. – академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина
Максимов В. И. – доктор биологических наук, профессор ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина
Пименов Н. В. – профессор РАН, доктор биологических наук, профессор ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина

Слесаренко Н. А. – доктор биологических наук, профессор ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина
Стекольников А. А. – академик РАН, доктор ветеринарных наук, профессор ФГБОУ ВО СПбГАВМ
Шабунин С. В. – академик РАН, доктор ветеринарных наук, профессор ФГБНУ «ВНИВИПФит»
Юлдашбаев Ю. А. – академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Редакционно-экспертный совет:

Абрамов П. Н. – доктор биологических наук, доцент ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина
Васильев А. А. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина
Козлов С. А. – доктор биологических наук, профессор ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина
Новиков М. В. – кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина
Коба И. С. – доктор ветеринарных наук, профессор ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина
Федорова О. И. – доктор биологических наук, профессор ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина
Шемакова С. А. – доктор ветеринарных наук, профессор ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина

Юридический адрес журнала:

1123022, г. Москва, шоссе Звенигородское,
дом 5, строение 1
Телефоны: +7 (495) 592-2998, 8-916-925-5954
E-mail: idnb11@yandex.ru, sci@mgavm.ru
Internet: www.s-lib.com

Подписано в печать: 24.09.2025. Формат 60х90 1/8
Цена договорная. Объем 20 п.л. Тираж 5000 экз.

Отпечатано в типографии ООО «Канцлер»
г. Ярославль, ул. Полужкина Роша, 16, строение 66а
E-mail: kancler2007@yandex.ru

Статьи рецензируются

Перепечатка материалов, опубликованных в журнале «Ветеринария, зоотехния и биотехнология», допускается только с письменного разрешения редакции

Ответственность за достоверность рекламных объявлений несут рекламодатели

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), индексируется в Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU (Россия)

Точка зрения авторов статей может не совпадать с мнением редакции

Решением Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки Российской Федерации (ВАК при Минобрнауки России) журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук. Специальности: 4.2.1 – Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология; 4.2.2 – Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность; 4.2.3 – Инфекционные болезни и иммунология животных; 4.2.4 – Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства; 4.2.5 – Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных; 1.5.6 – Биотехнология; 1.5.17 – Паразитология

© ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина»

© ООО «Издательский дом «НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА»

CONTENTS

ANIMAL PATHOLOGY, MORPHOLOGY, PHYSIOLOGY, PHARMACOLOGY AND TOXICOLOGY

Pozyabin S. V., Shumakov N. I., Kachalin M. D., Gnezdilova L. A., Borunova S. M., Starynina V. S., Zherebtsov I. S. The method of laparoscopic puncture of ovarian follicles in cows	7
Kondratov G. V., Stepanishin V. V., Kumirov S. G. Histology of the quadriceps femoral muscle in separate stages of ontogenesis in Ross-308 broiler chickens	16
Gnezdilova L. A., Borunova S. M., Pozyabin S. V., Shumakov N. I., Kachalin M. D., Starynina V. S. Modern approaches to assessing the quality of embryos of productive animals using assisted reproductive technologies	24
Solomakhina L. A. Ophthalmological diagnostics of ulcerative keratitis in birds	33
Gorshkov S. S., Vilkovskiy I. F. Evaluation of osseointegration of SerGoFIX percutaneous osteointegrable prostheses in dogs and cats by electron microscopy. Significance of mineral composition and morphology	40
Kostylev V. A., Goncharova A. V., Bychkova V. A. Factors of occurrence and development of dilated cardiomyopathy in dogs	47
Goncharova D. A., Slesarenko N. A., Shirokova E. O. Morpho-anthropogenic risks of developing injuries and pathologies in knee joint structures in working and sports dogs	55
Shumsky V. A., Furmanov I. L. Study of the relationship between the values of some macro- and microelements in the blood of cattle and their content in the studied sorption additive	62
Sotnikov A. O., Orobets V. A., Kireev I. V., Klimov P. V. Evaluation of the efficacy and safety of gabapentin in the management of neuropathic pain of various etiologies in dogs and cats as part of combination therapy	70

SANITATION, HYGIENE, ECOLOGY, VETERINARY AND SANITARY EXPERTISE AND BIOSAFETY

Pivkina A. T., Petrova Yu. V., Abramov P. N. Comparative characteristics of probiotics and probiotic additives in aquaculture	82
Bashnin O. I., Shikhov S. S., Udavliev D. I., Kushch I. V., Bobkov D. I., Kulach P. V. Modern disinfectants from development to implementation	88

INFECTIOUS DISEASES AND ANIMAL IMMUNOLOGY

Bridnya A. B., Kapustin A. V. Industrial cultivation of tetanus culture in bio bottles, using formalin to inactivate the toxin	99
Permyakova K. Yu., Brylina V. E., Buzmakova N. A., Pimenov N. V., Akashkin A. S., Babanin I. S. AMPs of animals: functions and prospects of practical application	107

PRIVATE ANIMAL HUSBANDRY, FEEDING, TECHNOLOGIES OF FEED PREPARATION AND PRODUCTION OF LIVESTOCK PRODUCTS

Kononets V. V., Nurzhanov B. S., Shirnina N. M. Evaluation of the use of concentrated feed preparation techniques in dairy cow diets	119
BIOTECHNOLOGY	
Kharchenko V. G., Kapustin A. V., Roenko A. D., Klimanovich I. V. Efficiency of aeration for biomass accumulation of the <i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i> strain	131
Buaro M., Pimenov N. V. Characteristics of candidate <i>Phagum Salmonella abortusovis</i> strains for the development of a veterinary product	138
PARASITOLOGY	
Larionova I. S., Vasilevich F. I., Vishnevskaya A. Yu. Philosophical analysis of empirical research methods in parasitology	147
Terentyeva Z. Kh., Shemyakova S. A., Zgekamukhova M. Z. Results of therapeutic and prophylactic measures in avian eimeriosis	154

СОДЕРЖАНИЕ

ПАТОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ, МОРФОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ, ФАРМАКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЯ

Позябин С. В., Шумаков Н. И., Качалин М. Д., Гнездилова Л. А., Борунова С. М., Старынина В. С., Жеребцов И. С. Метод лапароскопической пункции фолликулов яичников у коров	7
Кондратов Г. В., Степанишин В. В., Кумиров С. Г. Гистология четырехглавой мышцы бедра в отдельные этапы онтогенеза у цыплят-бройлеров кросса «Росс-308»	16
Гнездилова Л. А., Борунова С. М., Позябин С. В., Шумаков Н. И., Качалин М. Д., Старынина В. С. Современные подходы к оценке качества эмбрионов продуктивных животных при применении вспомогательных репродуктивных технологий	24
Соломахина Л. А. Офтальмологическая диагностика язвенных кератитов у птиц	33
Горшков С. С., Вилковыский И. Ф. Сравнительный анализ остеointеграции титановых чрескожных имплантатов SerGoFIX у собак и кошек методами электронной микроскопии. Значение минерального состава и морфологии	40
Костылев В. А., Гончарова А. В., Бычкова В. А. Предпосылки возникновения и развития дилатационной кардиомиопатии у собак	47
Гончарова Д. А., Слесаренко Н. А., Широкова Е. О. Морфо-антропогенные риски развития травм и патологий в структурах коленного сустава у рабочих и спортивных собак	55

Шумский В. А., Фурманов И. Л. Исследование взаимосвязи величин некоторых макро- и микроэлементов в крови крупного рогатого скота и содержанием их в сорбционной добавке	62
Сотников А. О., Оробец В. А., Киреев И. В., Климов П. В. Оценка эффективности и безопасности применения препарата «Габитабс» в составе комплексной терапии при лечении нейропатической боли различной этиологии у собак и кошек	70
САНИТАРИЯ, ГИГИЕНА, ЭКОЛОГИЯ, ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА И БИОБЕЗОПАСНОСТЬ	
Пивкина А. Т., Петрова Ю. В., Абрамов П. Н. Сравнительная характеристика пробиотиков и пробиотических добавок в аквакультуре	82
Башнин О. И., Шихов С. С., Удавлиев Д. И., Куц И. В., Бобков Д. И., Кулач П. В. Современные дезинфицирующие препараты от разработки до внедрения	88
ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ И ИММУНОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ	
Бридня А. Б., Капустин А. В. Промышленное культивирование столбнячной культуры в биобутылях, использование формалина для инактивации токсина	99
Пермякова К. Ю., Брылина В. Е., Бузмакова Н. А., Пименов Н. В., Акашкин А. С., Бабанин И. С. АМП животных: функции и перспективы практического применения	107
ЧАСТНАЯ ЗООТЕХНИЯ, КОРМЛЕНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВ И ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА	
Кононец В. В., Нуржанов Б. С., Ширнина Н. М. Оценка использования приемов подготовки концентрированных кормов в рационах дойных коров	119
БИОТЕХНОЛОГИЯ	
Харченко В. Г., Капустин А. В., Роевко А. Д., Климанович И. В. Эффективность применения аэрации для накопления биомассы штамма <i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	131
Буаро М., Пименов Н. В. Характеристика штаммов-кандидатов <i>Phagum Salmonella abortusovis</i> для разработки средств ветеринарного применения	138
ПАЗАРИТОЛОГИЯ	
Ларионова И. С., Василевич Ф. И., Вишневская А. Ю. Философский анализ методов эмпирического исследования в паразитологии	147
Терентьева З. Х., Шемякова С. А., Жекамухова М. З. Результаты лечебных и профилактических мероприятий при эймериозе птиц	154

Метод лапароскопической пункции фолликулов яичников у коров

Сергей Владимирович Позябин¹,
Никита Иванович Шумаков²,
Михаил Дмитриевич Качалин³,
Лариса Александровна Гнездилова⁴,
Сеидфатима Мировна Борунова⁵,
Виктория Сергеевна Старынина⁶,
Илья Сергеевич Жеребцов⁷

^{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7} Московская государственная академия ветеринарной медицины
и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия

¹ jippo77@mail.ru

² nshumakov31@yandex.ru

³ kachalinmd@gmail.com

⁴ lag22004@mail.ru

⁵ fatima.borunova@mail.ru

⁶ vika.starynina@bk.ru

⁷ vetmed@ilzh.ru

Автор, ответственный за переписку:

Никита Иванович Шумаков, nshumakov31@yandex.ru

Аннотация

В настоящее время в молочном и мясном скотоводстве есть потребность получения большего числа телят от высокопородных коров с целью реализации их генетического потенциала в последующих поколениях. Яичники коров содержат большое количество ооцитов, что дает возможность использовать методы, позволяющие многократно извлекать их из фолликулов живых животных. Целью наших исследований стала разработка оперативных доступов, позволяющих проводить лапароскопическую пункцию фолликулов яичников у коров, и оценка возможностей проведения данной манипуляции. Оперативное вмешательство выполняли с двух сторон (как с правой, так и с левой) с целью определения наилучшего уровня обзора внутренних органов и возможности хирургического выполнения пункции. В статье описаны результаты исследований по определению места доступа и необходимый лапароскопический инструментарий.

Ключевые слова: лапароскопия, анатомия, корова, яичник, фолликул, ооциты, пункция

Финансирование: работа выполнена в рамках тематического плана-задания на выполнение научно-исследовательских работ по государственному заказу Минсельхоза России на 2025 год (Соглашение от 23.01.2025 № 082-03-2025-227).

Для цитирования: Позябин С. В., Шумаков Н. И., Качалин М. Д. и др. Метод лапароскопической пункции фолликулов яичников у коров. // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 10. Т. 1. С. 7–15. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510101>

The method of laparoscopic puncture of ovarian follicles in cows

Sergey V. Pozyabin¹, Nikita I. Shumakov², Mikhail D. Kachalin³,
Larisa A. Gnezdilova⁴, Seidfatima M. Borunova⁵,
Victoriya S. Starynina⁶, Ilya S. Zherebtsov⁷

^{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7} Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –
MVA named after K. I. Seryabin, Moscow, Russia

¹ jippo77@mail.ru

² nshumakov31@yandex.ru

³ kachalinmd@gmail.com

⁴ lag22004@mail.ru

⁵ fatima.borunova@mail.ru

⁶ vika.starynina@bk.ru

⁷ vetmed@ilzh.ru

Corresponding author:

Nikita I. Shumakov, nshumakov31@yandex.ru

Abstract

Currently, dairy and beef cattle breeding needs to produce more calves from high-bred cows in order to realize their genetic potential in future generations. Cow ovaries contain a large number of oocytes, which makes it possible to use methods that allow their repeated extraction from the follicles of living animals. The purpose of our research was to develop surgical approaches that allow laparoscopic puncture of ovarian follicles in cows and to evaluate the possibilities of this manipulation. Surgical intervention was performed on both sides (both on the right and on the left) in order to determine the best level of view of the internal organs and the possibility of surgical puncture. The article describes the results of research on determining the access point and the necessary laparoscopic instruments.

Keywords: laparoscopy, anatomy, cow, ovary, follicle, oocytes, puncture

Financing: The work was carried out within the framework of the thematic plan-task for the implementation of research work under the state order of the Ministry of Agriculture of Russia for 2025 (Agreement dated 01/23/2025 No. 082-03-2025-227).

For citation: Pozyabin S. V., Shumakov N. I., Kachalin M. D. et al. (2025) The method of laparoscopic puncture of ovarian follicles in cows. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. No. 10. Vol. 1. Pp. 7–15. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510101>

Введение. В настоящее время в молочном и мясном скотоводстве есть потребность получения большего числа телят от высокопородных коров с целью реализации их генетического потенциала в последующих поколениях. Актуальность данной проблемы связана с поздним наступлением полового созревания коров, малоплодной беременностью и длительным периодом стельности, что позволяет получать не более одного телен-

ка в год от одного животного. В связи с этим важной задачей является разработка и определение методов, обеспечивающих возможности получения большего числа потомства от одной самки.

Яичники коров содержат большое количество ооцитов, что дает возможность использовать методы, позволяющие осуществлять многократное извлечение их из фолликулов живых животных. В отличие от ооцитов, по-

лученных из яичников животных после убоя, для прижизненного извлечения ооцитов могут быть отобраны животные-доноры с высоким генетическим потенциалом.

В ветеринарной практике активно развиваются методы репродуктивных оперативных вмешательств у коров с целью сохранения и восстановления уже известных пород, а также выведения новых [2, 3, 10, 12, 13]. Лапароскопическая пункция фолликулов яичников – малоинвазивная хирургическая процедура, позволяющая получать ооциты от животных прижизненно с минимальным риском интра- и постоперационных осложнений [4–6, 10, 11].

Цель исследования. Разработать оперативные доступы для проведения лапароскопической пункции фолликулов яичников у коров и определить эффективность манипуляции.

Материалы и методы. Исследования проводили в ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина» на кафедре ветеринарной хирургии в 2025 г. Объектом исследования служили клинически здоровые половозрелые коровы черно-пестрой породы.

В период предоперационной подготовки животных выдерживали на голодной диете в течение 48 ч и ограничивали питьевой режим за 6 ч до начала оперативного вмешательства.

Анестезиологический протокол включал в себя препарат «Рометар» в дозе 0,3 мл внутривенно для обеспечения седативного эффекта, местную инфильтрационную анестезию проводили препаратом «Новокаин 2 %» в местах постановки троакаров по 5 мл с каждой стороны и сакро-люмбарную эпидуральную блокаду.

Перед лапароскопией выполняли ректальное исследование и очищение прямой кишки от каловых масс для увеличения мобильности лапароскопического инструмента в тазовой области брюшной полости.

Для выполнения лапароскопической пункции яичников у коровы необходимы: эндоскопическая стойка и специализированный эндоскопический набор инструментов.

Лапароскопическую пункцию фолликулов яичников у коров проводили как с пра-

вой, так и с левой стороны с целью определения оптимального места для достижения хорошей визуализации и удобства хирургического доступа к репродуктивным органам.

Хирургическая подготовка заключалась в фиксации животного в станке в стоячем положении. Операционное поле готовили по всем правилам асептики и антисептики. После удаления шерстяного покрова в местах оперативных доступов обрабатывали кожу спиртосодержащим и йодсодержащим растворами. Далее ограничивали операционное поле хирургической простыней (рис. 1, 2). Выполняли местную инфильтрационную анестезию в местах постановки троакаров (рис. 3, 4).

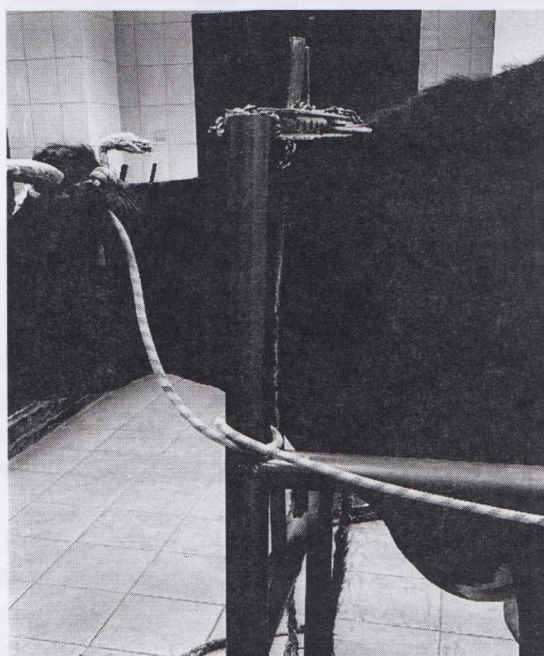


Рис. 1. Расположение коровы в стоячем положении в фиксационном станке

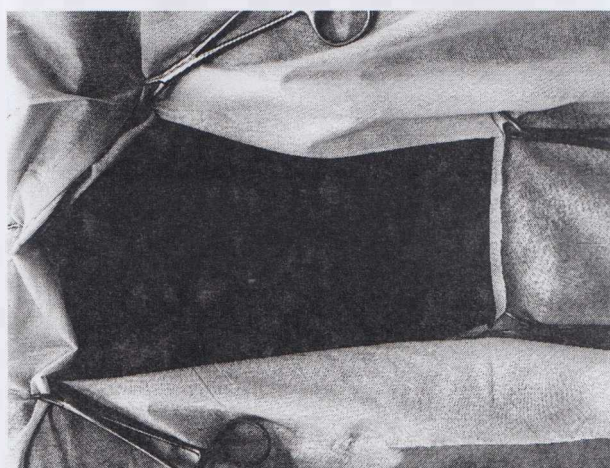


Рис. 2. Этап подготовки операционного поля

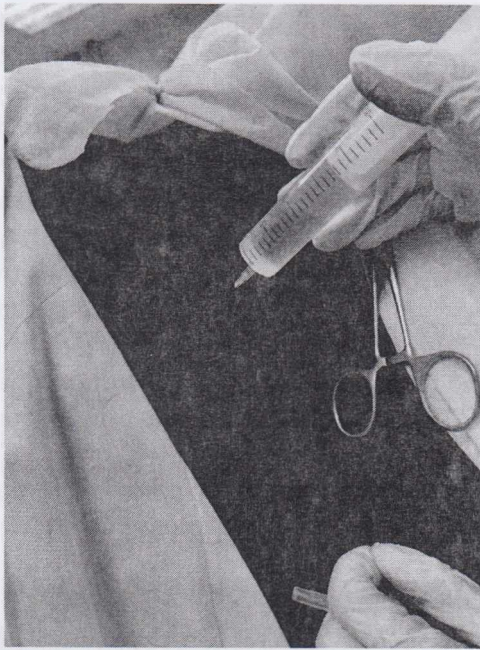


Рис. 3. Выполнение местной инфильтрационной анестезии в месте постановки троакара у коровы

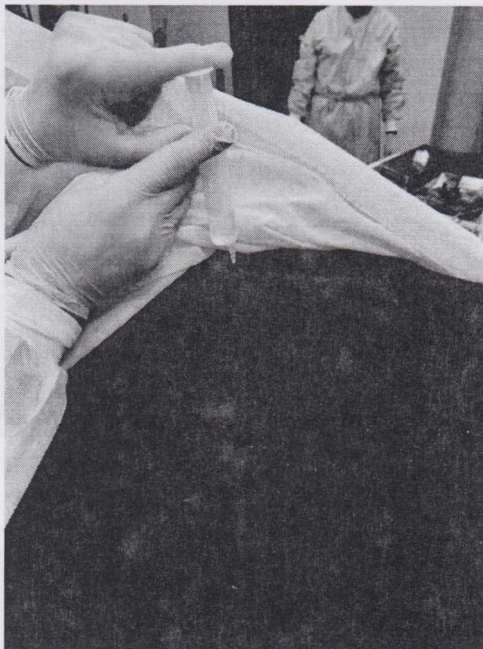


Рис. 4. Выполнение сакро-люмбарной эпидуральной блокады у коровы

Затем выполняли 1-й этап – оперативный доступ, который заключался в постановке троакара для введения в брюшную полость лапароскопических инструментов (рис. 5). Перед этим остроконечным скальпелем делали разрез кожи и жировой клетчатки в области голодной ямки. Далее создавали пневмоперитонеум при помощи инсуффлятора,

с применением показателей давления 9 мм рт. ст. и скорости подачи газа в брюшную полость 5 л/мин, вводили лапароскоп для выполнения визуализации места интереса.



Рис. 5. Установленный троакар для введения в брюшную полость лапароскопических инструментов

В завершении манипуляции на каждой из сторон проводили необходимый осмотр места прокола. При отсутствии кровотечения выводили эндоскопический инструмент. Удаляли газ из брюшной полости, созданный инсуффлятором. Места постановки троакаров ушивали одностажными прерывными швами (рис. 6).

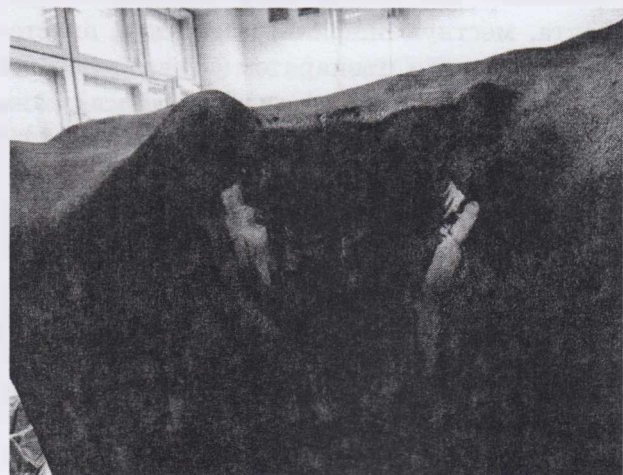


Рис. 6. Завершение операции. Наложение операционных швов в месте операционного доступа

В послеоперационном периоде проводили наблюдение за общим состоянием животных и обработку операционных швов. Если в течение 3 сут было повышение температуры или истечения из швов, то назначали однократно «Амоксициллин 15 %» 15 мг/кг массы тела.

Результаты исследований и обсуждение. Лапароскопическую пункцию фолликулов яичника выполняли сначала с правой стороны, так как подразумевалось, что в этой части нет рубца, который мог поме-

шать манипуляции. После постановки троакаров и создания пневмоперитонеума мы столкнулись с невозможностью работы в данной зоне ввиду нахождения в ней брыжейки кишечника и сальника, не позволяющих проводить оперативный прием, даже с использованием вспомогательного лапароскопического инструмента диссектора для отодвигания органов в сторону с целью обеспечения продвижения инструментов далее в брюшную полость (рис. 7).

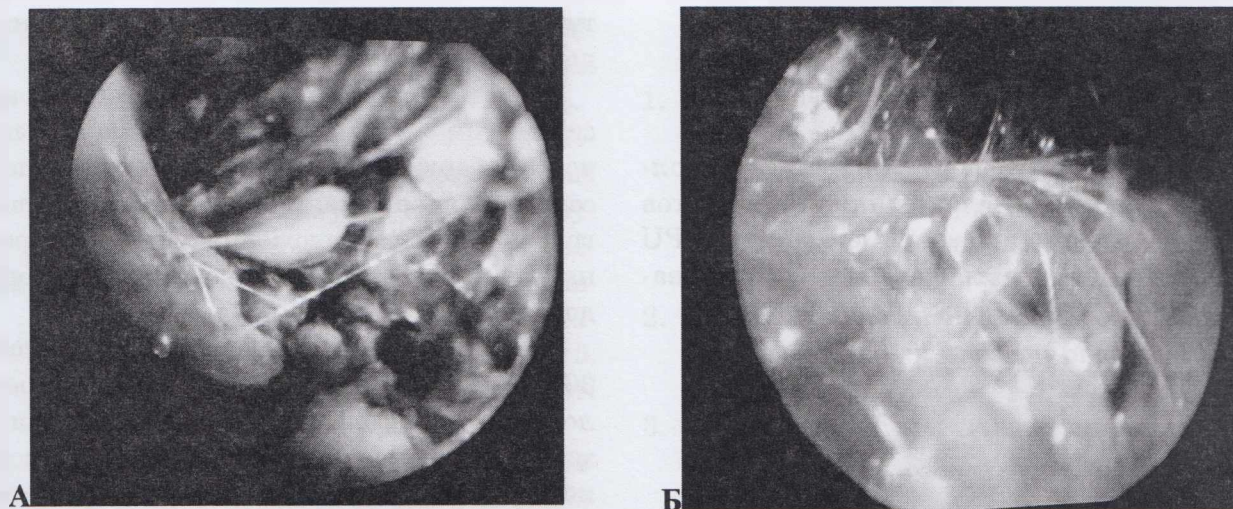


Рис. 7. Лапароскопическая картина тазовой области у коровы справа (А, Б). В поле зрения визуализируются брыжейка кишечника и сальник, не позволяющие провести инструмент к топографической области расположения яичника

В связи с этим мы решили попробовать отработать данную технику слева со стороны рубца. Ввиду того, что животные выдерживались на голодной диете, рубец был умеренно наполнен и нам удалось с помощью диссектора отодвинуть его и провести лапароскопический инструмент глубже в тазовую область, где мы смогли визуализировать яичники, тело матки и мочевого пузыря. Но в связи с тем, что репродуктивные органы находятся глубоко в тазовой области, визуализация и доступ к ним затруднены, а само выполнение пункции фолликула яичника осложнено труднодоступным заведением инструмента вглубь и ограничением его длины (рис. 8, 9).

Установлено, что для возможности выполнения пункции фолликула яичника у коровы длина лапароскопического инструмента пропорционально коррелирует с успехом выполнения манипуляции и должна быть не

менее 45 см. Данный способ выполнения лапароскопической пункции фолликулов яичников и эмбриотрансфера возможен при наличии инструмента вышеописанной длины.



Рис. 8. Лапароскопическая картина тазовой области брюшной полости слева у коровы. В поле зрения визуализируются яичник, рог и тело матки



Рис. 9. Лапароскопическая картина тазовой области брюшной полости слева у коровы. В поле зрения визуализируются яичник, рог матки, мочевого пузырь

В нашем исследовании пункцию фолликула яичника для аспирации ооцитов мы проводили с применением метода ОРУ под контролем ультразвукового оборудования (рис. 10, 11).



Рис. 10. Ультрасонографическая картина яичника у коровы. Выполнение пункции фолликула яичника под контролем ультразвукового датчика

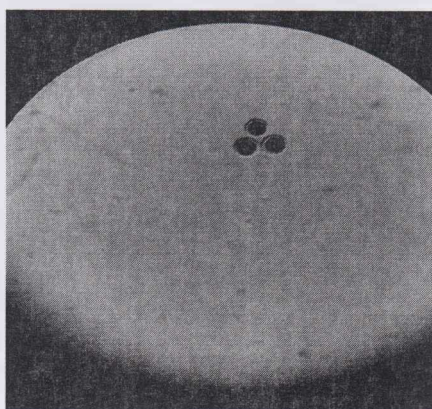


Рис. 11. Ооциты, полученные в результате пункции фолликула яичника

Закключение. На основании проведенных исследований мы установили, что лапароскопическая пункция фолликулов яичника у коров возможна только с левой стороны, где располагается рубец. Постановка троакаров выполняется в голодной ямке по линии маклока. При создании пневмоперитонеума давление 9 мм рт. ст. и скорость 5 л/мин достаточны для комфортной работы в брюшной полости.

При выполнении операции обязательна седация животного для избежания травматизации внутренних органов и повреждений дорогостоящего оборудования.

Данный способ применяют, когда в арсенале имеется необходимое лапароскопическое оборудование и инструментарий, персонал обладает знаниями анатомии и топографического расположения органов у коров, навыками работы с эндоскопическим оборудованием.

С помощью лапароскопа с углом обзора 30° возможно визуализировать и рассмотреть локализацию фолликулов яичников и рогов матки и выполнить их пункцию для возможности аспирации ооцитов и проведения эмбриотрансфера.

Если говорить об энергозатратности данного метода, то он требует дорогостоящего эндоскопического оборудования, анестезиологического оборудования, препаратов и знания протоколов, временного ресурса (подготовка животного за 2–3 сут до выполнения манипуляции и послеоперационный уход).

Список источников

1. Айбазов А.-М. М., Коваленко Д. В., Губаханов М. А. Вспомогательные репродуктивные технологии в воспроизводстве мелкого рогатого скота // Сельскохозяйственный журнал. 2022. № 2 (15). С. 29–36. DOI: 10.25930/2687-1254/004.2.15.2022.
2. Акаевский А. И., Селезнев С. Б., Юдичев Ю. Ф. Анатомия домашних животных. М.: Аквариум-Принт. 2018. 640 с.
3. Баймишев Х. Б. Морфология яичников и репродуктивные качества телок в зависимости от возраста и двигательной активности // Ветеринария. 1999. № 11. С. 33–34.

4. Вракин В. Ф., Сидорова М. В., Панов В. П. и др. Практикум по анатомии с основами гистологии и эмбриологии сельскохозяйственных животных. М.: Колос, 2001. 272 с.
5. Зеленовский Н. В., Щипакин М. В. Анатомия и физиология животных. СПб.: Лань, 2019. 368 с.
6. Зиновьева Н. А., Позябин С. В., Чинаров Р. Ю. Вспомогательные репродуктивные технологии: история становления и роль в развитии генетических технологий в скотоводстве // Сельскохозяйственная биология. 2020. № 55 (2). С. 225–242. DOI: 10.15389/agrobiology.2020.2.225rus.
7. Колядина Н. И., Хуснетдинова Н. Ф., Позябин С. В. и др. Ультразвуковой метод мониторинга фолликулов и ооцит-кумulusных комплексов у собак при проведении вспомогательных репродуктивных технологий // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 2. С. 6–15. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202502101. EDN BZHQBVO.
8. Машталер Д. В., Голубец Л. В., Дешко А. С. и др. Некоторые аспекты трансагинальной аспирации ооцитов крупного рогатого скота // FarmNews. 2018. № 1. С. 22–26.
9. Позябин С. В., Шумаков Н. И., Перышкина Л. С. и др. Лапароскопия и торакокопия у мелких домашних животных. М.: Аквариум, 2017. 96 с.
10. Позябин С. В., Шумаков Н. И., Черкасова О. В. и др. Выполнение лапароскопических операций на органах репродуктивной системы у овец // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2024. Т. 2. № 12. С. 6–16. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202412201. EDN GVSWYL.
11. Шумаков Н. И., Позябин С. В., Черкасова О. В. и др. Анестезиологическое сопровождение во время лапароскопии у овец // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2024. Т. 1. № 12. С. 31–41. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202412103. EDN JNCPIY.
12. Lukanina V. A., Chinarov R. Yu., Pozyabin S. V. et al. Comparative Study of the Effectiveness of Laparotomic and Laparoscopic Methods of Transplantation of Cloned Embryos in Sheep // Russian Agricultural Sciences. 2023. Vol. 49. No. S2. Pp. 339–344. DOI: 10.3103/s1068367423080128. EDN YQTZVX.
13. Singina G. N., Shedova E. N., Chinarov R. Y. et al. 18 Hybrid lamb of domestic sheep and argali produced by somatic cell nuclear transfer // Reproduction, Fertility and Development. 2023. Vol. 35. No. 1–2. Pp. 134–135. DOI: 10.1071/rd-v35n2ab18. EDN XYRPJT.

References

1. Aybazov A.-M. M., Kovalenko D. V., Gubakhanov M. A. (2022) Assisted reproductive technologies in the reproduction of small cattle. *Agricultural Journal*, no. 2 (15), pp. 29–36. DOI: 10.25930/2687-1254/004.2.15.2022.
2. Akaevsky A. I., Seleznev S. B., Yudichev Yu. F. (2018) *Anatomy of domestic animals*. M.: Aquarium-Print. 640 p.
3. Baymishev H. B. (1999) Morphology of ovaries and reproductive qualities of heifers depending on age and physical activity. *Veterinary Medicine*, no. 11, pp. 33–34.
4. Vraikin V. F., Vraikin V. F., Sidorova M. V. (2001) *Practicum on anatomy with the basics of histology and embryology of farm animals*. M.: Kolos. 272 p.
5. Zelenevsky N. V., Shchipakin M. V. *Anatomy and physiology of animals*. SPb.: Lan Publ. 2019. 368 p.
6. Zinovieva N. A., Pozyabin S. V., Chinarov R. Yu. (2020) Assisted reproductive technologies: the history of their formation and their role in the development of genetic technologies in cattle breeding. *Agricultural Biology*, no. 55 (2), pp. 225–242. DOI: 10.15389/agrobiology.2020.2.225rus.
7. Kolyadina N. I., Khusnetdinova N. F., Pozyabin S. V. et al. (2025) Ultrasound method for monitoring follicles and oocyte-cumulus complexes in dogs during assisted reproductive technologies. *Veterinary science, zootechnics and biotechnology*, no. 2, pp. 6–15. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202502101. EDN BZHQBVO.
8. Mashtaler D. V., Golubets L. V., Deshko A. S. et al. (2018) Some aspects of trans-

- vaginal aspiration of bovine oocytes. *Farm-News*, no. 1, pp. 22–26.
9. Pozyabin S. V., Shumakov N. I., Peryshkina L. S. et al. (2017) Laparoscopy and thoracoscopy in small domestic animals. M.: Aquarium Publishing House. 96 p.
 10. Pozyabin S. V., Shumakov N. I., Cherkasova O. V. et al. (2024) Performance of laparoscopic operations on the reproductive system organs in sheep. *Veterinary science, animal husbandry and biotechnology*, vol. 2, no. 12, pp. 6–16. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202412201. EDN GVSWYL.
 11. Shumakov N. I., Pozyabin S. V., Cherkasova O. V. et al. (2024) Anesthetic support during laparoscopy in sheep. *Veterinary science, animal husbandry and biotechnology*, vol. 1, no. 12, pp. 31–41. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202412103. EDN JNCPIY.
 12. Lukanina V. A., Chinarov R. Yu., Pozyabin S. V. et al. (2023) Comparative Study of the Effectiveness of Laparotomic and Laparoscopic Methods of Transplantation of Cloned Embryos in Sheep. *Russian Agricultural Sciences*, vol. 49, no. s2, pp. 339–344. DOI: 10.3103/s1068367423080128. EDN YQTZVX.
 13. Singina G. N., Shedova E. N., Chinarov R. Y. et al. (2023) 18 Hybrid lamb of domestic sheep and argali produced by somatic cell nuclear transfer. *Reproduction, Fertility and Development*, vol. 35, no. 1–2, pp. 134–135. DOI: 10.1071/rdv35n2ab18. EDN XYRPJT.

Информация об авторах

С. В. ПОЗЯБИН – доктор ветеринарных наук, член-корреспондент РАН, ректор, заведующий кафедрой ветеринарной хирургии;

Н. И. ШУМАКОВ – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры ветеринарной хирургии;

М. Д. КАЧАЛИН – доктор ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры ветеринарной хирургии;

Л. А. ГНЕЗДИЛОВА – доктор ветеринарных наук, профессор, заведующая кафедрой диагностики болезней, терапии, акушерства и репродукции животных;

С. М. БОРУНОВА – доктор биологических наук, профессор кафедры диагностики болезней, терапии, акушерства и репродукции животных, и.о. заведующего базовой кафедры биологической безопасности объектов ветеринарного надзора и обращения лекарственных средств в ветеринарии;

В. С. СТАРЫНИНА – кандидат ветеринарных наук, старший преподаватель кафедры ветеринарной хирургии;

И. С. ЖЕРЕБЦОВ – аспирант кафедры диагностики болезней, терапии, акушерства и репродукции животных.

Information about the authors:

S. V. POZYABIN – Doctor of Veterinary Sciences, Corresponding Member RAS, Head of the Department of Veterinary Surgery, Rector;

N. I. SHUMAKOV – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Veterinary Surgery;

M. D. KACHALIN – Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Veterinary Surgery;

L. A. GNESDILOVA – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of the Department of Disease Diagnostics, Therapy, Obstetrics and Animal Reproduction;

S. M. BORUNOVA – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Disease Diagnosis, Therapy, Obstetrics and Animal Reproduction, Acting Head of the Basic Department of Biological Safety of Veterinary Surveillance Facilities and Circulation of Medicines in Veterinary Medicine;

V. S. STARYNINA – Candidate of Veterinary Sciences, Senior Lecturer at the Department of Veterinary Surgery;

I. S. ZHEREBTSOV – PhD student, Department of Animal Disease Diagnostics, Therapy, Obstetrics and Reproduction.

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Contribution of the authors:

The authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 09.08.2025; одобрена после рецензирования 14.08.2025; принята к публикации 19.08.2025.

The article was submitted 09.08.2025; approved after reviewing 14.08.2025; accepted for publication 19.08.2025.

Научная статья

УДК 636.5: 611.73

DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202510102

Гистология четырехглавой мышцы бедра в отдельные этапы онтогенеза у цыплят-бройлеров кросса «Росс-308»

Глеб Владимирович Кондратов¹,
Виктор Владимирович Степанишин²,
Станислав Геннадьевич Кумиров³

^{1, 2, 3}Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –
ВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия

¹ kondratov.gleb1985@gmail.com

² stepanishin.victor@yandex.ru

³ s.kumirov@mail.ru

Автор, ответственный за переписку:

Глеб Владимирович Кондратов, kondratov.gleb1985@gmail.com

Аннотация

Изучена микроорганизация четырехглавой мышцы бедра у 1-, 8-, 20- и 35-суточных цыплят-бройлеров кросса «Росс-308». Экспериментально подтверждено подразделение мышечных волокон на большие, средние и малые, при этом у петушков их толщина несколько больше, чем у курочек. Толщина мышечных волокон равномерно возрастает в период с 1-х по 20-е сут и значительно увеличивается к 35-м сут роста. Мышечные волокна сгруппированы в пучки 1-го и 2-го порядков, толщина которых значительно увеличивается в период с 1-х по 8-е сут онтогенеза и далее постепенно нарастает к 35-м сут. Эндомизий и перемизий также в динамике роста становятся толще, при этом компоненты перимизия подразделяются на малые и большие у петушков и курочек. Проведенные микроморфометрические исследования позволяют сформировать более полное представление о развитии четырехглавой мышцы бедра у кур мясного направления продуктивности кросса «Росс-308» в отдельные этапы роста, что поможет лучше понять механизмы дифференцировки данной мышцы.

Ключевые слова: куры, скелетные мышцы, мышечные волокна, эндомизий, перимизий, кросс «Росс-308», четырехглавая мышца бедра

Для цитирования: Кондратов Г. В., Степанишин В. В., Кумиров С. Г. Гистология четырехглавой мышцы бедра в отдельные этапы онтогенеза у цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 10. Т. 1. С. 16–23. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510102>

Histology of the quadriceps femoral muscle in separate stages of ontogenesis in Ross-308 broiler chickens

Gleb V. Kondratov¹, Viktor V. Stepanishin², Stanislav G. Kumirov³

^{1, 2, 3} Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –

MVA named after K. I. Skryabin, Moscow, Russia

kondratov.gleb1985@gmail.com

stepanishin.victor@yandex.ru

s.kumirov@mail.ru

Corresponding author:

Gleb V. Kondratov, kondratov.gleb1985@gmail.com

Abstract

The microorganism of the quadriceps femoral muscle was studied in 1, 8, 20, and 35 day-old Ross-308 cross broiler chickens. The division of muscle fibers into large, medium and small has been experimentally confirmed, while their thickness is slightly greater in cockerels than in chickens. The thickness of the muscle fibers increases evenly from 1 to 20 days and increases significantly by 35 days of growth. The muscle fibers are grouped into bundles of orders 1 and 2, the thickness of which increases significantly from day 1 to day 8 of ontogenesis and then gradually increases by day 35. The endomysium and peremysium also become thicker in the growth dynamics, while the components of the perimysium are divided into small and large in roosters and chickens. The conducted micromorphometric studies allow us to form a more complete picture of the development of the quadriceps femoral muscle in chickens of the meat production line of the Ross-308 cross in separate growth stages, which will help to better understand the mechanisms of differentiation of this muscle.

Keywords: chickens, skeletal muscles, muscle fibers, endomysium, perimysium, Ross-308 cross, quadriceps femoris

For citation: Kondratov G. V., Stepanishin V. V., Kumirov S. G. (2025) Histology of the quadriceps femoral muscle in separate stages of ontogenesis in Ross-308 broiler chickens. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. No. 10. Vol. 1. Pp. 16–23. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510102>

Введение. В современных экономических условиях птицеводческая отрасль выступает одним из ключевых звеньев агропромышленного комплекса России, обеспечивая стабильное снабжение населения важнейшими продуктами питания животного происхождения. Развитие промышленного птицеводства является приоритетным направлением государственной политики в сфере продовольственной безопасности и снижения зависимости от импортных поставок. Согласно актуальным статистическим показателям, птицеводческий сектор демонстрирует

впечатляющие результаты: за отчетный период предприятия всех форм собственности произвели свыше 46,7 млрд яиц. Параллельно с этим объемы производства птицеводческой продукции достигли отметки в 5,46 млн т мяса птицы, что свидетельствует о высоком потенциале отрасли [4, 13, 14].

Несмотря на положительную динамику развития, отраслевая специфика сталкивается с рядом ограничивающих факторов, способных оказать негативное влияние на темпы роста производства. В этих непростых условиях особую значимость приобретает ин-

теграция инновационных научных разработок в производственные процессы. Научно-технический прогресс становится ключевым драйвером развития современного птицеводства, позволяя преодолевать существующие барьеры и обеспечивать устойчивое развитие отрасли. Таким образом, дальнейшее совершенствование технологий производства птицеводческой продукции выступает необходимым условием для укрепления продовольственной безопасности государства и реализации импортозамещающих программ [2, 3].

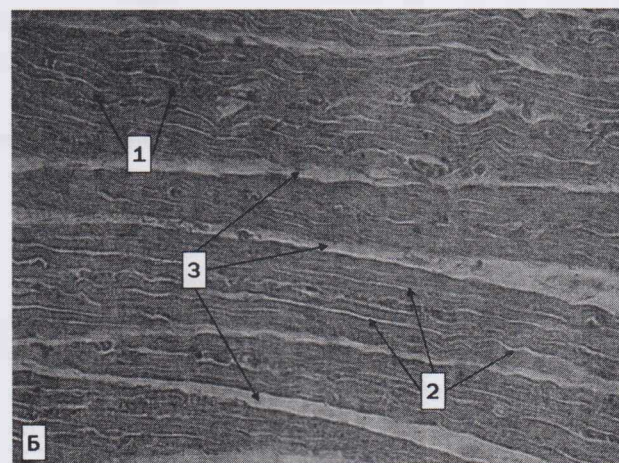
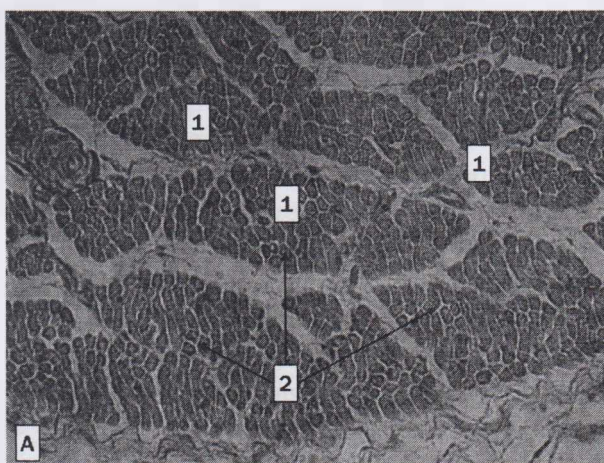
В частности, перед сообществом ученых-морфологов стоит задача по изучению ростовых процессов мышечной системы бройлеров в отдельные периоды, когда организм птицы особенно чувствителен к условиям содержания и кормления [11, 12]. В такие периоды происходит наиболее интенсивный рост мышечной ткани, и любое негативное воздействие может существенно повлиять на конечный результат выращивания. В связи с этим изучение микроморфологии скелетной мускулатуры цыплят-бройлеров является одной из актуальных проблем современной биологии сельскохозяйственной птицы [1, 5–10, 15, 16].

Цель исследования. Микроморфометрически описать строение четырехглавой мышцы бедра у кур кросса «Росс-308» на 1-е, 8-е, 20-е и 35-е сут роста.

Материалы и методы. Цыплята-бройлеры мясного направления продуктивности кросса «Росс-308» содержались в клетках на кафедре анатомии и гистологии животных имени профессора А. Ф. Климова ФГБОУ ВО

МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина. Возраст исследуемой птицы составил 1, 8, 20, и 35 сут постэмбрионального развития ($n=20$ в каждый срок роста). У исследуемой птицы отбирали четырехглавую мышцу бедра, которая послужила материалом и предметом эксперимента. Гистологические и микроморфологические исследования проводили по стандартным общепринятым методикам.

Результаты. Особенности структурной организации четырехглавой мышцы бедра на 1-е, 8-е, 20-е и 35-е сут онтогенеза заключаются в увеличении толщины мышечных и соединительнотканых компонентов (рис.). Так, прирост по показателю толщины мышечных волокон составил с 1-х по 8-е сут у петушков – от 20,76 до 22,93 %, у курочек – от 8,47 до 17,12 %; с 8-х по 20-е сут у петушков – от 15,97 до 17,26 %, у курочек – от 21,72 до 29,11 %; с 20-х по 35-е сут у петушков – от 73,12 до 84,18 %, у курочек – от 70,44 до 84,41 %. Мышечные волокна сгруппированы в пучки 1-го и 2-го порядка соответственно, их толщина значительно возрастает с 1-х по 8-е сут и равномерно увеличивается к 35-м сут. Эндомизий равномерно и незначительно становится толще по мере увеличения срока онтогенеза. Для перимизия характерна аналогичная картина, но при этом в структуре четырехглавой мышцы бедра были выявлены тонкие и толстые его компоненты. Количество волокон в поле зрения увеличивается с 19 до 21 единиц у петушков и с 18 до 20 единиц у курочек. Площадь мышечной ткани по отношению к соединительной увеличивается с соотношения 75:25 до 81:19 у петушков и с 69:31 до 79:21 у курочек (табл.).



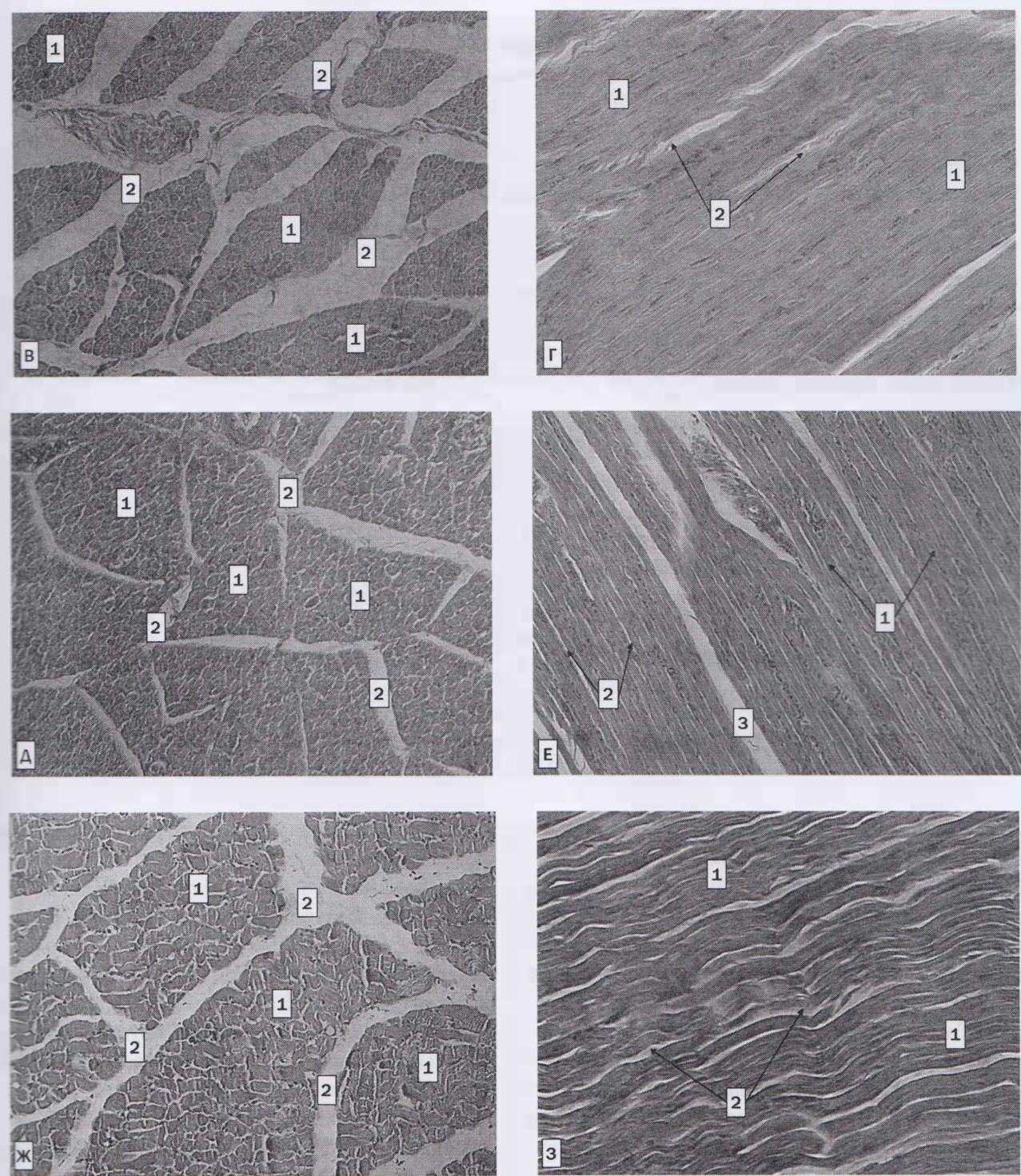


Рис. Микроструктура четырехглавой мышцы бедра цыплят-бройлеров кросса «Росс-308». А, Б – 1-е сут; В, Г – 8-е сут; Д, Е – 20-е сут; Ж, З – 35-е сут. Гематоксилин и эозин, ×400 (А, Б, В, Г), ×200 (Д, Е, Ж, З). Поперечные срезы: А, Б, Д, Ж: 1 – пучки мышечных волокон 1 порядка, включающие большие, средние и малые мышечные волокна; 2 – перимизий; продольные срезы: Б, Г, Е, З: 1 – мышечные волокна; 2 – эндомизий; 3 – перимизий

Таблица

Характеристика четырехглавой мышцы бедра 1-, 8-, 20- и 35-суточных цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» по морфометрическим критериям, Ме (Q1÷Q3)

Показатель		Период постэмбрионального развития, сут			
		1	8	20	35
Толщина мышечных волокон, мкм					
• большие	♂	5,21±0,41	6,76±1,63	8,17±1,12	51,63±4,26
	♀	4,97±0,22	5,43±1,71	7,66±1,22	49,14±3,74
• средние	♂	3,92±0,51	4,42±1,23	5,91±1,42	25,58±3,62
	♀	3,35±0,22	3,91±1,82	5,11±1,08	23,81±4,24
• малые	♂	2,71±0,33	3,42±0,55	4,07±0,72	15,14±3,27
	♀	2,42±0,27	2,92±0,67	3,73±0,33	12,62±2,42
Толщина пучков мышечных волокон 1 порядка, мкм	♂	38,21±6,11	102,15±12,72	121,18±17,32	151,25±31,17
	♀	32,63±5,13	98,24±10,37	104,15±14,91	142,56±27,12
Толщина пучков мышечных волокон 2 порядка, мкм	♂	63,21±9,25	213,21±21,33	263,14±29,49	317,23±35,12
	♀	59,31±7,12	192,16±18,62	253,26±25,17	288,12±31,42
Толщина эндомизия, мкм	♂	3,04±0,21	3,11±0,36	2,93±0,24	4,64±0,42
	♀	2,34±0,31	2,62±0,17	2,67±0,74	3,98±0,53
Толщина перимизия, мкм	♂	8,15±2,42	10,14±1,32	10,61±2,32	17,21±5,51
		13,27±3,15	19,56±2,21	20,11±6,21	51,31±4,53
	♀	7,56±2,28	9,24±1,65	9,64±3,38	15,12±4,24
		12,03±2,42	17,01±2,57	18,11±3,51	48,27±3,32
Кол-во волокон в поле зрения при ×1000	♂	19±1	20±1	20±1	21±1
	♀	18±1	18±2	19±1	20±1
Соотношение мышечная ткань : соединительная ткань на площади среза, %	♂	75:25	75:25	78:22	81:19
	♀	69:31	71:29	76:24	79:21

Закключение. Изучена микроорганизация четырехглавой мышцы бедра у 1-, 8-, 20- и 35-суточных цыплят-бройлеров кросса «Росс-308». Экспериментально подтверждено подразделение мышечных волокон на большие, средние и малые, при этом у петушков их толщина несколько больше, чем у курочек. Толщина мышечных волокон равномерно возрастает в период с 1-х по 20-е сут и значительно увеличивается к 35-м сут роста. Мышечные волокна сгруппированы в пучки 1-го и 2-го порядков, толщина которых значительно увеличивается в период с 1-х по 8-е сут онтогенеза и далее постепенно нарастает к 35-м сут. Эндомизий и перемизий также в динамике роста становятся толще, при этом компоненты перимизия подразделяются на малые и большие у петушков и курочек. Проведенные микроморфометрические исследования позволяют сформировать более полное представление о развитии четырехглавой мышцы бедра у кур мясного направления продуктивности кросса «Росс-308» в отдельные этапы

роста, что поможет лучше понять механизмы дифференцировки данной мышцы.

Список источников

1. Борхунова Е. Н., Кондратов Г. В., Степанишин В. В. Особенности микроорганизации поверхностной грудной мышцы у кур мясного и яичного направлений продуктивности // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2020. № 12. С. 29–35. DOI: 10.26155/vet.zoo.bio.202012004. EDN EQQIGS.
2. Буяров А. В. Актуальные проблемы инновационного развития промышленного птицеводства России / А. В. Буяров, В. С. Буяров, В. В. Ляхова, Н. П. Полянская // Эффективное животноводство. 2025. № 3(200). С. 88–91. DOI: 10.24412/cl-33489-2025-3-88-91. EDN SIUZGD.
3. Капитонова Е. А. Птицеводство Союзного государства: вчера, сегодня, завтра / Е. А. Капитонова, И. И. Кочиш,

- Л. Ю. Карпенко, М. А. Гласкович // Наше сельское хозяйство. 2025. № 6 (350). С. 62–65. EDN QPVOWX.
4. Капишников А. М. Перспективы российского экспорта мясной продукции из птицы в новых геополитических условиях / А. М. Капишников, Н. В. Воробьева // Аграрный вестник Урала. 2025. Т. 25. № 1. С. 117–133. DOI: 10.32417/1997-4868-2025-25-01-117-133. EDN LKWQFU.
5. Кондратов Г. В. Гистологическое строение четырехглавой мышцы бедра в постнатальном онтогенезе у кур мясного направления продуктивности / Г. В. Кондратов, В. В. Степанишин, А. М. Жариков // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2023. № 5. С. 97–103. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202305012. EDN EHSQJY.
6. Кондратов Г. В. Микроморфологическая организация скелетных мышц у кур Б-56 «Корниш» и Юрловская голосистая / Г. В. Кондратов, В. В. Степанишин, Э. К. Гасангусейнова // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2021. № 12. С. 12–18. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202112002. – EDN GDLTHR.
7. Кондратов Г. В., Степанишин В. В., Кумиров С. Г. Особенности микроскопического строения поверхностной грудной мышцы на 29-е сутки онтогенеза у кур яичного направления продуктивности // Ветеринарная морфология и патология. 2023. № 2. С. 26–32. EDN IDRYMD.
8. Кондратов Г. В., Степанишин В. В., Кумиров С. Г. Особенности строения скелетных мышц у кур Смена-8 и Андалузская голубая в отдельные сроки постэмбрионального онтогенеза // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2021. № 4. С. 6–15. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202104001. EDN BISWNT.
9. Кондратов Г. В., Степанишин В. В., Кумиров С. Г. Сравнительная характеристика четырехглавой мышцы бедра в постнатальном онтогенезе у кур Кобб-500 и Юрловская голосистая // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2022. № 1. С. 6–11. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202201001. EDN MIIHGS.
10. Кондратов Г. В., Степанишин В. В., Кумиров С. Г. Характеристика скелетной мускулатуры сельскохозяйственной птицы мясных кроссов // Ветеринарная морфология и патология. 2024. № 1. С. 23–29. EDN: KINWLG.
11. Никитченко В. Е., Никитченко Д. В., Емануйлова Ж. В. и др. Закономерности роста мясных кур // Птицеводство. 2022. № 7–8. С. 53–58.
12. Никитченко В. Е., Никитченко Д. В., Емануйлова Ж. В. и др. Закономерности постэмбрионального развития мясных кур (обзор) // Птицеводство. 2023. № 5. С. 53–59. DOI: 10.33845/0033-3239-2023-72-5-53-59. EDN JAVXBN.
13. Фисинин В. Мировое и отечественное птицеводство: реалии и вызовы будущего // Животноводство России. 2025. № 1. С. 6–13. EDN GEOATN.
14. Чурилова Э. Ю. Производство мяса сельскохозяйственной птицы в РФ: анализ и прогнозы // Все о мясе. 2025. № 1. С. 3–9. DOI: 10.21323/2071-2499-2025-1-3-9. EDN NARQBA.
15. Gauthier G. F., Padacyla H. A. Cytological studies of fiber types in skeletal muscle // J Cell Biol. 1966. Vol. 28. No. 2. Pp. 333–354.
16. Luxey M., Berki B., Heusermann W. et al. Development of the chick wing and leg neuromuscular systems and their plasticity in response to changes in digit numbers // Developmental Biology. 2020. Vol. 458 (2). Pp. 133–140.

References

1. Borkhunova E. N., Kondratov G. V., Stepanishin V. V. (2020) Features of microorganisms of the superficial pectoral muscle in chickens of meat and egg production. *Veterinary, animal science, and biotechnology*, no. 12, pp. 29–35. DOI: 10.26155/vet.zoo.bio.202012004. EDN EQQIGS (In Russ.).
2. Buyarov A. V., Buyarov V. S., Lyakhova V. V. (2025) Actual problems of innovative development of industrial poultry farming in Russia. *Efficient animal husbandry*, no. 3 (200), pp. 88–91. DOI: 10.24412/cl-33489-2025-3-88-91. EDN SIUZGD (In Russ.).
3. Kapitonova E. A., Kochish I. I., Karpenko L. Y. et al. (2025) Poultry farming of the Union State: yesterday, today, tomorrow.

- row. *Our agriculture*, no. 6 (350), pp. 62–65. EDN QPVOXW (In Russ.).
4. Kapishnikov A. M., Vorobyeva N. V. (2025) Prospects of Russian export of meat products from poultry in new geopolitical conditions. *Agrarian Bulletin of the Urals*, vol. 25, no. 1, pp. 117–133. DOI: 10.32417/1997-4868-2025-25-01-117-133. EDN LKWQFU (In Russ.).
5. Kondratov G. V., Stepanishin V. V., Zharikov A. M. (2023) Histological structure of the quadriceps femoral muscle in postnatal ontogenesis in chickens of meat production. *Veterinary, animal science, and biotechnology*, no. 5, pp. 97–103. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202305012. EDN EHSQJY (In Russ.).
6. Kondratov G. V., Stepanishin V. V., Gasan-guseynova E. K. (2021) Micromorphological organization of skeletal muscles in chickens of B-56 “Corniche” and Yurlovskaya vocal. *Veterinary, animal science, and biotechnology*, no. 12, pp. 12–18. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202112002. EDN GDLTHR (In Russ.).
7. Kondratov G. V., Stepanishin V. V., Kumirov S. G. (2023) Features of the microscopic structure of the superficial pectoral muscle on the 29th day of ontogenesis in chickens of egg production. *Veterinary Morphology and Pathology*, no. 2, pp. 26–32. EDN: IDRYMD (In Russ.).
8. Kondratov G. V., Stepanishin V. V., Kumirov S. G. (2021) Features of skeletal muscle structure in Smena-8 and Andalusian blue chickens in certain periods of postembryonic ontogenesis. *Veterinary, animal science, and biotechnology*, no. 4, pp. 6–15. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202104001. EDN BISWNT (In Russ.).
9. Kondratov G. V., Stepanishin V. V., Kumirov S. G. (2022) Comparative characteristics of the quadriceps femoral muscle in postnatal ontogenesis in Cobb-500 and Yurlovskaya vocal chickens. *Veterinary, animal science, and biotechnology*, no. 1, pp. 6–11. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202201001. EDN MIIGHS (In Russ.).
10. Kondratov G. V., Stepanishin V. V., Kumirov S. G. (2024) Characteristics of skeletal muscles of poultry meat crosses. *Veterinary morphology and pathology*, no. 1, pp. 23–29. EDN: KINWLG (In Russ.).
11. Nikitchenko V. E., Nikitchenko D. V., Emanuilova Zh. V. et al. (2022) Patterns of growth of meat chickens. *Poultry farming*, no. 7–8, pp. 53–58 (In Russ.).
12. Nikitchenko V. E., Nikitchenko D. V., Emanuilova J. V. et al. (2023) Patterns of postembryonic development of meat chickens (review). *Poultry farming*, no. 5, pp. 53–59. DOI: 10.33845/0033-3239-2023-72-5-53-59. EDN JAVXBN (In Russ.).
13. Fisinin V. (2025) World and domestic poultry farming: realities and challenges of the future. *Animal husbandry of Russia*, no. 1, pp. 6–13. EDN GEOATN (In Russ.).
14. Churilova E. Y. (2025) Poultry meat production in the Russian Federation: analysis and forecasts. *All about meat*, no. 1, pp. 3–9. DOI: 10.1323/2071-2499-2025-1-3-9. EDN NARQBA (In Russ.).
15. Gauthier G. F., Padycyla H. A. (1966) Cytological studies of fiber types in skeletal muscle. *J Cell Biol.*, vol. 28, no. 2, pp. 333–354.
16. Luxey M., Berki B., Heusermann W. et al. (2020) Development of the chick wing and leg neuromuscular systems and their plasticity in response to changes in digit numbers. *Developmental Biology*, vol. 458 (2), pp. 133–140.

Информация об авторах:

Г. В. КОНДРАТОВ – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры анатомии и гистологии животных имени профессора А. Ф. Климова;

В. В. СТЕПАНИШИН – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры анатомии и гистологии животных имени профессора А. Ф. Климова;

С. Г. КУМИРОВ – кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии и гистологии животных имени профессора А. Ф. Климова.

Information about the authors:

G. V. KONDRATOV – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Anatomy and Histology of Animals;

V. V. STEPANISHIN – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Anatomy and Histology of Animals;

S. G. KUMIROV – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Anatomy and Histology of Animals.

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors:

The authors contributed equilly to this artikle.

The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 10.08.2025; одобрена после рецензирования 15.08.2025; принята к публикации 20.08.2025.

The article was submitted 10.08.2025; approved after reviewing 15.08.2025; accepted for publication 20.08.2025.

Научная статья

УДК 636.082.453.4

DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202510103

Современные подходы к оценке качества эмбрионов продуктивных животных при применении вспомогательных репродуктивных технологий

Лариса Александровна Гнездилова¹,
Сеидфатима Мировна Борунова²,
Сергей Владимирович Позябин³,
Никита Иванович Шумаков⁴,
Михаил Дмитриевич Качалин⁵,
Виктория Сергеевна Старынина⁶

^{1, 2, 3, 4, 5, 6}Московская государственная академия ветеринарной медицины
и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия

²Всероссийский государственный Центр качества и стандартизации лекарственных
средств для животных и кормов (ФГБУ «ВГНКИ»), Москва, Россия

¹ lag22004@mail.ru

² fatima.borunova@mail.ru

³ jippo77@mail.ru

⁴ nshumakov31@yandex.ru

⁵ kachalinmd@gmail.com

⁶ vika.starynina@bk.ru

Автор, ответственный за переписку:

Лариса Александровна Гнездилова, lag22004@mail.ru

Аннотация

Криоконсервация генетического материала племенной продукции продуктивных и непродуктивных животных (гамет и предимплантационных эмбрионов) является одним из актуальных направлений в биотехнике репродукции животных. В настоящее время наблюдается прогресс в развитии вспомогательных репродуктивных технологий. Многие приемы биотехнологий широко внедрены в кинологической индустрии и практическом животноводстве. В связи с этим остро стоит проблема перед специалистами, осуществляющими ветеринарную экспертизу генетического материала, – разработка не только эффективных протоколов криоконсервирования гамет и эмбрионов, но и создание системы алгоритмов оценки данного биологического материала, а также расширение спектра технологических приемов, нацеленных на повышение экономической привлекательности при внедрении их для успешного воспроизводства отечественного животноводства. Развитие геномных и эмбриональных технологий тиражирования и сохранения высоко селекционно-значимых генотипов от животных позволят усовершенствовать систему комплексной экспертизы племенной продукции, обеспечивая ее биологическую безопасность при кратко- и долгосрочном хранении.

Предложенный авторами метод определения индекса фрагментации эмбрионов крупного и мелкого рогатого скота с помощью конфокальной лазерной сканирующей микроскопии позволил выявить 13,3 % дегенеративных эмбрионов от общего количества исследованных и может использоваться для прогнозирования потенциала развития и как маркер оценки их качества.

© Гнездилова Л. А., Борунова С. М., Позябин С. В., Шумаков Н. И., Качалин М. Д., Старынина В. С., 2025

Ключевые слова: гаметы, эмбрионы, лазерно-конфокальная диагностика

Финансирование: работа выполнена в рамках тематического плана-задания на выполнение научно-исследовательских работ по государственному заказу Минсельхоза России на 2025 год (Соглашение от 23.01.2025 г. № 082-03-2025-227).

Для цитирования: Гнездилова Л. А., Борунова С. М., Поzybин С. В. и др. Современные подходы к оценке качества эмбрионов продуктивных животных при применении вспомогательных репродуктивных технологий // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 10. Т. 1. С. 24–32. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510103>

Original article

Modern approaches to assessing the quality of embryos of productive animals using assisted reproductive technologies

Larisa A. Gnezdilova¹, Seidfatima M. Borunova², Sergey V. Pozyabin³,
Nikita I. Shumakov⁴, Mikhail D. Kachalin⁵, Victoriya S. Starynina⁶

^{1, 2, 3, 4, 5, 6} Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –

MVA named after K. I. Skryabin, Moscow, Russia

⁷ The Russian State Center for Animal Feed and Drug Standardization and Quality, Russia

⁸ lag22004@mail.ru

⁹ fatima.borunova@mail.ru

¹⁰ jippo77@mail.ru

¹¹ nshumakov31@yandex.ru

¹² kachalinmd@gmail.com

¹³ vika.starynina@bk.ru

Corresponding author:

Larisa A. Gnezdilova, lag22004@mail.ru

Abstract

Cryopreservation of genetic material of breeding products of productive and non-productive animals (gametes and pre-implantation embryos) is one of the relevant areas in the biotechnology of animal reproduction. Currently, there is progress in the development of assisted reproductive technologies. Many biotechnological techniques have been widely implemented in the kennel industry and practical animal husbandry. In this regard, the problem facing specialists who carry out veterinary examination of genetic material is acute. It is necessary to develop not only effective protocols for cryopreservation of gametes and embryos, but also to create a system of algorithms for evaluating this biological material, as well as to expand the range of technological methods aimed at increasing the economic attractiveness of their implementation for the successful reproduction of domestic livestock. The development of genomic and embryonic technologies for the selection and preservation of highly valuable genotypes from animals will improve the system of comprehensive examination of breeding products, ensuring their biological safety during short-term and long-term storage.

The method proposed by the authors for determining the fragmentation index of cattle and small ruminant embryos using confocal laser scanning microscopy made it possible to identify 13.3% of degenerative embryos from the total number studied and can be used to predict development potential and as a marker for assessing their quality.

Keywords: gametes, embryos, laser-confocal diagnostics

Financial Support: The research was carried out under the state order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation on the topic «Improving the methods of obtaining, assessing biological safety, quality of embryos of various animal species»

For citation: Gnezdilova L. A., Borunova S. M., Pozyabin S. V. et al. (2025) Modern approaches to assessing the quality of embryos of productive animals using assisted reproductive technologies. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. No. 10. Vol. 1. Pp. 24–32. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510103>

Введение. Растущий интерес к освоению и внедрению современных вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ) связан с решением задач, стоящих перед ветеринарной и зоотехнической наукой.

К таким задачам можно отнести улучшение качества поголовья, повышение прогноза о будущем потомстве, упрощение и удешевление логистических процессов, сохранение и бережное использование ценного генетического материала [7, 9–11, 14].

Применение вспомогательных репродуктивных технологий актуально не только в сельском хозяйстве [6]. Эти технологии открывают большие возможности для работы с представителями фауны (в частности, находящимися под угрозой исчезновения). Применение актуально и в отношении домашних животных. Иными словами, круг применения технологий не ограничен продуктовым или промышленным назначениями.

В течение последних 200 лет были разработаны несколько поколений вспомогательных репродуктивных технологий для использования на домашних животных, включая искусственное осеменение (ИО), технологию сохранения спермы, в том числе криоконсервацию половых клеток, множественную овуляцию, получение и трансфер эмбрионов (МОЭТ), клонирование и трансгенез [11–13, 16].

Первоначально смысл ВРТ на сельскохозяйственных животных был связан с генетическим улучшением или производством, направленным на то, чтобы животноводческая отрасль могла реагировать на постоянно растущие потребности в повышении продуктивности и качества (например, производство большего числа потомства от ценного животного, чем это было бы возможно при обычном спаривании). Поэтому среди домашних видов наибольшее распространение получили ВРТ

для крупного рогатого скота, чем для других видов, что отражает их экономическую важность в производстве продуктов питания. Однако очень быстро многие методы ВРТ были адаптированы и применены к другим видам домашних животных. Кроме того, ВРТ предложили потенциальные решения для сохранения редких или находящихся под угрозой исчезновения пород или видов животных.

В последние годы использование определенных методов, таких как перенос ядра соматической клетки (SCNT) и редактирование генома, открыло возможности для применения в области биомедицинских моделей. Биомедицинское применение ВРТ, особенно перенос ядер соматических клеток и культивирование стволовых клеток, изучались на домашних млекопитающих в качестве потенциальных моделей болезней человека для разработки стратегий возможных терапевтических вмешательств.

Следует признать, что, несмотря на более чем вековые исследования и разработки, некоторые ВРТ (искусственное осеменение, криоконсервация спермы, искусственные синтетические среды для разбавления и хранения, синхронизация половой охоты) получили достаточно широкое распространение. Другие вспомогательные технологии, такие как технология индукции супероуляции и трансплантации эмбрионов, получение эмбрионов *in vitro* и криоконсервация эмбрионов, используются в редких случаях. При этом остаются методики, которые еще полноценно не вошли в повсеместную зооветеринарную практику (например, цитоплазматическая инъекция спермием (ICSI), клонирование, трансгенез и ксенобеременность).

С появлением ВРТ в биотехнике репродукции животных (в частности, получение эмбрионов *in vitro*, перенос ядер и генов) стало ясно, что жизнеспособность эмбриона мо-

жет быть серьезно нарушена без наглядных и очевидных изменений в морфогенезе эмбриона. Конечно, «золотым стандартом» в этой системе является получение полноценных эмбрионов высшего качества, «вымытых» у самок производителей, выращенных в естественных условиях.

Еще 20 лет назад была разработана полезная и высокоэффективная для того научного периода система классификации всех стадий развития эмбрионов крупного рогатого скота (предпочтительно компактных морул), основанная на признаках однородности эмбриональных клеток, цветовых тонов и текстуре бластомеров, наличие/отсутствие экстрадированных клеток (Линднер и Райт, 1983). Эта система оценки с небольшими изменениями до сих пор широко используется в области воспроизводства животных (Хаслер, 2001), в том числе основные параметры вошли в состав нормативного документа (НД) по определению ветеринарно-санитарного благополучия эмбрионов продуктивных животных в части экспертизы их морфологического качества – ГОСТ 28424-2014.

При оценке качества эмбриона в нашей стране принята 5-балльная шкала с учетом следующих показателей: соответствия стадии развития эмбриона его возрасту; правильности формы прозрачной оболочки и ее целостности; равномерности дробления бластомеров; состояния цитоплазмы; прозрачности перивителлинового пространства [17].

Наиболее пригодными для трансплантации являются эмбрионы, извлеченные из матки коровы-донора на 7–8 сут после первого осеменения. Как показывают результаты исследований и практика, в это время нормально развитые эмбрионы, пригодные для трансплантации реципиентам, находят-

ся в стадии поздней морулы или бластоцисты. Эти эмбрионы используют для пересадки гормонально подготовленным коровам-реципиентам.

Выбраковке подлежат дегенерированные неоплодотворенные яйцеклетки (ооциты), которые можно обнаружить при извлечении эмбрионов. Морфологически неинтактные, непригодные для трансплантации эмбрионы имеют дефектную морулу или бластоцисту, признаками которых являются дефекты прозрачной оболочки, распад бластомеров, разная величина бластомеров, нарушение межклеточной связи.

В стадии поздней бластоцисты непригодные для трансплантации эмбрионы характеризуются деформацией и ослаблением бластомеров, разрывом межклеточных связей и целостности зоны пеллюцида.

Следовательно, для прогнозирования потенциала развития эмбриона как *in vitro*, так и *in vivo* и проведения экспертизы на предмет определения их качества согласно указанному алгоритму в действующем НД единственным критерием жизнеспособности эмбриона считается параметр морфоскрининга, что является в настоящее время недостаточно точным и информативным.

В настоящее время в связи с активным ввозом этого вида племенной продукции на территорию нашей страны (табл. 1) для проведения мероприятий по осуществлению эмбриотрансфера в отечественном животноводстве встает актуальный вопрос о разработке эксклюзивных методов оценки качества эмбрионов крупного и мелкого рогатого скота, что, несомненно, повлечет в том числе и актуализацию нормативно-правовых основ и требований, предъявляемых к эмбрионам продуктивных и непродуктивных животных.

Таблица 1

Показатели импорта племенной продукции (эмбрионов) крупного и мелкого рогатого скота на территорию Российской Федерации за период 2019–2025 гг.

Вид животного	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.
КРС, шт.	106	40	2661	837	79	37	621
МРС, шт.	137	2255	2110	1462	130	113	138

Цель исследования. Разработка метода оценки качества эмбрионов мелкого рога-

того скота по индексу фрагментации с помощью флуоресцентно-лазерной микроскопии.

Материалы и методы. Научно-исследовательские работы проводили в отделении биотехнологии ФГБУ «ВГНКИ», на кафедре диагностики болезней, терапии, акушерства и репродукции животных, на кафедре ветеринарной хирургии ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина. Объектом исследования явились замороженные эмбрионы мелкого рогатого скота ($n=15$). В работе использовались следующие методы: морфологические, микроскопические, физико-химические. В работе применялся прибор оптического флуоресцентного микроскопа фирмы Leica DM6 FS (Германия). Цифровой анализ изображений проводили в программе Imagel (США).

Результаты исследования. Метод флуоресцентно-лазерной микроскопии позволяет наблюдать за живыми клетками в режиме реального времени и изучать экспрессию их генов, локализацию и функциональную активность белков. Использование современных флуорофоров в качестве контрастирующих агентов позволяет проводить более детальную и достоверную экспертизу биологического объекта. Флуорохромы обеспечивают специфическое мечение клеточных структур, и молекулярные объекты излучают свет определенной длины волны при их возбуждении, что мы и успешно применили в данном исследовании. При этом разработали специальную методику определения и оценки фрагментированных участков генетического материала, а фрагменты методики частично изложили в статье для общего по-

нимания хода научно-исследовательских работ. Химически зафиксированные эмбрионы после отмывания их в фосфатно-солевом буферном растворе, инкубации не более 5 мин в среде со специальным флюорохромом, предназначенным для окрашивания ядер, были помещены (после нескольких стадий отмывания) на предметные стекла флуоресцентного микроскопа, оснащенного цифровой камерой AxioCam 506 mono (CarlZeiss Германия). На образец воздействовали источником света длиной волны 358 и 360 нм. В этом случае ДНК и ее соединения в клетках имели ярко-зеленое свечение, а РНК и ее производные – ярко-красное.

Таким образом, спектральный состав излучения нес информацию о внутреннем строении объекта и его химическом составе, что и позволяло разработанному методу стать маркером жизнеспособности эмбрионов в длинной цепочке алгоритмов экспертизы племенной продукции. Для каждого эмбриона подсчитывали общее число ядер, а также фрагментированных ядер. Также наблюдали и за количеством интерфазных ядер. Индекс фрагментации оценивали в процентном соотношении ядерных фрагментов к общему числу ядер согласно рекомендации Стамбульского семинара по материалам встречи экспертов в области репродукции, а также на основе апробированной ранее методики определения индекса фрагментации ДНК на других объектах племенной продукции (сперма) [1–5, 8, 17]. Результаты оценки представлены в табл. 2.

Таблица 2

Оценка фрагментации исследуемых эмбрионов ($n=15$)

Эмбрион	Оценка фрагментации, %	Число эмбрионов, шт.
Отличное качество	Менее 10 (после оттаивания)	2
Хорошее качество	10–25	4
Низкое качество	25–50	6
Плохое качество	Более 50	1
Дегенерированный	Эмбрион с признаками гибели (темная цитоплазма, разрушенные клеточные мембраны)	2

Обсуждение. Новая формула композиции флуорокрасителя, которая состоит из двух компонентов и обладает способностью прочно связываться с участками ДНК для контрасти-

рования ядер и окрашивания хромосом, позволила оценить состояние фрагментации эмбрионов и установить индекс фрагментированности, где из 15 исследуемых эмбрионов:

предимплантационные эмбрионы отличного качества – 13,3 %; хорошего качества – 26,6; низкого и плохого – 40,0 и 6,6 соответственно; дегенеративные эмбрионы – 13,3 % от общего числа исследуемых эмбрионов.

Заключение. Наши исследования показали, что разработанная и апробированная методика может быть рекомендована в качестве современного подхода к оценке качества эмбрионов продуктивных животных при ВРТ, является маркером их жизнеспособности за счет применения специально сформированной новой композиции формулы флуорохрома путем подсчета индекса фрагментации для исключения их из состава рекомендованных к использованию для эмбриотрансфера. Однако остается вопрос изучения и разработки инновационных способов идентификаций различных патологий эмбрионов продуктивных животных.

Список источников

1. *Абрамов П. Н., Борунова С. М., Иолчиев Б. С.* Индекс фрагментации ДНК-маркер фертильности спермопродукции норок // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана. 2020. Т. 244. № 4. С. 4–10. DOI: 10.31588/2413-4201-1883-244-4-4-10. EDN ZTNLC.
2. *Борунова С. М., Бадмаев О. Э.* Определение индекса фрагментации ДНК сперматозоидов в сперме быков-производителей // Морфология. 2020. Т. 157. № 2–3. С. 39. EDN QQPULD.
3. *Борунова С. М., Рудняев Д. А., Абрамов П. Н.* Оценка репродуктивных качеств баранов-производителей и качества спермы по показателям индекса фрагментации ДНК // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2023. № 4. С. 157–164. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202304017. EDN WLLOOX.
4. *Гнездилова Л. А., Борунова С. М., Бенкхадир Ф. А.* Оценка морфофункциональных показателей спермопродукции жеребцов с определением индекса фрагментации ДНК сперматозоидов // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2020. № 4. С. 77–80. EDN HLEQBG.
5. *Гнездилова Л. А., Борунова С. М., Кочконян А. А.* Сравнительный анализ показателей криоконсервированной и свежеполученной спермы баранов-производителей романовской породы // Вестник КрасГАУ. 2021. № 10 (175). С. 135–143. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-10-135-143. EDN WVIFJL.
6. *Колядина Н. И., Хуснетдинова Н. Ф., Полябин С. В. и др.* Первый в России опыт эмбриотрансфера у домашней собаки: методика эксперимента и перспективы клинического применения // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2024. № 5. С. 6–13. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202405001. EDN ERTLDP.
7. *Колядина Н. И., Хуснетдинова Н. Ф., Полябин С. В. и др.* Ультразвуковой метод мониторинга фолликулов и ооцит-кумулясных комплексов у собак при проведении вспомогательных репродуктивных технологий // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 2. С. 6–15. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202502101. EDN BZNQVO.
8. Патент № 2657609 С1 Российская Федерация, МПК G01N 33/48, G01N 1/30. Способ определения индекса фрагментации ДНК сперматозоидов у животных-производителей: № 2017128368; заявл. 08.08.2017; опубл. 14.06.2018 / Н. А. Слесаренко, С. М. Борунова, Б. С. Иолчиев и др.; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина» (ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина), Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский государственный Центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов» ФГБУ «ВГНКИ». EDN ZENEFV.
9. *Полябин С. В., Шумаков Н. И., Черкасова О. В. и др.* Выполнение лапароскопических операций на органах репродуктивной системы у овец // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2024. Т. 2. № 12. С. 6–16. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202412201. EDN GVSWYL.

10. Шумаков Н. И., Позябин С. В., Черкасова О. В. и др. Анестезиологическое сопровождение во время лапароскопии у овец // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2024. Т. 1. № 12. С. 31–41. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202412103. EDN JNCPIY.
11. Bosch E., De Vos M., Humaidan P. The Future of Cryopreservation in Assisted Reproductive Technologies // Front Endocrinol (Lausanne). 2020. Feb. 20. Vol. 11. P. 67. DOI: 10.3389/fendo.2020.00067. PMID: 32153506; PMCID: PMC7044122.
12. James E. R., Wen Y., Overby J. et al. Cryopreservation of *Anopheles stephensi* embryos // Sci Rep. 2022. Jan. 7. Vol. 12 (1). P. 43. DOI: 10.1038/s41598-021-04113-x. PMID: 34997079; PMCID: PMC8741979.
13. Leibo S. P., Sztejn J. M. Cryopreservation of mammalian embryos: Derivation of a method // Cryobiology. 2019. Feb. Vol. 86. Pp. 1–9. DOI: 10.1016/j.cryobiol.2019.01.007. Epub 2019 Jan 21. PMID: 30677413.
14. Lukanina V. A., Chinarov R. Yu., Pozabin S. V. et al. Comparative Study of the Effectiveness of Laparotomic and Laparoscopic Methods of Transplantation of Cloned Embryos in Sheep // Russian Agricultural Sciences. 2023. Vol. 49. No. S2. Pp. S339–S344. DOI: 10.3103/s1068367423080128. EDN YQZTVX.
15. Singina G. N., Shedova E. N., Chinarov R. Y. et al. 18 Hybrid lamb of domestic sheep and argali produced by somatic cell nuclear transfer // Reproduction, Fertility and Development. 2023. Vol. 35. No. 1–2. Pp. 134–135. DOI: 10.1071/rd-v35n2ab18. EDN XYRPJT.
16. Srirattana K., Hufana-Duran D., Atabay E. P. et al. Current status of assisted reproductive technologies in buffaloes // Anim Sci J. 2022. Jan–Dec. Vol. 93 (1). P. e13767. DOI: 10.1111/asj.13767. PMID: 36123790; PMCID: PMC9787342.
17. Stone B. A., Greene J., Vargyas J. M. et al. Embryo fragmentation as a determinant of blastocyst development in vitro and pregnancy outcomes following embryo transfer // Am J Obstet Gynecol. 2005. Jun. Vol. 192 (6). Pp. 2014–2019; discussion 2019–20. DOI: 10.1016/j.ajog.2005.02.048. PMID: 15970880.
18. Van Soom A., Mateusen B., Leroy J. et al. Assessment of mammalian embryo quality: what can we learn from embryo morphology? // Reprod Biomed Online. 2003. Dec. Vol. 7 (6). Pp. 664–670. DOI: 10.1016/s1472-6483(10)62089-5. PMID: 14748965.

References

1. Abramov P. N., Borunova S. M., Iolchiev B. S. (2020) DNA fragmentation index – a fertility marker of sperm production in minks. *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman*, vol. 244, no. 4, pp. 4–10. DOI: 10.31588/2413-4201-1883-244-4-10. EDN ZTNLNC (In Russ.).
2. Borunova S. M., Badmaev O. E. (2020) Determination of the DNA fragmentation index of spermatozoa in the semen of breeding bulls. *Morphology*, vol. 157, no. 2–3, p. 39. EDN QQPYLD (In Russ.).
3. Borunova S. M., Rudnyaev D. A., Abramov P. N. (2023) Evaluation of reproductive qualities of breeding rams and sperm quality based on DNA fragmentation index indicators. *Veterinary science, zootechnics and biotechnology*, no. 4, pp. 157–164. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202304017. EDN WL-LOOX (In Russ.).
4. Gnezdilova L. A., Borunova S. M., Benkhadir F. A. (2020) Evaluation of morph functional indicators of sperm production in stallions with determination of the sperm DNA fragmentation index. *Issues of legal regulation in veterinary medicine*, no. 4, pp. 77–80. EDN HLEQBG (In Russ.).
5. Gnezdilova L. A., Borunova S. M., Kochkonyan A. A. (2021) Comparative analysis of indicators of cryopreserved and freshly obtained sperm of Romanov breed rams. *Bulletin of KrasSAU*, no. 10 (175), pp. 135–143. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-10-135-143. EDN WVIFJL (In Russ.).
6. Kolyadina N. I., Khusnetdinova N. F., Pozabin S. V. et al. (2024) The first experience of embryo transfer in Russia in a domestic dog: experimental methodology and prospects for clinical use. *Veterinary*

- science, animal science and biotechnology, no. 5, pp. 6–13. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202405001. EDN ERTLDP (In Russ.).
7. Kolyadina N. I., Khusnetdinova N. F., Pozyabin S. V. et al. (2025) Ultrasound method for monitoring follicles and oocyte-cumulus complexes in dogs during assisted reproductive technologies. *Veterinary science, animal husbandry and biotechnology*, no. 2, pp. 6–15. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202502101. EDN BZHQBQ (In Russ.).
 8. Patent No. 2657609 C1 Russian Federation, IPC G01N 33/48, G01N 1/30. Method for determining the DNA fragmentation index of spermatozoa in breeding animals: No. 2017128368: declared 08.08.2017: published 14.06.2018 / N. A. Slesarenko, S. M. Borunova, B. S. Iolchiev et al.; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MBA named after K.I. Skryabin" (FGBOU VO MGAVMiB – MVA named after K. I. Skryabin), Federal State Budgetary Institution "All-Russian State Center for Quality and Standardization of Animal Medicines and Feed" FGBU "VGNIKI". EDN ZEHEFV (In Russ.).
 9. Pozyabin S. V., Shumakov N. I., Cherkasova O. V. et al. (2024) Laparoscopic operations on reproductive organs in sheep. *Veterinary science, animal husbandry and biotechnology*, vol. 2, no. 12, pp. 6–16. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202412201. EDN GVSWYL (In Russ.).
 10. Shumakov N. I., Pozyabin S. V., Cherkasova O. V. et al. (2024) Anesthetic support during laparoscopy in sheep. *Veterinary science, animal science and biotechnology*, vol. 1, no. 12, pp. 31–41. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202412103. EDN JNCPIY (In Russ.).
 11. Bosch E., De Vos M., Humaidan P. (2020) The Future of Cryopreservation in Assisted Reproductive Technologies. *Front Endocrinol (Lausanne)*, Feb. 20, no. 11, p. 67. DOI: 10.3389/fendo.2020.00067. PMID: 32153506; PMCID: PMC7044122.
 12. James E. R., Wen Y., Overby J. et al. (2022) Cryopreservation of *Anopheles stephensi* embryos. *Sci Rep.*, Jan. 7, vol. 12 (1), p. 43. DOI: 10.1038/s41598-021-04113-x. PMID: 34997079; PMCID: PMC8741979.
 13. Leibo S. P., Sztein J. M. (2019) Cryopreservation of mammalian embryos: Derivation of a method. *Cryobiology*, Feb., vol. 86, p. 1–9. DOI: 10.1016/j.cryobiol.2019.01.007. Epub 2019 Jan 21. PMID: 30677413.
 14. Lukanina V. A., Chinarov R. Yu., Pozyabin S. V. et al. (2023) Comparative Study of the Effectiveness of Laparotomic and Laparoscopic Methods of Transplantation of Cloned Embryos in Sheep. *Russian Agricultural Sciences*, vol. 49, no. s2, pp. s339–S344. DOI: 10.3103/s1068367423080128. EDN YQTZVX.
 15. Singina G. N., Shedova E. N., Chinarov R. Y. et al. (2023) 18 Hybrid lamb of domestic sheep and argali produced by somatic cell nuclear transfer. *Reproduction, Fertility and Development*, vol. 35, no. 1–2, pp. 134–135. DOI: 10.1071/rdv35n2ab18. EDN XYRPJT.
 16. Srirattana K., Hufana-Duran D., Atabay E. P. et al. (2022) Current status of assisted reproductive technologies in bufaloes. *Anim Sci J.*, Jan–Dec., vol. 93 (1), p. e13767. DOI: 10.1111/asj.13767. PMID: 36123790; PMCID: PMC9787342.
 17. Stone B. A., Greene J., Vargyas J. M. et al. (2005) Embryo fragmentation as a determinant of blastocyst development in vitro and pregnancy outcomes following embryo transfer. *Am J Obstet Gynecol.*, Jun., vol. 192 (6), pp. 2014–9; discussion 2019–20. DOI: 10.1016/j.ajog.2005.02.048. PMID: 15970880.
 18. Van Soom A., Mateusen B., Leroy J. et al. (2003) Assessment of mammalian embryo quality: what can we learn from embryo morphology? *Reprod Biomed Online*, Dec., vol. 7 (6), pp. 664–670. DOI: 10.1016/s1472-6483(10)62089-5. PMID: 14748965.

Информация об авторах:

Л. А. ГНЕЗДИЛОВА – доктор ветеринарных наук, профессор, заведующая кафедрой диагностики болезней, терапии, акушерства и репродукции животных;

С. М. БОРУНОВА – доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры диагностики болезней, терапии, акушерства и репродукции животных; и. о. заведующего базовой кафедрой биологической безопасности объектов ветеринарного надзора и обращения лекарственных средств в ветеринарии, главный научный сотрудник отделения биотехнологии;
С. В. ПОЗЯБИН – доктор ветеринарных наук, член-корреспондент РАН, ректор, заведующий кафедрой ветеринарной хирургии;
Н. И. ШУМАКОВ – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры ветеринарной хирургии;
М. Д. КАЧАЛИН – доктор ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры ветеринарной хирургии;
В. С. СТАРЫНИНА – кандидат ветеринарных наук, старший преподаватель кафедры ветеринарной хирургии.

Information about the authors:

L. A. GNEZDILOVA – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of the Department of Disease Diagnosis, Therapy, Obstetrics and Animal Reproduction;
S. M. BORUNOVA – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Disease Diagnostics, Therapy, Obstetrics and Reproduction of Animals; Acting Head of the Basic Department of Biological Safety of Veterinary Supervision Facilities and Circulation of Medicines in Veterinary Medicine, Chief Researcher of the Biotechnology Department;
S. V. POZYABIN – Doctor of Veterinary Sciences, Corresponding Member RAS, Head of the Department of Veterinary Surgery, Rector;
N. I. SHUMAKOV – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Veterinary Surgery;
M. D. KACHALIN – Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Veterinary Surgery;
V. S. STARYNINA – Candidate of Veterinary Sciences, Senior Lecturer at the Department of Veterinary Surgery.

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Contribution of the authors:

The authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 11.08.2025; одобрена после рецензирования 16.08.2025; принята к публикации 21.08.2025.

The article was submitted 11.08.2025; approved after reviewing 16.08.2025; accepted for publication 21.08.2025.

Офтальмологическая диагностика язвенных кератитов у птиц

Любовь Анатольевна Соломахина

Воронежский ветеринарный госпиталь № 1, Воронеж, Россия,
barashek.l@yandex.ru. <https://orcid.org/0000-0003-2238-2727>

Аннотация

Кератит – воспаление роговицы глаза. В зависимости от результатов флюоресцинового теста кератиты птиц делятся на язвенные и неязвенные. В первом случае мы видим флюоресцин-положительное окрашивание роговицы, поскольку флюоресцин задерживается на роговичной поверхности и при использовании специального кобальтового фильтра светится изумрудно-зеленым светом. Во втором случае флюоресцин не остается на роговичной поверхности, что указывает на неязвенный характер повреждения роговицы. Язвенные и неязвенные кератиты птиц имеют принципиально разный подход к лечению, поэтому крайне важно на первичном офтальмологическом осмотре выявить тип кератита и по возможности причину его возникновения. В большинстве случаев язвенных кератитов птиц, если поражение роговицы довольно обширное и глубокое, диагноз можно поставить на основании визуального осмотра глаза. Однако мелкие и более поверхностные язвенные дефекты требуют осмотра роговицы под увеличением (биомикроскопия), применения флюоресцинового теста и синего фонарика / кобальтового фильтра офтальмоскопа или фундус-камеры для лучшей визуализации язвенного дефекта.

Флюоресцеин натрия – это водорастворимая слабая двухосновная кислота ксантеновой группы. При нанесении на поверхность глаза в виде раствора или применения тест-полосок используется для обнаружения язвенных дефектов роговицы. Флюоресцеин – это краситель, который поглощается поврежденной роговицей, поэтому под кобальтово-синим светом эта область выглядит зеленой. Флюоресцеин выпускается в виде раствора или в виде тест-полосок. Для местного применения следует использовать только одноразовые источники (например, пропитанные бумажные полоски, флаконы с разовой дозой), поскольку многодозовые растворы могут бактериально загрязняться. Для проведения флюоресцинового теста прикладывают полоску с флюоресцеином натрия в области склеры под наружной частью верхнего века в месте выхода протоков основной слезной железы или закапывают одну каплю красителя на глазную поверхность. Избыток красителя удаляют промыванием глаза солевым раствором. Исследуют глаз при помощи щелевой лампы со специальным кобальтовым фильтром.

Ключевые слова: птица, морфология, глазное яблоко, кератит, роговица, язва роговицы, флюоресциновый тест, биомикроскопия

Для цитирования: Соломахина Л. А. Офтальмологическая диагностика язвенных кератитов у птиц // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 10. Т. 1. С. 33–39. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510104>

Ophthalmological diagnostics of ulcerative keratitis in birds

Liubov A. Solomakhina

Voronezh Veterinary Hospital No. 1, barashek.l@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0003-2238-2727>

Abstract

Keratitis is an inflammation of the cornea. Depending on the results of the fluorescein test, keratitis in birds is divided into ulcerative and non-ulcerative. In the first case, we see fluorescein – a positive staining of the cornea, that is, fluorescein is retained on the corneal surface and, when using a special cobalt filter, glows with an emerald-green light. In the second case, fluorescein does not remain on the corneal surface, which indicates a non-ulcerative nature of the corneal damage. Ulcerative and non-ulcerative keratitis in birds have a fundamentally different approach to treatment, so it is extremely important to identify the type of keratitis and, if possible, the cause of its occurrence during the initial ophthalmological examination. In most cases of ulcerative keratitis in birds, if the corneal lesion is quite extensive and deep, the diagnosis can be made based on visual inspection of the eye, however, small and more superficial ulcerative defects require examination of the cornea under magnification (biomicroscopy), the use of a fluorescein test and a blue flashlight/cobalt filter of an ophthalmoscope or fundus camera for better visualization of the ulcerative defect.

Sodium fluorescein is a water-soluble weak dibasic acid of the xanthene group. When applied to the surface of the eye as a solution or using test strips, it is used to detect corneal ulcerative defects. Fluorescein is a dye that is absorbed by the damaged cornea, so under cobalt blue light this area appears green. Fluorescein is available as a solution or as test strips. For topical use, only disposable sources (e.g., impregnated paper strips, single-dose vials) should be used, as multidose solutions may become contaminated with bacteria. To perform a fluorescein test, apply a strip of sodium fluorescein to the sclera under the outer part of the upper eyelid at the outlet of the main lacrimal gland ducts, or instill one drop of dye onto the ocular surface. Excess dye is removed by rinsing the eye with saline. The eye is examined using a slit lamp with a special cobalt filter.

Keywords: bird, morphology, eyeball, keratitis, cornea, corneal ulcer, fluorescein test, biomicroscopy

For citation: Solomakhina L. A. (2025) Ophthalmological diagnostics of ulcerative keratitis in birds. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. No. 10. Vol. 1. Pp. 33–39. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510104>

Введение. Кератит – воспаление роговицы глаза. В зависимости от результатов флюоресцинового теста кератиты птиц делятся на язвенные и неязвенные. В первом случае мы видим флюоресцин-положительное окрашивание роговицы, поскольку флюоресцин задерживается на роговичной поверхности и при использовании специального кобальтового фильтра светится изумрудно-зеленым светом. Во втором случае флюоресцин не остается на роговичной поверхности, что указывает на неязвенный характер

повреждения роговицы. Язвенные и неязвенные кератиты птиц имеют принципиально разный подход к лечению, поэтому крайне важно на первичном офтальмологическом осмотре выявить тип кератита и по возможности причину его возникновения.

Различные причины могут вызывать язвенные кератиты у птиц. Наиболее часто описаны посттравматические факторы, нейрогенные заболевания (дисфункция ЧМН 5 и ЧМН 7), инородные тела (песок и т.д.), аномалии краев век, инфекционные (герпесви-

русная инфекция, *Pseudomonas aeruginosa*, микобактериальная инфекция, *Mycoplasma gallisepticum*, кандидоз, аспергиллез, вирус птичьей оспы, поксвирус, *Encephalitozoon bellem*), наследственные/генетические причины, на фоне применения местных кортикостероидов и местных нестероидных противовоспалительных препаратов и т.д.

В большинстве случаев язвенных кератитов птиц если поражение роговицы довольно обширное и глубокое, то диагноз можно поставить на основании визуального осмотра

глаза, однако мелкие и более поверхностные язвенные дефекты требуют осмотра роговицы под увеличением (биомикроскопия) (рис. 1), применения флюоресцинового теста (рис. 2) и синего фонарика / кобальтового фильтра офтальмоскопа или фундус-камеры для лучшей визуализации язвенного дефекта. Исходя из нашего опыта, мы настоятельно рекомендуем не пренебрегать флюоресциновым тестом и биомикроскопией, так как мелкие повреждения роговицы легко пропустить.



Рис. 1. Проведение биомикроскопии птице

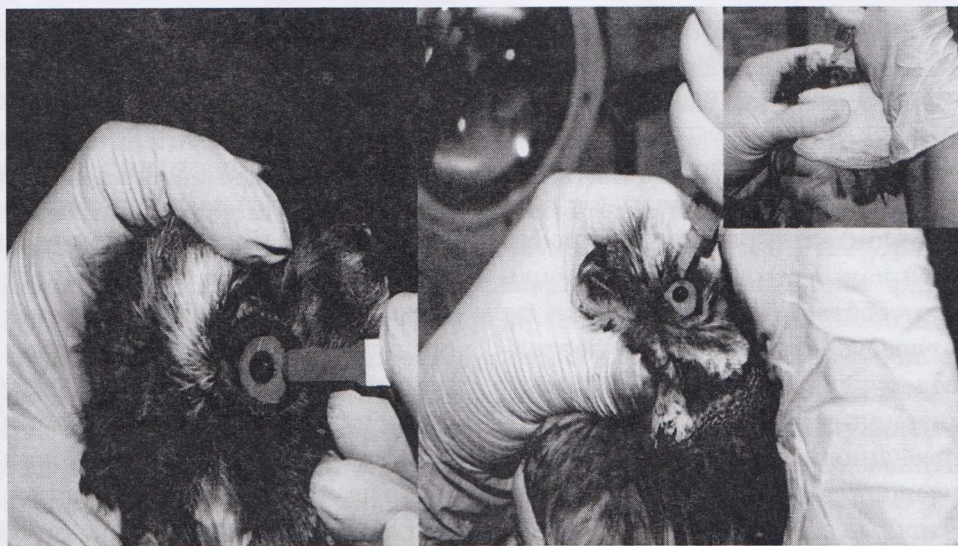


Рис. 2. Техника проведения флюоресцинового теста у совы

Флюоресциновый тест. Флюоресцеин натрия – это водорастворимая слабая двухосновная кислота ксантеновой группы. Спектр его поглощения достигает максимума при

490 нм (т.е. синий свет). При нанесении на поверхность глаза в виде раствора или применения тест-полосок используется для обнаружения язвенных дефектов роговицы. При

пероральном приеме или инъекции в вену используется для оценки кровеносных сосудов сетчатки и RPE (пигментного эпителия сетчатки) во время флуоресцентной ангиографии. Также он используется для выявления дефектов эпителия конъюнктивы, подтекания водянистой влаги (тест Зейделя), качественных нарушений слезной пленки (TBUT) и оценки динамики при лечении язвенного кератита, а также для оценки проходимости носослезной системы (тест Джонса 1, 2).

Флюоресцеин – это краситель, который поглощается поврежденной роговицей, поэтому под кобальтово-синим светом эта область выглядит зеленой. Таким образом, удобно оценивать результат при помощи фонарика с синим светом / кобальтовой подсветки офтальмоскопа или щелевой лампы, или фундус-камеры со специальным режимом съемки. Флюоресценция наиболее интенсивна при щелочном pH (например, физиологический раствор или слезная пленка); при кислом pH флюоресцеин натрия кажется желтым или оранжевым.

Флюоресциновый краситель может препятствовать выявлению инфекционных агентов с помощью культивирования и ПЦР. Флюоресцеин может поддерживать рост бактерий и жизнеспособность вирусов, вызывать ложноположительные результаты при тестировании ИФА. Таким образом, сбор проб на инфекционные агенты следует проводить до местного применения флюоресцина.

Флуоресцеин – водный краситель, который обладает высокой липофобностью и гидрофильностью. Эпителий роговицы липофилен, в то время как строма роговицы гидрофильна. Таким образом, при нанесении на поверхность глаза он не остается в контакте с липидсодержащими клеточными мембранами эпителия (конъюнктивы и роговицы), а присоединяется к любой открытой строме и поглощается ею. Он также окрашивает межклеточные пространства из-за воздействия гидрофильного вещества и, следовательно, помогает в обнаружении эрозий роговицы, которые по определению не проникают через эпителий роговицы. Флюоресцеин не окрашивает десцеметову мембрану, что очень важно в интерпретации данного теста.

Расходные материалы для проведения флюоресцинового теста. Для проведения флюоресцинового теста нам понадобится флюоресцин в виде индивидуальных пропитанных бумажных полосок или раствора, полученного путем растворения индивидуальной полоски в воде для инъекций или 0,9 % растворе натрия хлорида, 0,9 % раствор натрия хлорид для удаления флюоресцина с глазной поверхности, марлевые салфетки или ватные диски.

Флюоресцеин выпускается в виде раствора или тест-полосок. Для местного применения следует использовать только одноразовые источники (например, пропитанные бумажные полоски, флаконы с разовой дозой), поскольку многодозовые растворы могут бактериально загрязняться. Распространенные консерванты, такие как бензалкония хлорид и хлорбутанол, инактивируются флюоресцеином и могут вызвать инфицирование синегнойной палочкой (псевдомонас). Вирусы также могут выживать в растворе флюоресцина. Именно поэтому важно использовать свежеприготовленный раствор из индивидуальных пропитанных бумажных полосок или флаконы с разовой дозой. Учитывая то, что в России недоступны флаконы с разовой дозой, то обычно используются либо пропитанные флюоресцеином бумажные полоски, либо раствор, полученный из этих полосок для разового применения. Второй вариант в нашей практике является более предпочтительным, поскольку при применении самих полосок требуется тщательно смывать излишки флюоресцина с глазной поверхности, которые могут давать ложное положительное окрашивание роговицы, в то время как применение одной капли разбавленного раствора флюоресцина будет достаточно для получения адекватной информации о наличии или отсутствии язвы роговицы и не требует чрезмерного смывания красителя с роговицы.

Для приготовления раствора из индивидуальных пропитанных бумажных полосок необходимо, предварительно надев стерильные перчатки, оторвать пропитанный красителем участок полоски, положить его в стерильный шприц, предварительно вынув поршень перед размещением полоски и закрыть поршень после размещения кра-

сящего участка полоски. Далее иглой мы набираем в шприц 0,5 мл стерильной воды для инъекций или 0,9 % раствор натрия хлорида. После этого необходимо немного оттянуть поршень шприца и взболтать пропитанную флюоресцином полоску, чтобы флюоресцин лучше растворился. После взбалтывания раствор флюоресцина сразу готов к применению и его можно закапывать на глазную поверхность прямо со шприца, предварительно сняв иглу. В иностранных источниках наиболее часто описано применение 1 % или 2 % раствора флюоресцина (1 полоска флюоресцина содержит 1 мг действующего вещества; для получения 1 % раствора разбавляем полоску до 0,1 мл 0,9 % раствором натрия хлорида, а для получения 2 % раствор разбавляем до 0,05 мл), т.е. более концентрированного раствора, однако из нашего опыта разбавление полоски до 0,5 мл является оптимальным.

Техника проведения флюоресцинового теста:

- 1) применение индивидуальных пропитанных флюоресцином бумажных полосок;
- 2) применение раствора флюоресцина.

Прикладывают полоску с флюоресцином натрия в области склеры под наружной частью верхнего века в месте выхода протоков основной слезной железы или закапываем одну каплю красителя на глазную поверхность. Избыток красителя удаляем промыванием глаза солевым раствором.

Исследуют глаз при помощи щелевой лампы со специальным кобальтовым фильтром.

Интерпретация результата флюоресцинового теста. Интерпретация обычно проста, но могут возникать ложноположительные результаты, для избегания которых необходимо тщательно смывать флюоресцин с глазной поверхности и закапывать ровно каплю красителя.

Если флюоресцин остается на глазной поверхности после проведения флюоресцинового теста, мы интерпретируем это как положительный флюоресциновый тест (рис. 3).

Грануляционная ткань может задерживать флюоресцин и создавать ложно положительное окрашивание.

Прямой контакт между бумажной полоской и роговицей может оставить след, напо-

минающий дефект роговицы, особенно при биомикроскопии с помощью щелевой лампы; местные анестетики эпителиотоксичны и иногда создают едва заметное флуоресцеин-положительное окрашивание в точечном узоре; раствор флуоресцеина может «скапливаться» в неровностях роговичной поверхности (зажившие язвы роговицы без восполнения толщины стромы).



Рис. 3. Положительный флюоресциновый тест у кошки (язвенный кератит)

Использование увеличения и/или ультрафиолетового или синего света, обычно доступного на прямом офтальмоскопе или в щелевой лампе, улучшает визуализацию красителя.

По характеру окрашивания роговицы можно получить большое количество диагностически ценной информации. Например, в случае затекания флюоресцинового красителя под эпителий можно сделать вывод о том, что эпителий в области язвенного дефекта является неадгезивным (патологическим) и должен быть удален механически для того, чтобы данный язвенный дефект мог эпителизироваться (рис. 4). В противном случае если лечить данную язву роговицы только медикаментозно, вероятность ее заживления будет минимальна. Таким образом, если мы видим патологический роговичный эпителий, то должны сразу приступить к его дебридменту и только потом назначать правильное медикаментозное лечение.

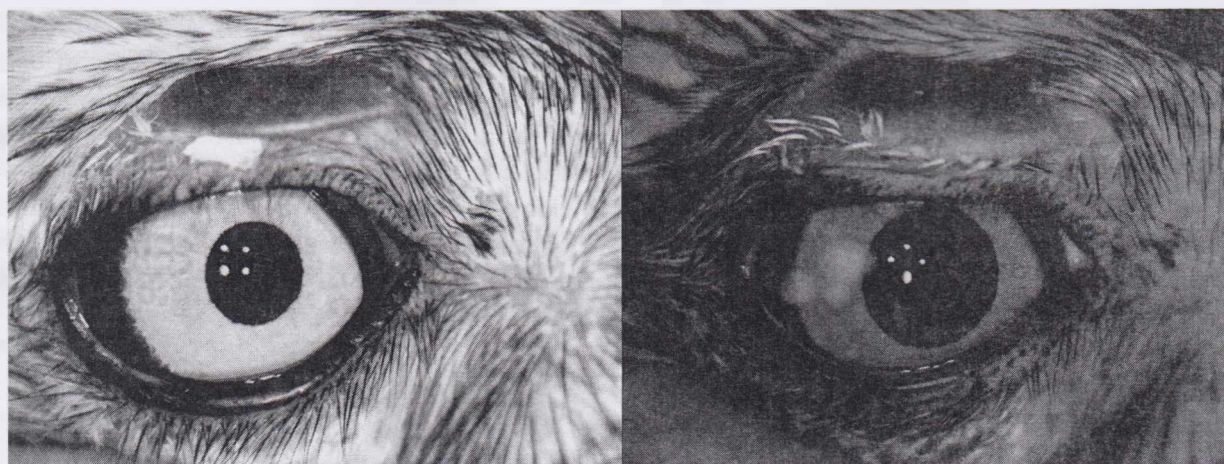


Рис. 4. Язвенные дефекты роговицы птицы до (А) и после (Б) нанесения флюоресцина (язва роговицы с неадгезивным патологическим эпителием)

Флюоресцеин не окрашивает десцеметову мембрану, поэтому если мы видим пузырек на роговице, который не окрашивается флюоресцином. Очевидно, что мы имеем дело с десцеметоцеле.

Дефекты роговицы заживают от периферии к центру, поэтому по мере заживления роговицы интенсивность окрашивания флюоресцином будет уменьшаться. Кроме того, если язвенный дефект был глубокий, то по периферии дефекта по мере заживления будет уходить флюоресциновое окрашивание, но появляться белесая дымка, что будет указывать на регенерацию роговицы через фиброваскулярный рубец. Со временем площадь окрашивания флюоресцином будет уменьшаться, а фиброзное кольцо увеличиваться до тех пор, пока окрашивание роговицы не исчезнет с окончательным формированием фиброваскулярного рубца. В случае поверхностных роговичных дефектов формирование фиброза роговицы не происходит, просто постепенно уменьшается зона окрашивания флюоресцином до полного исчезновения окрашивания и просветления роговицы.

Выводы. Флюоресциновый тест является важным диагностическим исследованием в ветеринарной офтальмологии, который позволяет быстро и точно поставить диагноз «язвенный кератит» и не пропустить мелкие повреждения роговицы, оценить характер повреждений, что имеет огромное значение для выбора тактики лечения. Для более точной и комфортной диагностики рекомендуем интерпретиро-

вать результаты флюоресцинового теста при помощи щелевой лампы с кобальтовым фильтром, который обеспечит свечение флюоресцина изумрудно-зеленым цветом, а увеличение щелевой лампы позволит рассмотреть даже самые мелкие язвенные дефекты роговицы.

Список источников / References

1. Gelatt K. N. Essentials of Veterinary ophthalmology. 3th ed. Willey-Blackwell, 2014.
2. Martin C. L. Ophthalmic Disease in Veterinary medicine. Manson. London, 2010.
3. Martin G. R. Eye // Form and Function in Birds / ed. by A. S. King, J. McLelland. Vol. 3. London: Academic Press, 1985.
4. Stades F. C., Wyman M., Boeve M. H. et al. Ophthalmology for the Veterinary Practitioner. Schlutersche Verlagsgesellschaft mbH&Co., 2007.
5. Ott M. Visual accommodation in vertebrates: mechanisms, physiological response and stimuli // J Comp Physiol A. 2006. Vol. 192. Pp. 97–111.
6. Petersen J. S., Crispin S. BSAVA Manual of Small Animal Ophthalmology. BSAVA. Spain, 2002.
7. Pettigrew J. D., Wallman J., Wildsoet C. F. Saccadic oscillations facilitate ocular perfusion from the avian pecten // Nature. 1990. Vol. 343. Pp. 362–363.
8. Sivak J. G. Avian mechanisms for vision in air and water // Trends Neurosci. 1980. Vol. 12. Pp. 314–317.

9. Slatter's Fundamentals of Veterinary ophthalmology. 4th ed. Saunders Elsevier. China, 2008.
10. Dubielzig R. R., Ketrung K., McLellan G. J. et al. Veterinary Ocular Pathology a comparative review. Saunders Elsevier. China, 2010.
11. Veterinary ophthalmology / ed. by K. N. Gelatt, B. C. Gilger, T. J. Kern. 5th ed. Willey-Blackwell, 2013.
12. Veterinary ophthalmology / ed. by K. N. Gelatt, B. C. Gilger, T. J. Kern. 6th ed. 2021.
13. Williams D. L. Ophthalmology of exotic pets. Willey-Blackwell, 2012.
14. Willis A. M., Wilkie D. A. Avian ophthalmology. Part 1: anatomy, examination and diagnostic techniques // J Avian Med Surg. 1999. Vol. 13. Pp. 160–166.
15. Willis A. M., Wilkie D. A. Avian ophthalmology. Part 2: review of ophthalmic diseases // J Avian Med Surg. 1999. Vol. 13. Pp. 245–251.

Информация об авторе:

Л. А. СОЛОМАХИНА – кандидат ветеринарных наук, ветеринарный врач-офтальмолог.

Information about the author:

L. A. SOLOMAKHINA – Candidate of Veterinary Sciences, ophthalmologist.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 12.08.2025; одобрена после рецензирования 17.08.2025; принята к публикации 22.08.2025.

The article was submitted 12.08.2025; approved after reviewing 17.08.2025; accepted for publication 22.08.2025.

Научная статья

УДК 636.09

DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202510105

Сравнительный анализ остеоинтеграции титановых чрескожных имплантатов SerGoFIX у собак и кошек методами электронной микроскопии. Значение минерального состава и морфологии

Сергей Сергеевич Горшков¹, Илья Федорович Вилков²

¹ Ветеринарный госпиталь «Skolkovo Vet», г. Москва, Россия

² Сеть ветеринарных центров «МЕДВЕТ»

Автор, ответственный за переписку:

Сергей Сергеевич Горшков, gorschkov.vet@gmail.com

Аннотация

Исследование демонстрирует успешную интеграцию чрескожных остеоинтегрируемых протезов SerGoFIX в большеберцовую кость собак и кошек. Методами сканирующей электронной микроскопии и рентгеновского микроанализа выявлены видовые различия в минерализации: у собак содержание кальция (Ca) и фосфора (P) в компактной пластинке на 11,4 и 16,4 % выше, чем у кошек ($p \leq 0,05$). Установлены видовые различия в содержании остеотропных элементов: у собак концентрация Ca на поверхности имплантата на 24,5 % выше, чем у кошек ($p \leq 0,05$).

На поверхности имплантата у собак концентрация Ca превышала показатели кошек на 24,5 % ($p \leq 0,05$). Отсутствие металлоза подтверждает биосовместимость материала.

Ключевые слова: остеоинтеграция, чрескожное остеоинтегрируемое протезирование, титановый имплантат, электронная микроскопия, минерализация, костно-имплантационный блок, протезы SerGoFIX

Для цитирования: Горшков С. С., Вилковский И. Ф. Сравнительный анализ остеоинтеграции титановых чрескожных имплантатов SerGoFIX у собак и кошек методами электронной микроскопии. Значение минерального состава и морфологии // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 10. Т. 1. С. 40–46. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510105>

Evaluation of osseointegration of SerGoFIX percutaneous osteointegrable prostheses in dogs and cats by electron microscopy. Significance of mineral composition and morphology

Sergey S. Gorshkov¹, Ilya F. Vilkovisky²

¹Skolkovo Vet Veterinary Hospital, Moscow, Russia

²The network of veterinary centers "MedVet", Moscow, Russia

Corresponding author:

Sergey S. Gorshkov, gorschkov.vet@gmail.com

Abstract

The study demonstrates the successful integration of SerGoFIX percutaneous osteointegrable prostheses into the tibia of dogs and cats. Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis revealed specific differences in mineralization: In dogs, the content of calcium (Ca) and phosphorus (P) in the compact plate is 11.4 and 16.4 % higher than in cats ($p < 0.05$). Specific differences in the content of osteotropic elements have been established: In dogs, the Ca concentration on the implant surface is 24.5 % higher than in cats ($p < 0.05$).

On the surface of the implant in dogs, the Ca concentration exceeded the feline values by 24.5 % ($p < 0.05$). The absence of metallosis confirms the biocompatibility of the material.

Keywords: osseointegration, titanium implant, electron microscopy, mineralization, bone-implant unit, SerGoFIX

For citation: Gorshkov S. S., Vilkovisky I. F. (2025) Evaluation of osseointegration of sergofix percutaneous osteointegrable prostheses in dogs and cats by electron microscopy. Significance of mineral composition and morphology. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. No. 10. Vol. 1. Pp. 40–46. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510105>

Введение. Представлены данные оценки минерального состава костной ткани и взаимодействия с титановыми имплантатами у собак и кошек после чрескожного остеointегрируемого протезирования конечностей в результате перенесенной ранее ампутации. Метод внутрикостного протезирования, основанный на принципе остеointеграции, который был предложен профессором Per-Ingvar Brånemark, является одним из перспективных направлений в современной реконструктивной хирургии и на сегодняшний день является «золотым стандартом» дентальной имплантации с 1970-х гг. [1, 2, 7]. Дальнейшее развитие методологии нашло свое применение в ортопедии, онкохирургии, сформировав-

шись в отдельное направление – чрескожное остеointегрируемое протезирование конечностей после перенесенной ампутации [4, 5].

В гуманной медицине данный подход позволяет достичь более высоких показателей функциональной активности пациентов, а также повысить качество жизни по сравнению с традиционной технологией, с использованием протезов с культеприемной гильзой [6, 9]. Для животных данный метод может быть альтернативой полной ампутации при травматических, неопластических поражениях дистальных сегментов конечностей, а также при врожденных деформациях, с достижением функциональных результатов в виде полноценной опороспособности в срав-

нении со стандартной калечащей процедурой ампутации [3, 8].

Цель исследования. Оценить минеральный состав костной ткани и взаимодействие с титановыми имплантатами у собак и кошек.

Материалы и методы. Исследованы костно-имплантационные блоки большеберцовой кости кадавров 12 животных (6 собак, 6 кошек) после ранее проведенного чрескостного остеointегрируемого протезирования (ЧОП). У всех животных, у которых были отобраны образцы, летальность была по естественным причинам, не связанным с ЧОП.

В исследовании применяли сканирующую электронную микроскопию (Zeiss EVO MA18), рентгеновский электронно-зондовый микроанализ (BRUKER QUANTAX 200). Статистическую обработку данных проводили с использованием критерия Стьюдента ($p \leq 0,05$).

Для выполнения исследования методами сканирующей электронной микроскопии и рентгеновского электронно-зондового микроанализа выпиленную кость с интегрированным в нее имплантатом фиксировали в 10 % растворе нейтрального формалина, затем распиливали пилой по металлу в поперечной и продольной плоскостях на фрагменты. Фрагменты дегидратировали в спиртах восходящей концентрации от 70° до 100°. Затем высушивали их на воздухе, напыляли

токопроводным слоем. Исследования проводили в сканирующем микроскопе Zeiss EVO MA18 («Carl Zeiss Group», Германия) в комплекте с энергодисперсионным спектрометром BRUKER QUANTAX 200 – XFlash 6/10 («Bruker Nano GmbH», Германия). Методом рентгеновского электронно-зондового микроанализа определяли локальное топографическое распределение и массовое содержание химических элементов (ω , весовые %) в поверхностном слое образцов. Получение, первичную обработку и анализ данных производили при помощи программного обеспечения ESPRIT (Bruker Nano GmbH, Германия).

Результаты и обсуждение.

Минеральный состав:

– у собак в компактной пластинке содержание Ca и P составило $19,42 \pm 0,48$ и $6,70 \pm 0,22$ % соответственно; у кошек – $17,20 \pm 0,31$ и $5,60 \pm 0,16$ % соответственно (табл.);

– на поверхности имплантата концентрация Ca у собак ($17,91 \pm 0,40$ %) превышала показатели кошек ($13,51 \pm 0,38$ %) на 24,50 % ($p \leq 0,05$).

Морфологические особенности:

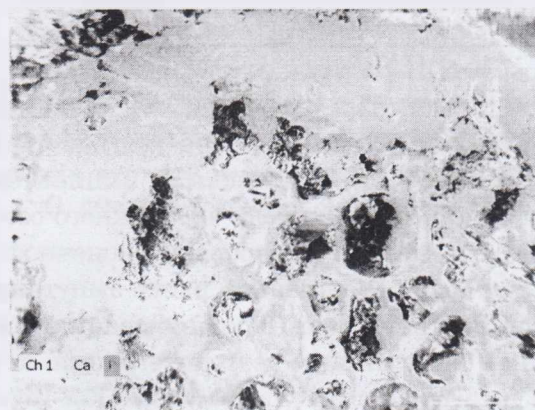
– плотная интеграция кости с имплантатом наблюдалась во всех участках (метафизарных, диафизарных) (рис. 1–2);

– в структурированных зонах имплантата выявлено врастание трабекул с повышенной минерализацией (рис. 3–4);

– отсутствие миграции частиц титана подтвердило биосовместимость (рис. 4).



А



Б

Рис. 1. Интеграция структурированного интрамедуллярного имплантата в большеберцовую кость собаки. Метафизарная область вблизи проксимальной части имплантата (над ним).

Компактная пластинка и губчатая кость мелко- и среднеячеистого строения в проекции костномозгового канала. Поперечный спил, ув. $\times 56$: А – сканирующая электронная микроскопия; Б – суммированная электронная карта распределения Ca и P в метафизарной области кости. Рентгеновский электронно-зондовый микроанализ; Ca – желтый; P – зеленый

В данный период наблюдения на поперечном распиле метафизарной части большеберцовой кости, прилегающей к проксимальной части имплантата, визуализировались компактная пластинка и костномозговой канал, заполненный губчатой костной тканью мелко- и среднеячеистого строения (см. рис. 1 А). Суммированные электронные карты распределения Са и Р, построенные в данных участках, свидетельствовали об их минерализованности (см. рис. 1 Б). Отдельные электронные карты показали более высокое содержание Са и несколько меньшее – Р в анализируемом участке кости (см. рис. 2 А, Б).

На поперечном распиле костно-имплантационного блока в метафизарной части при

анализе участков тканей, прилегающих к имплантату из титанового сплава, выявлена их высокая минерализованность. Костная ткань интегрировала во все неровности поверхности титанового имплантата, образуя с ними плотный контакт (см. рис. 3 А, Б).

Электронные карты распределения отдельных элементов в анализируемом участке показали достаточно высокое содержание Са (см. рис. 4 А), чуть меньшее – Р (см. рис. 4 Б). Содержание титана было локализовано в месте расположения имплантата и соответствовало его контурам на распиле (см. рис. 4 В). Миграции частиц титана в окружающие имплантат биологические ткани не происходило, что свидетельствовало об отсутствии эффекта металлоза.

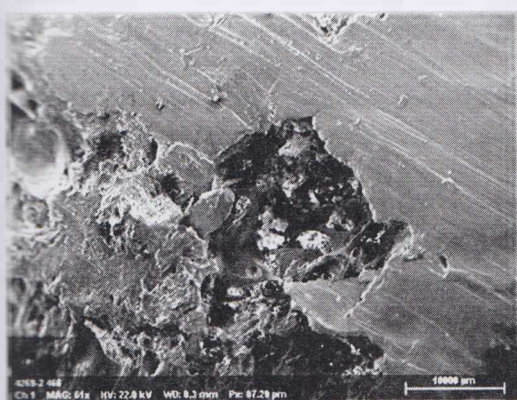


А

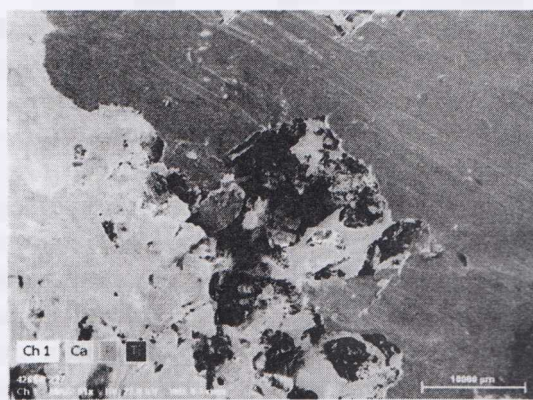


Б

Рис. 2. Электронные карты распределения Са (А) и Р (Б) в метафизарной области кости. Рентгеновский электронно-зондовый микроанализ. Ув. ×56: Са – желтый; Р – зеленый



А



Б

Рис. 3. Интеграция кости вокруг имплантируемого изделия в метафизарной части кости. Поперечный спил, ув. ×61: А – сканирующая электронная микроскопия; Б – суммированная электронная карта распределения Са и Р. Рентгеновский электронно-зондовый микроанализ: Са – желтый; Р – зеленый

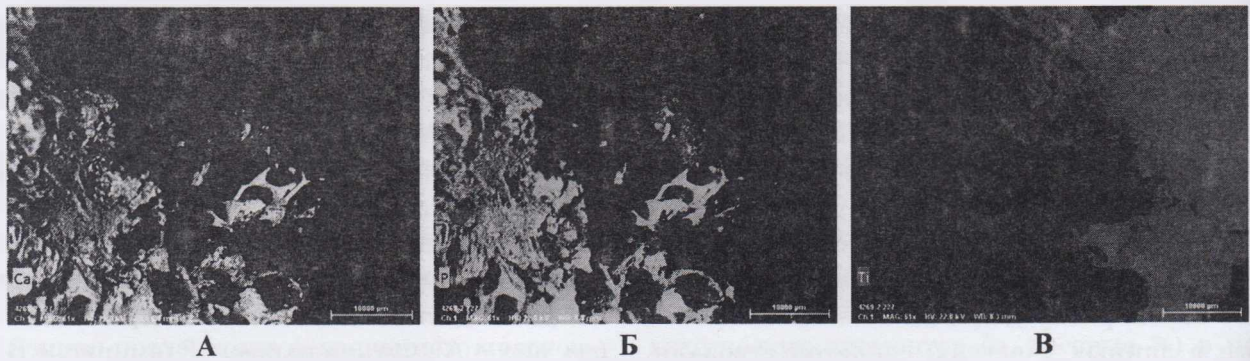


Рис. 4. Электронные карты распределения Са (А) и Р (Б) и Тi (В) в метафизарной области кости вокруг имплантата. Рентгеновский электронно-зондовый микроанализ, ув. $\times 61$: Са – желтый; Р – зеленый; Тi – синий

Таблица

Среднее содержание остеотропных элементов в костно-имплантационных блоках различных животных

Исследуемая область	Экспериментальное животное	W (весовые %)	
		Са	Р
Компактная пластинка	Кошка	17,20 \pm 0,31*	5,60 \pm 0,16*
	Собака	19,42 \pm 0,48*	6,70 \pm 0,22*
Поверхность имплантата	Кошка	13,51 \pm 0,38*	5,15 \pm 0,17*
	Собака	17,91 \pm 0,40*	6,98 \pm 0,21*

Примечание: * – при $p < 0,05$ (различия достоверны).

Выводы:

- 1) структурированная поверхность имплантата обеспечивает механическую стабильность за счет врастания трабекул;
- 2) видовые различия в минерализации требуют видовой адаптации имплантационных систем;
- 3) отсутствие металлоза подтверждает безопасность применения титановых сплавов;
- 4) данный метод при соблюдении методологии оперативной техники, учете клинического опыта авторов, индивидуальном подборе пациентов и изготовлении имплантатов, а также использовании модификации поверхностей имплантатов с созданием биопокровов позволяет достигать высоких показателей приживаемости остеointегрируемых протезов с низким развитием инфекционных осложнений в отдаленный период и, как результат, добиваться функциональных результатов в виде полноценной опороспособности на протезированные конечности на основании нашего опыта по результатам ранее опубликованных данных [4, 5].

Заключение. При интрамедуллярной интеграции тестируемого изделия (протезы SerGoFIX) из титанового сплава в длинные кости животных независимо от вида животного на всем протяжении имплантата наблюдается адгезия костной ткани на его поверхности. Вращение костных структур в ячеи, поры, сформированные в структурированных участках, обеспечивают более плотный и прочный контакт с окружающими тканями, формирование прочного костно-имплантационного блока. На всем протяжении кости в компактной пластинке не наблюдалось выраженного оттока минеральных компонентов и отсутствовали признаки активной биорезорбции. На всем протяжении костно-имплантационных блоков отсутствовали признаки имбиции и металлоза в прилегающих к имплантату тканях и в отдаленных от него участках.

Разница в микроэлементном составе костной ткани компактной пластинки и костной ткани, формирующейся на поверхности имплантата, связана с видовыми различиями и индивидуальными видовыми особенно-

стями строения кости данных исследуемых видов животных.

Таким образом, тестируемое изделие обладает высокими остеointеграционными свойствами независимо от вида животного.

На сегодняшний день чрескожное остеointегрируемое протезирование для животных является новейшей высокотехнологичной хирургической процедурой для сохранения функции конечности [3–5]. Данный метод может быть использован в качестве альтернативы полной ампутации конечности при множественных травматических или очаговых неопластических поражениях дистальных сегментов конечностей, может являться альтернативой классической органосохраняющей хирургии при некоторых апендикулярных опухолях, а также при врожденных деформациях конечностей (эктродактилия, гемимелия), где хирургическая коррекция не позволяет добиться функционально приемлемых результатов.

Список источников / References

1. Al Muderis M., Lu W., Li J. J. Osseointegrated Prosthetic Limb for the treatment of lower limb amputations: Experience and outcomes // *Unfallchirurg*. 2017. Vol. 120. No. 4. Pp. 306–311.
2. Brånemark P. I. Osseointegration and its experimental background // *J. Prosthet. Dent*. 1983. Vol. 50. No. 3. Pp. 399–410.
3. Fitzpatrick N. et al. Intraosseous Transcutaneous Amputation Prosthesis (ITAP) for Limb Salvage in 4 Dogs // *Veterinary Surgery*. 2011. Vol. 40. No. 8. Pp. 909–925.
4. Gorshkov S. S. et al. The world's first experience of percutaneous osteointegrable prosthetics of thoracic and pelvic limbs in a cat after partial amputation. Clinical case. 2017. Pp. 42–56.
5. Gorshkov S. S., U. N. V., M. Percutaneous osteointegrated limb prosthetics in dogs and cats after partial amputation based on a series of clinical cases / Percutaneous osseointegrated limb prosthetics in dogs and cats after partial amputation based on a series of clinic // *VetPharma*. 2019. No. 4 (38). Pp. 50–56.
6. Hagberg K., Brånemark R. Consequences of non-vascular trans-femoral amputation: a survey of quality of life, prosthetic use and problems // *Prosthet. Orthot. Int*. 2001. Vol. 25. No. 3. Pp. 186–194.
7. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period – PubMed [Electronic resource]. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/356184/>.
8. Pendegrass C. J., Goodship A. E., Blunn G. W. Development of a soft tissue seal around bone-anchored transcutaneous amputation prostheses // *Biomaterials*. 2006. Vol. 27. No. 23. Pp. 4183–4191.
9. Shevtsov M. A. et al. Two-stage implantation of the skin- and bone-integrated pylon seeded with autologous fibroblasts induced into osteoblast differentiation for direct skeletal attachment of limb prostheses // *J Biomed Mater Res A. J Biomed Mater Res A*. 2014. Vol. 102. No. 9. Pp. 3033–3048.

Информация об авторах:

С. С. ГОРШКОВ – ветеринарный врач;

И. Ф. ВИЛКОВЫЙСКИЙ – доктор ветеринарных наук, доцент, главный врач, руководитель хирургического отделения, ведущий врач-хирург.

Information about the authors:

S. S. GORSHKOV – Veterinarian; a.pantylin@gmail.com;

I. F. VILKOVITSKY – Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor.

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors:

The authors contributed equilly to this artikle.

The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 13.08.2025; одобрена после рецензирования 18.08.2025; принята к публикации 23.08.2025.

The article was submitted 13.08.2025; approved after reviewing 18.08.2025; accepted for publication 23.08.2025.

Предпосылки возникновения и развития дилатационной кардиомиопатии у собак

Владислав Алексеевич Костылев¹, Анна Витальевна Гончарова²,
Виктория Анатольевна Бычкова³

^{2,3}Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –
МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия

¹vetsurgery1@gmail.ru;

²annatruckhan@mail.ru;

³victoria.vets@ya.ru

Автор, ответственный за переписку:

Анна Витальевна Гончарова, annatruckhan@mail.ru

Аннотация

Дилатационная кардиомиопатия (ДКМП) представляет собой актуальную проблему ветеринарной медицины, которая требует комплексного подхода к диагностике и лечению, учитывая генетическую предрасположенность и влияние внешних факторов на здоровье собак. ДКМП является следствием декомпенсации сердца, приводит к систолической дисфункции и характеризуется неблагоприятным прогнозом, что особенно важно для пород, участвующих в служебном собаководстве. Авторами рассмотрены причины, приводящие к первичной и вторичной ДКМП. Показана необходимость исследования генетической предрасположенности и влияния различных факторов на развитие болезни. Исследование охватывает 143 собаки с клиническими проявлениями ДКМП. В ходе работы выявлено, что наиболее предрасположены: доберманы, боксеры, ирландские волкодавы и ризеншнауцеры. Зарегистрирована значительная доля встречаемости первичной ДКМП, которая составила 72,1 % случаев. Проанализированы различные этиологические факторы, включая алиментарные нарушения, такие как нехватка таурина, эндокринные – гипотиреоз, первичное заболевание сердца (миокардит), но в результате установлено, что частота вторичной ДКМП была значительно ниже и составила 27,9 %. В работе проведен анализ возрастных аспектов заболевания с акцентом на то, что первичная ДКМП чаще наблюдается у собак в возрасте от 1 года до 3 лет, вторичная – у собак среднего и старшего возраста. Данная патология требует интегрированного подхода к диагностике, включающей сбор анамнеза, клинический осмотр и лабораторные исследования, поскольку это необходимо для своевременного выявления ДКМП, а также для повышения уровня ветеринарной помощи и выживаемости собак.

Ключевые слова: дилатационная кардиомиопатия, патологии сердца, генетическая предрасположенность, доберманы, аритмия, миокардит, кардиомиоцит

Для цитирования: Костылев В. А., Гончарова А. В., Бычкова В. А. Предпосылки возникновения и развития дилатационной кардиомиопатии у собак // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 10. Т. 1. С. 47–54. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510106>

Factors of occurrence and development of dilated cardiomyopathy in dogs

Vladislav A. Kostylev¹, Anna V. Goncharova², Victoria A. Bychkova³

^{1, 2, 3} Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –
MVA named after K. I. Skryabin, Moscow, Russia

Corresponding author:

Anna V. Goncharova, annatrukhan@mail.ru

Abstract

Dilated cardiomyopathy (DCM) is an urgent problem in veterinary medicine that requires an integrated approach to diagnosis and treatment, taking into account the genetic predisposition and the influence of external factors on the health of dogs. DCM is a consequence of decompensation of the heart, leads to systolic dysfunction and is characterized by an unfavorable prognosis, which is especially important for breeds involved in service dog breeding. The authors consider the causes leading to primary and secondary CMP. The necessity of studying the genetic predisposition and the influence of various factors on the development of the disease is shown. The study covers 143 dogs with clinical manifestations of DCM. In the course of the work, it was revealed that the most predisposed breeds are Dobermans, boxers, Irish wolfhounds and Giant Schnauzers. A significant proportion of the occurrence of primary DCM was recorded, which amounted to 72.1% of cases. Various etiological factors were analyzed, including nutritional disorders such as taurine deficiency, endocrine disorders such as hypothyroidism, primary heart disease (myocarditis), but as a result, it was found that the incidence of secondary DCM was significantly lower and amounted to 27.9%. The paper analyzes the age-related aspects of the disease, with an emphasis on the fact that primary DCM is more often observed in dogs aged one to three years, secondary in middle-aged and older dogs. This pathology requires an integrated approach to diagnosis, including medical history collection, clinical examination and laboratory tests, as this is necessary for the timely detection of CMP, as well as for improving the level of veterinary care and dog survival.

Keywords: dilated cardiomyopathy, heart pathology, genetic predisposition, dobermans, arrhythmia, myocarditis, cardiomyocyte

For citation: Kostylev V. A., Goncharova A. V., Bychkova V. A. (2025) Factors of occurrence and development of dilated cardiomyopathy in dogs. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. No. 10. Vol. 1. Pp. 47–54. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510106>

Введение. Изучение болезней сердца у собак является актуальной проблемой современной ветеринарной медицины и требует уточнения этиологических факторов, а также генетической детерминации. Патологии сердечной мышцы, приводящие к систолической дисфункции и увеличению размера камер сердца, являются ведущими причинами развития хронической сердечной недостаточности у животных [1–3, 7, 13]. В частности, к таким заболеваниям относится дилатационная кардиомиопатия (ДКМП),

распространенная среди собак крупных и гигантских размеров. Особое значение эта патология приобретает в настоящее время, так как собаки пород, предрасположенных к заболеванию, являются неотъемлемой частью служебного собаководства и участвуют в спасательных операциях [4, 14].

Дилатационная кардиомиопатия приводит к плохой сократительной способности миокарда, появлению аритмий и внезапной смерти животного. Кроме этого, ДКМП имеет неблагоприятный прогноз и низкие показате-

сти выживаемости. Считается, что патология представляет собой конечную стадию метаболических дефектов в клетках миокарда или внеклеточного вещества, происходящих в результате генетической аномалии или вторичных факторов, влияющих на клетки сердечной мышцы [4, 14].

Некоторые данные свидетельствуют о влиянии таурина и тиреоидных гормонов на миокард: при их нехватке развивается истощение ресурсного запаса кардиомиоцитов. Кроме этого, длительный миокардит у собак также приводит к перерастяжению камер сердца и развитию ДКМП. Исследования отечественных и зарубежных ученых, рассматривающие вероятные причины возникновения и развития ДКМП, не отражают статистику распространенности по встречаемости истинной и вторичной ДКМП среди собак средрасположенных пород [6, 9, 10, 12].

Цель исследования. Изучить предпосылки к возникновению и развитию дилатационной кардиомиопатии у собак крупных и гигантских пород.

Материалы и методы. Работа выполнена на кафедре ветеринарной хирургии ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологий – МВА имени К. И. Скрябина» в период с 2017 по 2025 г. Объектами исследования служили собаки с клиническими признаками дилатационной кардиомиопатии в количестве 143 гол. Для постановки диагноза ДКМП животных подвергали диагностическим процедурам, включающим сбор анамнеза, общий клинический осмотр, эхокардиографию и электрокардиографию.

При сборе анамнеза внимание акцентировали на содержании, ветеринарно-санитарных обработках, кормлении, изменении поведения и переносимости физических нагрузок.

Общий клинический осмотр проводили по стандартной методике [8]. При клиниче-

ском осмотре сердечно-сосудистой системы оценивали периферические поверхностные сосуды, сердечный толчок, определяли пульс. Аускультацию сердца проводили стетофонондоскопом компании Littman Cardiology IV в пунктах оптимум слева и справа. Артериальное давление измеряли тонометром PetMap graphic II на предплечье передней конечности или у основания хвоста. Эхокардиографию проводили на ультразвуковом аппарате SonoScape S8Exp и Mindray Vetus 7 и Vetus 9 с помощью секторного мультисканного датчика (2–5 МГц). Проекция сердца выводили справа и слева в 5–6 межреберьях. Использовали стандартные эхокардиографические проекции по длинной оси, по короткой оси справа, а также апикальную проекцию слева. Собак укладывали в правом и левом латеральном положениях.

Электрокардиографию проводили на 12-канальном аппарате ATES Easy ECG. Использовали 6 стандартных отведений (I, II, III, aVL, aVR, aVF), животных укладывали на правый бок и прикрепляли основные отведения к конечностям. Места прикрепления электродов обрабатывали спиртом для улучшения проведения импульсов [5, 11].

У собак определяли концентрации общего Т4, ТТГ и тропонина.

Также благодаря предоставленным данным центра ветеринарной генетики «ЗОО-ГЕН» мы проанализировали частоту встречаемости первичной дилатационной кардиомиопатии у собак за период с 2020 по 2025 г.

Результаты исследования. Установлены породы собак, подверженные ДКМП фенотипу: доберманы (22,3 %), боксеры (16,0 %), ирландские волкодавы (7,0 %), ризеншнауцеры (7,7 %), миттельшнауцеры (4,2 %), алабаи (13,2 %), немецкие доги (2,9 %), немецкие овчарки (11,9 %), ньюфаундленды (2,9 %), цвергпинчеры (5,6 %), кане-корсо (6,3 %) (табл. 1).

Таблица 1

Породный состав собак с дилатационной кардиомиопатией

Порода	Число собак в абсолютных величинах, гол.	Число собак в относительных величинах, %
Доберман	32	22,3
Боксер	23	16,0
Ирландский волкодав	10	7,0

Порода	Число собак в абсолютных величинах, гол.	Число собак в относительных величинах, %
Ризеншнауцер	11	7,7
Миттельшнауцер	6	4,2
Алабай	19	13,2
Немецкий дог	4	2,9
Немецкая овчарка	17	11,9
Ньюфаундленд	4	2,9
Цвергпинчер	8	5,6
Кане-корсо	9	6,3
Итого	143	100,0

Анализируя возрастной состав исследуемых собак, было выявлено, что фенотип дилатационной кардиомиопатии встречался чаще всего в возрасте от 1 года до 3 лет – 36,2 %; от 3 до 6 лет – 23,1; с 6 до 9 лет – 13,2; с 9 до 12 лет – 12,3; от 12 до 15 лет – 14,6 % (табл. 2).

Таблица 2

Возрастной состав собак с дилатационной кардиомиопатией

Возраст, лет	Число собак в абсолютных величинах, гол.	Число собак в относительных величинах, %	Из них	
			первичной ДКМП болели (абс.), гол.	вторичной ДКМП болели (абс.), гол.
1–3	52	36,2	47	5
3–6	33	23,1	19	14
6–9	19	13,2	12	7
9–12	18	12,3	15	3
12–15	21	14,6	10	11
Итого	143	100,0	103	40

Исходя из данных, предоставленных лабораторией «ЗООГЕН», выявлено, что среди доберманов дилатационной кардиомиопатией 1-го типа из 846 обследованных собак: носители – 298 (35,2 %), больные – 26 (3,1 %); носители дилатационной кардиомиопатии 2-го типа среди доберманов – 18 собак (4,5 %). Носительство гена ДКМП у боксеров установлено у 1 собаки (1,5 %); у ирландских волкодавов ген носительства был выявлен у 11 животных (18,6 %), 5 собак были больными (8,6 %). Среди 92 собак породы ризеншнауцер не было выявлено носителей и больных. У собак породы миттельшнауцер носительство гена дилатационной кардиомиопатии было обнаружено у 6 гол. (12,5 %), 1 собака была больной (2 %) (табл. 3).

Таблица 3

Частота встречаемости первичной ДКМП*

Порода	Здоров (NN)		Носительство (NM)		Больной (MM)	
	Число собак в абсолютных величинах, гол.	Число собак в относительных величинах, %	Число собак в абсолютных величинах, гол.	Число собак в относительных величинах, %	Число собак в абсолютных величинах, гол.	Число собак в относительных величинах, %
Доберманы:						
1-й тип	522	61,7	298	35,2	26	3,1
2-й тип	378	95,5	18	4,5	0	0
Боксеры	63	98,5	1	1,5	0	0
Ирландские волкодавы	43	72,8	11	18,6	5	8,6
Ризеншнауцер	92	100	0	0	0	0

Порода	Здоров (NN)		Носительство (NM)		Больной (MM)	
	Число собак в абсолютных величинах, гол.	Число собак в относительных величинах, %	Число собак в абсолютных величинах, гол.	Число собак в относительных величинах, %	Число собак в абсолютных величинах, гол.	Число собак в относительных величинах, %
Миттельшнауцеры	41	85,5	6	12,5	1	2

Примечание: * – данные предоставлены лабораторией «ЗООГЕН» г. Санкт-Петербург, ветеринарный врач Татьяна Александровна Чистилина.

Анализируя анамнестические данные, а также результаты лабораторных и визуальных исследований, установлено, что на беззерновой диете, предрасполагающей при длительном (от 6 мес.) кормлении развитие хватки таурина в организме и нарушение в результате этого сократительной способности миокарда, находились 16 собак (11,2 %).

Недостаточность общего Т4 в комплексе с клиническими признаками, соответствующими гипотиреозу, была обнаружена у 14 собак (9,8 %). Повышение уровня тропонина, свидетельствующего о повреждении миокарда, выявляли у 10 собак (6,9 %). Таким образом, частота встречаемости вторичной ДКМП составила всего 27,9 % (табл. 4).

Таблица 4

Этиологические факторы возникновения и развития фенотипа дилатационной кардиомиопатии у собак (% считается от 143 собак)

Этиологический фактор	Число собак в абсолютных величинах, гол.	Число собак в относительных величинах, %
Беззерновая диета	16	11,2
Недостаточность общего Т4	14	9,8
Повышение уровня тропонина	10	6,9
Итого	40	27,9

В породном соотношении этиологические факторы распределялись следующим образом: среди алабаев тауриновую недостаточность выявили у 5 собак (3,5 %), по 2 собаки (по 1,4 % соответственно) среди доберманов, волкодавов и кане-корсо; по 1 особи (по 0,7 % соответственно) – среди боксеров, ризеншнауцеров, немецких овчарок, ньюфаундлендов, цвергпинчеров.

Гипотиреоз был диагностирован у 2 доберманов, 2 алабаев, 2 немецких овчарок, 1 цвергпинчеров, 2 кане-корсо (по 1,4 % в каждой породе), по 1 собаке в породах боксер, ирландский волкодав, миттельшнауцер, ньюфаундленд (по 0,7 % соответственно).

Длительный миокардит, спровоцировавший развитие ДКМП, выявили у 4 немецких овчарок (2,8 %), по 2 собаки приходилось на миттельшнауцеров и алабаев (по 1,4 %), по 1 боксеру и ризеншнауцеру (по 0,7 %).

После исключения обозначенных выше этиологий оставшимся собакам был постав-

лен диагноз истинная ДКМП: доберманы – 28 гол. (19,5 %); боксеры – 20 (19,5 %); ирландские волкодавы – 7 (4,9 %); ризеншнауцеры – 9 (6,3 %); миттельшнауцеры – 3 (2,1 %); алабай – 10 (7,0 %); немецкий дог – 4 (2,8 %); немецкая овчарка – 10 (7,0 %); ньюфаундленд – 2 (1,4 %); цвергпинчер – 5 (3,5 %); кане-корсо – 5 гол. (3,5 %) (табл. 5).

Обсуждение. Результаты исследования позволили уточнить породно-возрастные особенности дилатационной кардиомиопатии среди собак крупных и гигантских пород. Полученные данные частично согласуются с имеющимися в литературе. По нашим сведениям, ДКМП чаще подвержены доберманы, боксеры, немецкие овчарки, алабаи, ризеншнауцеры, ирландские волкодавы. По сведениям зарубежных авторов, чаще всего ДКМП наблюдают у доберманов, португальской водной собаки, ньюфаундлендов, догов, ирландских волкодавов, боксеров, кокер- и спрингер спаниелей. Отечественные ветеринарные

кардиологи не выделяют отдельные породы, а говорят о том, что болезни подвержены собаки крупных и гигантских пород. Так, считаем, что разница в породной предрасположенности между зарубежными и отечественными исследователями обусловлена предпочтением разных пород собак. Возраст собак имеет значение при установлении этиологического фактора, классификации и дальнейшей те-

рапии заболевания. У собак в возрасте 1–3 года выявляли первичную ДКМП, у животных старше 3 лет ДКМП чаще была вторичной. В доступной литературе отсутствуют достоверные сведения, раскрывающие вопросы возрастной предрасположенности к заболеванию, а также не представлена корреляция между классификацией по этиологическому признаку и возрасту.

Таблица 5

Породная детерминация фенотипа дилатационной кардиомиопатии у собак (% считается от 143 собак)

Порода	Этиологический фактор							
	Алиментарный фактор (тауриновая недоста- точность)		Гипотиреоз		Миокардит		Истинная ДКМП	
	Число со- бак в аб- солютных величи- нах, гол.	Число со- бак в отно- сительных величи- нах, %	Число со- бак в аб- солютных величи- нах, гол.	Число со- бак в отно- сительных величи- нах, %	Число со- бак в аб- солютных величи- нах, гол.	Число со- бак в отно- сительных величи- нах, %	Число со- бак в аб- солютных величи- нах, гол.	Число со- бак в отно- сительных величи- нах, %
Доберман	2	1,4	2	1,4	0	0,0	28	19,5
Боксер	1	0,7	1	0,7	1	0,7	20	13,9
Ирландский волкодав	2	1,4	1	0,7	0	0,0	7	4,9
Ризеншнауцер	1	0,7	0	0,0	1	0,7	9	6,3
Миттельшнауцер	0	0,0	1	0,7	2	1,4	3	2,1
Алабай	5	3,5	2	1,4	2	1,4	10	7,0
Немецкий дог	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4	2,8
Немецкая овчарка	1	0,7	2	1,4	4	2,8	10	7,0
Ньюфаундленд	1	0,7	1	0,7	0	0,0	2	1,4
Цвергпинчер	1	0,7	2	1,4	0	0,0	5	3,5
Кане-корсо	2	1,4	2	1,4	0	0,0	5	3,5
Итого	16	11,2	14	9,8	10	7,0	103	72,0

Установлена частота встречаемости наследуемой ДКМП (72,1 %) среди таких пород, как доберманы пинчеры, боксеры, ирландские волкодавы, ризеншнауцеры, миттельшнауцеры. Выявлено, что среди исследуемых пород превалирующую массу представляют носители, что в сочетании с аутосомно-рецессивным типом наследования благоприятствует распространению ДКМП в породе. По нашим данным, вторичная ДКМП встречается в 27,9 % случаев, что составляет подавляющее меньшинство среди анализируемой выборки.

Заключение. ДКМП среди собак крупных и гигантских пород встречается часто, приводит к выраженным клиническим при-

знакам и летальному исходу. Изучение породно-возрастных и этиологических корреляций у собак с ДКМП позволило уточнить основные факторы подверженности животных данной патологии. Установлена частота встречаемости первичной (72,1 %) и вторичной (27,9 %) ДКМП среди собак крупных и гигантских пород. Установлено, что комплексный методический подход, включающий в себя сбор анамнестических данных, клинический осмотр, гематологические и биохимические исследования, визуальную диагностику, электрофизиологические методы, позволяет поставить верный диагноз и определить степень тяжести течения патологии.

Список источников

- Буссадори К. Кардиоваскулярные заболевания собак и кошек. М.: Аквариум, 2024. 680 с.
- Илларионова В. К. Дилатационная кардиомиопатия немецких догов // Российский ветеринарный журнал. Мелкие домашние и дикие животные. 2014. № 1. С. 11–18.
- Илларионова В. К. Критерии диагностики дилатационной кардиомиопатии собак // Современная ветеринарная медицина. 2018. С. 20–25.
- Кокуленко К. В. Факторы риска возникновения и развития перикардиальных выпотов у собак // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2023. № 8. С. 35–41.
- Круглова Ю. С. Диагностика опухолей сердца у собак с клиническими признаками перикардиального выпота // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2024. № 2. С. 71–82.
- Позябин С. В. Клиническое исследование собак и кошек: учебное пособие. М.: Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина, 2023. 96 с.
- Позябин С. В. Комплексная коррекция синдрома застойной сердечной недостаточности у собак, больных эндокардиозом митрального клапана // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2020. № 10. С. 6–15.
- Руденко А. А. Клиническая диагностика при дилатационной кардиомиопатии у собак // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии, 2019. № 1 (45). С. 62–69.
- Руденко А. А. Прогностические признаки летального исхода дилатационной кардиомиопатии у собак // Ветеринария. 2020. № 3. С. 51–56.
- Рыбкова О. О. Морфологические изменения у собак с кардиопульмональным синдромом // Морфология. 2020. Т. 157. № 2–3. С. 181.
- Сенчук И. В. Значение инструментальных методов исследования при комплексной диагностике дилатационной кардиомиопатии у собак // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2023. № 33 (196). С. 115–124.
12. Ghilardi S. A study of the inter- and intra-operator variability on selected echocardiographic measurements in dogs // Vet. Res. Commun. 2023. No. 47 (4). Pp. 2323–2331.
13. Hamabe L. Echocardiographic evaluation of myocardial changes observed after closure of patent ductus arteriosus in dogs // J. Vet. Intern. Med. 2015. No. 29 (1). Pp. 126–131.
14. Piantedosi D. Evaluation of left ventricular dimension and systolic function by standard transthoracic echocardiography before and 24-hours after percutaneous closure of patent ductus arteriosus in 120 dogs // PLoS One. 2019. No. 14 (10). P. 223.

References

1. Bussadori K. (2024) Cardiovascular diseases of dogs and cats. Aquarium, 680 p. (In Russ.).
2. Illarionova V. K. (2014) Dilated cardiomyopathy of Great Danes. *Russian Veterinary Journal. Small domestic and wild animals*, no. 1, pp. 11–18 (In Russ.).
3. Illarionova V. K. (2018) Diagnostic criteria for dilated cardiomyopathy of dogs. *Modern veterinary medicine*, pp. 20–25 (In Russ.).
4. Kokulenko K. V. (2023) Risk factors for the occurrence and development of pericardial effusions in dogs. *Veterinary, animal science and biotechnology*, no. 8, pp. 35–41 (In Russ.).
5. Kruglova Yu. S. (2024) Diagnosis of heart tumors in dogs with clinical signs of pericardial effusion. *Veterinary, animal science and biotechnology*, no. 2, pp. 71–82 (In Russ.).
6. Pozyabin S. V. (2023) Clinical research of dogs and cats: textbook. M.: Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Scryabin, 96 p. (In Russ.).
7. Pozyabin S. V. (2020) Complex correction of congestive heart failure syndrome in dogs with mitral valve endocardiosis. *Veterinary, animal science and biotechnology*, no. 10, pp. 6–15 (In Russ.).
8. Rudenko A. A. (2019) Clinical diagnosis of dilated cardiomyopathy in dogs. *Bulletin of*

- the Ulyanovsk State Agricultural Academy, no. 1 (45), pp. 62–69 (In Russ.).
9. Rudenko A. A. (2020) Prognostic signs of death of dilated cardiomyopathy in dogs. *Veterinary medicine*, no. 3, pp. 51–56 (In Russ.).
 10. Rybkova O. O. (2020) Morphological changes in dogs with cardiopulmonary syndrome. *Morphology*, vol. 157, no. 2–3, p. 181 (In Russ.).
 11. Senchuk I. V. (2023) The importance of instrumental research methods in the complex diagnosis of dilated cardiomyopathy in dogs. *Izvestiya agronomii nauki Tavrida*, no. 33 (196), pp. 115–124 (In Russ.).
 12. Ghilardi S. (2023) A study of the inter- and intra-operator variability on selected echocardiographic measurements in dogs. *Vet. Res. Commun.*, no. 47 (4), pp. 2323–2331.
 13. Hamabe L. (2015) Echocardiographic evaluation of myocardial changes observed after closure of patent ductus arteriosus in dogs. *J. Vet. Intern. Med.*, no. 29 (1), pp. 126–131.
 14. Piantedosi D. (2019) Evaluation of left ventricular dimension and systolic function by standard transthoracic echocardiography before and 24-hours after percutaneous closure of patent ductus arteriosus in 120 dogs. *PLoS One*, no. 14 (10), p. 223.

Информация об авторах:

В. А. КОСТЫЛЕВ – кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры ветеринарной хирургии;
А. В. ГОНЧАРОВА – доктор ветеринарных наук, доцент, профессор кафедры ветеринарной хирургии;
В. А. БЫЧКОВА – ассистентка кафедры ветеринарной хирургии.

Information about the authors:

V. A. KOSTYLEV – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Surgery;
A. V. GONCHAROVA – Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Surgery;
V. A. BYCHKOVA – Assistant of the Department of Surgery.

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors:

The authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 14.08.2025; одобрена после рецензирования 19.08.2025; принята к публикации 24.08.2025.

The article was submitted 14.08.2025; approved after reviewing 19.08.2025; accepted for publication 24.08.2025.

Научная статья

УДК 591.4:591.51:616.7:619:636.7

ИД: 10.36871/vet.zoo.bio.202510107

Морфо-антропогенные риски развития травм и патологий в структурах коленного сустава у рабочих и спортивных собак

Дарья Александровна Гончарова¹,

Наталья Анатольевна Слесаренко², Елена Олеговна Широкова³

^{1,2,3} Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –

МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия

¹ daria.goncharova.vet-anat@mail.ru;

² slesarenko2009@yandex.ru;

³ shirokovaelena2022@yandex.ru

Автор, ответственный за переписку:

Елена Олеговна Широкова, shirokovaelena2022@yandex.ru

Аннотация

В статье представлен комплекс индивидуальных морфо-этологических особенностей животного, определяющих предрасположенность к возникновению и развитию травм и патологий в структурах коленного сустава у спортивных и рабочих собак. К ним относятся: анатомические (экстерьер, тип конституции и кондиция, морфотип, соматотип, асимметричность развития) и психоэмоциональные особенности (тип высшей нервной деятельности, врожденная энергичность (драйв) и степень мотивации, темперамент, преобладающие реакции поведения, двигательное поведение), что сопряженно с породными, внутривидовыми характеристиками, возрастными и половыми особенностями животных. Показано, что факторами риска возникновения повреждений сустава большой подвижности является физически не подготовленное к работе животное (без разминки и достаточной физической подготовки), динамический сезон без восстановительных периодов или с переменной рабочей нагрузкой, форсированный тренировочный режим, появление внезапных сильных раздражителей.

Ключевые слова: коленный сустав, спортивные и рабочие собаки, опорно-двигательный аппарат, рабочие показатели, нервная система

Для цитирования: Гончарова Д. А., Слесаренко Н. А., Широкова Е. О. Морфо-антропогенные риски развития травм и патологий в структурах коленного сустава у рабочих и спортивных собак // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 10. Т. 1. С. 55–61. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510107>

Morpho-anthropogenic risks of developing injuries and pathologies in knee joint structures in working and sports dogs

Daria A. Goncharova¹, Natalia A. Slesarenko², Elena O. Shirokova³

^{1, 2, 3} Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –

MVA named after K. I. Skryabin, Moscow, Russia

¹ daria.goncharova.vet-anat@mail.ru;

² slesarenko2009@yandex.ru;

³ shirokovaelena2022@yandex.ru

Corresponding author:

Elena Olegovna Shirokova, shirokovaelena2022@yandex.ru

Abstract

The article presents a set of individual morphological and ethological features of the animal that determine the predisposition to the occurrence and development of injuries and pathologies in the structures of the knee joint in sports and working dogs. These include: anatomical (exterior, type of constitution and condition, morphotype, somatotype, asymmetry of development) and psychoemotional features (type of higher nervous activity, innate energy (drive) and degree of motivation, temperament, prevailing behavioral reactions, motor behavior), which is associated with breed, intra-breed characteristics, age and sexual characteristics of animals. It has been shown that the risk factors for damage to a joint with great mobility are an animal that is not physically prepared for work (without warming up and sufficient physical training), a dynamic season without recovery periods or with a variable workload, a forced training regime, and the appearance of sudden strong stimuli.

Keywords: knee joint, sports and working dogs, musculoskeletal system, performance indicators, nervous system

For citation: Goncharova D. A., Slesarenko N. A., Shirokova E. O. (2025) Morpho-anthropogenic risks of developing injuries and pathologies in knee joint structures in working and sports dogs. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. No. 10. Vol. 1. Pp. 55–61. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510107>

Введение. Служебное и спортивное собаководство России нуждается в мерах, направленных на обеспечение его восстановления и модернизации. Не подлежит сомнению, что экономически целесообразно правильно производить подбор и отбор собак, физически и психологически устойчивых к разным видам нагрузок. В высококлассных служебно- и спортивно-прикладных собаках нуждается система безопасности (розыскная, караульная, сторожевая и одорологическая служба, поиск целевых веществ), сельское хозяйство (пастушья служба – выпас

и охрана крупного и мелкого рогатого скота, птицы), социальная сфера (собаки-проводники слепых, помощники, для эмоциональной поддержки, поиск онкомаркеров, спорт). Вместе с тем в последние десятилетия у собак служебного и рабочего направления неуклонно возрастает число патологий опорно-двигательного аппарата, прежде всего суставов, являющихся весьма сложными в плане анатомического устройства и испытывающими существенную биомеханическую нагрузку. Однако до настоящего времени не полностью раскрыты предпосылки,

минимизирующие риск возникновения и развития артропатий у служебных и спортивных собак.

Для прицельного исследования нами выбран коленный сустав (*articulatio genus*) – сложный, двустойный, комплексный, состоящий из бедроберцового, бедроколенного, крестцово-берцового и проксимального межберцового суставов. Этиопатогенез его патологий у собак является, как известно, результатом не только реализации генетической программы морфогенеза, но и влияния совокупности антропогенных факторов (биомеханический, алиментарный), что характеризует тяжесть патологии [1–8]. Наиболее распространенными являются следующие патологии коленного сустава: разрыв краниальной и каудальной крестовидной связок, латеральный и медиальный вывих коленной чашки, растяжение медиальной и латеральной коллатеральных связок, гонартроз, бурсит и др. В отдельных случаях после повреждения коленного сустава и пройденного реабилитационного периода собака не может вернуться в работу. Выявление факторов риска возникновения и развития повреждений сустава позволит корректно строить тренировочные планы и минимизировать риск получения травмы.

Цель исследования. Установить морфоантропогенные риски развития травм и патологий в структурах коленного сустава у служебных и спортивных собак и оценить их влияние на рабочие показатели животного.

Материалы и методы. Объект исследования – собаки ($n=858$), находящиеся в тренинге по определенному нормативу спорта или виду службы. Тестирование животных выполняли в 8 регионах Российской Федерации на базе различных кинологических клубов.

Комплексный методический подход включал в себя определение весовых и 28 линейных показателей собак с вычислением индексов ($n=12$), обзорную рентгенографию и рентгенограмметрию костного остова конечностей с вычислением индексов ($n=6$). Данные обзорной рентгенографии, выполненные ветеринарными специалистами в ведущих ветеринарных клиниках (Центр травматологии животных, ветеринарная клиника «Биоконтроль») на цифровом аппарате

«Orange-1060HF» и «IPS Philosophy HF 400» и предоставленные нам для изучения, подвергали дешифровке, которую осуществляли в специализированной программе «RadiAnt».

На базе кафедры анатомии и гистологии животных имени профессора А. Ф. Климова осуществляли обычное и тонкое анатомическое препарирование ($n=51$), макроскопическую морфометрию и биомеханическое моделирование стато-локомоторного акта.

Проводили оценку анатомических (экстерьер, тип конституции и кондиции, морфотип, соматотип, симметричность), учитывали психоэмоциональные особенности (тип высшей нервной деятельности и характер латерализации, врожденную энергичность (драйв) и степень мотивации, способность к дифференциации, уравновешенность, адекватность, преобладающие реакции, адаптивность, двигательное и пищевое поведение, темперамент) и рабочие качества (стабильность и правильность выполнения упражнений, понимание задачи, скорость и выносливость, остроту чутья и зрения, состояние и технику работы).

Анализ полученных цифровых данных проводили по общепринятым методикам с использованием программы «Microsoft Excel».

Результаты исследования. Установлено, что комплекс индивидуальных морфо-этологических особенностей животного определяет предрасположенность к возникновению и развитию травм и патологий в структурах коленного сустава у спортивных и рабочих собак. К ним относятся: анатомические (экстерьер, тип конституции и кондиция, морфотип, соматотип, асимметричность развития) и психоэмоциональные особенности (тип высшей нервной деятельности, врожденная энергичность (драйв) и степень мотивации, темперамент, преобладающие реакции поведения, двигательное поведение), что сопряженно с породными (рис. 1), внутрипородными характеристиками, возрастными и половыми особенностями животных.

Предрасполагают к повреждениям коленного сустава у собак антропогенные условия содержания (биомеханические и алиментарный фактор), специализация собаки (вид службы или норматив спорта), условия и процесс тренинга. Доминирующи-

ми по травматизации дисциплинами стали нормативы (аджилити, IGP, розыскная служба, фризби, флайбол и др.), в которых требовалась высокая скорость преодоления препятствий, работа в сложной местности и задержание (лобовые атаки), экстремальная прыжковая нагрузка. Собаки (3–18 мес.), которые подвергались раннему началу обучения по преодолению препятствий и форсированной программе тренинга (резкое поднятие высоты барьера), имели более высокий риск к возникновению и развитию повреждений в коленном суставе. Травмы и патологии коленного сустава может спровоцировать неправильно подобранный тренинг с наличием экстремальных ситуаций – резкий и скоростной старт, повороты, прыжки, преодоление препятствий и изменение позиций (остановка, укладка, посадка) в динамике, сопровождающиеся некорректным перераспределением весовой нагрузки и изменением центра тяжести (рис. 2).

Обнаружено, что линейные и весовые морфометрические показатели и их соотношения, такие как увеличение массы тела и высоты в холке (индекс травматичности), экстремально растянутый формат с уменьшением длины конечностей, а также психоэмоциональные особенности – тип высшей нервной деятельности (холерик), высокий драйв (врожденная энергичность) в сочетании с сильной рабочей мотивацией и скоростью приводят к возрастанию риска экзогенного травмирования структур сустава в условиях нагружения животного. Нефизиологичный тренинг, асимметричная нагрузка, чрезмерные ускорения, некорректно выполненное преодоление препятствия, неправильный заход на снаряд, расчет толчка и техника прыжка (сгибание коленного сустава во время прыжка через барьер), форсированный тренировочный режим, травмоопасное покрытие (твердое, скользкое, слишком рыхлое, где нарушаются сцепление и амортизация), физически не подготовленное к работе животное (без разминки и достаточной физической подготовки), появление внезапных сильных раздражителей (громкие резкие звуки, необычные визуальные объекты, нападения), также predispose к возникновению экзогенного

травматического воздействия с появлением в некоторых случаях посттравматического стрессового расстройства нервной системы, микротравм, характеризующихся хронизацией воспалительного процесса с последующими деструктивными преобразованиями в тканях сустава (рис. 3).

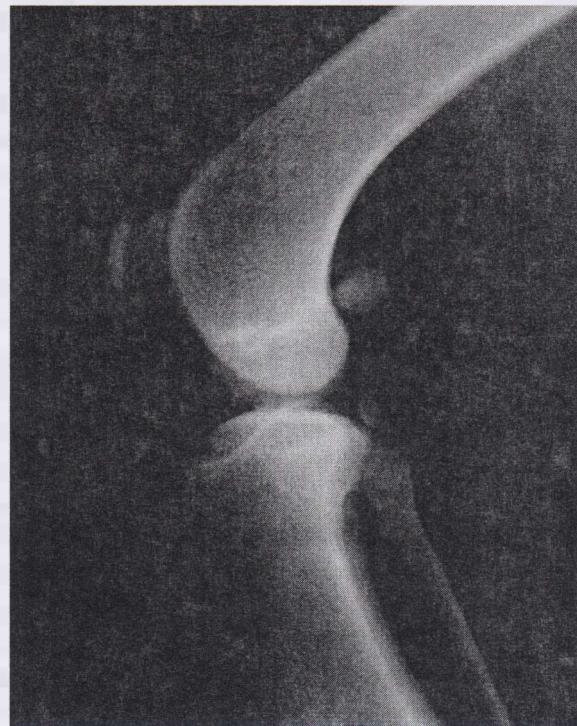


Рис. 1. Обзорная рентгенограмма коленного сустава среднеазиатской овчарки в возрасте 1,5 лет (норма строения)



Рис. 2. Макроморфологическая картина коленного сустава у собак в норме



Рис. 3. Деформирующий гонартроз коленного сустава у собак

Выявлено, что особенности экстерьера, типа конституции (сырой и нежный) и конституции (истощенная, жирная) определяют степень подверженности сустава к повреждению. Экономически целесообразно в данном случае проводить отбор собаки в спорт и службу с крепким и сухим типом конституции. У животных с хорошо развитым опорно-двигательным аппаратом средние рабочие показатели оказались выше, чем у особей с нежным и сырым типом конституции. Они быстро и физически менее затратно адаптируются к преодолению препятствий, к дифференциации, отличаются большей выносливостью, легче приспосабливаются к смене обстановки, во время выполнения различных тестов показывают себя как наиболее уравновешенные, думающие и адекватные, имеют самые стабильные результаты в работе.

У собак шоу-направления чаще регистрировали признаки повреждений коленного сустава, что сопряжено с наличием у них более декоративных признаков экстерьера. Появление сырого и нежного типов конституций у собак свидетельствует о направлении селекционно-племенной работы на декоративность экстерьера, а не на функциональную пригодность опорно-двигательного аппарата и рабочие качества животных. Не вызывает сомнений, что для профилактики возникновения повреждений важно также поддерживать у собак племенную или рабочую кондицию.

Собаки, содержащиеся в условиях гипервизии, подвергающиеся интенсивному динамическому режиму (перетренированности) и в динамический сезон, работающие без периодов по восстановлению или с перемен-

ной рабочей нагрузкой, в некоторых случаях имели признаки эндогенного психоэмоционального стрессорного воздействия, сопровождающегося проявлением реакций со стороны нервной системы, проявляли признаки травмы (хромота) без внешних травмирующих воздействий, что существенно влияло на ухудшение качественных и количественных рабочих показателей животных.

Первоначальное повреждение только одного сустава приводит к патологиям с компенсаторно-адаптационным генезом вследствие асимметричной биомеханической нагрузки, с последующим повреждением структур контрлатерального сустава. Для профилактики возникновения признаков асимметричных адаптационно-компенсаторных изменений собакам был назначен комплекс специальных упражнений (кавалетти, работа на устойчивых и балансировочных поверхностях и т.д.) и корректирование программы тренировочных упражнений по виду спорта или службы – тех элементов, которые привели к возникновению данного состояния. В результате реализации программы животные демонстрировали более высокие количественные и качественные рабочие показатели, снижался риск возникновения и развития травм и патологий, улучшались такие качества, как сила, выносливость, гибкость, координация, баланс, ловкость и скорость.

Заключение. Антропогенно смоделированный режим содержания животных приводит к возникновению травм и патологий коленного сустава и снижению качественных и количественных рабочих показателей вследствие воздействия биомеханических

(гипо- и гиперкинезия) и алиментарных факторов, вида службы или норматива спорта собаки, условий и процесса тренинга.

Травмы и патологии коленного сустава может спровоцировать неправильно подобранный тренинг с наличием экстремальных ситуаций – резкий и скоростной старт, повороты, прыжки, преодоление препятствий и изменение позиций (остановка, укладка, посадка) в динамике, сопровождающиеся перераспределением весовой нагрузки и изменением центра тяжести.

Направление селекционно-племенной работы на декоративность экстерьера, а не на функциональную пригодность опорно-двигательного аппарата и рабочие качества животных приводит к повышенному риску возникновения и развития травм и патологий в структурах сустава.

Экономически нецелесообразно допускать к работе собак в условиях с интенсивным динамическим режимом, нарушающим двигательный стереотип животного, в том числе нефизиологичный тренинг, асимметричная нагрузка, чрезмерная нагрузка и ускорения, травмоопасное покрытие и некорректная работа с препятствиями.

Факторами риска возникновения повреждений сустава большой подвижности является физически не подготовленное к работе животное (без разминки и достаточной физической подготовки), динамический сезон без восстановительных периодов или с переменной рабочей нагрузкой, форсированный тренировочный режим, появление внезапных сильных раздражителей.

Разработанный комплекс специальных упражнений для профилактики появления адаптационно-компенсаторных изменений в коленном суставе способствовал повышению количественных и улучшению качественных (сила, выносливость, гибкость, координация, баланс, ловкость, скорость и т.д.) рабочих показателей собак, снижению риска возникновения и развития травм и патологий.

Список источников

1. Гончарова Д. А., Слесаренко Н. А. Влияние морфо-антропогенных показателей на риск возникновения повреждений

опорно-двигательного аппарата и рабочие качества собак // Ветеринария и кормление. 2025. № 1. С. 23–29.

2. Качалин М. Д., Белогуров В. В., Позябин С. В. и др. Методология планирования хирургической коррекции вывиха коленной чашки у собак с учетом морфологических изменений структур коленного сустава // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2018. № 12. С. 65–71.
3. Качалин М. Д., Позябин С. В., Борхунова Е. Н. Методика индуцирования генерализованного гонартроза у овец: клинико-морфологические данные // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2023. № 8. С. 6–17.
4. Муратова А. Р., Лазарева М. В. Морфофункциональные особенности мышц суставов тазовой конечности у хищных // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий. Сборник материалов III Всероссийской (национальной) научной конференции. Новосибирск, 2018. С. 750–753.
5. Слесаренко Н. А., Широкова Е. О., Андриевская А. А. Морфофункциональная характеристика мышц коленного сустава у представителей семейства кошачьих // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2022. № 5. С. 6–12.
6. Слесаренко Н. А., Широкова Е. О., Иванов В. А. и др. Анатомические особенности ахиллова сухожилия у кошки домашней // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2022. № 12-1. С. 13–17.
7. Слесаренко Н. А., Широкова Е. О., Оганов Э. О. Морфофункциональные особенности ягодичной группы мышц разгибателей и ротаторов тазобедренного сустава у овцы // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2023. № 4. С. 80–87.
8. Широкова Е. О., Слесаренко Н. А., Оганов Э. О. Анатомио-топографические особенности четырёхглавой мышцы бедра у благородного пятнистого оленя // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2023. № 2. С. 50–59.

References

1. Goncharova D. A., Slesarenko N. A. (2025) The influence of morpho-anthropogenic in-

- dicators on the risk of damage to the musculoskeletal system and the working qualities of dogs. *Veterinary medicine and feeding*, no. 1, pp. 23–29 (In Russ.).
2. Kachalin M. D., Belogurov V. V., Pozyabin S. V. et al. (2018) Methodology of planning surgical correction of dislocation of the kneecap in dogs, taking into account morphological changes in the structures of the knee joint. *Veterinary medicine, animal science and biotechnology*, no. 12, pp. 65–71 (In Russ.).
 3. Kachalin M. D., Pozyabin S. V., Borkhunova E. N. (2023) Method of inducing generalized gonarthrosis in sheep: clinical and morphological data. *Veterinary medicine, animal science and biotechnology*, no. 8, pp. 6–17 (In Russ.).
 4. Muratova A. R., Lazareva M. V. (2018) Morphofunctional features of the muscles of the joints of the pelvic limb in predatory animals // The role of agrarian science in the sustainable development of rural areas. Collection of the III All-Russian (national) scientific conference. Novosibirsk. Pp. 750–753 (In Russ.).
 5. Slesarenko N. A., Shirokova E. O., Andrievskaya A. A. (2022) Morphofunctional characteristics of knee joint muscles in representatives of the feline family. *Veterinary medicine, animal science and biotechnology*, no. 5, pp. 6–12 (In Russ.).
 6. Slesarenko N. A., Shirokova E. O., Ivantsov V. A. (2022) Anatomical features of the Achilles tendon in a domestic cat. *Veterinary medicine, animal science and biotechnology*, no. 12-1, pp. 13–17 (In Russ.).
 7. Slesarenko N. A., Shirokova E. O., Oganov E. O. (2023) Morphofunctional features of the gluteal muscle group of extensors and rotators of the hip joint in sheep. *Veterinary medicine, animal science and biotechnology*, no. 4, pp. 80–87 (In Russ.).
 8. Shirokova E. O., Slesarenko N. A., Oganov E. O. (2023) Anatomical and topographic features of the quadriceps femoral muscle in the noble spotted deer. *Veterinary medicine, zootechny and biotechnology*, no. 2, pp. 50–59 (In Russ.).

Информация об авторах:

Д. А. ГОНЧАРОВА – кинолог, студентка 3-го курса ФВМ;

Н. А. СЛЕСАРЕНКО – доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой анатомии и гистологии животных имени профессора А. Ф. Климова;

Е. О. ШИРОКОВА – кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии и гистологии животных имени профессора А. Ф. Климова.

Information about the authors:

D. A. GONCHAROVA – Cynologist, a 3rd-year student of the Russian Academy of Medical Sciences;

N. A. SLESARENKO – Doctor of biological Sciences, Professor, head of the Department of «Anatomy and histology of animals after Professor A. F. Klimov»;

E. O. SHIROKOVA – Candidate of biological sciences, docent of the department anatomy and histology of animals named A. F. Klimov.

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors:

The authors contributed equilly to this artikle.

The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 15.08.2025; одобрена после рецензирования 20.08.2025; принята к публикации 25.08.2025.

The article was submitted 15.08.2025; approved after reviewing 20.08.2025; accepted for publication 25.08.2025.

Научная статья

УДК 591.111:636.2.085.12

DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202510108

Исследование взаимосвязи величин некоторых макро- и микроэлементов в крови крупного рогатого скота и содержанием их в сорбционной добавке

Виталий Александрович Шумский¹, Иван Леонидович Фурманов²

^{1,2} Белгородский ГАУ, п. Майский, Белгородская область, Россия

¹ Shumskij_VA@belgau.ru;

² furmanov_il@belgau.ru

Автор, ответственный за переписку:

Виталий Александрович Шумский, Shumskij_VA@belgau.ru

Аннотация

В эксперименте опытные группы получали адсорбирующую добавку на основе бентонитовой глины как отдельно, так и совместно с пробиотическими культурами. Однако сама сорбирующая добавка, помимо сорбирующих свойств, в своем составе содержит некоторые важные для минерального питания животных макро- и микроэлементы. В исследовании задачей было проанализировать различия в содержании макро- и микроэлементов в крови животных, получавших бентонитовую глину отечественного производства, и у контрольных животных, не получавших ее.

Прослеживались достоверно более высокие показатели средних значений величин концентрации общего кальция, магния и, особенно, ионов железа в плазме крови животных опытных групп, получавших с общим рационом бентонитовую добавку, по сравнению с контрольной. Это свидетельствует о способности бентонитовой добавки, помимо адсорбирующих свойств, дополнительно обеспечивать организм крупного рогатого скота такими макро- и микроэлементами, как железо, магний и кальций, которые входят в состав испытуемой добавки. И, в свою очередь, прослеживаются недостоверные различия в показателях содержания в крови фосфора и хлоридов, которые отсутствуют в составе данного сорбента.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, сорбенты, макроэлементы, микроэлементы, бентонитовые глины, минеральный обмен, биохимические параметры

Для цитирования: Шумский В. А., Фурманов И. Л. Исследование взаимосвязи величин некоторых макро- и микроэлементов в крови крупного рогатого скота и содержанием их в сорбционной добавке // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 10. Т. 1. С. 62–69. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510108>

Study of the relationship between the values of some macro- and microelements in the blood of cattle and their content in the studied sorption additive

Vitaly A. Shumsky¹, Ivan L. Furmanov²

^{1,2} Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin, Belgorod region, Russia

¹ Shumskij_VA@belgau.ru;

² furmanov_il@belgau.ru

Corresponding author:

Vitaly A. Shumsky, Shumskij_VA@belgau.ru

Abstract

In the experiment, experimental groups received adsorbing additive based on bentonite clay both separately and together with probiotic cultures. However, the sorbing additive itself, in addition to its sorbing properties, contains some important macro- and microelements for the mineral nutrition of animals. In the study the task was to analyze the differences in the content of macro- and microelements in the blood of animals that received bentonite clay of domestic production and in control animals that did not receive it.

There were significantly higher mean values of concentrations of total calcium, magnesium and especially iron ions in the experimental groups that received bentonite additive with the general diet compared to the control group that did not receive it, which indicates the ability of bentonite additive, in addition to adsorbing properties, to additionally provide the cattle organism with such macro- and microelements as iron, magnesium and calcium.

Keywords: cattle, sorbents, macroelements, trace elements, bentonite clays, mineral metabolism, biochemical parameters

For citation: Shumsky V. A., Furmanov I. L. (2025) Study of the relationship between the values of some macro- and microelements in the blood of cattle and their content in the studied sorption additive. *Veterinariya, Zootekhniya i Biotekhnologiya*. No. 10. Vol. 1. Pp. 62–69. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510108>

Введение. Обеспечение продуктивности коров достаточным количеством макро- и микроэлементов способствует повышению их продуктивности, улучшению воспроизводительной способности и сохранению здоровья животных [8, 12, 13]. Это возможно только путем дополнительного использования минеральных добавок к рационам, поскольку в настоящее время основные корма не могут удовлетворить повышенную потребность высокопродуктивных животных в неорганических веществах [3, 4, 10]. Минеральные вещества необходимы для нормальной жизнедеятельности организма животных. В орга-

низме они представлены неорганическими солями и биоконплексами [7, 11]. Для обеспечения животных достаточным количеством макро- и микроэлементов среди популярных добавок можно выделить природные глинистые минералы отечественных месторождений группу алюмосиликатных минералов – бентонитовые (монтмориллонитовые) глины [2, 5]. Данные вещества заслуживают доверия благодаря своим экологичным свойствам и приемлемой цене. Бентониты включают в себя соединение многочисленных алюмосиликатных минералов, среди которых главное звено – сложная молекула монтмориллонит

($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (60–70 %)). В результате химических реакций произошло замещение атомов кремния магнием, железом и ионами других металлов, и в молекуле бентонита образовался сапонит ($\text{Al}_2\text{O}_3[\text{MgO}]4\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), нонтронит ($\text{Ca}_5(\text{Si}_7\text{Al}_8\text{Fe}_2)(\text{Fe}_{3.5}\text{Al}_4\text{Mg})\text{O}_{20}(\text{OH})_4$), бейделлит ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) и пиррофиллит ($\text{Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$). В малых концентрациях бентониты содержат вещества иллит, каолинит, цеолит, вермикулит и прочие минералы. Другое название бентонитов – монтмориллониты (от названия основного компонента структуры молекулы). В составе бентонитовых глин присутствуют соли щелочных и щелочноземельных металлов, а также полезные макро- и микроэлементы: Cu, Zn, Mn, Co, Ag, Ca, Mg, Cr, J, Fe и др. [6].

Кроме того, бентониты способны к адсорбции, т.е. могут соединять и транспортировать биологически активные элементы, тем самым участвуя в обмене веществ. Бентониты выравнивают содержание кальция, натрия, железа и других элементов в организме животных [1, 9].

Научные работы многих ученых подтверждают, что средства с содержанием бентонитов имеют адсорбирующие свойства, осуществляют ионообмен, катализируют реакции в организме, нормализуют баланс биодоступных веществ, восстанавливают общий и минеральный обмен веществ, улучшают пищеварение, повышают резистентность и регенеративные свойства особи.

Цель исследования. Выявить способность микро- и макроэлементов участвовать в минеральном обмене опытных животных исходя из биохимических показателей крови.

Материалы и методы. Эксперимент проводили на базе ООО «Борисовские фермы» (с. Зозули Борисовского района Белгородской области). Объектом для исследования служило дойное стадо крупного рогатого скота айшпирской породы. Животных содержали в идентичных условиях содержания и кормления. Крупный рогатый скот располагался в корпусах по 30–35 гол. Кормление осуществлялось при помощи раздатчика кормов (ИСРК), измельчителя, смесителя. Животные получали полноценную кормовую смесь, находились в идентичных условиях и одинаковых нормативных зоотехнических параметрах. Из данных кор-

пусов были сформированы, с использованием метода пар-аналогов, три группы, по 30 гол. в каждой. 1-я группа получала общий рацион и служила контролем. 2-й опытной группе в общий рацион при помощи измельчителя, смесителя, раздатчика кормов (ИСРК) равномерно вносилось по 1 кг бентонита кормового на 1 т кормов. Бентонит кормовой создан на базе отечественного сырья – глины кормовой, которая поступает на производство с карьера Воронежской области. 3-й опытной группе вносили 1 кг «Премикса минерального пробиотического для сельскохозяйственных животных и сельскохозяйственной птицы» (ПМБ). В состав премикса входят наполнители и пробиотические культуры из рода *Bacillus licheniformis*, *Bacillus subtilis*. В качестве наполнителей: сорбенты минерального происхождения, один из которых – бентонит кормовой.

По окончании эксперимента, который длился 60 сут, у животных в утренние часы была взята кровь из подхвостовой вены. Материалом для исследования служила сыворотка крови коров. Материал доставлялся в ОГАУ «Межрайонная ветстанция по Грайворонскому и Борисовскому районам» для исследования следующих показателей: содержание ионов железа, магния, фосфора, хлоридов и общего кальция. Результаты получены при использовании анализатора автоматического iMagic-S7, колориметра фотоэлектрического концентрационного КФК-2.

Результаты исследования. В табл. 1 представлены основные показатели количественно-качественного состава бентонита кормового (монтмориллонит). Данная испытуемая добавка применялась во 2-й и 3-й опытных группах (протокол испытаний П № 117/2022).

Анализируя показатели количественно-качественного состава бентонита кормового, представленного в табл. 1, мы видим, что помимо преобладания кремния, представленного в виде сорбента – монтмориллонита (70,46 %), в данной добавке прослеживается высокий уровень железа (70,70 г/кг). Также присутствуют катиониты магния (10,48 г/кг), кальция (10,61 г/кг).

По завершению эксперимента был проведен биохимический анализ крови животных. Результаты анализов содержания некоторых макро- и микроэлементов представлены в табл. 2.

Таблица 1

Результаты испытаний бентонита кормового

Показатель		Результат	НД
Внешний вид		Порошок	Органолептически
Цвет		Коричнево-зеленый	Органолептически
Массовая доля влаги, %		10,75	ГОСТ Р 54951-2012 (ИСО 6496:1999)
рН 10 % раствора, ед. рН		9,70	ГОСТ 24596.5-2015
Массовая доля золы в пересчете на а.с.в., %		94,68	ГОСТ 32933-2014
Массовая доля золы, не растворимой в соляной кислоте, * %		70,46	ГОСТ 32045-2012 (ИСО 5985:2002)
Массовая доля цинка, г/кг		0,15	ГОСТ 32343-2013 (ISO 6869:2000)
Массовая доля меди, г/кг		0,22	
Массовая доля марганца, г/кг		0,62	
Массовая доля железа, г/кг		70,70	
Адсорбционная активность по йоду, %		Нет	ГОСТ 6217-74
Показатель адсорбции по метиленовому синему, мг/г		1541,50	ГОСТ 21283-93
Емкость катионного обмена, мг-экв на 100 г образца		481,87	
Массовая доля катионов, г/кг	Аммоний	0,24	М 04-65-2010; ГОСТ Р 56374-2015
	Калий	4,95	
	Натрий	7,37	
	Магний	10,48	
	Кальций	10,61	
Массовая доля анионов, г/кг	Сульфат-ион	71,55	М 04-65-2010; ГОСТ Р 56374-2015
	Фосфат-ион	Не обнаружен	

Примечание: * – показатель содержания соединений кремния.

Таблица 2

Биохимические показатели крови

Показатель	Референсные значения	Группа		
		Контроль	2-я опытная группа	3-я опытная группа
Железо, мкмоль/л	27,00–40,00	26,16±4,30	30,72±4,04***	28,95±3,75*
Кальций общий, ммоль/л	2,50–3,30	2,69±0,10	2,79±0,12*	2,77±0,11*
Магний, ммоль/л	0,70–1,10	0,87±0,10	0,95±0,10**	0,93±0,09*
Фосфор, ммоль/л	1,40–1,90	1,64±0,10	1,69±0,13	1,66±0,14
Хлориды, ммоль/л	95,70–108,60	111,10±6,20	114,35±4,51	114,09±4,82

Примечание: * – p<0,05; ** – p<0,01; *** – p<0,001.

Исходя из данных табл. 2 все показатели находились в стандартных физиологических интервалах. Прослеживается достоверно более высокое среднее содержание в крови животных ионов железа во 2-й опытной группе, получавшей в качестве добавки бентонит кормовой, по сравнению с контрольной на 4,56 мкмоль/л (p<0,001) и в 3-й – на 2,79 мкмоль/л (p<0,05). На достоверно более высоком уровне находились показатели содержания магния и общего кальция в крови опытных животных по срав-

нению с контрольной группой. Магния было больше на 0,08 ммоль/л (p<0,01) во 2-й опытной группе и на 0,06 ммоль/л (p<0,05) в 3-й. Средний уровень общего кальция превышал контрольную группу на 0,10 ммоль/л (p<0,05) во 2-й опытной группе и на 0,08 ммоль/л (p<0,05) в 3-й соответственно.

При сравнении средних показателей уровня хлоридов и фосфора в крови животных опытных групп с контрольной достоверных различий не прослеживалось.

Более наглядно процентное соотношение биохимических показателей крови опытных

групп по сравнению с контрольной мы можем проследить по диаграмме (рис.).

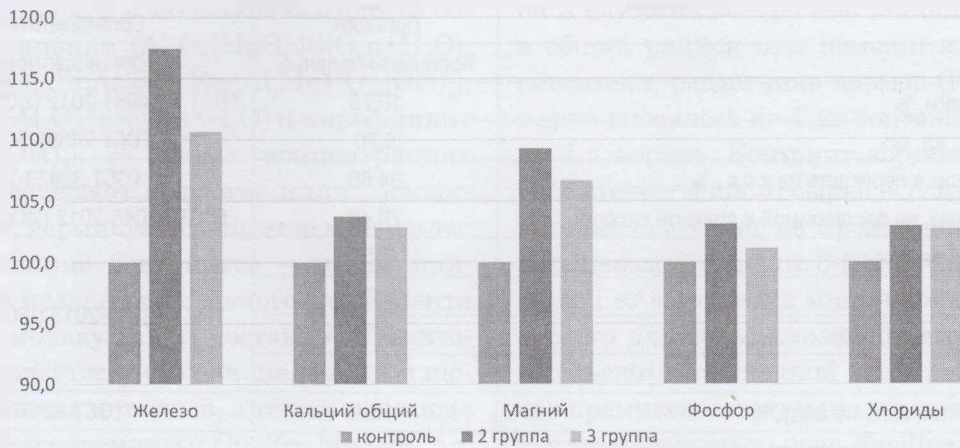


Рис. 1. Процентное соотношение биохимических показателей крови коров опытных групп по сравнению с контрольной

На диаграмме видно увеличение показателей средних значений величин концентраций таких элементов, как железо, общий кальций и магний, в опытных группах по сравнению с контрольной и, как было описано выше, эти увеличения достоверны. Особенно это прослеживается по содержанию железа во 2-й опытной группе, получавшей в качестве кормовой добавки бентонит кормовой. Средний уровень магния и кальция также выше во 2-й группе по сравнению с контрольной и 3-й опытной группой. Средние значения 3-й опытной группы также превосходят средние значения контрольной.

Обсуждение результатов. Вероятнее всего, на достоверное повышение уровня данных элементов (особенно железа) в крови опытных животных повлиял количественно-качественный состав используемой кормовой добавки – бентонита кормового (см. табл. 1). Мы видим достаточно большое содержание ионов железа (70,70 г/кг). Источником железа в бентонитовой глине является минерал нонтронит, где содержание железа варьирует от 32,5 до 39,3 %. В плазме крови животных опытных групп также прослеживаются более высокие средние значения содержания железа, особенно во 2-й группе – на 4,56 мкмоль/л ($p < 0,001$) по сравнению с контрольной и на 2,79 мкмоль/л ($p < 0,05$) в 3-й соответственно. Возможно, это связано с откладыванием в организме экзогенного железа, которое присут-

ствует в используемых добавках. Железо как неотъемлемая часть гемоглобина, участвуя в переносе кислорода необходимо для окислительно-восстановительных процессов в организме, усиления обмена внутриклеточных питательных веществ, а также входит в состав ряда ферментов.

Катионы магния и кальция присутствуют в данном сорбенте в массовой доле 10,48 и 10,60 г/кг соответственно (см. табл. 1), что, вероятнее всего, и повлияло на уровень общего кальция в плазме опытных животных, который превосходил по своим средним показателям контрольную группу на 0,10 ммоль/л ($p < 0,05$) во 2-й опытной группе и на 0,08 ммоль/л ($p < 0,05$) в 3-й (см. табл. 2). Кальций, помимо того, что является незаменимым компонентом для костной ткани, повышает фагоцитарную функцию лейкоцитов, снижает проницаемость вредных веществ через мембрану клеток. В сочетании с витамином D кальций способствует активации в рубце целлюлозолитических бактерий и сокращению времени расщепления клетчатки.

Средние значения показателей магния на достоверном уровне также выше у опытных групп по сравнению с контрольной – на 0,08 ммоль/л ($p < 0,01$) во 2-й группе и на 0,06 ммоль/л ($p < 0,01$) в 3-й (см. табл. 2). Магний – важный биогенный компонент, усиливает работу гладкой мускулатуры, которая является неотъемлемой частью перисталь-

тических сокращений пищеварительной системы, необходим для образования молекул АТФ, синтеза ферментов, регуляции нервной системы как центральной, так и периферической.

Следует обратить внимание на адсорбционные свойства данной добавки (см. табл. 1). Если адсорбционная активность по метиленилому синему присутствовала, то по йоду не прослеживалась. Это говорит о том, что сорбционная добавка как смачиваемая не связывает ионы макро- и микроэлементов, чего не делают о более крупных молекулах органических веществ, которыми в данном случае являются молекулы метиленовой сини. Это еще раз доказывает, что кормовой бентонит обедняет корма по макро- и микроэлементам, а, наоборот, обогащает последние содержащимися в их составе минеральными компонентами.

Достоверных различий по содержанию в плазме крови крупного рогатого скота фосфора и хлоридов между опытными и контрольной группами не прослеживалось. Они также отсутствовали в данных анализа количественно-качественного состава испытуемого сорбента, что еще раз подтверждает влияние бентонита кормового на минеральный обмен опытных животных.

В состав кормовой добавки ПМБ 3-й группы, помимо составляющих компонентов, входит и бентонит кормовой. Видимо, другие компоненты, входящие в состав ПМБ, повлияли на снижение концентрации данных макро- и микроэлементов, что и привело к более низким показателям средней концентрации последних в 3-й группе по сравнению со 2-й, животные которой получали чистый бентонит кормовой.

Заключение. Достоверно высокие показатели концентраций железа, общего кальция и магния в плазме крови животных, получавших добавку, содержащую бентонитовую глину, по сравнению с контрольной группой свидетельствуют о положительной корреляции данных элементов с количественно-качественным составом испытуемой бентонитовой глины, где они также присутствуют. Более того, данные свидетельствуют о том, что, входя в состав монтмориллонит содержащей глины, они обладают лучшей

усвояемостью, в отличие от отдельных минеральных элементов.

Список источников

1. Антипов В. А. Биологические препараты симбионтных микроорганизмов и их применение в ветеринарии // Сельское хозяйство за рубежом. 1981. № 2. С. 43–47.
2. Антипов В. А. и др. Перспективы применения природных алюмосиликатных минералов в ветеринарии // Ветеринария. 2007. № 8. С. 54–57.
3. Васильева С. В. Исследование минерального обмена у коров с разной молочной продуктивностью // Академическая публицистика. 2019. № 12. С. 264–266.
4. Громыко Е. В. Оценка состояния организма коров методами биохимии // Экологический вестник Северного Кавказа. 2005. № 2. С. 80–94.
5. Костамахин Н. Влияние кормления в транзитный период на молочную продуктивность и воспроизводительную функцию коров // Главный зоотехник. 2012. № 11. С. 12–17.
6. Кузнецов А. Ф. и др. Энтеросорбция как метод эфферентной терапии в ветеринарной медицине // Ветеринарная практика. 1998. № 3 (6). С. 10–16.
7. Кулаченко И. В., Бочаров А. В., Чуева И. В. Клиническая интерпретация биохимических показателей крови коров при нарушениях белкового обмена // Ветеринария. 2023. № 1. С. 58–62.
8. Кулаченко И. В., Воробьевская С. В., Стаценко М. И. и др. Состояние обмена липидов в организме коров в первые месяцы лактации // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: Международная научно-практическая конференция (Брянск, 22 января 2024 г.). Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2024. С. 78–83.
9. Малков М., Данькова Т., Малков Н. Подход к решению проблемы детоксикации кормов // Комбикорма. 2016. № 5. С. 64–67.
10. Наумова А. А., Шеховцова Т. А., Евлевская Е. П. Влияние минерального питания на обмен веществ дойных коров // Вестник Курской государственной сель-

скохозяйственной академии. 2014. № 3. С. 70–72.

11. Покровская М. В., Гусев И. В., Рыков Р. А. Биохимические показатели минерального обмена у высокопродуктивных молочных коров // Молочное и мясное скотоводство. 2014. № 8. С. 30–32.
12. Филиппова О. Б. Значение витаминно-минерального питания коров в технологии производства молока // Наука в центральной России. 2018. № 6 (36). С. 43–48.
13. Чернова Е. Н., Ястребова О. Н., Фурманов И. Л. и др. Пути повышения молочной продуктивности коров в условиях производства: монография. Белгород: Политекра, 2022. 206 с.

References

1. Antipov V. A. (1981) Biological preparations of symbiont microorganisms and their use in veterinary medicine. *Agriculture abroad*, no. 2. Pp. 43–47 (In Russ.).
2. Antipov V. A. et al. (2007) Prospects of natural aluminosilicate minerals application in veterinary medicine. *Veterinary*, no. 8, pp. 54–57 (In Russ.).
3. Vasilieva S. V. (2019) Study of mineral metabolism in cows with different milk productivity. *Academic publishing*, no. 12, pp. 264–266 (In Russ.).
4. Gromyko E. V. (2005) Evaluation of the state of the cows' organism by methods of biochemistry. *Ecological Bulletin of the North Caucasus*, no. 2, pp. 80–94 (In Russ.).
5. Kostomakhin N. (2012) Influence of feeding during the transit period on milk productivity and reproductive function of cows. *Chief Zootechnician*, no. 11, pp. 12–17 (In Russ.).
6. Kuznetsov A. F. et al. (1998) Enterosorption as a method of efferent therapy in vet-

erinary medicine. *Veterinary Practice*, no. 3 (6), pp. 10–16 (In Russ.).

7. Kulachenko I. V., Bocharov A. V., Chueva I. V. (2023) Clinical interpretation of the blood biochemical parameters of cows in protein metabolism disorders. *Veterinary*, no. 1, pp. 58–62 (In Russ.).
8. Kulachenko I. V., Vorobievskaya S. V., Statsenko M. I. et al. (2024) State of lipid metabolism in the body of cows in the first months of lactation // Actual problems of intensive development of animal husbandry: International Scientific and Practical Conference (Bryansk, January 22, 2024). Bryansk: Bryansk State Agrarian University. Pp. 78–83 (In Russ.).
9. Malkov M., Dankova T., Malkov N. (2016) Approach to solving the problem of feed detoxification. *Compound feed*, no. 5, pp. 64–67 (In Russ.).
10. Naumova A. A., Shekhovtsova T. A., Euglevskaya E. P. (2014) Influence of mineral nutrition on the metabolism of dairy cows. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*, no. 3, pp. 70–72 (In Russ.).
11. Pokrovskaya M.V., Gusev I.V., Rykov R. A. (2014) Biochemical indicators of mineral metabolism in high-yielding dairy cows (in Russian). *Dairy and beef cattle breeding*, no. 8, pp. 30–32 (In Russ.).
12. Filippova O. B. (2018) Significance of vitamin and mineral nutrition of cows in the technology of milk production. *Science in central Russia*, no. 6 (36), pp. 43–48 (In Russ.).
13. Chernova E. N., Yastrebova O. N., Furmanov I. L. et al. (2022) Ways to increase the dairy productivity of cows in production conditions: a monograph. Belgorod: Politera. 206 p. (In Russ.).

Информация об авторах:

В. А. ШУМСКИЙ – кандидат биологических наук, доцент кафедры незаразной патологии;
И. Л. ФУРМАНОВ – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры незаразной патологии.

Information about the authors

V. A. SHUMSKY – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Non-Infectious Pathology;
I. L. FURMANOV – Candidate of Veterinary Sciences, Department of Non-communicable Pathology.

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors:

The authors contributed equilly to this artikle.
The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 16.08.2025; одобрена после рецензирования 21.08.2025;
принята к публикации 26.08.2025.

The article was submitted 16.08.2025; approved after reviewing 21.08.2025; accepted for
publication 26.08.2025.

Научная статья

УДК 619:616-08.85:615]:636.7

DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202510109

Оценка эффективности и безопасности применения препарата «Габитабс» в составе комплексной терапии при лечении нейропатической боли различной этиологии у собак и кошек

Александр Олегович Сотников¹, Владимир Александрович Оробец²,
Иван Валентинович Киреев³, Павел Владимирович Климов⁴

^{1, 2, 3} Ставропольский государственный университет, г. Ставрополь, Россия

⁴ ООО «Апиценна», Московская область, г. Балашиха, Россия

¹ vetvrach497@gmail.com;

² orobets@yandex.ru;

³ kireev-iv@mail.ru;

⁴ pavel.klimov@mail.ru

Автор, ответственный за переписку:

Владимир Александрович Оробец, orobets@yandex.ru

Аннотация

В статье представлены результаты клинического исследования эффективности и безопасности препарата «Габитабс» (габапентин) в комплексной терапии нейропатической боли у собак и кошек. В работе изучалось применение препарата при различных патологиях, включая болезни межпозвоночных дисков, травмы позвоночника, послеоперационные состояния и пояснично-крестцовый стеноз. Оценка болевого синдрома проводилась с использованием шкалы CSU, разработанной Университетом штата Колорадо. Полученные результаты продемонстрировали выраженное снижение интенсивности боли у животных, получавших «Габитабс» в составе комплексной терапии. Важно отметить, что препарат показал высокий профиль безопасности без развития серьезных нежелательных явлений. Проведенное исследование имеет существенное значение для современной ветеринарной практики. Данные исследования расширяют терапевтические возможности при лечении болевых синдромов и представляют значительный интерес для специалистов в области ветеринарной неврологии и хирургии. Полученные результаты открывают перспективы для дальнейшего изучения применения габапентина в ветеринарии.

Ключевые слова: габапентин, нейропатическая боль, собаки, кошки, болевой синдром, комплексная терапия

Для цитирования: Сотников А. О., Оробец В. А., Киреев И. В., Климов П. В. Оценка эффективности и безопасности применения препарата «Габитабс» в составе комплексной терапии при лечении нейропатической боли различной этиологии у собак и кошек // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 10. Т. 1. С. 70–81. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510109>

Evaluation of the efficacy and safety of gabitabs in the management of neuropathic pain of various etiologies in dogs and cats as part of combination therapy

Alexander O. Sotnikov¹, Vladimir A. Orobets²,
Ivan V. Kireev³, Pavel V. Klimov⁴

^{1,2,3} Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia

⁴ Apitsenna LLC, Moscow Region, Balashikha, Russia

¹ vetvrach497@gmail.com;

² orobets@yandex.ru;

³ kireev-iv@mail.ru;

⁴ pavel.klimov@mail.ru

Correspondence author:

Vladimir A. Orobets, orobets@yandex.ru

Abstract

This article presents the results of a clinical study assessing the efficacy and safety of Gabitabs (gabapentin) as part of combination therapy for neuropathic pain in dogs and cats. The research focused on the drug's application in various conditions, including intervertebral disc disease, spinal trauma, postoperative pain, and lumbosacral stenosis. Pain intensity was evaluated using the CSU (Canine Short Form of the Glasgow Composite Measure Pain Scale), developed by Colorado State University. The findings demonstrated a significant reduction in pain levels in animals receiving Gabitabs as part of their treatment regimen. Notably, the drug exhibited an excellent safety profile with no serious adverse effects reported. This study holds substantial relevance for modern veterinary practice. The data presented enhance therapeutic options for pain management and offer valuable insights for veterinary neurologists and surgeons. Furthermore, these results pave the way for future research on gabapentin applications in veterinary medicine.

Keywords: gabapentin, neuropathic pain, dogs, cats, pain syndrome, combination therapy

For citation: Sotnikov A. O., Orobets V. A., Kireev I. V., Klimov P. V. (2025) Evaluation of the efficacy and safety of using the drug Gabitabs as part of complex therapy in the treatment of neuropathic pain of various etiologies in dogs and cats. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. No. 10. Vol. 1. Pp. 70–81. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510109>

Введение. Нейропатия – обобщающее название различных дегенеративно-дистрофических изменений периферических нервов. Ее причинами могут стать компрессия, механическое повреждение, интоксикация, нарушение кровоснабжения и питания нервных тканей. Нейропатии бывают разнообразными в зависимости от локализации процесса [1].

Боль – это не только симптом многих острых и хронических заболеваний, но и слож-

ный психофизиологический феномен. Одним из свойств разных по своей модальности стимулов, способных вызвать боль, является повреждение тканей. Проблема медикаментозного обезболивания продолжает оставаться одной из наиболее актуальных в современной медицине [8].

Важной особенностью нейропатического болевого синдрома является отсутствие эффекта или незначительное уменьшение боли при назначении анальгетиков и нестеро-

идных противовоспалительных препаратов, что стало основанием для разработки новых терапевтических подходов. Клиническими исследованиями была установлена эффективность противоэпилептических препаратов при лечении нейропатической боли. Один из перспективных противоэпилептических средств – габапентин, представляющий собой производное гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК) с добавленной циклогексильной группой. В нейронах головного мозга габапентин связывается с высокоаффинными специфическими сайтами, представляющими собой субъединицу потенциалзависимого кальциевого канала. В последующем было установлено, что точкой приложения препарата является альфа-2-дельта – субъединица кальциевого канала N-типа преимущественно спинальных нейронов. Есть основания предполагать существование и других механизмов противоболевого действия препарата [4].

Известно, что габапентин как структурный аналог ГАМК также усиливает ее синтез и оказывает модулирующее действие на NMDA-рецепторы, уменьшает высвобождение моноаминов, снижает синтез и транспорт глутамата, способствуя уменьшению частоты потенциалов периферических нервов [3].

Габапентин, разрешенный FDA в США к использованию с 1994 г. в качестве лекарственного средства для купирования боли разного генеза, а также для лечения лекарственно-резистентной эпилепсии, относится к малотоксичным препаратам, хорошо переносим и не имеет серьезных побочных эффектов, у него высокая биодоступность и проницаемость через гемато-энцефалический барьер [5].

Классические анальгетические механизмы габапентина включают прямое ослабление возбуждающей нейротрансмиссии в спинном мозге посредством ингибирования нейронных ионных каналов, в то время как косвенные механизмы включают нисходящее ингибирование и блокирование синаптогенеза, вызванного травмой. Также сообщалось о глиальных эффектах. Однако неизвестно, являются ли они нейропротекторными [16].

В работе А. М. Ткачева с соавт. [7] сообщается, что некоторые исследователи отме-

чают незначительные противовоспалительные свойства габапентина. В частности, имеются сведения о том, что габапентин снижает уровень провоспалительных медиаторов (например, фактора некроза опухоли- α , интерлейкина-1b и -6), а также повышает уровень противовоспалительного интерлейкина-10 в модели нейропатической боли; уменьшает воспалительные реакции в известных моделях воспалительных процессов. Пока не ясно, связан ли противовоспалительный эффект габапентина с регуляцией кальциевого тока или с другими механизмами.

В своей публикации А. Ж. Баялиева с соавт. [2] отмечают, что использование габапентина возможно в случае наличия не только хронической невропатической боли, но и для купирования послеоперационного болевого синдрома. Отвечая за уменьшение возбуждения задних рогов спинного мозга, габапентин снижает центральную сенсibilизацию, тем самым уменьшая зону патологической болезненности, выходящую за пределы послеоперационной раны. Применение габапентина перед операцией служит эффективным методом контроля предоперационной тревожности. Установлено, что применение габапентина после тиреоидэктомии позволяет блокировать позднюю послеоперационную боль.

В ветеринарии габапентин используется в сочетании с другими препаратами для лечения невропатических заболеваний и анальгезии при послеоперационной и хронической боли [9].

Имеются положительные отзывы об эффективности использования габапентина в послеоперационный период у животных. В экспериментах Т. В. Saritaş et al. [17] установлено, что данный препарат демонстрирует хорошие результаты в ускорении заживления хирургических ран, превосходящие таковые от применения прегабалина.

По результатам исследований, проведенных Н. О. Костянко с соавт. [6], применение препарата «Габитабс», разработанного ООО «АПИ-САН» (Россия) для мелких домашних животных, в схеме лечения идиопатического цистита кошек было эффективным. Назначение габапентина способствовало ускорению выздоровления животных на 61,4 %, в сравнении с кошками, не получав-

шими препарат. Таким образом, авторы рекомендуют применение «Габитабс» в клинической практике ветеринарного врача в протоколах лечения мелких домашних животных.

Канадские ученые Н. L. M. Ruel et al. [15] изучали эффективность габапентина и его комбинации с мелоксикамом в купировании синдрома нейропатической боли у собак. Исследователями установлено, что болевая нагрузка у животных снижалась после габапентина и/или габапентина – мелоксикама по сравнению с исходным уровнем относительно стандартных показателей, оцениваемых по шкале краткого перечня боли у собак и краткой шкалы оценки боли Глазго.

Данные по использованию габапентина в гуманной медицине [10–14] свидетельствуют о его безопасности при соблюдении рекомендованного регламента применения, отсутствии значимых побочных эффектов как при краткосрочном, так и при длительном назначении, что определяет его перспективы при монотерапии и/или мультимодальной терапии заболеваний нервной системы. При этом в ветеринарной практике сведения о его безопасности требуют расширения. Актуальной задачей науки является изучение как данного вопроса, так и расширение показаний для применения.

Цель исследования. Оценить в сравнительном аспекте терапевтическую эффективность и безопасность применения различных доз препарата «Габитабс» в составе комплексной терапии при лечении нейропатической боли различной этиологии у собак и кошек.

Материалы и методы. Исследование проводилось на базе Ставропольского государственного аграрного университета и Ветеринарного центра имени Пирогова г. Ставрополя. В него были включены 84 животных (собак и кошек) с диагностированными заболеваниями, сопровождающимися нейропатической болью: болезни межпозвоночного диска (I–II степень неврологического дефицита), переломы и вывихи позвоночника, послеоперационный болевой синдром и пояснично-крестцовый стеноз.

Животные были разделены на 8 групп: 4 контрольные (получали стандартную терапию) и 4 опытные (стандартная терапия + «Габитабс»). «Габитабс» применяли в соответ-

ствии с инструкцией – 2–3 раза в сутки, дозировка подбиралась индивидуально лечащим врачом. Группы формировались по мере поступления на лечение в клинику.

Эффективность «Габитабса» оценивалась в сравнении с животными с аналогичными диагнозами и схемами лечения, но без применения исследуемого препарата в соответствии с нижеизложенным регламентом.

При консервативном лечении болезней межпозвоночного диска, сопровождающихся I–II степенью неврологического дефицита:

1-я группа: один препарат из списка НПВС:

– мелоксикам («Петкам»/ «Мелоксидил®» / «Мелоксивет»): для собак – 0,2 мг/кг 1-е сут, далее 0,1 мг/кг 7–10 дней; для кошек – 0,1 мг/кг 7–10 дней;

– робенакоксиб («Онсиор™»): для кошек и собак – 1–2 мг/кг 7–10 дней;

2-я группа: один препарат из списка НПВС + «Габитабс»:

– мелоксикам («Петкам»/ «Мелоксидил®» / «Мелоксивет»): для собак – 0,2 мг/кг 1-е сут, далее 0,1 мг/кг 7–10 дней; для кошек – 0,1 мг/кг 7–10 дней;

– робенакоксиб («Онсиор™»): для кошек и собак – 1–2 мг/кг 7–10 дней;

– «Габитабс» в дозах 10–20 мг/кг 1–3 раза в день 7–28 дней.

При консервативном лечении переломов и вывихов позвоночника, сопровождающихся I–II степенью неврологического дефицита:

3-я группа: один препарат из списка НПВС:

– мелоксикам («Петкам»/ «Мелоксидил®» / «Мелоксивет»): для собак – 0,2 мг/кг 1-е сут, далее 0,1 мг/кг 7–10 дней; для кошек – 0,1 мг/кг 7–10 дней;

– робенакоксиб («Онсиор™»): для кошек и собак – 1–2 мг/кг 7–10 дней;

– карпрофен («Норокарп»/ «Рикарфа®» / «Римадил»): для кошек и собак – 4 мг/кг 7–10 дней;

4-я группа: один препарат из списка НПВС + «Габитабс»:

– мелоксикам («Петкам»/ «Мелоксидил®» / «Мелоксивет»): для собак – 0,2 мг/кг 1-е сут, далее 0,1 мг/кг 7–10 дней; для кошек – 0,1 мг/кг 7–10 дней;

– робенакоксиб («Онсиор™»): для кошек и собак – 1–2 мг/кг 7–10 дней;

– карпрофен («Норокарп»/ «Рикарфа®» / «Римадил»): для кошек и собак – 4 мг/кг 7–10 дней.

– «Габитабс» в дозах для собак 10–20 и 10–15 мг/кг для кошек 1–3 раза в день 7–28 дней.

В послеоперационный реабилитационный период с целью купирования болезненности:

5-я группа: метамизол натрия (анальгин/ «Мирамизол») собакам, кошкам – 20–25 мг/кг каждые 8–12 ч 3–5 дней;

6-я группа: метамизол натрия (анальгин/ «Мирамизол») собакам, кошкам – 20–25 мг/кг каждые 8–12 часов 3–5 дней;

– «Габитабс» в дозах для собак 10–20 и 10–15 мг/кг для кошек 1–3 раза в день 3–14 дней.

При слабой динамике: + НПВС (один препарат из списка):

– мелоксикам («Петкам»/ «Мелоксидил®» / «Мелоксивет»): для собак – 0,2 мг/кг 1-е сут, далее 0,1 мг/кг 7–10 дней; для кошек – 0,1 мг/кг 7–10 дней;

– робенакоксиб («Онсиор™»): для кошек и собак – 1–2 мг/кг 7–10 дней;

– карпрофен («Норокарп»/ «Рикарфа®» / «Римадил»): для кошек и собак – 4 мг/кг 7–10 дней.

При консервативном лечении у собак пояснично-крестцового стеноза (синдром Cauda equina):

7-я группа: один препарат из списка НПВС:

– робенакоксиб («Онсиор™»): для собак – 1–2 мг/кг 7–14 дней;

– фирококсиб («Превикокс®»): для собак – 5 мг/кг 7–14 дней.

8-я группа: один препарат из списка НПВС + «Габитабс»:

– робенакоксиб («Онсиор™»): для собак – 1–2 мг/кг 7–14 дней;

– фирококсиб («Превикокс®»): для собак – 5 мг/кг 7–14 дней;

– «Габитабс»/габапентин: для собак 10–20 мг/кг 1–3 раза в день 7–28 дней.

Таким образом, были сформированы группы по изучению эффективности и безопасности в сравнительном аспекте. Для исследования использовали собак и кошек в возрасте от 8 мес. до 12 лет, с клинически

подтвержденными диагнозами, у которых не было установлено противопоказаний к применению исследуемого препарата. В отношении всех экспериментальных животных было получено добровольное согласие владельца и ветеринарного врача на проведение исследования и использование информации для формирования регистрационного досье, соблюдение рекомендаций, определенных регламентом исследования.

Для оценки болевого синдрома использовалась шкала CSU (Университет Колорадо). Наблюдение проводилось в динамике: до начала лечения, на 1-е, 2-е, 7-е, 14-е, 21-е и 28-е сут. Статистическая обработка данных выполнена с помощью пакета программ «STATISTICA 6.0».

Результаты исследования. Изучение эффективности включения препарата «Габитабс» в схемы консервативного лечения болезней межпозвоночного диска, сопровождающихся I–II степенью неврологического дефицита. Все отобранные особи были подвергнуты клиническому обследованию, в рамках которого по объективным параметрам уточняли диагноз. Животные, участвовавшие в эксперименте, были разделены на две опытные группы с учетом принципа аналогов: в 1-ю группу определены 10 экспериментальных животных, во 2-ю – 14. Критерии для формирования опытных групп: порода, пол, масса тела, возраст и окончательный диагноз.

При анализе результатов проведенного исследования на основании расчета средних баллов, зафиксированных в протоколах исследования, установлено, что наибольший уровень проявления болевого синдрома у экспериментальных животных зафиксирован до начала лечения и составил в 1-й группе 3 единицы, во 2-й – 2,8 единицы (табл. 1, рис. 1).

Дальнейшая динамика по анализируемым параметрам была направлена на уменьшение выраженности болевой реакции организма собак в обеих группах, но была ощутимая разница в значениях показателей между ними. Так, в первые сутки после назначения консервативной терапии у животных, которым применяли НПВС, средний балл составлял 2,3, а у тех, которым в дополнение к НПВС вводили «Габитабс», – 1,7, при этом

разница в показателях была статистически достоверна. На 2-е сут наблюдения в 1-й группе уровень проявления боли был зафиксирован в среднем на границе 2 баллов, а во 2-й – 1,1 балла, на 7-е сут – 1,1 и 0,3 балла,

а на 14-е сут – 0,6 и 0,1 балла соответственно. Начиная с 21-х сут и до завершения периода наблюдения уровень боли по используемой шкале оценивался в обеих группах в среднем на уровне 0 баллов.

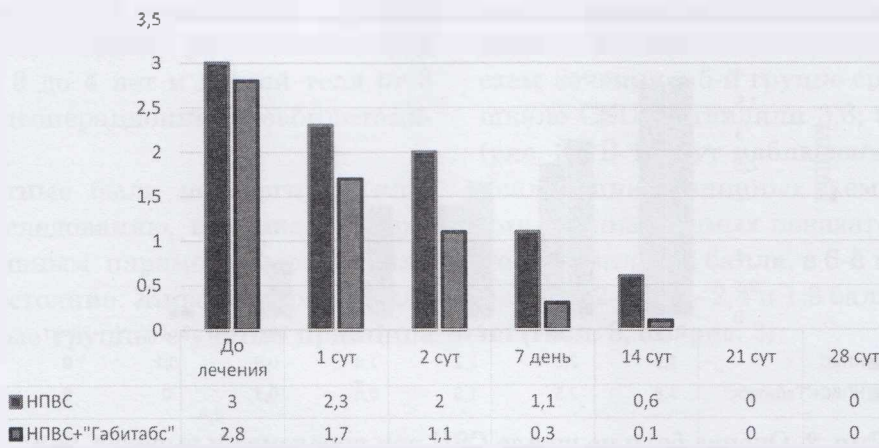


Рис. 1. Оценка боли по шкале CSU при болезнях межпозвоночного диска, балл

Таблица 1

Результаты изучения эффективности «Габитабса»
в терапии болезней межпозвоночного диска

Контрольная точка, сут	Средний балл в контрольной группе	Средний балл опытной группе	Значение t-критерия Стьюдента	Значимость различий (p)
0	3,00±0,00	2,79±0,16	1,31	0,2035
1	2,30±0,16	1,71±0,17*	2,53	0,0195
2	2,00±0,00	1,07±0,17*	5,47	0,0000
7	1,20±0,21	0,36±0,18*	3,04	0,0062
14	0,60±0,17	0,07±0,07	2,88	0,0089
21	0,00±0,00	0,00±0,00	–	–
28	0,00±0,00	0,00±0,00	–	–

Примечание: * $p < 0,05$ – разница между опытной и контрольной группами статистически достоверна.

Таким образом, по результатам оценки данных, полученных на этом этапе исследования, можно сделать заключение о том, что назначение препарата «Габитабс» в составе комплексных схем консервативного лечения у собак болезней межпозвоночного диска, сопровождающихся I–II степенью неврологического дефицита, позволяет получить выраженный клинический эффект в отношении степени проявления болевого синдрома.

Изучение эффективности включения препарата «Габитабс» в схемы консервативного лечения переломов и вывихов позво-

ночника, сопровождающихся I–II степенью неврологического дефицита. Во время исследования были подобраны собаки различных пород в возрасте от 5 до 7 лет и массой тела от 5,7 до 26,7 кг, а также кошки различных пород в возрасте от 0,8 до 4 лет и массой тела от 2,1 до 5,1 кг с диагностированными переломами и вывихами позвоночника, сопровождающимися I–II степенью неврологического дефицита.

Все животные были подвергнуты клиническому обследованию, в рамках которого по объективным параметрам уточняли диагноз. Животные, участвовавшие в экспе-

рименте, были разделены на две опытные группы с учетом принципа аналогов: в 3-ю и 4-ю группы включили по 10 экспериментальных животных. Критерии для формирования опытных групп: порода, пол, масса тела, возраст, окончательный диагноз.

По результатам клинического исследования установлено, что у экспериментальных животных наибольший уровень проявления болевого синдрома наблюдался до лечения и составил в 3-й группе 3,9 и в 4-й группе – 3,8 балла (табл. 2, рис. 2).

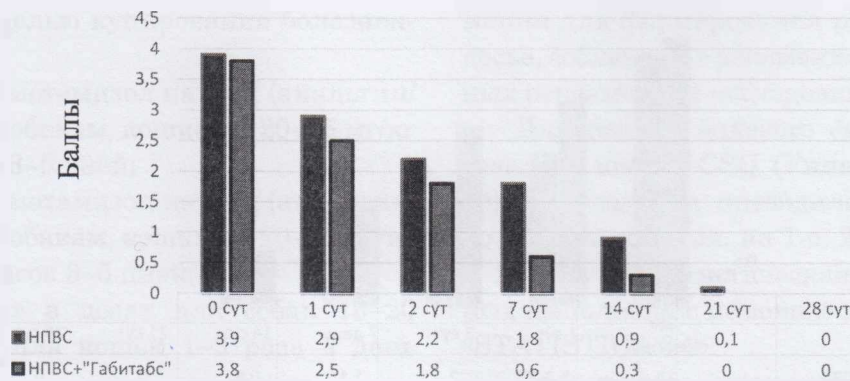


Рис. 2. Оценка боли по шкале CSU при переломах и вывихах, балл

В ходе проводимого лечения в обеих группах экспериментальных животных уже в 1-е сут было отмечено уменьшение уровня боли на статистически достоверном уровне. При этом разница выраженности болевого синдрома наблюдалась между животными, которым в схемах лечения использовали НПВС, относительно особей, у которых применяли НПВС в комбинации с препаратом «Габитабс». Так, по ходу наблюдения после начала лечения зафиксированы следующие средние значения показателей, установленные в результате их оценки по используемой шкале: в 1-е сут – 3-я группа 2,9 балла; 4-я – 2,5 балла; 2-е сут – 2,2 и 1,8 балла; 7-е – 1,8 и 0,6 балла; 14-е – 0,9 и 0,3 балла; 21 сут – 0,1 и 0 балла. В промежутке с 7-х по 14-е сут раз-

ница между группами определялась как статистически достоверная. На 28-е сут наблюдения у всех экспериментальных животных не было выявлено проявления боли с использованием шкалы CSU.

Результаты анализа данных, полученных на этом этапе исследования, дают основание для заключения о том, что использование препарата «Габитабс» в комплексных схемах консервативного лечения у собак и кошек переломов и вывихов позвоночника, сопровождающихся I–II степенью неврологического дефицита, позволяет достигать выраженного клинического эффекта, заключающегося в снижении выраженности и сокращении продолжительности посттравматической болезненности.

Таблица 2

Результаты изучения эффективности «Габитабса» в терапии переломов и вывихов

Контрольная точка, сут	Средний балл в контрольной группе	Средний балл опытной группе	Значение t-критерия Стьюдента	Значимость различий (p)
0	3,90±0,11	3,80±0,14	0,56	0,5816
1	2,90±0,11	2,50±0,18	1,90	0,0750
2	2,20±0,14	1,80±0,14	2,02	0,0593
7	1,80±0,14	0,60±0,28*	3,83	0,0013
14	0,90±0,11	0,30±0,16*	3,09	0,0066
21	0,10±0,11	0,00±0,00	0,91	0,3760
28	0,00±0,00	0,00±0,00	–	–

Примечание: * $p \leq 0,05$ – разница между опытной и контрольной группами статистически достоверна.

Изучение эффективности включения препарата «Габитабс» в схемах комплексного лечения в послеоперационный реабилитационный период с целью купирования болезненности. В период исследования были подобраны собаки различных пород в возрасте от 0,9 до 6 лет и массой тела от 2,4 до 20,1 кг, а также кошки различных пород в возрасте от 3 до 4 лет и массой тела от 3 до 4 кг в послеоперационный реабилитационный период.

Все животные были подвергнуты клиническому обследованию, в рамках которого по объективным параметрам оценивали их текущее состояние. Животных разделили на две опытные группы с учетом принципа

аналогов: в 5-ю и 6-ю группы включили по 10 экспериментальных животных. Критерии для формирования опытных групп: порода, пол, масса тела, возраст, показания для оперативного вмешательства.

По результатам проведенного наблюдения установлено, что в послеоперационный период началом применения испытуемых схем лечения в 5-й группе средние баллы по шкале CSU составляли 3,6; 6-й группе – 3,9 (рис. 3). В 1-е сут наблюдения после начала реализации различных схем лечения значения анализируемых показателей в 5-й группе составило 3,4 балла, в 6-й группе – 2,7 балла, а на 2-е сут – 2,4 и 1,8 балла соответственно (табл. 3, см. рис. 3).

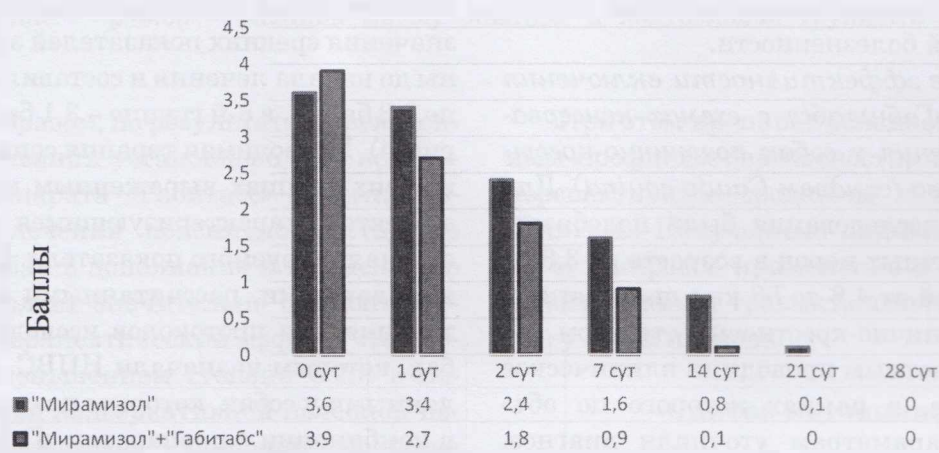


Рис. 3. Оценка боли по шкале CSU в послеоперационный реабилитационный период, балл

При анализе результатов оценки уровня боли по используемой шкале отмечено, что средние значения в 6-й группе были статистически достоверно ниже по сравнению с 5-й группой с 1-х по 14-е сут наблюдения. Они составляли на 7-е сут наблюдения у животных, которым назначали комбинацию препаратов «Мирамизол» и «Габитабс», в среднем 0,9 бал-

ла, а у тех, которым назначали только препарат «Мирамизол», – 1,6 балла. На 14-е и 21-е сут наблюдения аналогичные показатели соответственно составляли для животных из 6-й группы 0,1 и 0 баллов, для животных из 5-й группы – 0,8 и 0,1 балла. На 28-е сут наблюдения средние значения рассматриваемых параметров составляли для обеих групп 0 баллов.

Таблица 3

Результаты изучения эффективности «Габитабса»
в послеоперационный реабилитационный период

Контрольная точка, сут	Средний балл в контрольной группе	Средний балл опытной группе	Значение t-критерия Стьюдента	Значимость различий (p)
0	3,60±0,17	3,90±0,11	1,48	0,1567
1	3,40±0,17	2,70±0,16*	3,00	0,0080
2	2,40±0,17	1,80±0,14*	2,72	0,0144
7	1,60±0,17	0,90±0,25*	2,32	0,0333

Контрольная точка, сут	Средний балл в контрольной группе	Средний балл опытной группе	Значение t-критерия Стьюдента	Значимость различий (p)
14	0,80±0,21	0,10±0,11*	2,95	0,0089
21	0,10±0,11	0,00±0,00	0,91	0,3760
28	0,00±0,00	0,00±0,00	-	-

Примечание: * $p < 0,05$ – разница между опытной и контрольной группами статистически достоверна.

Установлено, что назначение препарата «Габитабс» в составе комплексной схемы лечения, направленной на купирование болевого синдрома у собак и кошек в послеоперационный реабилитационный период, позволяет достоверно повысить их эффективность. Это проявляется в уменьшении степени проявления боли начиная со 2-х сут проводимой терапии и позволяет сократить срок послеоперационной болезненности.

Изучение эффективности включения препарата «Габитабс» в схемы консервативного лечения у собак пояснично-крестцового стеноза (синдром *Cauda equina*). Для реализации исследования были подобраны собаки различных пород в возрасте от 3,6 до 8 лет и массой от 4,8 до 58 кг с диагностированным пояснично-крестцовым стенозом.

Всем животным проводили клиническое обследование, в рамках которого по объективным параметрам уточняли диагноз. Животные, участвовавшие в эксперименте, были разделены на две опытные груп-

пы с учетом принципа аналогов: в 7-ю и 8-ю группу включили по 10 животных. Критерии для формирования опытных групп: порода, пол, масса тела, возраст, а также окончательный диагноз.

Результаты наблюдения за экспериментальными животными и оценки уровня проявления боли по шкале CSU свидетельствуют о том, что за весь период наиболее высокие значения средних показателей зафиксированы до начала лечения и составили в 7-й группе 3,3 балла, в 8-й группе – 3,1 балла (табл. 4, рис. 4). Проводимая терапия сопровождалась в обеих группах выраженным клиническим эффектом, характеризующимся уменьшением анализируемого показателя. При этом между данными, рассчитанными по результатам анализа протоколов исследования у собак, которым назначали НПВС, и таковыми данными у собак, которым назначали НПВС в комбинации с препаратом «Габитабс» в период наблюдения с 1-х по 14-е сут, отмечена статистически достоверная разница.

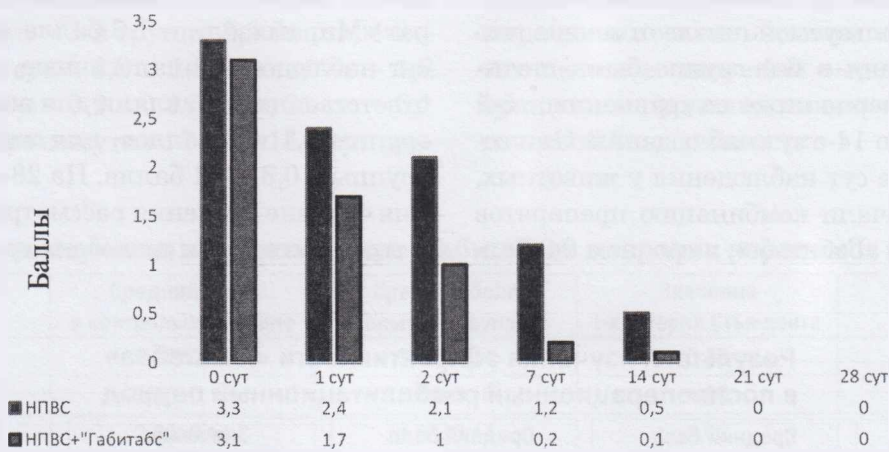


Рис. 4. Оценка боли по шкале CSU при пояснично-крестцовом стенозе, балл

Так, в 1-е сут после применения обозначенных схем лечения отмечено, что уровень боли по шкале CSU в среднем в 7-й группе оценен

в 2,4 балла, а в 8-й группе – 1,7 балла. Во 2-е сут аналогичные показатели, соответственно, составляли в 7-й и 8-й группах 2,1 и 1,0 балла,

в 7-е сут – 1,2 и 0,2 и 14-е сут – 0,5 и 0,1 балла. На 21-е и 28-е сут наблюдения уровень боли в обеих опытных группах был в среднем

на уровне 0 баллов. С 1-х по 7-е сут результаты в сравнении между группами характеризовались статистически достоверной разницей.

Таблица 4

Результаты изучения эффективности «Габитабса»
в терапии пояснично-крестцового стеноза

Контрольная точка, сут	Средний балл в контрольной группе	Средний балл опытной группе	Значение t-критерия Стьюдента	Значимость различий (p)
0	3,30±0,16	3,10±0,11	1,03	0,3174
1	2,40±0,17	1,70±0,16*	3,00	0,0080
2	2,10±0,11	1,00±0,00*	10,00	0,0000
7	1,20±0,14	0,20±0,14*	5,05	0,0000
14	0,50±0,18	0,10±0,11	1,90	0,0750
21	0,00±0,00	0,00±0,00	–	–
28	0,00±0,00	0,00±0,00	–	–

Примечание: * $p \leq 0,05$ – разница между опытной и контрольной группами статистически достоверна.

Таким образом, по результатам проведенного исследования установлено, что использование препарата «Габитабс» в комплексной схеме лечения пояснично-крестцового стеноза у собак в дополнение к применению НПВС позволяет значительно повысить достигаемый терапевтический эффект, что проявляется уменьшением степени боли в период оказания консервативной лечебной помощи и способствует улучшению качества жизни животных.

Заключение. В результате научного исследования была изучена эффективность и безопасность применения препарата «Габитабс» в составе комплексной терапии при лечении нейропатической боли различного происхождения у собак и кошек. Полученные данные свидетельствуют о высокой терапевтической ценности препарата, его выраженном анальгетическом действии и хорошей переносимости у животных. Препарат «Габитабс» продемонстрировал высокую клиническую эффективность в лечении нейропатической боли различного генеза у мелких домашних животных. Включение его в комплексные схемы терапии позволяет:

- 1) быстро и достоверно снижать болевой синдром;
- 2) ускорять восстановление после травм и операций;
- 3) улучшать качество жизни пациентов.

При этом препарат обладает благоприятным профилем безопасности, что делает его перспективным средством в ветеринарной практике. Полученные данные обосновывают его широкое применение в лечении неврологических и травматологических патологий у собак и кошек.

Список источников

1. Александровская Н. В., Круглова А. А. Сравнительная оценка различных методов экспериментального моделирования нейропатического болевого синдрома у крыс // Лабораторные животные для научных исследований. 2021. № 3. С. 27–34.
2. Баялиева А. Ж., Хусаинова И. И., Габитов Н. А. и др. Возможность упреждающей аналгезии габапентином при лапароскопических операциях в онкогинекологии // Казанский медицинский журнал. 2016. Т. 97. № 6. С. 908–912.
3. Грибова Н. П., Корневская И. А., Страчунская Е. Я. Влияние габапентина на состояние экстероцептивной супрессии при различных вариантах прозопагий // РМЖ. 2018. Т. 26. № 4-2. С. 66–68.
4. Камчатнов П., Емелин Е., Спиридонов Ю. Применение габапентина при нейропатических болевых синдромах // Врач. 2008. № 4. С. 37–39.

5. Колик Л. Г., Кожечкин С. Н. Влияние габапентина и этанола на электрическую активность нейронов коры головного мозга крыс Wistar // Фармакокинетика и фармакодинамика. 2018. № 2. С. 22–27.
6. Костянко Н. О., Шантыз А. Х., Жолобова И. С. и др. Габитабс – новый подход к лечению идиопатического цистита кошек // Ветеринарный фармакологический вестник. 2023. № 1 (22). С. 47–62.
7. Ткачев А. М., Акарачкова Е. С., Смирнова А. В. и др. Спонтанный регресс грыж межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника на фоне терапии габапентином // Фарматека. 2017. № 19 (352). С. 20–24.
8. Шекунова Е. В., Кашкин В. А., Макарова М. Н. и др. Экспериментальные модели боли и ноцицепции // Международный вестник ветеринарии. 2015. № 2. С. 87–95.
9. Di Cesare F., Negro V., Ravasio G. et al. Gabapentin: Clinical Use and Pharmacokinetics in Dogs, Cats, and Horses // Animals: an open access journal from MDPI. 2023. Vol. 13 (12). P. 2045. DOI: 10.3390/ani13122045.
10. Fan H., Yu W., Zhang Q. et al. Efficacy and safety of gabapentin 1800 mg treatment for post-herpetic neuralgia: a meta-analysis of randomized controlled trials // Journal of clinical pharmacy and therapeutics. 2014. Vol. 39 (4). Pp. 334–342.
11. Jensen M. P., Irving G., Rauck R. et al. Long-term safety of gastretentive gabapentin in postherpetic neuralgia patients // The Clinical journal of pain. 2013. Vol. 29 (9). Pp. 770–774.
12. Li H. Q., Xia L. J., Jiang Y. H. et al. Efficacy and safety of pulsed radiofrequency combined with gabapentin in the treatment of acute herpetic neuralgia // Zhonghua yi xue za zhi. 2023. Vol. 103 (48). Pp. 3954–3958.
13. McLean M. J. Gabapentin // Epilepsia. 1995. Vol. 36 (2). Pp. 73–86.
14. Ramsay R. E. Clinical efficacy and safety gabapentin // Neurology. 1994. Vol. 44 (6/5). Pp. 23–30.
15. Ruel H. L. M., Watanabe R., Evangelista M. C. et al. Pain burden, sensory profile and inflammatory cytokines of dogs with

naturally-occurring neuropathic pain treated with gabapentin alone or with meloxicam // PLoS One. 2020. Vol. 15 (11). DOI: 10.1371/journal.pone.0237121.

16. Russo M., Graham B., Santarelli D. M. Gabapentin-Friend or foe? // Pain practice: the official journal of World Institute of Pain. 2023. Vol. 23 (1). Pp. 63–69.
17. Sarıtaş T. B., Korkmaz M., Sevimli A. et al. Comparison of the effects of gabapentin and pregabalin on wound healing in rats // International wound journal. 2016. Vol. 13 (5). Pp. 748–753.

References

1. Aleksandrovskaya N. V., Kruglova A. A. (2021) Comparative evaluation of various methods of experimental modeling of neuropathic pain syndrome in rats. *Laboratory animals for scientific research*, no. 3, pp. 27–34 (In Russ.).
2. Bayalieva A. Zh., Khusainova I. I., Gabitov N. A. et al. (2016) The possibility of preemptive analgesia with gabapentin in laparoscopic surgeries in gynecological oncology. *Kazan Medical Journal*, vol. 97, no. 6, pp. 908–912 (In Russ.).
3. Gribova N. P., Korenevskaya I. A., Strachunskaya E. Ya. (2018) Effect of gabapentin on the state of exteroceptive suppression in various types of prosopalgia. *RMZh*, vol. 26, no. 4-2, pp. 66–68 (In Russ.).
4. Kamchatnov P., Emelin E., Spiridonov Yu. (2008) Use of gabapentin in neuropathic pain syndromes. *Doctor*, no. 4, pp. 37–39 (In Russ.).
5. Kolik L. G., Kozhechkin S. N. (2018) Effect of gabapentin and ethanol on the electrical activity of neurons in the cerebral cortex of Wistar rats. *Pharmacokinetics and pharmacodynamics*, no. 2, pp. 22–27 (In Russ.).
6. Kostyanko N. O., Shantyz A. Kh., Zholobova I. S. et al. (2023) Habitabs – a new approach to the treatment of idiopathic cystitis in cats. *Veterinary Pharmacological Bulletin*, no. 1 (22), pp. 47–62 (In Russ.).
7. Tkachev A. M., Akarachkova E. S., Smirnova A. V. et al. (2017) Spontaneous regression of lumbar intervertebral disc herniations during gabapentin therapy. *Farmateka*, no. 19 (352), pp. 20–24 (In Russ.).

8. Shekunova E. V., Kashkin V. A., Makarova M. N. (2015) Experimental models of pain and nociception. *International Bulletin of Veterinary Medicine*, no. 2, pp. 87–95 (In Russ.).
9. Di Cesare F., Negro V., Ravasio G. et al. (2023) Gabapentin: Clinical Use and Pharmacokinetics in Dogs, Cats, and Horses. *Animals: an open access journal from MDPI*, vol. 13 (12), p. 2045. DOI: 10.3390/ani13122045.
10. Fan H., Yu W., Zhang Q. et al. (2014) Efficacy and safety of gabapentin 1800 mg treatment for post-herpetic neuralgia: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of clinical pharmacy and therapeutics*, vol. 39 (4), pp. 334–342.
11. Jensen M. P., Irving G., Rauck R. et al. (2013) Long-term safety of gastretentive gabapentin in postherpetic neuralgia patients. *The Clinical journal of pain*, vol. 29 (9), pp. 770–774.
12. Li H. Q., Xia L. J., Jiang Y. H. et al. (2023) Efficacy and safety of pulsed radiofrequency combined with gabapentin in the treatment of acute herpetic neuralgia. *Zhonghua yi xue za zhi*, vol. 103 (48), pp. 3954–3958.
13. McLean M. J. (1995) Gabapentin. *Epilepsia*, vol. 36 (2), pp. 73–86.
14. Ramsay R. E. (1994) Clinical efficacy and safety gabapentin. *Neurology*, vol. 44 (6/5), pp. 23–30.
15. Ruel H. L. M., Watanabe R., Evangelista M. C. et al. (2020) Pain burden, sensory profile and inflammatory cytokines of dogs with naturally-occurring neuropathic pain treated with gabapentin alone or with meloxicam. *PLoS One*, vol. 15 (11). DOI: 10.1371/journal.pone.0237121.
16. Russo M., Graham B., Santarelli D. M. (2023) Gabapentin-Friend or foe? *Pain practice: the official journal of World Institute of Pain*, vol. 23 (1), pp. 63–69.
17. Sarıtaş T. B., Korkmaz M., Sevimli A. et al. (2016) Comparison of the effects of gabapentin and pregabalin on wound healing in rats. *International wound journal*, vol. 13 (5), pp. 748–753.

Информация об авторах

А. О. СОТНИКОВ – аспирант кафедры терапии и фармакологии;

В. А. ОРОБЕЦ – доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий кафедрой терапии и фармакологии;

И. В. КИРЕЕВ – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры терапии и фармакологии;

П. В. КЛИМОВ – руководитель отдела доклинических и клинических испытаний.

Information about the authors:

A. O. SOTNIKOV – Postgraduate student of the Department of Therapy and Pharmacology;

V. A. OROBETS – Doctor of Veterinary Science, Professor, Head of the Department of Therapy and Pharmacology;

I. V. KIREEV – Doctor of Biological Science, Assoc. Prof., Department of Therapy and Pharmacology;

P. V. KLIMOV – Head of the Department of Preclinical and Medical Research.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 17.08.2025; одобрена после рецензирования 22.08.2025; принята к публикации 27.08.2025.

The article was submitted 17.08.2025; approved after reviewing 22.08.2025; accepted for publication 27.08.2025.

Научная статья

УДК 636

DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202510110

Сравнительная характеристика пробиотиков и пробиотических добавок в аквакультуре

Антонина Тимофеевна Пивкина¹, Юлия Валентиновна Петрова²,
Павел Николаевич Абрамов³

^{1, 2, 3}Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –
МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия

¹pivkinaantonina@mail.ru;

²belova_u@mail.ru;

³abramov_p@inbox.ru

Автор, ответственный за переписку:

Антонина Тимофеевна Пивкина, pivkinaantonina@mail.ru

Аннотация

В статье рассматривается сравнительная характеристика пробиотиков и пробиотических добавок, используемых в аквакультуре, с акцентом на их состав, механизмы действия, расход препаратов. Пробиотики и пробиотические добавки имеют особое значение в поддержании здоровья водных организмов, способствуют улучшению пищеварения, укреплению иммунной системы и снижению патогенной микрофлоры. Обсуждаются три популярных препарата, представленных на рынке: «Пролам», «Бацелл» и «Споротермин», а также новый пробиотик «Короллин», каждый из которых содержит уникальные штаммы микроорганизмов и дополнительные компоненты, влияющие на их функциональность.

Статья предлагает рекомендации по выбору пробиотиков и пробиотических добавок в зависимости от типа выращиваемых рыб, условий их содержания и специфических потребностей. Также рассматриваются потенциальные преимущества применения пробиотиков для повышения устойчивости рыб к стрессам и заболеваниям, а также для оптимизации кормления. Заключение подчеркивает важность комплексного подхода к использованию пробиотиков для достижения максимальной продуктивности в аквакультуре.

Ключевые слова: пробиотики, аквакультура, рыбоводство, эффективность, безопасность

Для цитирования: Пивкина А. Т., Петрова Ю. В., Абрамов П. Н. Сравнительная характеристика пробиотиков и пробиотических добавок в аквакультуре // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 10. Т. 1. С. 82–87. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510110>

Comparative characteristics of probiotics and probiotic additives in aquaculture

Antonina T. Pivkina¹, Yulia V. Petrova², Pavel N. Abramov³

^{1, 2, 3} Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –
MVA named after K. I. Skryabin, Moscow, Russia

¹ pivkinaantonina@mail.ru;

² belova_u@mail.ru;

³ abramov_p@inbox.ru

Corresponding author:

Antonina T. Pivkina, pivkinaantonina@mail.ru

Abstract

This article discusses the comparative characteristics of probiotics and probiotic supplements used in aquaculture, with an emphasis on their composition, mechanisms of action, and drug consumption. Probiotics and probiotic supplements play a key role in maintaining the health of aquatic organisms by improving digestion, strengthening the immune system, and reducing pathogenic microflora. Three popular drugs on the market, Prolam, Bacell and Sporothermine, as well as the new probiotic Korolin, each of which contains unique strains of microorganisms and additional components that affect their functionality, are being discussed.

The article offers recommendations on the choice of probiotics and probiotic supplements, depending on the type of fish being farmed, their housing conditions and specific needs. The potential benefits of using probiotics to increase fish resistance to stress and disease, as well as to optimize feeding, are also being considered. The conclusion is underlined

Keywords: probiotics, aquaculture, fish farming, efficacy, safety

For citation: Pivkina A. T., Petrova Yu. V., Abramov P. N. (2025) Comparative characteristics of probiotics and probiotic additives in aquaculture. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. No. 10. Vol. 1. Pp. 82–87. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510110>

Введение. Рыбное хозяйство является ключевым элементом в системе продовольственной безопасности Российской Федерации. Оно представляет собой многоуровневый комплекс с налаженными внутренними связями и сотрудничеством [1]. В последнее время особенно остро встает вопрос обеспечения населения разнообразными отечественными конкурентоспособными продуктами питания [5]. Однако с увеличением объемов производства возникают новые требования, связанные с поддержанием здоровья и благополучия рыб. Широкое использование в медицине и ветеринарии пробиотических препаратов на основе бацилл для профилактики желудочно-кишечных болезней и в качестве альтернативы антибиотикам подтвердило их

высокую эффективность и перспективность [2]. При этом решаются две задачи: улучшение зоотехнических показателей и профилактика заболеваний бактериальной этиологии. В контексте развития органической аквакультуры применение пробиотических веществ становится актуальной альтернативой лечению антибиотиками [3]. Одним из наиболее эффективных решений этих проблем являются пробиотики – живые микроорганизмы, которые при добавлении в рацион рыб способствуют улучшению их здоровья, общему росту и устойчивости к болезням. Пробиотические добавки – продукты, которые содержат пробиотики в концентрированной форме. Они могут быть в виде капсул, таблеток, порошков или жидкостей. Пробио-

тические добавки предназначены для того, чтобы обеспечить организм необходимыми пробиотическими микроорганизмами, особенно когда их недостаточно в рационе. Ни у кого уже не вызывает сомнения, что полноценное и качественное питание необходимо современному человеку в сложившейся сложной экологической ситуации. Поэтому рыба, выращенная с применением пробиотиков, которые успешно заменяют кормовые антибиотики и химиопрепараты, является экологически благополучным продуктом [4].

Пробиотики и пробиотические добавки помогают поддерживать баланс микрофлоры в кишечнике рыб, что, в свою очередь, влияет на их пищеварение и иммунный ответ. В условиях интенсивного рыбоводства, где рыбы часто подвергаются стрессу и заболеваниям, использование пробиотиков становится особенно актуальным. Преимуществами таких добавок являются улучшенная ценность корма, энзиматический вклад в пищеварение, ингибирование патогенных микроорганизмов, антимуtagenная и антиканцерогенная активность и повышенный иммунный ответ [10]. На рынке представлено множество различных штаммов пробиотиков, каждый из которых имеет свои уникальные свойства и механизмы действия [6].

Снижение затрат на корма – один из основных экономических факторов, повышающих рентабельность рыбоводства. Для восполнения недостающих элементов питания все чаще в рационы вводят кормовые добавки [7]. Значительное влияние на расход кормов на единицу прироста рыбы оказывают пробиотики, вводимые в эти корма, поскольку они способствуют их более полному усвоению, нейтрализации поступающих с кормами микотоксинов, вытесняют патогенную микрофлору, повышают общую резистентность организма рыбы [8]. В контексте применения пробиотиков необходимо отметить, что на рынке с высокой периодичностью появляются предложения новых видов этой продукции, что диктует исследователям направление исследований в области их применения в аквакультуре [9].

Цель исследования. Провести сравнительный анализ различных пробиотиков и пробиотических добавок, используемых в аквакультуре. Мы рассмотрели их эф-

фективность, состав, способы применения и влияние на здоровье рыб. Данная информация будет полезна аквакультурным производителям, чтобы сделать обоснованный выбор в пользу тех или иных препаратов.

Материалы и методы. Исследования по изучению пробиотиков и пробиотических добавок, представленных на рынке в 2025 г., а также нового пробиотика для рыб «Королин» проводились с помощью изучения действующих бактерий, колониеобразующих единиц в мг пробиотика и пробиотической добавки, расход на 1 т корма, состава, способов применения, влияния на здоровье рыб при использовании данных препаратов.

Результаты и обсуждение. В результате проведенных исследований, а именно сравнения состава пробиотиков, мы рассмотрели название, назначение, лекарственную форму, действующие бактерии, колониеобразующую единицу в мг пробиотика и пробиотической добавки, расход на 1 т корма, дополнительные вещества и срок хранения. Результаты представлены в таблице.

Из данных таблицы видно, что «Пролам» и «Королин» – «чистые» пробиотики, а «Бацелл» и «Спортермин» – пробиотические добавки, содержащие дополнительные компоненты. По лекарственной форме: «Пролам» выпускают в виде суспензии, «Бацелл», «Спортермин», «Королин» имеют порошкообразную форму, что для аквакультуры удобнее в применении. Все препараты имеют относительно одинаковый показатель (КОЕ/мг), что говорит о сходных по активности дозировках. Расход на 1 т корма: «Пролам» – 2–3 кг, «Спортермин» – 0,5–1, «Королин» – 5–10 кг. Самый короткий срок хранения у пробиотика «Пролам», самый длинный – у пробиотической добавки «Спортермин».

Заключение. «Пролам» и «Королин», позиционирующиеся как пробиотики, содержат в своем составе различные штаммы бактерий, направленные на восстановление и поддержание здоровой микрофлоры кишечника. «Бацелл» и «Спортермин», классифицируемые как пробиотические добавки, содержат спорообразующие бактерии *Bacillus*, известные своей устойчивостью к неблагоприятным условиям и способностью активизировать пищеварительные процессы.

Таблица

Сравнительная характеристика пробиотиков и пробиотических добавок

Название	«Пролам»	«Бацелл»	«Споротермин»	«Королин»
Назначение	Пробиотик	Пробиотическая добавка	Пробиотическая добавка	Пробиотик
Механизм действия	Профилактика и лечение дисбактериозов, повышение естественной резистентности организма животных, коррекция микрофлоры в кишечнике при нарушении процессов пищеварения, повышение сохранности и среднесуточных приростов живой массы животных	Активизирует деятельность пищеварительной системы, нормализует обменные процессы в организме, в результате чего повышается продуктивность животных, увеличивается сохранность поголовья, эффективность производства животноводческой продукции	Нормализация пищеварения, повышение иммунитета, снижение отрицательного воздействия стресс-факторов на животных; профилактика инфекционных заболеваний, ферментной недостаточности органов пищеварения; увеличение неспецифической резистентности организма животных; нормализация микробного баланса в пищеварительной системе; стимуляция роста, повышение сохранности и здоровья молодняка	Увеличение выхода рыбы и снижение кормовых затрат; профилактика и лечение инфекционных заболеваний бактериальной, вирусной и грибковой этиологии; обеспечение биодоступности компонентов корма в пропорции и полном объеме, необходимых рыбе; повышение резистентности и напряженности иммунитета, восстановление полезной микрофлоры после применения антибиотиков, химиопрепаратов; снятие стресса после перевозок, смены корма и условий содержания; производство экологически чистой продукции путем отказа от применения антибиотиков и химиопрепаратов
Лекарственная форма	Суспензия кремового или светло-коричневого цвета, слабокислого запаха с легко разбивающимся осадком серого цвета	Сыпучий порошок от светло-коричневого до темно-коричневого цвета с включениями частиц подсолнечного шрота, со специфическим кисловатым запахом	Однородный мелкодисперсный порошок от белого до кремового цвета со слабовыраженным молочным запахом	Порошок в сухой водорастворимой форме на лактосодержащем носителе+ сорбент
Действующие бактерии	5 штаммов микроорганизмов (2 штамма <i>Lactobacillus</i> , 2 штамма <i>Lactococcus</i> и 1 штамм <i>Bifidobacterium</i>)	Спорообразующие бактерии <i>Bacillus subtilis</i> 945 (B-5225), ацидофильные бактерии <i>Lactobacillus acidophilus</i> L917 (B-4625); <i>Ruminococcus albus</i> 37 (B-4292)	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus licheniformis</i>	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (B-1485) и <i>Bacillus licheniformis</i> (B-1484) в соотношении 1:1
KOE/мг	1×10 ⁸	1×10 ⁸	3–5×10 ⁹	1–2×10 ⁹
Расход на 1 т корма, кг	–	2–3	0,5–1	5–10
Дополнительные вещества	Меласса свекловичная, молоко или молочная сыворотка	Шрот подсолнечный	Лактоза	Лактосодержащий носитель + сорбент
Срок хранения, мес.	3	6	18	12

Выбор между пробиотиком и пробиотической добавкой должен основываться на поставленных целях в рыбоводстве. Если требуется комплексное восстановление микрофлоры, то пробиотики, такие как «Пролам» и «Королин», могут быть предпочтительнее. В случаях, когда необходимо стимулировать рост, повысить иммунитет и обеспечить

устойчивость к стрессам, пробиотические добавки «Бацелл» и «Споротермин» будут более эффективными.

Список источников

1. Абрамов П. Н., Петрова Ю. В., Пивкина А. Т. Микробиологическая безопас-

- ность красной рыбы и икры Дальневосточного региона // *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. 2022. № 11. С. 13–18. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202211002. EDN VICEGY.
2. Грязнева Т. Н., Смирнова Е. А., Василевич С. Ф. и др. Определение количества жизнеспособных бацилл в пробиотике Сорболин с использованием усовершенствованного метода десятикратных разведений // *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. 2017. № 11. С. 51–56. EDN ZTHSTV.
 3. Ильяшенко А. Н. Бациллярные пробиотики в кормлении и содержании гидробионтов // *Животноводство и кормопроизводство*. 2022. Т. 105. № 4. С. 165–180. DOI: 10.33284/2658-3135-105-4-165. EDN WZPDUY.
 4. Котова Е. А., Пышманцева Н. А., Оsepчук Д. В. и др. Пробиотики в аквакультуре // *Сельскохозяйственный журнал*. 2012. № 1-1.
 5. Машникова Т. О., Василевич Ф. И. Гельминтофауна карповых рыб Можайского водохранилища // *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. 2017. № 3. С. 92–96. EDN YTCXOH.
 6. Петрова Ю. В., Малофеева Н. А., Abramov П. Н. и др. Ветеринарно-санитарная экспертиза и биологическая безопасность рыбы и морепродуктов: учебно-методическое пособие. М.: ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина, 2024. 68 с.
 7. Тищенко П. И., Корвяков А. М., Петраков Е. С. Морфологические показатели крови, здоровье и продуктивность телят при скормливании пробиотического препарата тетралактобактерина в молочный период развития // *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. 2016. № 7. С. 25–32. EDN WKORCT.
 8. Ткачева И. В. Экономическая целесообразность применения пробиотиков при выращивании карпа // *Эффективное животноводство*. 2017. № 4 (134). С. 24–26. EDN YQZGAN.
 9. Хамад Х. А. К вопросу эффективного использования пробиотиков в аквакультуре // Балтийский морской форум: материалы X Международного Балтийского морского форума (г. Калининград, 26 сентября – 01 2022 г.): в 7 т. Т. 3. Калининград: Обособленное структурное подразделение «Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота» ФГБОУВПО «Калининградский государственный технический университет», 2022. С. 143–148. EDN OYMWRY.
 10. Яворская Т. А. Пробиотики в аквакультуре // *Молодежный научный вестник*. 2017. № 11 (24). С. 18–25. EDN ZVGXCR.

References

1. Abramov P. N., Petrova Yu. V., Pivkina A. T. (2022) Microbiological safety of red fish and caviar of the Far Eastern region. *Veterinary, animal science, and biotechnology*, no. 11, pp. 13–18. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202211002. EDN VICEGY (In Russ.).
2. Gryazneva T. N., Smirnova E. A., Vasilevich S. F. et al. (2017) Determination of the number of bacilli contained in the probiotic Sorbolina using an improved method of tenfold dilutions. *Veterinary, zootechnics and biotechnology*, no. 11, pp. 51–56. EDN ZTHSTV (In Russ.).
3. Ilyashenko A. N. (2022) Bacillary probiotics in feeding and maintenance of aquatic organisms. *Animal husbandry and feed production*, vol. 105, no. 4, pp. 165–180. DOI: 10.33284/2658-3135-105-4-165. EDN WZPDUY (In Russ.).
4. Kotova E. A., Pyshmantseva N. A., Osepchuk D. V. et al. (2012) Probiotics in aquaculture. *Agricultural Journal*, no. 1-1 (In Russ.).
5. Mashnikova T. O., Vasilevich F. I. (2017) Helminth fauna of carp fish of the Mozhaik reservoir. *Veterinary medicine, animal husbandry and biotechnology*, no. 3, pp. 92–96. EDN YTCXOH (In Russ.).
6. Petrova Yu. V., Malofeeva N. A., Abramov P. N. et al. (2024) Veterinary and sanitary expertise and biological safety of fish and seafood: An educational and methodical manual. Moscow: K. I. Scriabin Moscow State Pedagogical University. 68 p. (In Russ.).
7. Tishenkov P. I., Korvyakov A. M., Petra- kov E. S. (2016) Morphological indicators of blood, health and productivity of calves

- when feeding the probiotic preparation Tetralactobacterin during the milk period of development. *Veterinary Medicine, Animal Husbandry and Biotechnology*, no. 7, pp. 25–32. EDN WKORCT (In Russ.).
8. Tkacheva I. V. (2017) Economic feasibility of using probiotics in carp cultivation. *Efficient animal husbandry*, no. 4 (134), pp. 24–26. EDN YQZGAN (In Russ.).
9. Hamad H. A. (2022) On the issue of the effective use of probiotics in aquaculture // *Baltic Marine Forum: proceedings of the X International Baltic Marine Forum (Kaliningrad, September 26 – 01, 2022): in 7 vol. Volume 3. Kaliningrad: A separate structural unit of the Baltic State Academy of the Fishing Fleet, a «Kaliningrad State Technical University»*. Pp. 143–148. EDN OYMWRY (In Russ.).
10. Yavorskaya T. A. (2017) Probiotics in aquaculture. *Youth Scientific Bulletin*, no. 11 (24), pp. 18–25. EDN ZVGXCR (In Russ.).

Информация об авторах:

А. Т. ПИВКИНА – аспирантка 2-го года обучения, ассистент кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы;
Ю. В. ПЕТРОВА – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы;
П. Н. АБРАМОВ – доктор ветеринарных наук, профессор, профессор кафедры диагностики болезней, терапии, акушерства и репродукции животных.

Information about the authors:

A. T. PIVKINA – 2nd year postgraduate student, assistant of the Department of «Parasitology and Veterinary and Sanitary Expertise»;
Yu. V. PETROVA – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Parasitology and Veterinary and Sanitary Expertise;
P. N. ABRAMOV – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Professor of the Department of «Diagnostics of Diseases, Therapy, Animal Husbandry and Reproduction».

Вклад авторов:

ПИВКИНА А. Т. – развитие методологии, обзор исследований по проблеме, проведение критического анализа материалов;
ПЕТРОВА Ю. В. – развитие методологии, обзор исследований по проблеме, проведение критического анализа материалов и формирование выводов;
АБРАМОВ П. Н. – развитие методологии, проведение критического анализа материалов и формирование выводов.

Contribution of the authors:

PIVKINA A. T. – development of methodology, review of research on the problem, conducting a critical analysis of materials;
PETROVA Yu. V. – development of methodology, review of research on the problem, conducting a critical analysis of materials and drawing conclusions;
ABRAMOV P. N. – development of methodology, conducting a critical analysis of materials and drawing conclusions.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 18.08.2025; одобрена после рецензирования 23.08.2025; принята к публикации 28.08.2025.

The article was submitted 18.08.2025; approved after reviewing 23.08.2025; accepted for publication 28.08.2025.

Научная статья

УДК 619:615.28

DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202510111

Современные дезинфицирующие препараты от разработки до внедрения

Олег Игоревич Башнин¹, Сергей Сергеевич Шихов²,
Дамир Исмаилович Удавлиев³, Ирина Вячеславовна Куш⁴,
Даниил Ильич Бобков⁵, Полина Владимировна Кулач⁶

^{1, 2, 3, 5, 6} Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Москва, Россия

⁴ ВНИИВСГЭ – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, Москва, Россия

¹ basherovoi@mgupp.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4442-6057>;

² ssshikhov@mgupp.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7386-4844>;

³ udavlievdi@mgupp.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8829-8715>;

⁴ i.kusch@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4706-6528>;

⁵ danill.bobkov@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0003-3048-4050>;

⁶ kulachpv@mgupp.ru <https://orcid.org/0000-0001-6020-2534>

Аннотация

В статье представлены результаты исследований дезинфицирующих препаратов «Афиносепт» и «Теора-дез» от разработки до внедрения в производство. Основой дезинфицирующих препаратов является хлорсодержащее соединение и тирамин в новой композиционной структуре. Хлорсодержащий препарат «Афиносепт» обладает выраженными бактерицидными свойствами в разведении 1:14546 по хлору, бактерицидное разведение при 10-минутной экспозиции составляет 1:15245,70; при 30 мин – 1:21343,90; белковый индекс – 3,84 и фенольный коэффициент – 40,34. Композиционный препарат «Теора-дез» также обладает выраженными бактерицидными свойствами: при 10-минутной экспозиции составляет 1:3968,60; при 30 мин – 1:5566,00; белковый индекс – 4,6 и фенольный коэффициент – 164,3. «Афиносепт» обладает выраженной дезинфекционной активностью: в концентрациях от 1,0 до 2,0 % обеззараживает тест-объекты в течение 3 ч и норме расхода от 200 до 500 мл/м²; препарат «Теора-дез» обеззараживает тест-объекты за 3 ч в концентрации от 1,0 до 1,5 % и норме расхода от 200 до 350 мл/м². Аэрозоли дезинфицирующего препарата «Афиносепт» применяются в концентрациях от 7,5 до 15,0 % и норме расхода от 25 до 40 мл/м³, аэрозоли препарата «Теора-дез» – в концентрациях от 10,0 до 15,0 % и норме расхода от 25 до 35 мл/м³, что указывает на высокую дезинфекционную активность этих средств. Широкие производственные испытания подтвердили высокую эффективность этих препаратов. По результатам испытаний утверждена необходимая нормативно-техническая документация и освоен выпуск на одном из производственных площадок ООО «Теора».

Ключевые слова: дезинфекция, производство препаратов, активный хлор, триамин, активность, «Афиносепт», «Теора-дез», аэрозоли

Для цитирования: Башнин О. И., Шихов С. С., Удавлиев Д. И. и др. Современные дезинфицирующие препараты от разработки до внедрения // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 10. Т. 1. С. 88–98. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510111>

Modern disinfectants from development to implementation

Oleg I. Bashnin¹, Sergey S. Shikhov², Damir I. Udavliev³,
Irina V. Kushch⁴, Daniil I. Bobkov⁵, Polina V. Kulach⁶

^{1, 2, 3, 5, 6} Russian University of Biotechnology (ROSBIOTECH), Moscow, Russia

¹ VNIIVSGE – branch of the Federal State Budgetary Scientific
Research Center RES RAS, Moscow, Russia

¹ basherovoi@mgupp.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4442-6057>;

² ssshikhov@mgupp.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7386-4844>;

³ udavlievdi@mgupp.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8829-8715>;

⁴ i.kusch@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4706-6528>;

⁵ danill.bobkov@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0003-3048-4050>;

⁶ kulachpv@mgupp.ru <https://orcid.org/0000-0001-6020-2534>

Abstract

The article presents the results of research of disinfectants “Afinosept” and “Theora-dez” from development to implementation in production. The basis of disinfectants is a chlorine-containing compound and tyramine in a new composite structure. Chlorine-containing preparation “Afinosept” has expressed bactericidal properties in dilution 1:14546 by chlorine, bactericidal dilution at 10-minute exposure is 1:15245,7, at 30 minutes 1:21343,9, protein index 3,84 and phenolic coefficient 40,34. Composite preparation “Theora-dez” also has pronounced bactericidal properties, so at 10-minute exposure is 1:3968,6, at 30 min 1:5566,0, protein index 4.6 and 164.3. “Afinosept” has a pronounced disinfection activity in concentrations from 1 to 2% disinfects test-objects for 3 hours and the rate of flow from 200 to 500 ml/m², and the drug “Theora-dez” disinfects test-objects for 3 hours in concentrations from 1 to 1.5% and the rate of flow from 200 to 350 ml/m². Aerosols of disinfectant preparation “Afinosept” are used in concentrations from 7.5 to 15 % and consumption rate from 25 to 40 ml/m³, aerosols of preparation “Theora-dez” – in concentrations from 10.0 to 15% and consumption rate from 25 to 35 ml/m³, which indicates a high disinfection activity of these agents. Extensive production tests confirmed the high efficiency of these preparations. Based on the test results, the necessary regulatory and technical documentation was approved and production was mastered at one of the production sites of Theora LLC.

Keywords: disinfection, production of preparations, active chlorine, triamine, activity, “Afinosept”, “Theora-dez”, aerosols

For citation: Bashnin O. I., Shikhov S. S., Udavliev D. I. et al. (2025) Modern disinfectant preparations from development to implementation. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. No. 10. Vol. 1. Pp. 88–98. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510111>

Введение. Дезинфекция является одним из важнейших мероприятий в ветеринарии, направленных на уничтожение патогенных микроорганизмов и предотвращение распространения инфекционных заболеваний среди животных. Однако существующие дезинфицирующие средства не всегда отвечают современным требованиям эффективности, безопасности, экологичности и устойчивости микроорганизмов. В связи с этим разработ-

ка новых средств для дезинфекции в ветеринарии является актуальной задачей, требующей комплексного подхода и применения современных научных достижений [5, 13].

Обеспечение надлежащей гигиены и дезинфекции в ветеринарных учреждениях является критически важным для предотвращения распространения инфекционных заболеваний, защиты здоровья животных, персонала и владельцев. Постоянное появ-

ление новых патогенов, увеличение резистентности к существующим дезинфицирующим средствам и растущие требования к безопасности и экологичности обуславливают необходимость расширения ассортимента дезинфицирующих средств, доступных в ветеринарной практике. Однако процесс расширения этого ассортимента сопряжен с рядом серьезных проблем, которые необходимо учитывать и преодолевать [1–3].

Исходя из этого возникает необходимость в создании новых дезинфицирующих препаратов с учетом изложенных потребностей. На сегодняшний день интерес представляют хлорсодержащие соединения, которые действуют на микробную клетку благодаря высвобождению активного хлора и окислительной способности ионов хлора [7–11, 20].

Объемы закупок и экспорта этих средств из года в год возрастают, в связи с этим наблюдается значительный рост цен. Особенно это характерно для центрального региона, где сосредоточено большое количество потребителей и долевой показатель в общей структуре импорта в натуральном выражении находится в параметре 67–73 % [19, 20].

Другое соединение, которое могло бы применяться в качестве антимикробного препарата для дезинфекции объектов ветеринарного надзора, – додецилдипропилен триамин, N, N-бис (3-аминопропил)-додециламин (N, N-Bis (3-aminopropyl) dodecylamine), который дополняет антимикробные и фунгицидные свойства других соединений. Это позволяет использовать его в сочетании с другими компонентами в качестве дезинфицирующего вещества [10, 11]. Использование додецилдипропилен триамина в сочетании с четвертичными аммониевыми соединениями (ЧАС) и сопутствующими компонентами создают устойчивые композиции, которые нарушают структуру клеточных мембран микроорганизмов, приводя к их лизису. Такие комплексы обладают высокими бактерицидными и фунгицидными свойствами. Триамин может выступать в качестве синергиста, усиливая действие других бактерицидов и ЧАС, а также обладает собственной антимикробной активностью. Кроме того, триамин может выполнять роль комплексообразователя, улучшая стабильность и растворимость комбинации [12, 14–18].

Сотрудниками кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ» разработаны несколько высокоэффективных препаратов для дезинфекции: «Теора-дез», «Афиносепт», «Эффектисан», «Тектум-дез» и «Сандезэффект» и др. [5–11, 13].

Препараты «Теора-дез» и «Афиносепт» являются новыми соединениями нескольких органических субстанций, обладающих бактерицидными свойствами. Основой препаратов является хлорсодержащее соединение и тирамин в новой композиционной структуре. В этой статье приводятся данные, полученные в процессе разработки этих препаратов, вплоть до внедрения в производство.

Цель исследования. Представить данные по препаратам «Теора-дез» и «Афиносепт», начиная с этапа разработки до запуска в производство.

Материалы и методы. Методическая работа выполнена в соответствии с требованиями Методических указаний «О порядке испытания новых дезинфицирующих средств для ветеринарной практики» (утв. ГУВ Госагропрома СССР 07.01.1987).

В качестве тест-культур при изучении бактерицидных и дезинфицирующих свойств препарата использовали музейные штаммы *E. coli*, шт. 1257, *S. aureus*, шт. 209-Р. Бактерицидную активность изучали методом серийных разведений, описанным в МУК 4.2.1890-04 «Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам».

Концентрация микроорганизмов (*E. coli* и *S. aureus*) составляла 2×10^9 кл./мл взвеси по стандарту мутности МакФарланда. Взвесь микроорганизмов равномерно наносили на тест-объекты из дерева, кирпича, бетона и нержавеющей стали площадью 100 см².

Для того чтобы определить влияние органических загрязнителей на бактерицидную активность испытуемого дезинфектанта, в качестве белковой защиты на тест-объекты наносили смесь тест-культуры с добавлением инактивированной неспецифической неконсервированной сыворотки крови лошадей, навоза крупного рогатого скота или помета прошедшего термоинактивацию (из расчета 1 мл взвеси концентрацией 2×10^9 кл./мл

и 0,5 мл сыворотки на 1 тест-объект). Тест-объекты размещали на полу герметичной камеры и закрепляли на стенах при испытании аэрозолей и на стенде при разработке режимов влажной дезинфекции [10, 11].

Дезинфицирующие свойства препаратов «Теора-дез» и «Афиносефт» изучали в лабораторных условиях на стенде, имитирующем производственные условия. Стенд представляет собой квадрат со стороной 1 м, на котором устанавливаются тест-объекты, изготовленные из кирпича, металла, кафельной плитки, бетона размером 10×10 см. Стенд можно устанавливать в горизонтальном, вертикальном и подвешенном положении, имитирующем потолочное покрытие.

Аэрозольную обработку тест-объектов, подготовленных аналогичным способом как для влажной дезинфекции, располагали в аэрозольной камере объемом 45 м³. Камера представляла собой помещение, облицованное кафельной плиткой со специальными приспособлениями для крепления тест-объектов. Помещение оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией и при необходимости могло быть загерметизировано. В центре помещения располагался струйный аэрозольный генератор САГ-5М 2-1-10-Н с двумя форсунками, производительностью 250 мл/мин. К нему была подведена подводка сжатого воздуха из компрессора, обеспечивающего давление в пределах 1,5–2,5 атм.

Результаты исследований и обсуждение. При разработке рецептур препаратов «Теора-дез» и «Афиносефт» использованы различные химические соединения, входящие в группу хлорсодержащих препаратов, альдегидов, четвертичных аммониевых и формообразующих соединений. В результате проведенных исследований по совместимости компонентов, стабильности, растворимости и других показателей отобраны две рецептуры на основе хлорсодержащих компонен-

тов и альдегидов. В композиционные составы также входили четвертичные аммониевые соединения, в том числе триамин. Полученные составы показали высокую стабильность при испытаниях в климатической камере, совокупное количество изменилось всего на 1,200±0,023 % («Теора-дез») и 1,400±0,031 % («Афиносефт») при различных режимах хранения, что укладывалось в параметры, заложенные в исходных требованиях на проектирование и создание препаратов. В процессе конструирования препаратов были отработаны методики контроля качества препаратов по основным параметрам действующих веществ. Параллельно были созданы макеты и образцы потребительских упаковок из химически стойких полимерных материалов, физико-химические свойства которых не изменились в процессе хранения препарата в регламентируемом интервале срока годности и нахождения препарата в различных климатических условиях.

Помимо изучения степени деградации препаратов в процессе хранения нами также были изучены другие физико-химические показатели. Поверхностное натяжение определяли сталагмометрическим методом. Сталагмометрический метод основан на определении поверхностного натяжения и заключается в измерении объема или веса капли жидкости, медленно отрывающейся от кончика капилляра в нижнем конце сталагмометрической трубки. Полученные данные указывали на то, что препараты «Теора-дез» и «Афиносефт» хорошо растворяются в воде во всех соотношениях, рН 1,0%-го раствора – 9,1; поверхностное натяжение 71дин/см («Афиносефт») и рН 1,0%-го раствора – 11,8, а поверхностное натяжение 58,3 дин/см («Теора-дез»).

Результаты лабораторных исследований бактерицидной активности представлены в табл. 1, изучения дезинфекционной активности – в табл. 2 и 3.

Таблица 1

Бактерицидная активность разведений препаратов «Теора-дез» и «Афиносефт»

Порядковый номер разведения	Степень разведения	Содержание ДВ по совокупности активных компонентов, %	Бактерицидная активность	Бактерицидное разведение (с белком) экспозиция, мин	
				10	30
«Афиносефт»					
16	1:7778,0	*2,89±0,94	—	—	—

Порядковый номер разведения	Степень разведения	Содержание ДВ по совокупности активных компонентов, %	Бактерицидная активность	Бактерицидное разведение (с белком) экспозиция, мин	
				10	30
17	1:10390,0	*1,87±0,40	–	–	–
18	1:14546,0	*1,27±0,25	–	1:15245,7	–
19	1:31344,0	*1,00±0,10	+	+	1:21343,9
20	1:29282,0	*0,83±0,15	+	+	+
21	1:41833,0	*0,40±0,10	+	+	+
Фенольный коэффициент: 40,34 Белковый индекс: 3,84					
«Теора-дез»					
12	1:2024,8	0,049300±0,003200	–	–	–
13	1:2834,7	0,035300±0,002500	–	–	–
14	1:3968,6	0,025200±0,004100	–	1:3968,6	–
15	1:5566,0	0,018000±0,003300	–	+	1:5566,0
16	1:7778,4	0,012900±0,001200	–	+	+
17	1:10889,8	0,009180 ±0,000010	–	+	+
18	1:15245,7	0,006660 ±0,000010	–	+	+
19	1:21343,9	0,004685 ±0,000001	–	+	+
20	1:29881,5	0,003347 ±0,000001	+	+	+
Фенольный коэффициент: 164,30; Белковый индекс: 4,60					

Примечание: (+) – наличие роста; (–) – отсутствие роста; * по активному хлору.

Результаты проведенных исследований (см. табл. 1) показывают, что препарат «Афиносефт» в разведении 1:14546,0 по хлору обладает выраженными бактерицидными свойствами, бактерицидное разведение при 10-минутной экспозиции составляет 1:15245,7; при

30 мин – 1:21343,9; белковый индекс – 3,84 и фенольный коэффициент – 40,34, а препарат «Теора-дез» обладает выраженной бактерицидной активностью в разведении 1:21343,9 при этом фенольный коэффициент составил 164,3; белковый индекс – 4,6.

Таблица 2

Дезинфекционная активность препаратов «Теора-дез» и «Афиносефт» в лабораторных условиях

Концентрация препарата, %	Тест-объект	Расход, л/м²	Экспозиция, ч			Контроль
			1	2	3	
«Афиносефт»						
E. coli штамм 1257						
1,5	Дерево	0,45–0,50	- + -	- - +	- - -	+ + +
1,5	Металл	0,20–0,25	- - -	- - -	- - -	+ + +
1,5	Кафельная плитка	0,20–0,25	- - -	- - -	- - -	+ + +
1,5	Бетон	0,45–0,50	- + +	+ - -	- - -	+ + +
1,5	Кирпич	0,45–0,50	+ - +	- + -	- - -	+ + +
S. aureus штамм 209-P						
2,0	Дерево	0,45–0,50	- + -	- - +	- - -	+ + +
2,0	Металл	0,20–0,25	- - -	- - -	- - -	+ + +
2,0	Кафельная плитка	0,20–0,25	- - -	- - -	- - -	+ + +
2,0	Бетон	0,45–0,50	- + +	+ - -	- - -	+ + +
2,0	Кирпич	0,45–0,50	+ - +	- + -	- - -	+ + +

Концентрация препарата, %	Тест-объект	Расход, л/м²	Экспозиция, ч			Контроль
			1	2	3	
«Теора-дез»						
E. coli штамм 1257						
1,0	Дерево	0,25–0,35	- + -	-- +	---	+++
1,0	Металл	0,20–0,25	---	---	---	+++
1,0	Кафельная плитка	0,20–0,25	---	---	---	+++
1,0	Бетон	0,25–0,35	- + +	+ --	---	+++
1,0	Кирпич	0,25–0,35	+ - +	- + -	---	+++
S. aureus штамм 209-P						
1,5	Дерево	0,25–0,35	- + -	-- +	---	+++
1,5	Металл	0,20–0,25	---	---	---	+++
1,5	Кафельная плитка	0,20–0,25	---	---	---	+++
1,5	Бетон	0,25–0,35	- + +	+ --	---	+++
1,5	Кирпич	0,25–0,35	+ - +	- + -	---	+++

Примечание: - обеззаражено; + не обеззаражено; – + – трехкратная повторность опытов.

Данные, приведенные в табл. 2, показывают, что препарат «Афиносефт» обладает выраженной дезинфекционной активностью в концентрациях от 1,0 до 2,0 %, обеззараживает тест-объекты, изготовленные из дерева, кирпича, бетона и кафеля, в течение 3 ч

и норме расхода от 200 до 500 мл/м², а препарат «Теора-дез» обеззараживает тест-объекты, изготовленные из дерева, кирпича, бетона и кафеля, в течение 3 ч в концентрации от 1,0 до 1,5 % и норме расхода от 200 до 350 мл/м².

Таблица 3

Дезинфекционная активность аэрозолей препаратов «Теора-дез» и «Афиносефт» в лабораторных условиях

Концентрация препарата, %	Тест-объект	Расход, мл/м²	Экспозиция, ч			Контроль
			1	2	3	
«Афиносефт»						
E. coli штамм 1257						
10,0	Дерево	35,0–40,0	+++	- ± ±	---	+++
7,5	Металл	25,0–30,0	---	---	---	+++
7,5	Кафельная плитка	25,0–30,0	---	---	---	+++
10,0	Бетон	35,0–40,0	+++	± --	---	+++
10,0	Кирпич	35,0–40,0	+ - +	- ± -	---	+++
S. aureus, штамм 209-P						
15,0	Дерево	35,0–40,0	- + -	± --	---	+++
10,0	Металл	25,0–30,0	---	---	---	+++
10,0	Кафельная плитка	25,0–30,0	---	---	---	+++
15,0	Бетон	35,0–40,0	+++	± ± -	---	+++
15,0	Кирпич	35,0–40,0	+++	- ± ±	---	+++
«Теора-дез»						
E. coli штамм 1257						
10,0	Дерево	30,0–35,0	+++	- ± -	---	+++
7,5	Металл	25,0–30,0	---	---	---	+++
7,5	Кафельная плитка	25,0–30,0	---	---	---	+++
10,0	Бетон	30,0–35,0	++ -	---	---	+++
10,0	Кирпич	30,0–35,0	+ - +	---	---	+++

Концентрация препарата, %	Тест-объект	Расход, мл/м³	Экспозиция, ч			Контроль
			1	2	3	
S. aureus, штамм 209-P						
15,0	Дерево	30,0–35,0	- + -	± - -	- - -	+ + +
10,0	Металл	25,0–30,0	- - -	- - -	- - -	+ + +
10,0	Кафельная плитка	25,0–30,0	- - -	- - -	- - -	+ + +
15,0	Бетон	30,0–35,0	++ -	- - -	- - -	+ + +
15,0	Кирпич	30,0–35,0	+ + +	- - ±	- - -	+ + +

Примечание: – обеззаражено; + не обеззаражено; ± результат не постоянный.

Данные, приведенные в табл. 3, указывают на то, что аэрозоли препарата «Афиносефт» также обладают дезинфекционной активностью по отношению к *E. coli* и *S. aureus* при использовании в концентрациях от 7,5 до 15,0 % и норме расхода от 25 до 40 мл/м³, а аэрозоли препарата «Теора-дез» обладают дезинфекционной активностью по отношению к *E. coli* и *S. aureus* в концентрациях от 10,0 до 15,0 % и норме расхода от 25 до 35 мл/м³, что указывает на высокую дезинфекционную активность этих средств.

После успешного завершения лабораторных испытаний по всем параметрам нами были проведены широкие производственные испытания, которые проходили в Ленинград-

ской области на базе Гатчинского мясокомбината, в Липецкой области – на базе птицефабрики Новоникольское, в Астраханской области – на базе частных фермерских хозяйств с идентичным результатом. Результаты широких испытаний приведены в табл. 4.

После завершения всесторонних испытаний были разработаны нормативно-технические рекомендации, включающие в себя инструкцию по применению препаратов, технологии применения, технические регламенты, стандарты предприятия, различные программы, инструкции, утвержденные в установленном порядке. Выпуск препаратов «Теора-дез» и «Афиносефт» планируется на одной из производственных площадок ООО «Теора».

Таблица 4

Дезинфекционная активность аэрозолей препаратов «Теора-дез»
и «Афиносефт» в производственных условиях

Поверхность	Расход препарата, мл/м²	Концентрация, %	Среда		
			Кесслера	Маннит-солевой агар	Чапек
«Афиносефт»					
Влажный метод, экспозиция 3 ч					
Вертикальная (гладкая, ше- роховатая, дерево, пористая)	200,0–500,0	2,0	---	---	---
	200,0–500,0	2,0	---	---	---
	200,0–500,0	2,0	---	---	---
	200,0–500,0	2,0	---	---	---
Горизонтальная (гладкая, ше- роховатая, дерево, пористая)	200,0–500,0	2,0	---	---	---
	200,0–500,0	2,0	---	---	---
	200,0–500,0	2,0	---	---	---
	200,0–500,0	2,0	---	---	---
Потолочная (гладкая, шеро- ховатая, дерево, пористая)	200,0–500,0	2,0	---	---	---
	200,0–500,0	2,0	---	---	---
	200,0–500,0	2,0	---	---	---
	200,0–500,0	2,0	---	---	---
Аэрозольный метод, экспозиция 3 ч					
Вертикальная (гладкая, ше- роховатая, дерево, пористая)	35,0–40,0	15,0	---	---	---
	35,0–40,0	15,0	---	---	---
	35,0–40,0	15,0	---	---	---
	35,0–40,0	15,0	---	---	---

Поверхность	Расход препарата, мл/м ²	Концентрация, %	Среда		
			Кесслера	Маннит-солевой агар	Чапека
Горизонтальная (гладкая, шероховатая, дерево, пористая)	35,0–40,0	15,0	---	---	---
	35,0–40,0	15,0	---	---	---
	35,0–40,0	15,0	---	---	---
	35,0–40,0	15,0	---	---	---
Потолочная (гладкая, шероховатая, дерево, пористая)	35,0–40,0	15,0	---	---	---
	35,0–40,0	15,0	---	---	---
	35,0–40,0	15,0	---	---	---
	35,0–40,0	15,0	---	---	---
«Теора-дез»					
Влажный метод, экспозиция 3 ч					
Вертикальная (гладкая, шероховатая, дерево, пористая)	250,0–350,0	2,0	---	---	---
	250,0–350,0	2,0	---	---	---
	250,0–350,0	2,0	---	---	---
	250,0–350,0	2,0	---	---	---
Горизонтальная (гладкая, шероховатая, дерево, пористая)	250,0–350,0	2,0	---	---	---
	250,0–350,0	2,0	---	---	---
	250,0–350,0	2,0	---	---	---
	250,0–350,0	2,0	---	---	---
Потолочная (гладкая, шероховатая, дерево, пористая)	250,0–350,0	2,0	---	---	---
	250,0–350,0	2,0	---	---	---
	250,0–350,0	2,0	---	---	---
	250,0–350,0	2,0	---	---	---
Аэрозольный метод, экспозиция 3 ч					
Вертикальная (гладкая, шероховатая, дерево, пористая)	25,0–35,0	10,0	---	---	---
	25,0–35,0	10,0	---	---	---
	25,0–35,0	10,0	---	---	---
	25,0–35,0	10,0	---	---	---
Горизонтальная (гладкая, шероховатая, дерево, пористая)	25,0–35,0	10,0	---	---	---
	25,0–35,0	10,0	---	---	---
	25,0–35,0	10,0	---	---	---
	25,0–35,0	10,0	---	---	---
Потолочная (гладкая, шероховатая, дерево, пористая)	25,0–35,0	10,0	---	---	---
	25,0–35,0	10,0	---	---	---
	25,0–35,0	10,0	---	---	---
	25,0–35,0	10,0	---	---	---

Примечание: - обеззаражено; + не обеззаражено.

Технология применения препарата «Теора-дез» награждена дипломом и золотой медалью на XXV российской агропромышленной выставке «Золотая осень 2023» в номинации «За инновационную технология дезинфекции объектов ветнадзора».

Заключение. Разработанные композиционные препараты «Афиносепт» и «Теора-дез» обладают выраженными бактерицидными и дезинфицирующими свойствами, которые подтверждают проведенные лабораторные испытания.

Композиционный хлорсодержащий препарат «Афиносепт» в разведении 1:14546,0 по хлору обладает выраженными бактерицид-

ными свойствами, бактерицидное разведение при 10-минутной экспозиции составляет 1:15245,7; при 30-минутной – 1:21343,9; белковый индекс – 3,84 и фенольный коэффициент – 40,34. Препарат «Теора-дез» обладает выраженной бактерицидной активностью в разведении 1:21343,9 при этом фенольный коэффициент составил – 4,6, а белковый индекс – 164,3.

Дезинфицирующее средство «Афиносепт» обладает выраженной дезинфекционной активностью в концентрациях от 1,0 до 2,0 %, обеззараживает тест-объекты в течение 3 ч и норм расхода от 200 до 500 мл/м². Дезинфекция тест-объектов препаратом «Теора-дез»: обез-

зараживание тест-объектов происходит при идентичных временных интервалах, однако различия имеются в концентрации и расходе препарата. Для проведения эффективной дезинфекции средством «Теора-дез» необходимы концентрации от 1,0 до 1,5 % и расход дезинфектанта от 200 до 350 мл/м².

Аэрозоли препаратов «Афиносефт» и «Теора-дез» обладают высокой дезинфекционной активностью в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий. Аэрозольная дезинфекция препаратом «Афиносефт» проводится в концентрациях от 7,5 до 15,0 % и норме расхода от 25 до 40 мл/м³, а аэрозоли препарата «Теора-дез» применяются в концентрациях от 10,0 до 15,0 % и норме расхода от 25 до 35 мл/м³, что указывает на высокую дезинфекционную активность этих средств. Полученные результаты могут стать отправной точкой при проведении производственных испытаний на объектах ветеринарного надзора.

Список источников

1. Андреев В. П., Зачиняева А. В., Соболев П. С. и др. Ацетиленовые четвертичные аммониевые соли, обладающие бактерицидными и фунгицидными свойствами // *Journal of Biomedical Technologies*. 2015. № 1. С. 29–33.
2. Аржаков П. В., Дудолодова Т. С. Изучение дезинфицирующего эффекта новой биоцидной композиции // *Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии*. 2020. № 2. С. 35–37.
3. Бакулов И. А. Основы общей эпизоотологии: учебное пособие / под ред. И. А. Бакулова и А. С. Донченко. Новосибирск, 2008. 263 с.
4. Бахир В. М. Эффективность и безопасность химических средств для дезинфекции предстерилизационной очистки и стерилизации // *Дезинфекционное дело*. 2003. № 1. С. 29–36.
5. Берестина А. В., Бахвалов А. В. Оценка эффективности различных по составу дезинфицирующих средств // *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*. 2020. Т. 19. № 4. С. 40–45.
6. Боталова Д. П., Кузьмин В. А., Фогель Л. С. и др. Производственные испытания нового композиционного препарата «Дезон ветклин» в отношении *E. coli* для профилактической дезинфекции животноводческого помещения // *Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии*. 2022. № 1. С. 32–38.
7. Ваннер Н. Э., Закомырдин А. А. Влажная дезинфекция поверхностей помещений Анолитом АНК // III Международный симпозиум (Москва, 28–29 октября 2001 г.). М.: ВНИИИМТ, 2001. С. 330.
8. Кузьмин В. А., Фогель Л. С., Сухинин А. А. и др. Влияние аэрозольной дезинфекции животноводческих помещений препаратом Фумийод на уровень бактериальной загрязненности воздуха // *Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии*. 2020. № 2. С. 28–32.
9. Кузьмин В. А., Фогель Л. С., Сухинин А. А. и др. Оценка эффективности дезинфекции поверхностей оборудования препаратом Фумийод в животноводческих и свиноводческих помещениях в период санитарного разрыва // *Международный вестник ветеринарии*. 2020. № 3. С. 94–99.
10. Куц И. В. Разработка нового средства «Тектумдез» для дезинфекции объектов ветеринарного надзора: автореф. дис. ... канд. вет. наук. М., 2024. 21 с.
11. Куц И. В., Удавлиев Д. И., Попов Н. И. и др. Дезинфекционная активность препарата «Тектумдез» // *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. 2023. № 3. С. 111–117.
12. Попов Н. И., Ивановцев В. В., Волковский Г. Д. и др. Ветеринарная дезинфекция на службе страны // *Ветеринария*. 2005. № 10. С. 11–14.
13. Попов Н. И., Удавлиев Д. И., Шутеева Е. Н. Изучение эффективности препарата Йодез в композиции с современными инсектоакарицидными препаратами для одновременной дезинфекции и дезакаризации свиноводческих помещений // *Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии*. 2013. № 1 (9). С. 23–25.
14. Роменский Р. В., Роменская Н. В., Васинский Р. Г. и др. Проблемные вопросы дезинфекции в ветеринарии и возможные

- пути их решения // Иппология и ветеринария. 2021. № 4 (42). С. 180–190.
15. Роменский Р. В., Роменская Н. В., Васинский Р. Г. и др. Эффективность и перспективы использования нового дезинфицирующего средства «Кемисепт» // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2020. № 2. С. 21–25.
16. Удавлиев Д. И., Абдуллаева А. М., Шихов С. С. и др. Эффектисан для дезинфекции объектов ветеринарного надзора // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2018. № 2 (26). С. 36–41.
17. Ходжаев С. С. ЖАВЕЛЬ-КЛЕЙД, ДИ-ХЛОР и другие хлорсодержащие таблетки // Медицинская сестра. 2008. № 6. С. 32–34.
18. Шихов С. С., Былкова А. С. Ветеринарно-санитарная оценка технологии профилактической дезинфекции на объектах молокоприемного пункта препаратом «Сандезэффект» // Наука и научный потенциал – основа устойчивого развития общества. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Пермь, 2019. С. 103–105.
19. Шихов С. С., Удавлиев Д. И., Абдуллаева А. М. и др. Универсальное отечественное дезинфицирующее средство Сандезэффект для АПК // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2019. № 2 (30). С. 158–162.
20. BusinesStat – «Анализ рынка дезинфицирующих средств в России в 2017–2021 гг., прогноз на 2022–2026 гг. Потенциал импортозамещения и новые рынки сбыта.
- I. A. Bakulov, A. S. Donchenko. Novosibirsk. (In Russ.).
4. Bakhir V. M. (2003) Efficiency and safety of chemical agents for disinfection, pre-sterilization cleaning, and sterilization. *Disinfection business*, no. 1, pp. 29–36 (In Russ.).
5. Berestina A. V., Bakhvalov A. V. (2020) Evaluation of the effectiveness of disinfectants with different compositions. *Bulletin of the Smolensk State Medical Academy*, no. 19 (4), pp. 40–45 (In Russ.).
6. Botalova D. P., Kuzmin V. A., Vogel L. S. et al. (2022) Field trials of the new composite drug “Dezon Vetklin” against E. coli for preventive disinfection of livestock premises. *Regulatory and legal regulation in veterinary medicine*, no. 1, pp. 32–38 (In Russ.).
7. Vanner N. E., Zakomyrdin A. A. (2001) Wet disinfection of room surfaces with Anolyte ANK. Proceedings of the III International Symposium (pp. 330). Moscow, October 28–29 (In Russ.).
8. Kuzmin V. A., Vogel L. S., Sukhinin A. A. et al. (2020) The effect of aerosol disinfection of livestock premises with Fumiyod on the level of bacterial air contamination. *Issues of legal regulation in veterinary medicine*, no. 2, pp. 28–32 (In Russ.).
9. Kuzmin V. A., Vogel L. S., Sukhinin A. A. et al. (2020) Evaluation of the effectiveness of surface disinfection with Fumiyod in livestock and pig farms during the sanitary break. *International Bulletin of Veterinary Medicine*, no. 3, pp. 94–99 (In Russ.).
10. Kushch I. V. (2024). Development of a new disinfectant “Tektumdez” for veterinary surveillance facilities: Abstract ... of Candidate of Veterinary Sciences dissertation. Moscow. 21 p. (In Russ.).
11. Kushch I. V., Udavliev D. I., Popov N. I., Shikhov S. S. (2023) Disinfecting activity of the drug “Tektumdez”. *Veterinary, animal science and biotechnology*, no. 3, pp. 111–117 (In Russ.).
12. Popov N. I., Ivanovtsev V. V., Volkovsky G. D. et al. (2005) Veterinary disinfection in the service of the country. *Veterinary medicine*, no. 10, pp. 11–14 (In Russ.).
13. Popov N. I., Udavliev D. I., Shuteeva E. N. (2013) Study of the effectiveness of the drug Iodez in combination with modern insecto-

References

1. Andreev V. P., Zachinyaeva A. V., Sobolev P. S. et al. (2015) Acetylene quaternary ammonium salts with bactericidal and fungicidal properties. *Journal of Biomedical Technologies*, no. 1, pp. 29–33 (In Russ.).
2. Arzhakov P. V., Dudoladova T. S. (2020) Study of the disinfecting effect of a new biocidal composition. *Issues of legal regulation in veterinary medicine*, no. 2, pp. 35–37 (In Russ.).
3. Bakulov I. A. (2008) Fundamentals of general epizootiology: A textbook / eds. by

- acaricidal agents for simultaneous disinfection and deacarinization of pig farms. *Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology*, no. 1 (9), pp. 23–25 (In Russ.).
14. Romensky R. V., Romenskaya N. V., Vasin-sky R. G. et al. (2021) Problematic issues of disinfection in veterinary medicine and possible solutions. *Hippology and Veterinary medicine*, no. 4 (42), pp. 180–190 (In Russ.).
15. Romensky R. V., Romenskaya N. V., Vasin-sky R. G. et al. (2020) Efficiency and prospects of using the new disinfectant “Kemi-sept”. *Issues of legal regulation in veterinary medicine*, no. 2, pp. 21–25 (In Russ.).
16. Udavliev D. I., Abdullaeva A. M., Shikhov S. S. et al. (2018) Effectisan for disinfection of veterinary surveillance facilities. *Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology*, no. 2 (26), pp. 36–41.
17. Khodzhaev S. S. (2008). Javel-Kleid, Dichlor and other chlorine-containing tablets. *Medical nurse*, no. 6, pp. 32–34 (In Russ.).
18. Shikhov S. S., Bylkova A. S. (2019) Veterinary and sanitary assessment of the technology of preventive disinfection at milk receiving facilities with the drug “Sandez-effect”. Science and Scientific Potential – the Basis for Sustainable Development of Society: Proceedings of the All-Russian Scientific-Practical Conference. Perm. Pp. 103–105 (In Russ.).
19. Shikhov S. S., Udavliev D. I., Abdullaeva A. M. et al. (2019) Universal domestic disinfectant Sandez-effect for agriculture. *Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology*, no. 2 (30), pp. 158–162 (In Russ.).
20. BusinesStat (2022) Analysis of the disinfectants market in Russia in 2017–2021, forecast for 2022–2026. Import substitution potential and new sales markets (In Russ.).

Информация об авторах:

О. И. БАШНИН – аспирант кафедры;
С. С. ШИХОВ – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры;
Д. И. УДАВЛИЕВ – доктор биологических наук, профессор кафедры, научный руководитель;
И. В. КУЩ – кандидат ветеринарных наук, научный сотрудник;
Д. И. БОБКОВ – аспирант кафедры;
П. В. КУЛАЧ – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры.

Information about the authors:

O. I. BASHNIN – Postgraduate student of the department;
S. S. SHIKHOV – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department;
D. I. UDAVLIEV – Dr. of Biological Sciences, professor of the department, scientific supervisor;
I. V. KUSHCH – Cand. Vet. sciences, researcher;
D. I. BOBKOV – Post-graduate student of the department;
P. V. KULACH – Candidate of veterinary sciences, associate professor of the department.

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors:

The authors contributed equilly to this article.
The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 19.08.2025; одобрена после рецензирования 24.08.2025; принята к публикации 29.08.2025.

The article was submitted 19.08.2025; approved after reviewing 24.08.2025; accepted for publication 29.08.2025.

Промышленное культивирование столбнячной культуры в биобутылях, использование формалина для инактивации токсина

Алевтина Борисовна Бридня¹,
Андрей Владимирович Капустин²

¹ БИОТЕХНО. Москва, Россия

² Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии
имени Я. Р. Коваленко Российской академии наук, Москва, Россия

¹ bridnyaalevtina@yandex.ru;

² kapustin_andrei@mail.ru

Автор, ответственный за переписку:

Алевтина Борисовна Бридня, bridnyaalevtina@yandex.ru

Аннотация

В статье представлены результаты использования формалина на конечных этапах в технологии культивирования *C. tetani* в биобутылях вместимостью 3 дм³. Установлено, что в результате культивирования в биобутылях максимальное накопление титра токсина находится в пределах 1:5000. Использование частичной инактивации формалином в первые сутки способствует повышению титра токсина до 1:6000 с одновременным увеличением титра анатоксина. Также обозначен способ промышленного культивирования столбнячной культуры в биобутылях, достоинства и недостатки его применения. Метод подходит для промышленного производства только в случае небольшого спроса на анатоксин, а также для научных исследований. Другими словами, биобутыли – это хороший вариант для небольших масштабов производства или лабораторных работ, где важна точность и контроль процесса, но нецелесообразен для производства анатоксина в промышленных масштабах. Способ следует рассматривать как промежуточную стадию, предшествующую переходу к промышленному производству с использованием современных биореакторов.

Ключевые слова: культура, штамм Kolle-8 *C. tetani*, промышленное культивирование, биобутыли, токсинообразование, анатоксин, технология выращивания

Для цитирования: Бридня А. Б., Капустин А. В. Промышленное культивирование столбнячной культуры в биобутылях, использование формалина для инактивации токсина // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 10. Т. 1. С. 99–106. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510112>

Industrial cultivation of tetanus culture in bio bottles, using formalin to inactivate the toxin

Alevtina B. Bridnya¹, Andrey V. Kapustin²

¹ BIOTECHNO, Moscow, Russia

² All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after Y. R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

¹ bridnyaalevtina@yandex.ru;

² kapustin_andrei@mail.ru

Corresponding author:

Alevtina B. Bridnya, bridnyaalevtina@yandex.ru

Abstract

The article presents the results of the use of formalin at the final stages in the technology of cultivation of *C. tetani* in bio-blankets with a capacity of 3 dm³. It was found that as a result of cultivation in bio bottles, the maximum accumulation of the toxin titer is within 1:5000. The use of partial inactivation with formalin on the first day contributes to an increase in the titer of the toxin to 1:6000 with a simultaneous increase in the titer of the toxoid. The method of industrial cultivation of tetanus culture in bio-bottles, advantages and disadvantages of its application are also indicated. The method is suitable for industrial production only in case of low demand for anatoxin, as well as for scientific research. In other words, bio-bottles are a good option for small-scale production or laboratory work, where precision and process control are important, but it is impractical for the production of anatoxin on an industrial scale. It is advisable to consider the method as an intermediate stage preceding the transition to industrial production using modern bioreactors.

Keywords: tetanus culture, strain Kolle-8 *C. tetani*, industrial cultivation, bio-bottles, toxin formation, toxoid, cultivation technology

For citation: Bridnya A. B., Kapustin A. V. (2025) Industrial cultivation of tetanus culture in bio bottles, using formalin to inactivate the toxin. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. No. 10. Vol. 1. Pp. 99–106. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510112>

Введение. Столбняк (*Tetanus*) – сапронозная, бактериальная, остро протекающая, неконтагиозная, раневая токсикоинфекция млекопитающих животных, птиц и человека. Характеризуется повышенной выраженной рефлекторной возбудимостью и судорожными тоническими сокращениями тела под воздействием токсина, которые образует возбудитель – бактерии *Clostridium tetani* (рис. 1) [6].

Возбудитель столбняка относится к категории вездесущих, но вместе с тем условно-патогенных микроорганизмов. Возбудитель столбняка в большом количестве находит-

ся в почвах, особенно обильно унавоженных (пахотная земля, сады, пастбища) [1].

Вызываемая этим возбудителем токсикоинфекция обычно заканчивается летальным исходом. Борьба с анаэробными токсикоинфекциями основана на проведении комплекса мероприятий, включающих в себя в качестве основы вакцинопрофилактику. С этой целью применяют столбнячный анатоксин как самостоятельный препарат и как составную часть вакцин против клостридиозов у млекопитающих. Также при интенсивном развитии животноводства становится актуальным использование для иммунизации ассоции-

рованных вакцин, в состав которых входит столбнячный анатоксин [4, 9]. Удовлетворить потребности животноводства в этом препарате можно при условии промышленного культивирования столбняка. Для производства анатоксина *C. tetani* применяются разные технологии выращивания – одна из них промыш-

ленное культивирование в биобутылях. Рост культуры зависит от питательной среды, ее состава, заложенного в начале роста культур и поддержания на высоком уровне в течение всего культивирования. Также важным аспектом является сохранение выработанного токсина и получение из него анатоксина [2].

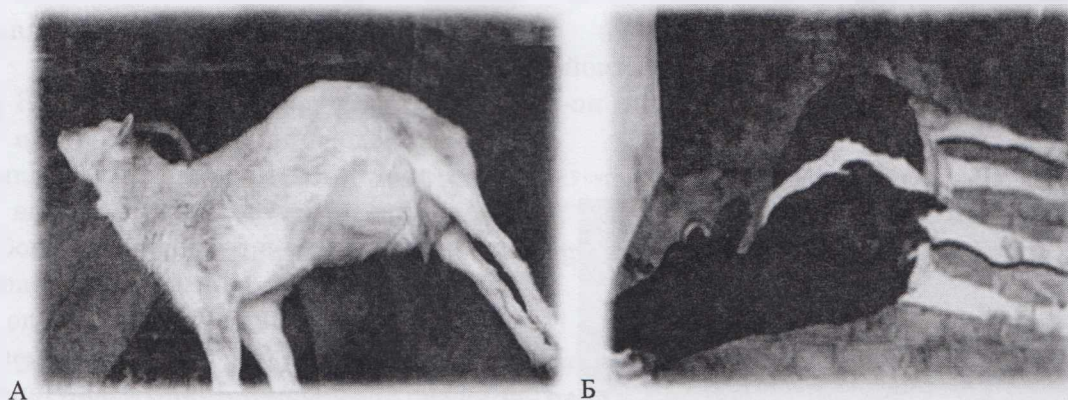


Рис. 1. Столбняк коз (А) и коров (Б)

Цель исследования. Изучение метода промышленного культивирования столбнячной культуры в биобутылях с использованием формалина для инактивации токсина, определение достоинств и недостатков метода.

Материалы и методы. Для производства анатоксина использовался производственный штамм *C. tetani* Kolle-8, культивирование осуществлялось в биобутылях вместимостью 3 дм³ с объемом питательной среды 2,25 дм³. Питательная среда для выращивания возбудителя столбняка разработана с применением белкового гидролизата из мышечной ткани норок (производства ФГБНУ «ВНИТИБП») с добавлением аутолизата отрубей пшеницы – растительно-казеиновая [8]. Анаэробные условия обеспечивались предварительным прогревом питательной среды с последующим охлаждением для вытеснения кислорода, а также наличием слоя вазелинового масла толщиной не менее 2 см. Дополнительно использовались: 15 % раствор гидрокарбоната натрия, мыши белые массой (16±2) г, питательные среды для контроля стерильности (тиогликолевая среда, среда Китта-Тароцци, агар Сабуро, МПА, МПБ), термостат, водяная баня, анатоксин столбнячный концентрированный, стандартная антитоксическая противостолбнячная

сыворотка (производитель ФГБУ «НЦЭСМП» Минздрава России), шприцы стерильные, пробирки микробиологические. Материалом для исследования служила культуральная жидкость, содержащая токсин, а после 8 сут культивирования – культуральная жидкость с частичным добавлением формалина (внесение 0,1 % формалина, через 5 сут полная инактивация – внесение оставшегося 0,2 % формалина) и культуральная жидкость с полной инактивацией формалином, т.е. внесением разовой дозы 0,3 %. Инактивация осуществлялась на 28 сут, исследования проводили в течение 10 сут с момента внесения формалина. Температура культивирования 35 °С. Температура инактивации 37–38 °С. Термостатирование и инактивацию осуществляли в термостате [3, 5]. Определение активности токсина контролировали на основании ОФС.1.7.2.0032.15 «Определение содержания анатоксинов в реакции антитоксинсвязывания».

Описание исследований. Контроль роста культуры осуществлялся по показателям: температура термостатирования, водородный показатель, концентрация токсина, наличие видимых признаков роста. Засев культуры производили в свежеприготовленную питательную среду, охлажденную до 45–

50 °C, в толщу питательной среды, находящуюся в биобутылях. В каждую биобутылку вносили одноразовой стерильной пипеткой 300 мл столбнячной культуры. Засеянную питательную среду в бутылках, не взбалтывая, помещали в термостат при температуре 35 °C, токсинообразование наблюдалось со 2-х сут культивирования, максимум токсинообразования фиксировался на 5–8 сут, культивировали до 8 сут [3].

На рис. 2 представлен рост столбнячной культуры на 5-е сут роста (собственные исследования).

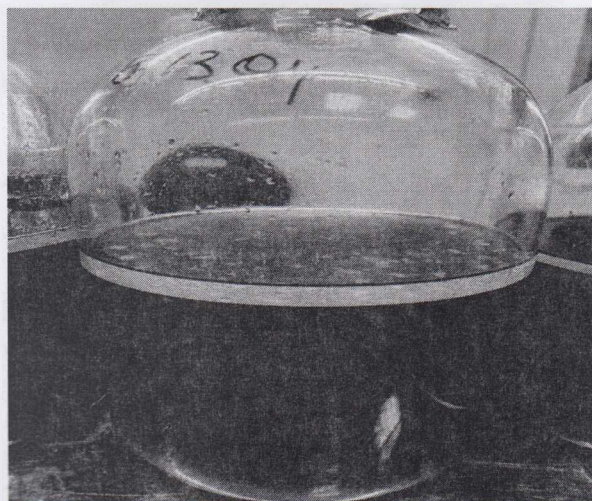


Рис. 2. Рост столбнячной культуры, 5-е сут роста

В процессе роста культуры, ориентируясь по изменению водородного показателя к питательной среде, для выращивания столбняка добавлялись компоненты, такие как 40 % раствор глюкозы, сыворотка крови лошадей нативная стерильная, 15 % раствор бикарбоната натрия. Температура термостатирования при получении производственной раскладки находилась в пределах 37–38 °C, далее культивирование продолжалось при температуре 35–36 °C с целью исключения «форсированного роста» и быстрого затухания культуральных процессов. После выращивания возбудителя столбняка и получения характерного роста (через 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 сут культивирования при температуре 34–35 °C) проводили контроль накопления токсина на белых мышах, используя для каждого разведения по две белых мыши. Мышей заражали в дозе 0,5 см³ под-

кожно. Титр токсина начиная со 2-х сут фиксировался в пределах 1:500–1:1000, начиная с 4-х сут 1:5000 и держался на этом уровне до окончания культивирования. На 8-е сут в часть биобутылки был добавлен формалин частичной инактивации в дозе 0,1 % под вазелин и контролировали уровень токсина и анатоксина в течение 10 сут. Во вторую часть биобутылки был добавлен полный объем формалина, необходимый для инактивации, – 0,3 % [3, 7].

Результаты исследований. В результате исследований отмечено, что в первые 3 сут частичной инактивации наблюдалось скачкообразное увеличение титра токсина, снижение pH в первой части биобутылки с добавлением формалина. Титр токсина незначительно увеличился с 1:5000 до 1:6000, одновременно было отмечено появление в среде анатоксина 1:50–1:100. Через 5 сут инактивации было внесено оставшееся количество формалина в концентрации 0,2 %. Далее уровень токсина снизился до значений 1:2000 с одновременным возрастанием уровня анатоксина до 1:300. К 5-м сут уровень анатоксина составил 1:400–1:500, а к 10-м сут уровень токсина не определялся, активность анатоксина составила 1:500–1:600. К 28-м сут при полной инактивации титр анатоксина составлял 1:700–1:800. В биобутылках полной инактивации отмечено снижение уровня токсина в течение первых 3-х сут с 1:5000 до 1:2000, значение анатоксина в первые 3 сут составляло 1:300–1:400, к 5–10 сут токсин не определялся, показатель анатоксина составлял 1:500, а к 28-м сут полной инактивации составило 1:600–1:700. Через 8 сут инактивации признаков роста культур в обеих частях не наблюдалось, активность токсина не определялась.

Накопление уровня анатоксина в течение первых 10 сут инактивации представлено на графике (рис. 3).

Добавление формалина под вазелин в небольших количествах создало «стрессовую ситуацию» для бактерии. Находясь в такой среде, вегетативные формы резко выбрасывали токсин в питательную среду, где он переходил в анатоксин под воздействием формалина и температуры термостатирования (табл. 1).

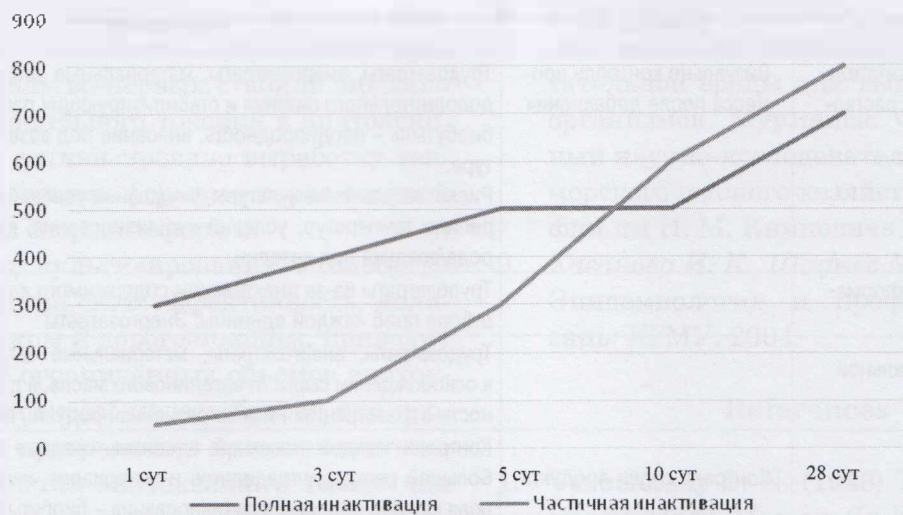


Рис. 3. График активности анатоксина при частичной и полной инактивации

Таблица 1

Зависимость содержания токсина и анатоксина после внесения формалина на 8-е сут роста культуры на вновь разработанной питательной среде

Период инактивации, сут	Содержание токсина, ед.		Содержание анатоксина, ед.		pH
	Формалин 0,1 %	Формалин 0,3 %	Формалин 0,1 %	Формалин 0,3 %	
8-е (рост)	1:5000	1:5000	–		6,8
1-е–3-и (инактивация)	до 1:6000	до 1:2000	1:50–1:100	1:300–1:400	6,5
5-е	1:2000	–	1:300	1:400–1:500	5,9–6,1
10-е	–	–	1:500–1:600	1:500	5,6–5,9
28-е	–	–	1:700–1:800	1:600–1:700	5,6–5,9

В результате культивирования столбнячной культуры обозначились достоинства и недостатки промышленного выращивания в биобутылях (табл. 2).

Таблица 2

Достоинства и недостатки при выращивании в биобутылях

№ п/п	Показатель	Достоинства	Недостатки
1	Подготовительные работы	–	Трудозатраты в подготовке, мойке биобутылей, пробок, материалов, боксов, ламинаров, термостатов. Энергозатраты на подготовку и стерилизацию материалов. Работа оборудования
2	Однородность серии питательной среды	–	Серия питательной среды расфасовывается в разные биобутыли, нет однородности объема и серии среды
3	Приготовление питательной среды	–	Трудозатраты (ручной труд полностью) большие при приготовлении, стерилизации, подготовке посуды, пробок, расфасовке среды
4	Посев столбнячной культуры	–	Трудозатраты (полностью ручной труд), энергозатраты, материальные затраты. Стресс для культуры в процессе пересева
5	Термостатирование, условия роста	Визуально контроль процесса через стенку стеклянных биобутылей	Энергозатраты. Стационарно в термокамерах/термостатах (риск аварийной ситуации с разбрызгиванием ПБА)
6	Отбор проб	–	Трудозатраты, энергозатраты, материальные затраты. Отбор проб от каждой биобутыли. Риски: загрязнение культуры, ухудшение условий роста за счет перепада температур, условий культивирования, попадания кислорода/воздуха под вазелин

№ п/п	Показатель	Достоинства	Недостатки
7	Добавление питательных веществ, растворов	Визуально контроль процесса после добавления	Трудозатраты, энергозатраты, материальные затраты. Добавление дополнительного питания и стабилизирующих растворов в каждую биобутыл – неоднородность, внесение под вазелин, стресс культуре. Риски: загрязнение культуры, ухудшение условий роста за счет перепада температур, условий культивирования, попадания кислорода/воздуха под вазелин
8	Инаktivация формалином	–	Трудозатраты из-за инаktivации содержимого каждой биобутылки, отбора проб каждой единицы. Энергозатраты
9	Сбор культуральной жидкости	–	Трудозатраты, энергозатраты, материальные затраты. Сложности в освобождении сырья от вазелинового масла, в дальнейшем сложности в фильтрации. Риск загрязнения продукта, потери продукта
10	Контроль	Контроль серии продукта	Контроль каждой посевной единицы, средние значения серии. Большой расход ингредиентов и материалов, животных для контроля каждой единицы культивирования – биобутылки

Обсуждение. Производство анатоксинов «бутылочным» методом характеризуется значительной трудоемкостью и высокими затратами ресурсов. Эта технология, основанная на использовании множества отдельных сосудов (бутылей, колб) вместо биореакторов, требует многоэтапного контроля на каждом этапе процесса. Каждая стадия, начиная с отбора исходных культур и подготовки питательных сред, заканчивая сбором, инаktivацией и очисткой конечного продукта, сопряжена с рисками потерь. Это связано не только с потенциальным боем стеклянной посуды и неизбежными потерями культуры при переливаниях, но и с необходимостью многократного отбора проб для контроля роста микроорганизмов и определения эффективности инаktivации токсина.

Процесс подготовки к работе также занимает значительное время: стерилизация посуды, приготовление питательных сред, тщательное соблюдение асептических условий для предотвращения контаминации посторонней микрофлорой – все это требует квалифицированного персонала и значительных временных затрат. Риск контаминации особенно высок при работе с большим количеством сосудов, увеличивая вероятность случайного загрязнения. Возможны аварийные ситуации, связанные не только с боем стеклянной тары, что приводит к потере значительного количества культуральной жидкости, но и с разгерметизацией сосудов, что может привести к загрязнению окружающей среды и угрозе здоровью персонала.

Несмотря на все эти недостатки, «бутылочный» метод остается приемлемым вариантом, особенно в условиях ограниченного бюджета и отсутствия специального оборудования, такого как ферментеры малого объема. Отсутствие ферментера делает «бутылочный» метод единственной возможностью проведения исследований, особенно на начальных этапах разработки технологии получения анатоксина. Преимущество метода заключается в возможности визуального наблюдения за процессом роста культуры в каждом отдельном сосуде, что позволяет оперативно корректировать параметры культивирования (например, добавлять питательные вещества, корректировать температуру). Кроме того, малые объемы в каждой отдельной емкости минимизируют потери в случае возникновения непредвиденных ситуаций. Потеря всей партии культуры в «бутылочном» методе менее вероятна, чем при использовании крупнообъемных ферментеров. Однако масштабирование производства с использованием этого метода крайне затруднительно и экономически невыгодно. Поэтому «бутылочный» метод следует рассматривать как временную меру, целесообразную только на этапах исследований и разработки оптимальных условий культивирования перед переходом к промышленному производству с использованием современных биореакторов.

Заключение.

1. Столбнячный токсин не обладает стабильностью и может самопроизвольно разрушиться под воздействием света и тепла. поэтому после 8 сут роста культуры был ис-

пользован метод частичного добавления формалина. При этом действие формалина играло двойную роль: во-первых, стабилизировало переход нестабильного токсина в анатоксин, а во-вторых, активизировало выработку токсина вегетативными формами перед стадией перехода их в споровые формы.

2. Метод культивирования в бляшках, несмотря на свою эффективность, является трудоемким и дорогостоящим, приводит к получению ограниченных объемов анатоксина. Данный способ целесообразен для промышленного производства при незначительных потребностях анатоксина, а также для проведения научных исследований.

3. В связи с низкой производительностью и трудоемкостью рекомендуется ограничить применение данного метода в промышленном производстве.

Список источников

1. *Вышелесский С. Н.* Столбняк, частная микробиология. М., 1948.
2. *Горфункель-Кошкина Д. М., Воробьева Н. Д.* Способ получения столбнячного анатоксина. Патент. 1976.
3. *Капустин А. В.* Питательная среда, обеспечивающая стабильное накопление токсинов при культивировании некоторых штаммов клостридий// Лекарственные препараты для животных (разработка, производство, эффективность и качество): Тезисы докладов международной научной конференции, посвященной 80-летию организации ВГНКИ. М., 2011.
4. *Капустин А. В., Алипер Т. И.* Эпизоотология и профилактика клостридиозов крупного рогатого скота. М., 2017.
5. *Кашпур Н. В., Волянська Н. П., Чернявский В. И. и др.* Некоторые механизмы формальной детоксикации столбнячного токсина. Киев: Институт микробиологии и иммунологии им. И. И. Мечникова. АМН Украины, 2009.
6. *Литусов Н. В.* Возбудитель столбняка: иллюстрированное учебное пособие. Екатеринбург, 2013.
7. Общая фармакопейная статья. Вакцины и анатоксины для ветеринарного применения.
8. *Узбекова О. Р., Мухин В. А.* Использование белкового гидролизата в составе питательной среды для выделения микроорганизмов. Мурманск: ФГБНУ Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им Н. М. Книповича.
9. *Хасанова И. К., Шафеев М. Ш.* Столбняк. Эпидемиология и профилактика, Казань: КГМУ. 2004.

References

1. Vyshellessky S. N. (1948) Tetanus, private microbiology. Moscow (In Russ.).
2. Gorfunkel-Koshkina D. M., Vorobyeva N. D. (1976) Method of obtaining tetanus toxoid. Patent (In Russ.).
3. Kapustin A. V. (2011) Nutrient medium providing stable accumulation of toxins during cultivation of certain strains of clostridium//In the collection: Medicinal products for animals (development, production, efficiency and quality): Abstracts of the international scientific conference dedicated to the 80th anniversary of the VGNKI organization. Moscow (In Russ.).
4. Kapustin A. V., Aliper T. I. Epizootology and prevention of bovine clostridiosis. Moscow (In Russ.).
5. Kashpour N. V., Volyanskaya N. P., Chernyavsky V. I. et al. (2009) Some mechanisms of formative detoxification of tetanus toxin. Kiev: I. I. Mechnikov Institute of Microbiology and Immunology, Academy of Medical Sciences of Ukraine (In Russ.).
6. Litusov N. V. (2013) The causative agent of tetanus: an illustrated textbook. Yekaterinburg (In Russ.).
7. General Pharmacopoeia article. Vaccines and toxoids for veterinary use (In Russ.).
8. Uzbekova O. R., Mukhin V. A. The use of protein hydrolysate in as part of a nutrient medium for isolating microorganisms. Murmansk: N. M. Knipovich Polar Scientific Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (In Russ.).
9. Khasanova I. K., Shafeev M. Sh. (2004) Tetanus. Epidemiology and prevention. Kazan: KSMU (In Russ.).

Информация об авторах:

А. Б. БРИДНЯ – советник директора по инновационному развитию;

А. В. КАПУСТИН – доктор биологических наук, профессор, заместитель директора по науке.

Information about the authors:

A. B. BRIDNYA – Advisor to the Director of Innovation Development;

A. V. KAPUSTIN – Doctor of Biological Sciences, Professor, Deputy Director for Science.

Вклад авторов:

БРИДНЯ А. Б. – сбор материала, обработка материала, написание статьи, научное редактирование текста, итоговые выводы;

КАПУСТИН А. В. – научное руководство.

Contribution of the authors:

A. B. BRIDNYA – collecting material, processing material, writing an article, scientific text editing, final conclusions;

A. V. KAPUSTIN – scientific guidance.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 20.08.2025; одобрена после рецензирования 25.08.2025; принята к публикации 30.08.2025.

The article was submitted 20.08.2025; approved after reviewing 25.08.2025; accepted for publication 30.08.2025.

АМП животных: функции и перспективы практического применения

Кристина Юрьевна Пермякова¹, Вера Евгеньевна Брылина²,
Наталья Анатольевна Бузмакова³, Николай Васильевич Пименов⁴,
Александр Сергеевич Акашкин⁵, Илья Сергеевич Бабанин⁶

^{1, 2, 3, 4, 5, 6} Московская государственная академия ветеринарной медицины
и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия

¹ Kristusha164@mail.ru;

² integrin07@rambler.ru;

³ nata24.06@mail.ru;

⁴ pimenov-nikolai@yandex.ru;

⁵ FillFale@yandex.ru;

⁶ babanin.iljuha@yandex.ru

Автор, ответственный за переписку:

Кристина Юрьевна Пермякова, Kristusha164@mail.ru

Аннотация

В настоящем обзоре рассматриваются антимикробные пептиды (АМП), вырабатываемые нейтрофилами, макрофагами и клетками биологических барьеров разных видов и классов позвоночных животных, с позиции эволюционной адаптации врожденного иммунитета представителей типа Хордовые к постоянному конкурентному взаимодействию с разнообразными возбудителями инфекционных и инвазионных заболеваний (бактерии, грибы, вирусы, паразитические простейшие и гельминты). Представлена современная классификация данных соединений, освещены некоторые особенности их молекулярной организации; основной акцент сделан на способности антимикробных пептидов проявлять цитотоксическую или цитостатическую активность в отношении патогенных микроорганизмов, детально охарактеризован видовой спектр действия. Обсуждается участие данных молекул в регуляции функций компетентных клеток в развитии иммунного ответа, а также уделяется внимание прикладным исследованиям, позволяющим рассматривать антимикробные пептиды, с одной стороны, в качестве биомаркеров, свидетельствующих о наличии воспалительных изменений в организме, с другой – в качестве потенциальных антибактериальных препаратов. В ветеринарной практике данные исследования могут быть применены для создания новых подходов к профилактике и лечению мастита у крупного рогатого скота молочного направления, а также кишечных инфекций, вызванных патогенными энтеробактериями.

Ключевые слова: антимикробные пептиды, врожденный иммунитет, инфекционно-воспалительный процесс, биомаркеры, антибактериальные средства

Для цитирования: Пермякова К. Ю., Брылина В. Е., Бузмакова Н. А. и др. АМП животных: функции и перспективы практического применения // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 10. Т. 1. С. 107–118. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510113>

AMPs of animals: functions and prospects of practical application

Kristina Yu. Permyakova¹, Vera E. Brylina², Natalya A. Buzmakova³,
Nikolay V. Pimenov⁴, Alexander S. Akashkin⁵, Ilya S. Babanin⁶

^{1, 2, 3, 4, 5, 6} Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –
MVA named after K. I. Seryabin, Moscow, Russia

¹ Kristusha164@mail.ru;

² integrin07@rambler.ru;

³ nata24.06@mail.ru;

⁴ pimenov-nikolai@yandex.ru;

⁵ FillFale@yandex.ru;

⁶ babanin.iljuha@yandex.ru

Corresponding author:

Kristina Yu. Permyakova, Kristusha164@mail.ru

Abstract

In this article we consider the antimicrobial peptides that are produced by neutrophils, macrophages and cells of biological barriers of different representatives of vertebrate animals from the perspective of evolutionary adaptation of innate immunity system of Chordata to permanent competitive interaction with diverse causative agents of infectious and invasive diseases (including bacteria, fungus, viruses, parasitic protozoa and helminthes). Actual classification of this compounds and several peculiarities of their molecular organization are presented; main accent is made on the capability of antimicrobial peptides to exhibit of cytotoxic or cytostatic activity in relation to pathogenic microorganisms and particularly on detailed characterization of species spectrum of action. We discuss involvement of this compounds in regulation of functions of competent cells in development of immune response and also attention to applied researches that allows to consider antimicrobial peptides, on the one hand, as biomarkers that confirm presence of inflammation in organism, and on the other hand, as potential active agents of modern antibacterial, antifungal and antiviral drugs, is given. In veterinary medicine obtained information may be used in elaboration of modern measures of prevention and therapy of mastitis of dairy cattle and intestinal infections mediated by pathogenic Enterobacteria.

Keywords: antimicrobial peptides, innate immunity, infectious and inflammatory process, biomarkers, antibacterial drugs

For citation: Permyakova K. Yu., Brylina V. E., Buzmakova N. A. et al. (2025) AMPs of animals: functions and prospects of practical application. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. No. 10. Vol. 1. Pp. 107–118. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510113>

Быстрое формирование эффективного адекватного комплекса реакций в ответ на действие неблагоприятных факторов внешней среды (в особенности – инфекционных агентов) является для млекопитающих залогом выживания. Продукция таких эффекторных молекул, как антимикробные пептиды (АМП), относится к одному из механизмов системы врожденного

иммунитета, обеспечивающих защиту макроорганизма от заболеваний инфекционной этиологии [8]. В настоящее время детально охарактеризованы и продолжают активно изучаться АМП крупного и мелкого рогатого скота, лошадей, свиней, собак, кошек, сельскохозяйственных птиц, рептилий, морских млекопитающих и других видов животных [2].

Так, у представителей подотряда Жвачные все идентифицированные на текущий момент АМП [15] синтезируются главным образом макрофагами и полиморфноядерными лейкоцитами, в меньшей степени – эпителиоцитами слизистых оболочек [10] и разделяются на два типа: анионные и катионные пептиды [2, 15]. АМП первой группы характеризуются высоким содержанием остатков глутаминовой кислоты и аспарагина, второй – цистеина и пролина. Оба класса АМП объединяет наличие выраженной бактерицидной активности в отношении грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов [7, 16, 29]; получены также данные, свидетельствующие о возможности подавления репродукции оболочечных вирусов и патогенных грибов [3, 9, 13, 20, 23].

На сегодняшний день наблюдается дефицит сведений о строении, функциях и биологическом значении АМП. Наиболее полно изучены группы катионных белков под названием дефензины и кателицидины [9]. Механизм выработки дефензинов с целью супрессии патогенов в макроорганизме и регуляции иммунологических реакций в ходе инфекционного процесса считается филогенетически древним, так как гены, ответственные за синтез дефензинов, и непосредственно продукты данных генов выявлены не только у млекопитающих, но и у беспозвоночных животных и даже растений. Установлено также, что количество последовательностей в генных репертуарах, связанных с продукцией дефензинов, неодинаковое у разных видов животных. Данное явление может быть обусловлено геномным дрейфом в процессе эволюции тех или иных групп животных, сопровождающимся селективным давлением определенным набором патогенов. У крупного рогатого скота (КРС), собак и мышевидных грызунов выделено 4 кластера генов, обеспечивающих синтез дефензинов, в то время как у домашних птиц они сосредоточены в пределах одного кластера [26]. Так, относительно недавно [26] у КРС детально описан расположенный в 13-й хромосоме кластер генов, кодирующих АМП группы β -дефензинов. Наряду с ним посредством полногеномного секвенирования были определены многочисленные вариации количества копий генов β -дефензины, сосре-

доточенные на 27-й хромосоме. Среди домашних животных КРС наделен наиболее разнообразным репертуаром генов β -дефензинов, состоящим из, по меньшей мере, 57 генов, образующих 4 кластера. В отношении же собак метод полногеномного секвенирования позволил определить 43 гена в рамках семейства генов дефензинов.

Таким образом, наличие большого числа генов, ответственных за экспрессию дефензинов, и столь разнообразных по структуре и функциям продуктов данных генов является следствием длительного эволюционного развития системы врожденного иммунитета, обеспечившего макроорганизму высокоэффективный механизм неспецифичной защиты против возбудителей инфекционно-воспалительных заболеваний [26].

Впервые у млекопитающих дефензины были идентифицированы в макрофагах легких кролика, а затем и в нейтрофилах человека [13, 16]. Одним из первых открытых дефензинов стал ассоциированный с ранними воспалительными реакциями трахеальный АМП у КРС (англ. tracheal antimicrobial peptide, TAP); в более поздних работах отмечена его способность к экспрессии и в тканях паренхимы вымени. Эпителием слизистой оболочки языка и альвеол молочной железы у КРС продуцируется также лингвальный АМП (англ. lingual antimicrobial peptide, LAP). Предполагается, что он участвует в регуляции видового состава микробиома рубца телят в ходе фазы молочного питания. У многих видов млекопитающих клетки Панета крипт тонкого отдела кишечника также обладают способностью к генерации ряда α -дефензинов, получивших в связи с этим наименование «криптидины» [15, 29]. Более того, некоторые авторы [32] продемонстрировали способность мезенхимальных стволовых клеток красного костного мозга (ККМ) КРС проявлять выраженное антибактериальное действие в отношении *S. aureus*, одного из флогенных агентов в развитии маститов. Их противомикробная активность была объяснена синтезом дефензина 4А из группы β -дефензинов и НК-лизина 1.

Исследования спектра антибактериальной и противогрибковой активности АМП в настоящее время продолжаются. Тем не ме-

нее достоверно установлено, что уменьшение содержания АМП в клетках можно рассматривать в качестве диагностического критерия инфекционно-воспалительных процессов в коже, опосредованных *S. pseudintermedius* и *Malassezia pachydermatis* [18].

Механизм антибактериального действия дефензинов в отношении грамотрицательных микроорганизмов связывают с нарушением целостности мембран, у грамположительных – с супрессией синтеза пептидогликана [13, 15, 16, 20, 29].

Следующая группа АМП – кателицидины – представлена белками с молекулярной массой от 16 до 36 кДа. Предшественники кателицидинов вырабатываются преимущественно клетками ККМ и лимфоидной ткани [3, 7, 9]. Однако отмечено, что у собак экспрессия кателицидина K9CATN нейтрофилами осуществляется перманентно, в то время как кератиноцитами эпидермиса индуцибельно [18]. В физиологических условиях синтез является низкоинтенсивным, существенно возрастая при воздействии неблагоприятных факторов на фоне дегенеративных изменений тканей кожного покрова, связанных с инфекционно-воспалительными процессами. Аналогично в ответ на введение в питательную среду при культивировании нейтрофилов КРС липополисахарида (ЛПС) грамотрицательных микроорганизмов регистрируется увеличение секреции таких кателицидинов, как Вас5, ВМАР-27, ВМАР-28 и ВМАР-34. Способностью к синтезу ВМАР-34 обладают не только нейтрофилы и миелоидные предшественники в ККМ, но и клетки паренхимы селезенки и семенников [1336].

Кателицидины идентифицированы у различных классов хордовых животных: миксин [30], рыб [17], амфибий [19], рептилий [34], птиц [25], млекопитающих [2, 13, 16, 20, 23, 24]. Изначально именно кателицидинам было присвоено название АМП в связи с наличием антибактериальной активности, механизм которой связан с нарушением целостности биологических мембран клеток микроорганизмов [14].

Кальпротектин – один из наиболее изученных кателицидинов, представляющий собой важный фактор врожденного иммунитета, выявленный у многих многоклеточных

эукариот. Данный АМП входит в подгруппу белков с малой молекулярной массой, обладающих выраженной антимикробной активностью [21, 24, 27, 32, 33]. Исследователи продемонстрировали наличие фунгицидного эффекта кальпротектина в отношении таких патогенных грибов, как *Candida sp.* и *Aspergillus sp.* [27]. Однако в целом на текущий момент число работ, посвященных изучению и описанию особенностей воздействия кальпротектина и родственных ему АМП на возбудителей дермато- и висцеральных микозов, невелико. У парнокопытных животных охарактеризованы также АМП, обогащенные остатками пролина (их доля достигает 33–49 %), аргинина (13–33 % от общего количества аминокислот), в меньшей степени фенилаланина. Данным АМП присуща и другая особенность структуры – наличие tandemных повторов [21, 32].

Ранее предполагалось, что кателицидины обладают широким спектром восприимчивых к ним инфекционных агентов, однако в ходе недавних исследований было выяснено, что АМП характеризуются определенным уровнем селективности антибактериального действия. Уровень коррелирует с особенностями первичной структуры АМП, поэтому даже единичные замены аминокислот могут оказать на него влияние [27].

Кателицидины жвачных животных различаются разнообразным спектром антимикробной активности. Так, например, АМП, названный Вас1, приводит к ингибированию роста *S. aureus* и *E. coli*. Антибактериальная активность Вас5 более выражена в отношении грамотрицательных микроорганизмов, при этом тип действия относится к бактериостатическому. В отличие от большинства кателицидинов, Вас5 не приводит к нарушению целостности мембран, его действие нацелено на внутриклеточные мишени. Спектр активности Вас7 сходен с Вас5, однако механизм действия является бактерицидным, цитолитическим. Так, в экспериментальных условиях в концентрациях, превышающих 50 мкг/мл, фиксировали деструкцию биомембран и гибель клеток возбудителей и макроорганизма по типу некроза. Вас7 оказывает выраженное цитотоксическое воздействие в отношении *E. coli*, *S. enteritidis* и *Kl. pneumoniae*.

а также способен ингибировать формирование ими биопленок – бактериальных консорциумов, заключенных во внеклеточный полисахаридный матрикс. При этом данный кателицидин малоэффективен против *P. aeruginosa*, *S. aureus* и *S. maltophilia*. В экспериментах с использованием Vac7 в концентрации выше 80 мкг/мл наблюдалась супрессия роста и развития некоторых хламидий (*Ch. suis* и *Ch. felis*); засвидетельствовано также наличие фунгицидной активности в отношении *C. neoformans*, одного из возбудителей криптококкоза, сопровождающегося поражением легких и органов центральной нервной системы. Против *C. albicans*, ассоциированного с инфекциями ротовой полости и влагалища, выявлено слабое фунгицидное действие [21, 32, 33].

Дальнейшее изучение биологической роли кателицидинов установило, что она распространяется за пределы противомикробного действия и включает также хемотаксическую и иммунорегуляторную функции [31].

ВМАР-27 (от англ. bovine myeloid antimicrobial peptide) – миелоидный АМП КРС, в отличие от остальных родственных кателицидинов, проявляет не противомикробную и/или антифунгальную, а противогельминтную активность, а также способствует усилению взаимодействия иммунокомпетентных клеток в процессе развития заболеваний инфекционно-воспалительного характера. Данное обстоятельство представляет определенный интерес для разработки новых соединений с иммуномодулирующими свойствами для коррекции иммунного статуса организма [21, 31, 32, 33]. Установлено, что у КРС повышенный уровень экспрессии ВМАР-27 отмечается в III и IV фазы лактации [32].

ВМАР-28 по механизму действия относится к бактерицидному (мембранолитическому) типу. У КРС наиболее интенсивно вырабатывается и выделяется с молочным секретом в I и II стадии лактации [32]. Доказано наличие восприимчивости к данному АМП у *L. interrogans*, *Borrelia spp.*, *T. palladium*. Наряду с этим получены экспериментальные данные, свидетельствующие о наличии у ВМАР-28 выраженной антипротозойной активности в отношении *Leishmania major*, одного из этиологических агентов лейшма-

ниоза КРС и висцерального лейшманиоза у человека. Данному кателицидину присуще и выраженное иммунорегуляторное действие. Так, определена способность ВМАР-28 к ингибированию высвобождения липотейхоевой кислоты и монооксида азота грамположительными микроорганизмами, индуцируемого цитокинами ИЛ-6 и ФНО- α . Более того, существует теоретическое обоснование участия ВМАР-28 в активации функций лейкоцитов, степень которого зависит от вида патогена и окружающей цитокиновой среды [21, 31, 32, 33].

Индолицидин отличается самой низкой молекулярной массой относительно других кателицидинов. Опытным путем было выяснено, что в малых концентрациях характер действия данного АМП относится к бактериостатическому (влияние на внутриклеточные мишени), а в повышенных – к бактерицидному типу, т.е. заключается в деструкции биомембран [32, 33].

Экспериментальное изучение биологических свойств индолицидина позволило установить значения его минимальных ингибирующих концентраций в отношении некоторых видов энтеробактерий (*E. coli*, *P. aeruginosa* и *S. enterica serovar Typhimurium*), которые находились в пределах 16–64 мкг/мл. Вместе с тем супрессия роста характерных представителей грамположительных кокков (*S. aureus* и *S. epidermidis*) наблюдалась уже при концентрациях данного АМП на уровне 4–8 мкг/мл. Кроме того, была выявлена способность индолицидина разрушать биопленки, образованные *P. aeruginosa*, а в высоких концентрациях данный кателицидин проявляет выраженную активность в отношении возбудителей микозов (*C. albicans*, *C. neoformans* и *T. beigeli*), по эффективности опережающую используемые в современных схемах лечения антимикотики [32, 33].

В перспективе правомерно рассматривать АМП в качестве кандидатов на роль диагностических и/или терапевтических агентов при такой распространенной патологии КРС, как мастит [28]. Мастит представляет собой заболевание вымени воспалительного характера, возникающее вследствие совокупного воздействия на него патологических факторов:

– технологического (нарушение технологии доения в сочетании с травматизацией сосков и/или паренхимы органа);

– физического (неблагоприятные условия микроклимата в помещениях);

– биологического (проникновение в сосковый канал или альвеолы молочной железы и размножение в них патогенных кокков, энтеробактерий, коринебактерий, обусловленное несоблюдением требований к санитарно-гигиеническим обработкам вымени, доильного оборудования, подстила и помещений в целом) [11, 12, 28].

Данная патология сопровождается значительными экономическими потерями в связи со снижением объема надоев. Следует отметить, что у многих переболевших животных при поздней диагностике и несвоевременной терапии мастита железистый эпителий альвеол не восстанавливает структуру, подвергаясь склеротическим либо атрофическим изменениям, поэтому качество молока и молочная продуктивность не достигают прежних показателей. Увеличивается содержание соматических клеток, в молочном секрете появляются патогенные микроорганизмы, в том числе виды, продуцирующие термостабильные токсины, не разрушающиеся в процессе пастеризации/стерилизации молока, что создает риски развития энтеротоксикозов у людей [6, 11, 12].

В настоящее время схема диагностики мастита у КРС базируется на клинических и лабораторных методах исследования. Преимущество последних заключается в возможности выявления субклинической формы мастита, при которой характерные признаки воспалительной реакции практически не выражены. В России действуют «Наставления по диагностике, терапии и профилактике мастита у коров», утвержденные Министерством сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации от 30.03.2000 № 13-5-2/1948. Данный документ регламентирует использование следующих лабораторных тестов, так называемых БМД (быстрых диагностических тестов): пробы молока с мастидином, димастином, «Мастит-тестом», проба Уайтсайда с 4%-м раствором гидроксида натрия (не получила широкого распространения в связи со сложностью интерпретации результатов), а также проба отстаивания [6].

В нашей стране и за рубежом пользуется популярностью и более точная совокупность методик, включающая в себя оценку изменения вязкости проб молока и подсчет соматических клеток, которые выступают достоверным диагностическим критерием мастита [4].

Наряду с этим необходимо осуществлять бактериологический анализ молока из пораженных долей вымени при клиническом мастите либо из каждой четверти при подозрении на субклиническую форму с последующим определением спектра антибактериальных препаратов для лечения данной патологии [6], однако стоит учитывать, что повсеместная и бесконтрольная антибиотикотерапия маститов КРС влечет за собой все большее распространение резистентных штаммов микроорганизмов и значительное ослабление эффективности данных средств [1, 5, 11, 12].

Рядом отечественных и зарубежных исследователей установлено, что маститы КРС сопровождаются увеличением уровня экспрессии определенных АМП. Спектр АМП зависит от вида патогена, типа и степени тяжести течения инфекционно-воспалительного процесса. Таким образом, АМП могут рассматриваться в качестве дополнительного диагностического биомаркера данной патологии наряду с уже известными показателями воспалительных реакций (С-реактивным белком, гаптоглобином, параоксоназой-1; последнему ферменту уже отводится статус кандидата на роль биомаркера субклинической формы мастита) [9, 22, 32].

Более того, в связи с наличием у АМП выраженных противомикробных свойств данные соединения являются перспективными с позиции использования их и в терапии маститов. Так, в некоторых работах отмечено, что *S. aureus* и *E. coli* как возбудители гнойного (септического) мастита стимулируют продукцию кателицидинов *Bac1*, *Bac5*, *Bac7*, *ВМАР-27*, *ВМАР-28* и индолицидина, что сопровождается их повышенным выведением с молоком, причем уровень концентрации данных АМП в молочном секрете коррелирует с характером воспалительного процесса. Указанное наблюдение объясняется интенсивной миграцией при мастите гранулоцитов и макрофагов как основных источников кателици-

динов в пораженные ткани паренхимы молочной железы. В железистом эпителии альвеол при этом также возрастает уровень выработки данных АМП, однако в меньшей степени. Дальнейшие исследования продемонстрировали, что ВМАР-27 и ВМАР-28 из сыворотки крови и молока животных с подтвержденной клинической либо субклинической формой мастита, вызванного *E. coli* и *S. aureus*, проявляли бактерицидное действие в отношении данных патогенов. Однако те же представители семейства кателицидинов, но полученные из молока здоровых коров, характеризовались отсутствием активности против данных агентов. Более того, у больных животных было зафиксировано участие ВМАР-27 и ВМАР-28 в индукции экспрессии генов, ответственных за синтез TNF- α – полифункционального провоспалительного цитокина, обеспечивающего в том числе мобилизацию лейкоцитов [21, 22, 31, 33].

Таким образом, установлено, что у клинически здоровых животных в паренхиме вымени продуцируются кателицидины в нерегистрируемых современными лабораторными методами концентрациях и в функционально инактивированном состоянии. При воспалительных изменениях в долях молочной железы наблюдается индуцибельная повышенная продукция большинства изученных представителей данной группы АМП. В связи с этим они могут выступать потенциальными биомаркерами маститов, обладающими высокой диагностической ценностью. Антибактериальный эффект АМП в отношении полевых штаммов наиболее распространенных возбудителей гнойного мастита (грамположительных кокков и бактерий группы кишечной палочки) представляет практический интерес. Данное обстоятельство стимулирует разработку новых противомаститных средств; активность АМП, в отличие от спектра противомикробного действия родственной им группы полипептидных антибиотиков (полимиксины В, М, Е) [1], распространяется не только на грамотрицательные, но и на грамположительные бактерии, вирусы и патогенные грибы [3, 7, 13, 14, 18, 20]. Спектр чувствительных к действию АМП инфекционных агентов в определенной степени сходен с таковым у дезинфицирующих и ан-

тисептических средств, что позволяет рекомендовать данные соединения не только как химиотерапевтические средства, но и в качестве функциональных добавок к существующим дезинфектантам, используемым, в частности, в виде санитарно-гигиенических погружных ванн для молочной железы КРС непосредственно перед и после доения в целях профилактики мастита [11, 12, 28].

Заключение. Всестороннее изучение эволюционного происхождения, геномов, биологического разнообразия, локализации, особенностей синтеза и механизмов действия АМП указывает на их принадлежность к системе врожденного иммунитета не только млекопитающих, но и беспозвоночных и растений. Описываемый класс соединений вносит существенный вклад в реализацию функций системы врожденной иммунной защиты. АМП выступают, с одной стороны, в качестве эффекторных компонентов, обладающих широким спектром противомикробного действия, с другой стороны, осуществляют иммунорегуляторную функцию. Способность оказывать выраженное цитотоксическое или цитостатическое действие в отношении патогенных бактерий, грибов, вирусов и паразитов в процессе развития воспалительных реакций в перспективе может быть использована для разработки новых противомикробных средств. Потребность в поиске новых средств борьбы с инфекционными агентами связана с высокоинтенсивным применением антибиотиков и химиотерапевтических средств в медицине, ветеринарии и животноводстве, угрожающим масштабированием феноменов поли- и мультирезистентности микроорганизмов к популярным препаратам. Требуется не только внедрение эффективных мер контроля за их применением, но и введение в гражданский оборот принципиально новых антибактериальных средств.

Повышению интереса к углублению научных исследований прикладного характера, связанных с АМП, на наш взгляд, способствуют также:

1) физиологичность состава данных соединений, что может предполагать отсутствие либо незначительное количество побочных эффектов при применении лекарственных средств на основе АМП в терапевтических и/

или профилактических дозировках (в форме так называемых кормовых антибиотиков);

2) возможность использования их в качестве вспомогательных лабораторных диагностических показателей, отражающих наличие инфекционно-воспалительного процесса в организме.

Список источников

1. Баклыкова О. В., Авраменко Г. В. Спектр активности, фармакодинамика, фармакокинетика и острая токсичность антибиотика-полипептида // Бутлеровские сообщения. 2014. Т. 38. № 4. С. 67–72.
2. Богомолова Е. Г., Берлов Н. М., Дубровский Я. А. и др. Выделение и характеристика антимикробных низкомолекулярных белков из лейкоцитов крови голубого песца *Alorex lagopus* // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 3. Биология. 2012. Вып. 1. С. 47–59.
3. Власенко В. С., Вишневский Е. А., Дудолова Т. С. Катионные белки лизосом и миелопероксидаза в нейтрофилах молодняка крупного рогатого скота разного возраста при лейкозной инфекции // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 5. С. 65–69.
4. ГОСТ 23453-2014 Молоко сырое. Методы определения соматических клеток.
5. Денисенко В. Н., Рогов Р. В., Круглова Ю. С. Применение мази «Лювена» в терапии субклинических маститов у коров // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2021. № 3. С. 14–19.
6. Инструкция № 13-5-2/1948 «Наставление по диагностике, терапии и профилактике мастита у коров».
7. Ковальчук Н. М. Функциональная активность нейтрофильных гранулоцитов у телят при острых кишечных инфекциях в условиях экологического неблагополучия // Известия Международной академии аграрного образования. 2018. № 42-2. С. 51–54.
8. Манько В. М., Девришов Д. А. Ветеринарная иммунология. Фундаментальные основы: учебник. М.: Агровет. 2011. 752 с.
9. Пименов Н. В., Пермьякова К. Ю., Марзанова С. Н. и др. Катионные белки нейтрофильных гранулоцитов в прогнозировании гнойно-септических послеродовых осложнений у коров // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2023. № 1 (219). С. 81–87.
10. Садовая Е. А., Литвинов О. Б., Брылина В. Е. Иммунная система слизистой оболочки и мукозальные вакцины у млекопитающих и птиц // Вакцины нового поколения для профилактики особо опасных болезней сельскохозяйственных животных: сборник трудов Международной научно-практической конференции. М.: Сельскохозяйственные технологии, 2023. С. 194–201.
11. Скопичев В. Г., Лаптев Г. Ю., Племяшов К. В. и др. Мастит: физиология, этиология, профилактика, диагностика, лечение. СПб.: Изд-во ФГБОУ ВО СПбГАВМ. 2017. 248 с.
12. Яхаев И. М., Федотов С. В., Белозерцева Н. С. Гинеколо-маммологическая диспансеризация лактирующих коров // Ветеринария. 2020. № 6. С. 33–38.
13. Arnold R. R., Brewer M., Gauthier J. J. Bactericidal activity of human lactoferrin: sensitivity of a variety of microorganisms // Infect Immun. 1980. Vol. 28. Pp. 893–898.
14. Brogden K. A. Antimicrobial peptides: pore formers or metabolic inhibitors in bacteria? // Nat Rev Micro. 2005. Vol. 3. Pp. 238–250. 10.1038/nrmicro1098.
15. Brogden K. A., Ackermann M., Huttner K. M. Small, anionic, and charge-neutralizing propeptide fragments of zymogens are antimicrobial // Antimicrob Agents Chem. 1997. Vol. 41. Pp. 1615–1616.
16. Brogden K. A., De Lucca A. J., Bland J. et al. Isolation of an ovine pulmonary surfactant-associated anionic peptide bactericidal for *Pasteurella haemolytica* // Proc Natl Acad Sci U S A. 1996. Jan. 9. Vol. 93 (1). Pp. 412–416. DOI: 10.1073/pnas.93.1.412. PMID: 8552650; PMCID: PMC40248.
17. Chang C. I., Pleguezuelos O., Zhang Y. A. et al. Identification of a novel cathelicidin gene in the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* // Infect Immun. 2005. Vol. 73. Pp. 5053–5064. 10.1128/IAI.73.8.5053-5064.2005.
18. Chrobak-Chmiel D., Golke A., Kwiecień E. et al. Is Vitamin D3 a Worthy Supplement

- Protecting against Secondary Infections in Dogs with Atopic Dermatitis? // *Pathogens*. 2023. Jan. 15. Vol. 12 (1). P. 145. DOI: 10.3390/pathogens12010145. PMID: 36678493; PMCID: PMC9860574.
19. Hao X., Yang H., Wei L. et al. Amphibian cathelicidin fills the evolutionary gap of cathelicidin in vertebrate. *Amino Acids*. 2012. Vol. 43. Pp. 677–685. 10.1007/s00726-011-1116-7.
20. Jenssen H., Robert E. W., Hancock R. E. Antimicrobial properties of lactoferrin // *Biochimie*. 2009. Vol. 91. Pp. 19–29. <https://doi.org/10.1016/j.biochi.2008.05.015>.
21. Lai Y., Gallo R. L. AMPed up immunity: how antimicrobial peptides have multiple roles in immune defense. *Trends Immunol.* 2009. Vol. 30. Pp. 131–141. 10.1016/j.it.2008.12.003.
22. Langer M. N., Blodkamp S., Bayerbach M. et al. Testing cathelicidin susceptibility of bacterial mastitis isolates: Technical challenges and data output for clinical isolates // *Vet Microbiol.* 2017. Oct. Vol. 210. Pp. 107–115. DOI: 10.1016/j.vetmic.2017.08.022. Epub 2017 Sep 8. PMID: 29103679.
23. Lee-Huang S., Huang P. L., Sun Y. et al. Lysozyme and RNases as anti-HIV components in beta-core preparations of human chorionic gonadotropin // *Proc Natl Acad Sci Unit States Am.* 1999. Vol. 96. Pp. 2678–81.
24. Leonard B. C., Chu H., Johns J. L. et al. Expression and activity of a novel cathelicidin from domestic cats // *PLoS One*. 2011. Vol. 6: e18756-10.1371/journal.pone.0018756.
25. Lynn D. J., Higgs R., Gaines S. et al. Bioinformatic discovery and initial characterisation of nine novel antimicrobial peptide genes in the chicken // *Immunogenetics*. 2004. Vol. 56. Pp. 170–177. 10.1007/s00251-004-0675-0.
26. Meade K. G., Cormican P., Narciandi F. et al. Bovine β -defensin gene family: opportunities to improve animal health? // *Physiol Genomics*. 2014. Jan 1. Vol. 46 (1). Pp. 17–28. DOI: 10.1152/physiolgenomics.00085.2013. Epub 2013 Nov 12. PMID: 24220329.
27. Myers A. N., Lawhon S. D., Diesel A. B. et al. 99Lives Cat Genome Consortium. An ancient haplotype containing antimicrobial peptide gene variants is associated with severe fungal skin disease in Persian cats // *PLoS Genet.* 2022. Feb. 14. Vol. 18 (2). P. e1010062. DOI: 10.1371/journal.pgen.1010062. PMID: 35157719; PMCID: PMC8880935.
28. Sharun K., Dhama K., Tiwari R. et al. Advances in therapeutic and management approaches of bovine mastitis: a comprehensive review // *Vet Q.* 2021. Dec. Vol. 41 (1). Pp. 107–136. DOI: 10.1080/01652176.2021.1882713. PMID: 33509059; PMCID: PMC7906113.
29. Silveira R. F., Roque-Borda C. A., Vicente E. F. Antimicrobial peptides as a feed additive alternative to animal production, food safety and public health implications: An overview // *Anim Nutr.* 2021. Sep. Vol. 7 (3). Pp. 896–904. DOI: 10.1016/j.aninu.2021.01.004. Epub 2021 May 31. PMID: 34632120; PMCID: PMC8484980.
30. Uzzell T., Stolzenberg E. D., Shinnar A. E. et al. Hagfish intestinal antimicrobial peptides are ancient cathelicidins // *Peptides*. 2003. Vol. 24. Pp. 1655–1667. 10.1016/j.peptides.2003.08.024.
31. Wuerth K., Hancock R. E. W. New insights into cathelicidin modulation of adaptive immunity // *Eur. J. Immunol.* 2011. Vol. 41. Pp. 2817–2819. 10.1002/eji.201142055.
32. Young-Speirs M., Drouin D., Cavalcante P. A. et al. Host defense cathelicidins in cattle: types, production, bioactive functions and potential therapeutic and diagnostic applications // *Int J Antimicrob Agents*. 2018. Jun. Vol. 51 (6), Pp. 813–821. DOI: 10.1016/j.ijantimicag.2018.02.006. Epub 2018 Feb 21. PMID: 29476808.
33. Zanetti M. The role of cathelicidins in the innate host defenses of mammals // *Curr Issues Mol Biol.* 2005. Vol. 7. Pp. 179–196.
34. Zhao H., Gan T. X., Liu X. D. et al. Identification and characterization of novel reptile cathelicidins from elapid snakes // *Peptides*. 2008. Vol. 29. Pp. 1685–1691. 10.1016/j.peptides.2008.06.008.

References

1. Baklykova O. V., Avramenko G. V. (2014) Spectrum of activity, pharmacodynamics, pharmacokinetics and acute toxicity of polypeptide antibiotic. *Butlerov's reports*, vol. 38, no. 4, pp. 67–72 (In Russ.).

2. Bogomolova E. G., Berlov N. M., Dubrovsky Ya. A. et al. (2012) Isolation and characterization of antimicrobial low-molecular proteins from leucocytes of blood of blue polar fox *Alopex lagopus*. *Herald of the Saint-Petersburg University. Series 3. Biology*, issue 1, pp. 47–59 (In Russ.).
3. Vlasenko V. S., Vishnevsky E. A., Dudoladova T. S. (2021) Cationic proteins of lysosomes and myeloperoxidase in neutrophils of young cattle of various ages with leucosis infection. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*, vol. 35, no. 5, pp. 65–69 (In Russ.).
4. State Standard 23453-2014 Raw milk. Methods of determination of somatic cells (In Russ.).
5. Denisenko V. N., Rogov R. V., Kruglova Yu. S. Application of the ointment «Luvena» in treatment of subclinical mastitis in cows. *Veterinary, animal science and biotechnology*, no. 3, pp. 14–19 (In Russ.).
6. Instruction No. 13-5-2/1948 «Guideline for diagnostics, therapy and prophylaxis of mastitis in cows» (In Russ.).
7. Kovalchuk N. M. (2018) Functional activity of neutrophilic leucocytes of calves with acute intestinal infections in environmental disadvantages conditions. *Tidings of the International Academy of Agricultural Education*, no. 42-2, pp. 51–54 (In Russ.).
8. Man'ko V. M., Devrishov D. A. (2011) Veterinary immunology. The fundamentals: textbook. M.: Agroviet. 752 p. (In Russ.).
9. Pimenov N. V., Permyakova K. Yu., Marzanova S. N. et al. (2023) Cationic proteins of neutrophilic granulocytes in prognosis of purulent and septic postpartum complications in cows. *Herald of the Altai State Agricultural University*, no. 1 (219), pp. 81–87 (In Russ.).
10. Sadovaya E. A., Litvinov O. B., Brylina V. E. (2023) Immune system of the mucous tunic and mucosal vaccines for mammals and birds // New-generation vaccines for prophylaxis of particularly dangerous diseases of farm animals: collection of materials of the International research and practice conference. M.: Agricultural technologies. Pp. 194–201 (In Russ.).
11. Skopichev V. G., Laptev G. Yu., Plemyashov K. V. et al. (2017) Mastitis: physiology, etiology, prophylaxis, diagnostics, treatment. SPb.: Publishing house of FSBEI HE SPbGAVM. 248 p. (In Russ.).
12. Yahaev I. M., Fedotov S. V., Belozertseva N. S. (2020) Gynecological and mammalogical examination of lactating cows. *Veterinary*, no. 6, pp. 33–38 (In Russ.).
13. Arnold R. R., Brewer M., Gauthier J. J. (1980) Bactericidal activity of human lactoferrin: sensitivity of a variety of microorganisms. *Infect Immun.*, vol. 28, pp. 893–898.
14. Brogden K. A. (2005) Antimicrobial peptides: pore formers or metabolic inhibitors in bacteria? *Nat Rev Micro*, vol. 3, pp. 238–250. 10.1038/nrmicro1098.
15. Brogden K. A., Ackermann M., Huttner K. M. (1997) Small, anionic, and charge-neutralizing propeptide fragments of zymogens are antimicrobial. *Antimicrob Agents Chem.*, vol. 41, pp. 1615–1617.
16. Brogden K. A., De Lucca A. J., Bland J. et al. (1996) Isolation of an ovine pulmonary surfactant-associated anionic peptide bactericidal for *Pasteurella haemolytica*. *Proc Natl Acad Sci USA*, Jan. 9, vol. 93 (1), pp. 412–416. DOI: 10.1073/pnas.93.1.412. PMID: 8552650; PMCID: PMC40248.
17. Chang C. I., Pleguezuelos O., Zhang Y. A. et al. (2005) Identification of a novel cathelicidin gene in the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Infect Immun.*, vol. 73, pp. 5053–5064. 10.1128/IAI.73.8.5053-5064.2005.
18. Chrobak-Chmiel D., Golke A., Kwiecień E. et al. (2023) Is Vitamin D3 a Worthy Supplement Protecting against Secondary Infections in Dogs with Atopic Dermatitis? *Pathogens*, Jan. 15, vol. 12 (1), p. 145. DOI: 10.3390/pathogens12010145. PMID: 36678493; PMCID: PMC9860574.
19. Hao X., Yang H., Wei L. et al. (2012) Amphibian cathelicidin fills the evolutionary gap of cathelicidin in vertebrate. *Amino Acids*, vol. 43, pp. 677–685. 10.1007/s00726-011-1116-7.
20. Jenssen H., Robert E. W., Hancock R. E. (2009) Antimicrobial properties of lactoferrin. *Biochimie*, vol. 91, pp. 19–29. <https://doi.org/10.1016/j.biochi.2008.05.015>.
21. Lai Y., Gallo R. L. (2009) AMPed up immunity: how antimicrobial peptides have

- multiple roles in immune defense. *Trends Immunol.*, vol. 30, pp. 131–141. 10.1016/j.it.2008.12.003.
22. Langer M. N., Blodkamp S., Bayerbach M. et al. Testing cathelicidin susceptibility of bacterial mastitis isolates: Technical challenges and data output for clinical isolates // *Vet Microbiol.* 2017. Oct., vol. 210, pp. 107–115. DOI: 10.1016/j.vetmic.2017.08.022. Epub 2017 Sep 8. PMID: 29103679.
23. Lee-Huang S., Huang P. L., Sun Y. et al. (1999) Lysozyme and RNases as anti-HIV components in beta-core preparations of human chorionic gonadotropin. *Proc Natl Acad Sci Unit States Am.*, vol. 96, pp. 2678–2681.
24. Leonard B. C., Chu H., Johns J. L. et al. (2011) Expression and activity of a novel cathelicidin from domestic cats. *PLoS One*, vol. 6, p. e18756-10.1371/journal.pone.0018756.
25. Lynn D. J., Higgs R., Gaines S. et al. (2004) Bioinformatic discovery and initial characterisation of nine novel antimicrobial peptide genes in the chicken. *Immunogenetics*, vol. 56, pp. 170–177. 10.1007/s00251-004-0675-0.
26. Meade K. G., Cormican P., Narcian-di F. et al. (2014) Bovine β -defensin gene family: opportunities to improve animal health? *Physiol Genomics*, Jan 1, vol. 46 (1), pp. 17–28. DOI: 10.1152/physiolgenomics.00085.2013. Epub 2013 Nov 12. PMID: 24220329.
27. Myers A. N., Lawhon S. D., Diesel A. B. et al. (2022) 99 Lives Cat Genome Consortium. An ancient haplotype containing antimicrobial peptide gene variants is associated with severe fungal skin disease in Persian cats. *PLoS Genet.*, Feb. 14, vol. 18 (2), p. e1010062. DOI: 10.1371/journal.pgen.1010062. PMID: 35157719; PMCID: PMC8880935.
28. Sharun K., Dhama K., Tiwari R. et al. (2021) Advances in therapeutic and management approaches of bovine mastitis: a comprehensive review. *Vet Q.*, Dec., vol. 41 (1), pp. 107–136. DOI: 10.1080/01652176.2021.1882713. PMID: 33509059; PMCID: PMC7906113.
29. Silveira R. F., Roque-Borda C. A., Vicente E. F. (2021) Antimicrobial peptides as a feed additive alternative to animal production, food safety and public health implications: An overview. *Anim Nutr.*, Sep., vol. 7 (3), pp. 896–904. DOI: 10.1016/j.aninu.2021.01.004. Epub 2021 May 31. PMID: 34632120; PMCID: PMC8484980.
30. Uzzell T., Stolzenberg E. D., Shinnar A. E. et al. (2003) Hagfish intestinal antimicrobial peptides are ancient cathelicidins. *Peptides*, vol. 24, pp. 1655–1667. 10.1016/j.peptides.2003.08.024.
31. Wuerth K., Hancock R. E. W. (2011) New insights into cathelicidin modulation of adaptive immunity. *Eur J Immunol.*, vol. 41, pp. 2817–2819. 10.1002/eji.201142055.
32. Young-Speirs M., Drouin D., Cavalcante P. A. et al. (2018) Host defense cathelicidins in cattle: types, production, bioactive functions and potential therapeutic and diagnostic applications. *Int J Antimicrob Agents*, Jun., vol. 51 (6), pp. 813–821. DOI: 10.1016/j.ijantimicag.2018.02.006. Epub 2018 Feb 21. PMID: 29476808.
33. Zanetti M. (2005) The role of cathelicidins in the innate host defenses of mammals. *Curr Issues Mol Biol.*, vol. 7, pp. 179–196.
34. Zhao H., Gan T. X., Liu X. D. et al. (2008) Identification and characterization of novel reptile cathelicidins from elapid snakes. *Peptides*, vol. 29, pp. 1685–1691. 10.1016/j.peptides.2008.06.008.

Информация об авторах:

К. Ю. ПЕРМЯКОВА – старший преподаватель, старший преподаватель кафедры иммунологии и биотехнологии;

В. Е. БРЫЛИНА – кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры иммунологии и биотехнологии;

Н. А. БУЗМАКОВА – ассистент кафедры иммунологии и биотехнологии;

Н. В. ПИМЕНОВ – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой иммунологии и биотехнологии;

А. С. АКАШКИН – студент 4-го курса факультета ветеринарной медицины, специальность 36.05.01 «Ветеринария»;

И. С. БАБАНИН – студент 4-го курса факультета ветеринарной медицины, специальность 36.05.01 «Ветеринария».

Information about the authors:

K. Yu. PERMYAKOVA – Senior Lecturer, Senior Lecturer of the Department of Immunology and Biotechnology;

V. E. BRYLINA – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Immunology and Biotechnology;

N. A. BUZMAKOVA – Assistant, Assistant of the Department of Immunology and Biotechnology;

N. V. PIMENOV – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Immunology and Biotechnology.

A. S. AKASHKIN – Student, 4th Year Student of the Faculty of Veterinary Medicine, specialty 36.05.01 «Veterinary Medicine»;

I. S. BABANIN – Student, 4th Year Student of the Faculty of Veterinary Medicine, specialty 36.05.01 «Veterinary Medicine»;

Вклад авторов:

ПЕРМЯКОВА К. Ю. – идея, сбор материала, обработка материала, написание статьи;

БРЫЛИНА В. Е. – сбор материала, обработка материала, написание статьи, итоговые выводы;

БУЗМАКОВА Н. А. – обработка материала, написание статьи;

ПИМЕНОВ Н. В. – научное руководство.

АКАШКИН А. С. – сбор материала, научное редактирование текста;

БАБАНИН И. С. – сбор материала, научное редактирование текста;

Contribution of the authors:

PERMYAKOVA K. Yu. – idea, searching of material, processing of material, composing of article;

BRYLINA V. E. – searching of material, processing of material, composing of article, final conclusions;

BUZMAKOVA N. A. – processing of material, composing of article;

PIMENOV N. V. – scientific guidance.

AKASHKIN A. S. – searching of material, scientific editing of text;

BABANIN I. S. – searching of material, scientific editing of text;

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 21.08.2025; одобрена после рецензирования 26.08.2025; принята к публикации 31.08.2025.

The article was submitted 21.08.2025; approved after reviewing 26.08.2025; accepted for publication 31.08.2025.

Оценка использования приемов подготовки концентрированных кормов в рационах дойных коров

Валерий Валерьевич Кононец¹, Баер Серекпаевич Нуржанов²,
Надежда Михайловна Ширнина³

^{1, 2, 3} Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий
Российской академии наук, Оренбург, Россия

¹ vale056@mail.ru;

² baer.nurzhanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3240-6112>;

³ shirnina.2021@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3908-3865>

Автор, ответственный за переписку:

Баер Серекпаевич Нуржанов, baer.nurzhanov@mail.ru

Аннотация

С целью оценки использования приемов подготовки концентрированных кормов в рационах дойных коров красной степной породы на базе сельхозпредприятия Покровского сельского-хозяйственного колледжа – филиала ФГБОУ ВО «Оренбургский ГАУ» Оренбургского района с декабря по апрель в первый период лактации был проведен научно-хозяйственный опыт. Для этого были сформированы 3 группы, в каждой по 10 коров 3–4 лактации с продуктивностью 3000 кг молока. Продолжительность эксперимента составляла 182 дня. Установлено, что использование в рационах дойных коров концентрированных концентратов, обладающих высокими питательными и вкусовыми характеристиками, способствовало лучшему потреблению скармливаемых кормов. Так, их поедаемость в опытных группах Б и С по сопоставлению с контрольной группой А увеличилась по сухому корму на 10,9 (2,7 %) и 11,8 кг (2,5 %). Животные группы А съедали 95,2 % от задаваемого сочных кормов, в то время как поедаемость этого вида корма в опытных группах Б и С была выше на 2,0 и 3,0 % относительно группы, получавшей дробленную зерно-смесь. Концентрированные корма независимо от приема подготовки поедались полностью. Более высокая эффективность использования потребленных кормов подтверждается увеличением коэффициентов переваримости питательных веществ рациона коров опытными группами Б и С над животными группы А: по сухому и органическому веществу – 3,55 и 4,10 %; 2,55 и 3,47 % ($p \leq 0,05$); сырому протеину – на 2,60 и 3,21 % ($p \leq 0,05$); жиру – 2,02 и 0,35 % ($p \leq 0,01$); БЭВ – 3,90 и 4,31 % ($p \leq 0,05$) соответственно. Результат оценки кавитационного воздействия на зерновое фуражное сырье, в отличие от традиционного дробления, свидетельствует о более эффективном его влиянии на поедаемость всех кормов рациона и переваримости их питательных веществ в организме животных.

Ключевые слова: кормление, кавитация, питательность, переваримость, дойные коровы, зерносмесь, пшеничные отруби

Финансирование: исследования выполнены в соответствии с планом НИР за 2024–2026 гг. ФГБНУ ФНЦ ВСТ РАН (№ FNWZ-2024-0002).

Для цитирования: Кононец В. В., Нуржанов Б. С., Ширнина Н. М. Оценка использования приемов подготовки концентрированных кормов в рационах дойных коров // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 10. Т. 1. С. 119–130. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510114>

Original article

Evaluation of the use of concentrated feed preparation techniques in dairy cow diets

Valery V. Kononets¹, Baer S. Nurzhanov², Nadezhda M. Shirnina³

^{1, 2, 3} Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies
of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

¹ vale056@mail.ru;

² baer.nurzhanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3240-6112>;

³ shirnina.2021@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3908-3865>

Corresponding author:

Baer S. Nurzhanov, baer.nurzhanov@mail.ru

Abstract

In order to evaluate the use of methods for preparing concentrated feed in the diets of dairy cows of the red steppe breed, a scientific and economic experiment was conducted from December to April in the first period of lactation at the agricultural enterprise of the Pokrovsky Agricultural College – branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Orenburg State Agricultural University” of the Orenburg District. For this purpose, 3 groups of 10 cows of 3–4 lactations with a productivity of 3000 kg of milk were formed. The duration of the experiment was 182 days. It was found that the use of cavitated concentrates in the diets of dairy cows, which have high nutritional and taste characteristics, contributed to better consumption of the fed feed. Thus, their palatability in experimental groups B and C in comparison with the control group A increased for roughage by 10.9 kg (2.7 %) and 11.8 kg (2.5 %). Animals of group A ate 95.2 % of the succulent feed from the given amount, while the palatability of this type of feed in experimental groups B and C was 2.0 and 3.0% higher compared to the group that received crushed grain mixture. Concentrated feeds, regardless of the preparation method, were completely eaten. Higher efficiency of the consumed feed use is confirmed by the increase in the digestibility coefficients of nutrients in the diet of cows in experimental groups B and C compared to animals of group A: for dry and organic matter – 3.55 and 4.1%; 2.55 and 3.47% ($P \leq 0.05$), crude protein – by 2.60 and 3.21 % ($P \leq 0.05$), fat – 2.02 and 0.35% ($P \leq 0.01$), NFE – 3.90 and 4.31% ($P \leq 0.05$), respectively. The result of the assessment of the cavitation effect on grain feed raw materials, in contrast to traditional crushing, indicates its more effective influence on the palatability of all feeds in the diet and the digestibility of their nutrients in the body of animals.

Keywords: feeding, cavitation, nutritional value, digestibility dairy cows, grain mixture, wheat bran

Financial Support: The studies were carried out in accordance to the plan of research works for 2024-2026 FSSI FRC BST RAS (No. FNWZ-2024-0002).

For citation: Kononets V. V., Nurzhanov B. S., Shirnina N. M. (2025) Evaluation of the use of methods for preparing concentrated feed in the diets of dairy cows. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. No. 10. Vol. 1. Pp. 119–130. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510114>

Введение. На сельскохозяйственных предприятиях страны при кормлении крупного рогатого скота неотъемлемой частью рационов являются концентрированные корма, которые в среднем занимают по питательности до 45 %. В них на зернофураж в основном используются: ячмень, пшеница, кукуруза, овес, просо, сорго. Это концентрированный высокоэнергетический корм и основной источник легкоперевариваемых и ферментируемых углеводов [5, 13].

Известно [6], что 2/3 от массы зерна приходится на крахмал. По содержанию клетчатки зернофураж отличается в зависимости от культуры. Так, в кукурузе – от 2,2 %, в овсе – до 10,0 %. Величина содержания клетчатки в зерне влияет на усвояемую энергию: чем больше клетчатки, тем меньше энергии усваивается.

Нехватка легкоусвояемых углеводов в рационе дойных коров при стойловом содержании в условиях Оренбуржья негативно сказывается на молочной продуктивности. В кормлении лактирующих коров концентрированные корма – главнейший фактор увеличения рентабельности производства молока. Как уже было отмечено, полноценное кормление, в особенности сбалансированность рационов по протеину и легкопереваримым углеводам, является основой продуктивности молочного животноводства [18, 20].

С целью повышения результативности использования концентрированных кормов в составе рационов проводится предварительная их обработка с применением различного рода технологических приемов – механического, термического, экструдирования, кавитационного воздействия и т.д. [7, 15, 16, 18].

Применяемые способы (плющение или дробление) подготовки концентрированных кормов в условиях сельхозпредприятий в основном сводятся к физическому изменению их вида, что повышает биодоступность питательных веществ, но не приводит к изменению их химического состава.

Преимущество использования комбинированного влияния на корм среды, давления, температуры, к которым можно отнести экструзию или кавитационное воздействие, состоит в том, что не только повышается биодоступность нутриентов, но и происходит структурное

изменение клетчатки и крахмала с частичным переходом в сахара, улучшаются вкусовые качества, стерилизация корма [1, 11].

Введение в рацион лактирующих коров зерновой кормовой добавки, подверженной кавитационному воздействию, способствовало повышению молочной продуктивности на 8,11 %, увеличению содержания жира с 2,96 до 3,20–3,29 %, лактозы – с 2,84 до 3,24 %, к снижению затрат корма на производство молочной продукции – на 8,1 % [17].

Наряду с этим исследования [3] показали, что поедаемость кормов рациона – один из основных факторов, влияющих на рост продуктивности в скотоводстве. Потребление приготовленных путем дробления концентрированных кормов подавляет слюноотделение и увеличивает кислотность рубцовой жидкости. Их поедаемость угнетается из-за торможения сокращений рубца при падении pH ниже 5,5. Для нормализации рубцового пищеварения у дойных коров с высоким содержанием концентрированных кормов в рационе некоторые исследователи предлагают дробное их скармливание. При этом происходит снижение концентрации ЛЖК в рубцовом содержимом, предотвращается чрезмерное закисление рубца, в меньшей мере угнетается слюноотделение. Кроме того, улучшается переваримость клетчатки, как следствие, увеличивается потребление грубых кормов.

Если время поедания концентратов ограничено (например, при скармливании в доильном зале корова может не успеть съесть предложенный ей корм), в данном случае потребление можно ускорить применением жидких мешанок.

В опытах, выполненных учеными [9, 14], установлено, что время при поедании концентратов в рассыпном виде, в брикетах и в виде жидкой мешанки (4 кг концентратов на 10 л воды) в среднем составляет соответственно 3,10; 2,23 и 0,60 мин. Таким образом, за период двукратного доения корова вряд ли может съесть более 9 кг в брикетированном виде, тогда как в составе мешанки это количество может быть удвоено.

Если посмотреть на факторы кормления, определяющие высокую продуктивность коров, Д. И. Попов [11] разделил их на 5 групп:

уровень потребления кормов; концентрация питательных веществ в сухом веществе рациона; переваримость питательных веществ; степень превращения переваренных питательных веществ в молочную продукцию; масса тела коровы и ее плода.

В практике хорошо известно, что использование концентрированных кормов в рационах жвачных животных должно регламентироваться в соответствии со структурой рациона разными периодами кормления и разными стадиями продуктивности. Для коров концентрированные корма – самые вкусные. Но их безмерное поедание ведет к нарушению обмена веществ.

Исследования российских ученых уязвляют объемы скармливания концентратов коровам с качеством объемистых кормов и самих концентрированных кормов (в частности, концентрацией в них энергии и протеина) [3]. Однако излишне высокая часть концентрата в рационе приведет к увеличению затрат на кормление. Следовательно, надлежит не только контролировать долю концентратов в рационе, но и стремиться через их подготовку содействовать появлению необходимых для оптимального питания характеристик, тем самым повышая продуктивное действие рациона без ущерба для здоровья животных [23].

Одним из важных составляющих понижения себестоимости животноводческой продукции может быть максимально полное использование отходов производств (отруби, полова, шелуха, жмых, шрот и проч.), их потребление при использовании технологии кавитационного воздействия повышается [4, 8, 12]. Корма после гидродинамической кавитации приобретают кашеобразную консистенцию, тонкодисперсную и однородную структуру [21, 22].

В конечном счете для увеличения продуктивности молочных коров необходимо повышение эффективности использования кормов (в частности, концентрированных) путем совершенствования действующей системы кормопроизводства через внедрение инновационных технологий.

Цель исследования. Дать оценочные характеристики использования приемов подготовки концентрированных кормов в рационах дойных коров.

Материалы и методы. Объектом исследования служили клинически здоровые коровы красной степной породы 3–4 лактации с продуктивностью 3000 кг молока.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями нормативных актов: Модельного закона Межпарламентской Ассамблеи государств – участников Содружества Независимых Государств «Об обращении с животными», ст. 20 постановления МА государств – участников СНГ № 29-17 от 31.10.2007, протоколов Женевской конвенции, принципов надлежащей лабораторной практики (Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53434-2009), Руководства по работе с лабораторными животными (http://fnchst.ru/?page_id=3553). При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов. Все процедуры над животными были выполнены в соответствии с правилами Комитета по этике животных ФНЦ ВБТ РАН.

Схема эксперимента. Эксперимент проводился на сельхозпредприятии Покровского сельскохозяйственного колледжа – филиале ФГБОУ ВО «Оренбургский ГАУ» Оренбургского района.

В соответствии с методикой проведения исследования на начало опыта животных подбирали с учетом их живой массы, продуктивности, возраста и лактации. По принципу пар-аналогов созданы три технологические группы (А, Б и С), по 10 гол. в каждой, где: А – контрольная, Б и С – опытные. При определении живой массы использовались механические весы Армалит 5063 РП-1Ш13С.

В начале исследования в течение 30 дней подготовительного периода животных всех групп приучали к режиму опыта. В соответствии с разработанной программой исследования в основной период, который продолжался 182 дня, коровы всех трех групп должны кормиться идентичным по питательности силосно-концентратным рационом. Группа А в составе рациона получала дробленую зерносмесь, группы Б и С – кавитированные зерносмесь и пшеничные отруби соответственно.

Нормы потребности в питательных веществах, на которые мы ориентировались, при оптимизации рационов были разработаны В. И. Калашниковым и др. [6].

Для определения степени восполнения сахаров при использовании кавитационно обработанных концентратов этот показатель в рационах всех групп не был оптимизирован.

Впервые в условиях Оренбургской области при кормлении дойных коров с целью повышения питательной ценности концентрированных кормов и продуктивного действия рациона в целом испытывалась альтернативная дроблению технология кавитационного воздействия. За 10–15 мин до готовности кормового продукта вносили недостающее количество биологически активных веществ. Оптимальное время переработки местного зернового сырья – 2–2,5 ч при температуре 60–65 °С.

Оборудование и технические средства. Исследования выполнены с использованием приборной базы ЦКП БСТ РАН (г. Оренбург) (<http://цкп-бст.рф>) по общепринятым методикам и ГОСТ. Процесс кавитации кормов осуществлялся на гидродинамической установке УЖК-1000 (ООО «Энергия Плюс», Новосибирская область, Россия), взвешивание – на механических весах Армалит 5063 РП-1Ш13С для взвешивания животных среднего класса точности, предназначенных для

взвешивания крупного рогатого скота, свиней, овец и других животных (ОАО «Армавирский завод тяжелого весостроения» (АЗТВ), Россия). Контроль над качеством молока исполнялся на автоматизированном измерительном комплексе «Лактан 1-4 М», исполнение 700 (производитель ООО ВПК «СибagroПРИБОР», Россия), баня водяная LOIPLB-160 (Эстония).

Статистическая обработка. Статистический анализ выполняли с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» (Microsoft, США) и обработкой данных в «Statistica 10.0» (Stat Soft Inc., США). Статистическая обработка включала в себя расчет среднего значения (M) и стандартные ошибки среднего (\pm SEM). Достоверность различий сравниваемых показателей определяли по t-критерию Стьюдента. Уровень значимой разницы был установлен на $p \leq 0,05$.

Результаты исследования. С целью сравнения влияния кавитационного воздействия на испытуемые концентраты до обработки и после нее были проведены анализы на химический состав и питательность. В связи с тем, что сравниваемые корма отличались в основном только содержанием воды, полученные показатели представлены в расчете и на сухое вещество исходных концентратов (табл. 1).

Таблица 1

Состав и питательность зернового сырья с различными способами подготовки

Показатель	Зерносмесь			Пшеничные отруби		
	Дробленая	Кавитированная	С пересчетом на СВ исходного корма	Традиционные	Кавитированные	С пересчетом на СВ исходного корма
Количество, кг	1	1	1	1	1	1
Сухое вещество, кг	0,893	0,312	0,893	0,900	0,297	0,900
Энергетические кормовые единицы (ЭКЕ)	1,10	0,39	1,11	0,89	0,31	0,89
Обменная энергия, МДж	11,00	3,90	11,10	8,90	3,10	8,90
Сырой протеин, г	130,00	49,30	141,00	134,10	47,84	137,50
Сырая клетчатка, г	40,20	9,60	25,90	74,70	21,00	60,22
Крахмал, г	350,00	117,10	337,00	142,00	26,90	136,50
Сумма сахаров, г	11,60	9,40	26,80	34,20	14,10	40,40
Сырой жир, г	27,70	10,90	31,24	36,90	11,96	34,15
Кальций, г	1,50	0,60	1,60	2,30	0,84	2,40
Фосфор, г	3,40	1,20	3,40	8,60	3,04	8,70

Одним из перспективных направлений повышения питательной ценности местного зернового крахмалсодержащего сырья в рационах лактирующих коров может стать их переработка с получением диспергированных кормов.

Анализ данных (см. табл. 1) свидетельствует о некотором изменении содержания нутриентов при кавитации с пересчетом на сухое вещество нативного корма. При этом почти нет разницы по общей питательности и содержанию макроэлементов.

В деталях увеличение сырого протеина в зерносмеси составило 11,00 г (7,80 %), в отрубях – 3,40 г (2,50 %). Сырой жир повысился в зерносмеси на 3,54 г (11,30 %), в пшеничных отрубях имелось понижение – 2,75 г (7,45 %). Сырая клетчатка и крахмал снизились при кавитировании зерносмеси на

14,30 г (35,57 %) и 13,00 г (3,70 %); в пшеничных отрубях – 14,48 (19,40 %) и 5,50 г (3,90 %).

Содержание суммы сахаров в испытуемых кормах повышалось при альтернативной подготовке по сравнению с традиционной. Так, количество сахаров в зерносмеси возросло почти в 2 раза (15,20 г), в отрубях – 6,20 г (18,13 %). Этот факт можно объяснить количеством крахмала в зерносмеси (350,00 г) и отрубях (142,00 г), который является легкогидролизуемым углеводом с большим переходом в сахара, нежели клетчатка, при более высоком ее содержании в отрубях. Рационы для дойных коров, задействованных в эксперименте, были составлены из кормов собственного производства с расчетом на среднесуточный удой 10 и 14 кг молока.

Заслуживает отдельного внимания и структура рационов (рис.).



Рис. Структура рационов коров подопытных групп (А, Б, С), в % от питательности

Рисунок наглядно передает идентичность структуры рационов, что позволяет достоверно оценить влияние кавитированных концентратов на молочную продуктивность коров.

В структуре рациона присутствуют сочные корма 31,9 %; грубые – 29,9 и концентри-

рованные – 38,2 % по питательности рациона. Основным концентрированным кормом в хозяйстве является смесь дерти пшеницы и ячменя.

Основные показатели питательности рационов групп А, Б и С отображены в табл. 2.

Таблица 2

Основные показатели питательности рационов коров в период опыта

Показатель	Норма	Контрольная группа, А	Отклонение, %	Опытная группа, Б	Отклонение, %	Опытная группа В	Отклонение, %
ОЗ, МДж/ в 1 кг СВ	8,70–9,20	9,36	–	9,90	–	9,86	–
Сухое вещество, кг	13,20–14,90	12,10	–13,87	12,30	–12,45	13,10	–9,76
Сырой протеин, г	1445,00–1780,00	1652,60	+2,42	1725,50	+6,55	1850,00	+12,83
Сырая клетчатка, % от СВ	17,00–18,00	20,90	+3,40	20,50	+3,00	21,20	+3,70
Крахмал, г	1200,00–1665,00	1553,30	+7,77	1510,50	+5,16	565,40	–60,53

Показатель	Норма	Контроль-ая группа. А	Отклоне- ние, %	Опытная группа, Б	Отклоне- ние, %	Опытная группа В	Отклоне- ние, %
Сахар, г	760,00–1000,00	256,70	–70,82	322,70	–63,32	415,90	–52,73
Сырой жир, г	290,00–385,00	377,50	+10,59	398,30	+15,26	446,10	+24,34
Кальций, г	65,00–81,00	86,20	+13,20	86,70	+13,70	92,60	+19,60
Фосфор, г	45,00–57,00	57,30	+6,30	57,20	+6,20	68,90	+17,90

Из данных табл. 2 следует, что концентрация обменной энергии в сухом веществе рациона животных контрольной и двух опытных групп составляла 9,36 и 9,86–9,90 Мдж/кг, что соответствовало рекомендованным нормам кормления дойных коров с удоем 3000 кг и живой массой 500 кг. В этой связи кормление подопытных коров можно считать высокоэнергетическим.

Сопоставление данных по сухому веществу свидетельствует, что коровы группы А и опытной группы Б потребили практически одинаковое количество сухого вещества, с минусовым отклонением на 13,87 и 12,45 % от средней нормы, в то время как опытная группа С по данному показателю имела менее значительное отклонение от нормы – 9,76 %.

При этом содержание сырой клетчатки в процентах от сухого вещества и сырому протеину в расчете на 1 гол./сут в рационе всех подопытных групп соответствовало среднему нормативному значению. Однако следует отметить, что в опытных группах Б и С за счет кавитационной подготовки зерносмеси и пшеничных отрубей содержание сырого протеина в рационе по сравнению с группой А повысилось на 4,22 и 12,13 % соответственно. Содержание сырого жира в рационе подопытных групп коров отвечало рекомендуемым нормам с более высокими значениями на 5,22 и 15,37 % в опытных группах Б и С по сравнению с группой А. В рассматриваемых рационах количество сахара на 1 гол./сут в группе А за период опыта было ниже нормы на 70,82 %, тогда как в опытных группах Б и С этот показатель за счет кавитационного воздействия составил 63,32 и 52,73 %, что меньше контроля на 10,59 и 25,54 % соответственно.

Таким образом, полученные результаты опыта свидетельствуют о том, что недостаток данного питательного вещества в опытных группах Б и С путем использования кавити-

рованных концентратов в рационе удалось восполнить от нормы лишь частично.

Содержание крахмала в группе А и опытной Б было в пределах нормы, однако недостаток от нормы этого показателя в опытной группе С составил 60,50 % (повлияла замена зерносмеси пшеничными отрубями).

Что касается кальция и фосфора, то они соответствовали нормативным показателям, при этом следует отметить превышение почти на 55,00 % фосфора в группе С, что вызвано более высоким содержанием фосфора в отрубях.

Положительной оценки заслуживает и то, что скармливание в составе рациона дойным коровам кавитированных концентратов с более предпочтительными питательными и вкусовыми характеристиками способствовало более высокому потреблению кормов рациона в целом. Поедаемость кормов опытных групп Б и С по сопоставлению с группой А увеличилась по грубым кормам на 10,90 (2,70 %) и 11,80 кг (2,50 %). Сочный корм животные группы А съедали на 95,20 %, в то время как поедаемость в двух опытных группах Б и С была выше на 2,00 и 3,00 %. Концентрированные корма, несмотря на приемы подготовки, поедались без остатка.

Увеличение потребления кормов рациона коровами позитивно сказалось на поступлении и переваримости питательных веществ в их организме. Сравнительный анализ данных межгрупповых различий по величине коэффициентов переваримости, приведенных в табл. 3, находит этому подтверждение.

Увеличение коэффициентов переваримости рациона коров опытных групп Б и С над животными варианта А составило по сухому и органическому веществу 3,55; 4,10 и 2,55 %; 3,47 % ($p \leq 0,05$) соответственно, сырому протеину – на 2,60 и 3,21 % ($p \leq 0,05$), жиру – 2,02 и 2,82 % ($p \leq 0,01$), клетчатке – 1,41 и 1,67 %, БЭВ – 3,84 и 5,35 % ($p \leq 0,05$).

Таблица 3

Переваримость питательных веществ кормов рациона, %

Показатель	Группа		
	А	Б	С
Сухое вещество	69,40±1,05	72,95±2,32	73,50±0,91
Органическое вещество	71,63±0,59	74,15±2,29	75,10±1,49*
Сырой протеин	70,44±1,01	73,04±1,60	73,65±1,32*
Сырой жир	63,48±0,50	65,50±0,31**	66,30±2,54
Сырая клетчатка	65,18±1,72	66,59±3,79	66,85±1,57
БЭВ	73,59±0,98	77,43±2,06	78,94±1,67*

Примечание: * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$ по сравнению с контрольным вариантом А.

При этом необходимо отметить, что для жвачных животных ферментация растворимых сахаров, входящих в состав БЭВ, рассматривается как процесс снабжения необходимой энергией микроорганизмов, расщепляющих клетчатку.

Исходный продукт сбраживания углеводов – летучие жирные кислоты, которые впитываясь в кровь, служат существенным источником энергии для жвачных животных и предшественниками составных частей молока.

Обсуждение. Низкое качество объемистых кормов рациона дойных коров с недостаточным количеством в сухом веществе лимитирующих питательных веществ в зимне-стойловый период вынуждает животноводческие хозяйства использовать дорогостоящие концентрированные корма.

Анализ ранее проведенных исследований по подготовке концентрированных кормов для крупного рогатого скота показал перспективность технологии кавитационного воздействия. В результате такой обработки есть возможность не только улучшить биодоступность питательных веществ рациона в целом, но и восполнить дефицит сахаров без ущерба здоровью животного [1, 23].

В целях расширения кормовой базы в условиях острого дефицита зерновой части рациона крупного рогатого скота были испытаны также пшеничные отруби.

Представленный нами материал исследований показал практическую и физиологическую целесообразности использования технологии кавитирования концентратной части рациона лактирующих коров.

Выявлено, что питательные и вкусовые характеристики кавитированных концентратов положительно сказались на поедаемости основных кормов испытываемых рационов. Так, их расход в опытных группах Б и С по сопоставлению с группой А увеличился по грубым кормам на 10,90 кг (2,70 %) и 11,80 кг (2,50 %). Животные группы А съедали сочные корма 95,20 % от задаваемого, в то время как поедаемость этого вида корма в опытных группах Б и С была выше на 2,00 и 3,00 % относительно группы, получавшей дробленную зерносмесь.

Увеличение потребления кормов коровами позитивно сказалось на поступлении и переваримости питательных веществ в организме. Одним из положительных моментов кавитационной обработки концентратной части является повышение содержания сахаров в рационе. Так, по сравнению с группой А в группах Б и С этот показатель увеличился на 7,50 и 18,90 %. Как известно, одним из исходных компонентов, входящих в состав БЭВ, являются сахара, которые способствуют сбраживанию до летучих жирных кислот, служащих предшественниками составных частей молока.

Заключение. В результате исследований установлено, что обработка зерносмеси и пшеничных отрубей кавитационным воздействием положительно влияет на питательность и биодоступность питательных веществ. Данный способ улучшает вкусовые характеристики корма, способствует поедаемости рациона, что, несомненно, положительно скажется на продуктивности дойных коров.

Список источников

- Байков А. С. О целесообразности использования кавитированного фуражного зерна и отходов мукомольного производства в рационах молодняка крупного рогатого скота // Животноводство и кормопроизводство. 2020. Т. 103. № 1. С. 158–167. DOI: 10.33284/2658-3135-103-1-158.
2. Борзенкова И. С. Использование кавитационной технологии в процессе заготовки кормов // Современные исследования: актуальные вопросы теории и практики. сборник статей II Международной научно-практической конференции. Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2023. С. 76–78.
3. Буцких О. А., Горшков В. В. Влияние обработки концентрированных кормов УПК-50 на молочную продуктивность коров // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 7 (177). С. 74–79.
4. Гридюшко И. Ф., Истранин Ю. В. Продукты переработки рапса – важный источник протеина в рационах молодняка крупного рогатого скота // Приоритетные и инновационные технологии в животноводстве – основа модернизации агропромышленного комплекса России: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции. Ставрополь: АГРУС, 2018. С. 159–166.
5. Гусаров И. В., Обряева О. Д. Интегративность факторов системы нормированного кормления высокопродуктивных коров // Молочное и мясное скотоводство. 2022. № 5. С. 47–52. DOI: 10.33943/MMS.2022.81.71.008
6. Калашников А. П. и др. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 2003. 456 с.
7. Китун А. В., Романович А. А. Энергоэффективные технологии и средства механизации подготовки зернофуража к скармливанию: научное издание. Минск: БГАТУ, 2020. 156 с.
8. Мотовилов К. Я., Волончук С. К., Науменко И. В. и др. Технология производства сухого белково-углеводного композита кормового назначения с использованием вторичного сырья // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 4. С. 72–75. DOI: 10.24411/10235-2451-2020-10415.
9. Петрова К. А., Швецова М. Р., Швецов Н. Н. Способы подготовки к скармливанию концентрированных кормов // Горинские чтения. Наука молодых – инновационному развитию АПК. Материалы Международной студенческой научной конференции. Майский: Белгородский ГАУ им. В. Я. Горина, 2019. С. 42–43.
10. Попов А. Н. Способы повышения углеводной полноценности концентрированных кормов // Приоритетные направления регионального развития: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием. Курган: Изд-во КГСХА, 2020. С. 761–764.
11. Попов Д. И. Новые технологии кормления крупного рогатого скота // Успехи молодежной науки в агропромышленном комплексе: сборник трудов LIX Студенческой научно-практической конференции. Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2022. С. 159–164.
12. Санова З. С. Эффективность использования отходов переработки пшеницы в кормлении мясных бычков // Эффективное животноводство. 2020. № 5 (162). С. 69–71. DOI: 10.24411/9999-007A-2000-00017.
13. Серкова А. Н., Смирнова Л. В. Использование энергетической кормовой добавки в рационах высокопродуктивных коров айшпирской породы // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2022. № 9 (206). С. 52–67. DOI: 10.33920/sel-05-2209-06.
14. Хандриков В. А. Влияние способа подготовки зерна к скармливанию на молочную продуктивность коров // Пермский период. Сборник материалов научно-практической конференции в рамках VII Международного научно-спортивного фестиваля курсантов и студентов / сост. В. А. Овченков: в 2 т. Т. 1. Пермь: ФКОУ ВО Пермский институт ФСИН России, 2020. С. 267–270.

15. Черемухина Н. В. Инновационные технологии в кормопроизводстве для молочного животноводства // Молодой ученый. 2020. № 24 (314). С. 79–81.
16. Чеченихина О. С. Показатели молочной продуктивности коров-дочерей в зависимости от наивысшего удоя их матерей // Животноводство и кормопроизводство. 2020. № 3 (103). С. 165–176.
17. Чюгаева В. Н., Шишкин А. В., Шкилёв Н. П. Организация полноценного кормления крупного рогатого скота в условиях племязавода «Пушкинское» // Зоотехния. 2010. № 7. С. 24–26.
18. Ширнина Н. М., Нуржанов Б. С., Рахимжанова И. А. и др. Экономическое обоснование использования кавитированных концентратов в рационе молочных коров // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106. № 1. С. 110–121.
19. Ширнина Н. М., Рахимжанова И. А., Кононец В. В. Использование энергии лактирующими коровами красной степной породы при скормливании рационов с концентратами различной подготовки // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 1 (93). С. 248–254. DOI: 10.37670/2073-0853-2022-93-1-248-254.
20. Bhargava N., Mor R. S., Kumar K. et al. Advances in application of ultrasound in food processing: A review // Ultrason Sonochem. 2021. Vol. 70. 105293. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2020.105293.
21. Jiménez-Pulido I. J., Rico D., De Luis D. et al. Combined Strategy Using High Hydrostatic Pressure, Temperature and Enzymatic Hydrolysis for Development of Fibre-Rich Ingredients from Oat and Wheat By-Products // Foods. 2024. Vol. 24. No. 13 (3). P. 378. DOI: 10.3390/foods13030378. PMID: 38338514.
22. Jiménez-Pulido I. J., Rico D., Martínez-Villaluenga C. et al. Sprouting and Hydrolysis as Biotechnological Tools for Development of Nutraceutical Ingredients from Oat Grain and Hull // Foods. 2022. Vol. 8. No. 11 (18). P. 2769. DOI: 10.3390/foods11182769. PMID: 36140899.
23. Tomé-Sánchez I., Martín-Diana A. B., Peñas E. et al. Bioprocessed Wheat Ingredients: Characterization, Bioaccessi-

bility of Phenolic Compounds, and Bioactivity During in vitro Digestion // Front Plant Sci. 2021.12.790898. DOI: 10.3389/fpls.2021.790898.

References

1. Baykov A. S. (2020) On the feasibility of using cavitated feed grain and milling waste in the diets of young cattle. *Animal husbandry and forage production*, vol. 103, no. 1, pp. 158–167. DOI: 10.33284/2658-3135-103-1-158 (In Russ.).
2. Borzenkova I. S. (2023) Use of cavitation technology in the process of feed preparation // Modern research: current issues of theory and practice. collection of articles of the II International scientific and practical conference. Penza: MCNS “Science and Education”. Pp. 76–78 (In Russ.).
3. Butskikh O. A., Gorshkov V. V. (2019) Influence of processing concentrated feed UPK-50 on milk productivity of cows. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*, no. 7 (177), pp. 74–79 (In Russ.).
4. Gridyushko I. F., Istranin Yu. V. (2018) Rapeseed processing products are an important source of protein in the diets of young cattle // Priority and innovative technologies in animal husbandry – the basis for modernization of the agro-industrial complex of Russia: Coll. sci. art. based on the materials of the Intern. scientific and practical. conf. Stavropol: AGRUS. Pp. 159–166 (In Russ.).
5. Gusarov I. V., Obryaeva O. D. (2022) Integrity of factors of the standardized feeding system for highly productive cows. *Dairy and meat cattle breeding*, no. 5, pp. 47–52. DOI: 10.33943/MMS.2022.81.71.008 (In Russ.).
6. Kalashnikov A. P. et al. (2003) Norms and Rations for Feeding Farm Animals: Reference Manual. 3rd ed., revised and enlarged. Moscow: Agropromizdat. 456 p. (In Russ.).
7. Kitun A. V., Romanovich A. A. (2020) Energy-efficient Technologies and Means of Mechanization of Preparation of Grain Forage for Feeding: scientific Publication. Minsk: BGATU. 156 p. (In Russ.).
8. Motovilov K. Ya., Volonchuk S. K., Naumenko I. V. et al. (2020) Technology for

- the production of dry protein-carbohydrate composite for feed purposes using secondary raw materials. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*, vol. 34, no. 4, pp. 72–75. DOI: 10.244110235-2451-2020-10415 (In Russ.).
9. Petrova K. A., Shvetsova M. R., Shvetsov N. N. (2019) Methods of Preparation of Concentrated Feeds for Feeding // Gorin Readings. Science of the Young – for Innovative Development of the AIC. Proceedings of the International Student Scientific Conference. May: Belgorod State Agrarian University named after V. Ya. Gorina Pp. 42–43 (In Russ.).
10. Popov A. N. (2020) Methods for increasing the carbohydrate value of concentrated feeds // Priority areas of regional development: materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference with international participation. Kurgan: Publishing house of the Kurgan State Agricultural Academy. Pp. 761–764 (In Russ.).
11. Popov D. I. (2022) New technologies for feeding cattle // Achievements of youth science in the agro-industrial complex. Collection of papers of the LIX Student scientific and practical conference. Tyumen: State Agrarian University of the Northern Trans-Urals. Pp. 159–164 (In Russ.).
12. Sanova Z. S. (2020) Efficiency of using wheat processing waste in feeding beef bulls. *Effective animal husbandry*, no. 5 (162), pp. 69–71. DOI: 10.24411 9999-007A-2000-00017 (In Russ.).
13. Serkova A. N., Smirnova L. V. (2022) Use of an energy feed additive in the diets of highly productive Ayrshire cows. *Feeding of farm animals and forage production*, no. 9 (206), pp. 52–67. DOI: 10.33920/sel-05-2209-06 (In Russ.).
14. Khandrikov V. A. (2020) Influence of the method of preparing grain for feeding on the milk productivity of cows // Perm period. Collection of materials of the scientific and practical conference within the framework of the VII International scientific and sports festival of cadets and students / compiled by V. A. Ovchenkov; in 2 vol. Vol. 1. Perm: FKOU VO Perm Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia. Pp. 267–270 (In Russ.).
15. Cheremukhina N. V. (2020) Innovative technologies in forage production for dairy farming. *Young scientist*, no. 24 (314), pp. 79–81 (In Russ.).
16. Chechenikhina O. S. (2020) Milk productivity indicators of daughter cows depending on the highest milk yield of their mothers. *Animal husbandry and forage production*, vol. 3 (103), pp. 165–176 (In Russ.).
17. Chyugaeva V. N., Shishkin A. V., Shkilev N. P. (2010) Organization of complete feeding of cattle in the conditions of the Pushkinskoye breeding farm. *Zootechnics*, no. 7, pp. 24–26 (In Russ.).
18. Shirnina N. M., Rakhimzhanova I. A., Kononets V. V. (2022) Energy use by lactating cows of the red steppe breed when feeding rations with concentrates of various preparations. *Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*, no. 1 (93), pp. 248–254. DOI: 10.37670/2073-0853-2022-93-1-248-254 (In Russ.).
19. Shirnina N. M., Nurzhanov B. S., Rakhimzhanova I. A. et al. (2023) Economic justification for the use of cavitated concentrates in the diet of dairy cows. *Animal husbandry and forage production*, vol. 106, no. 1, pp. 110–121 (In Russ.).
20. Bhargava N., Mor R. S., Kumar K. et al. (2021) Advances in application of ultrasound in food processing: A review. *Ultrason Sonochem*, vol. 70, p. 105293. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2020.105293.
21. Jiménez-Pulido I. J., Rico D., De Luis D. et al. (2024) Combined Strategy Using High Hydrostatic Pressure, Temperature and Enzymatic Hydrolysis for Development of Fibre-Rich Ingredients from Oat and Wheat By-Products. *Foods*, vol. 13 (3), p. 378. DOI: 10.3390/foods13030378. PMID: 38338514.
22. Jiménez-Pulido I. J., Rico D., Martínez-Villaluenga C. et al. (2022) Sprouting and Hydrolysis as Biotechnological Tools for Development of Nutraceutical Ingredients from Oat Grain and Hull. *Foods*, vol. 11 (18), p. 2769. DOI: 10.3390/foods11182769. PMID: 36140899.
23. Tomé-Sánchez I., Martín-Diana A. B., Peñas E. et al. (2021) Bioprocessed Wheat Ingredients: Characterization, Bioacces-

sibility of Phenolic Compounds, and Bio-
activity During in vitro Digestion. *Front*

Plant Sci., vol. 12, p. 790898. DOI: 10.3389/
fpls.2021.790898.

Информация об авторах:

В. В. КОНОНЕЦ – соискатель отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С. Г. Леушина;

Б. С. НУРЖАНОВ – доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С. Г. Леушина;

Н. М. ШИРНИНА – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С. Г. Леушина.

Information about the authors:

V. V. KONONETS – applicant of the Department of Feeding of Farm Animals and Feed Technology named after S. G. Leushin;

B. S. NURZHANOV – Doctor of Agricultural Sciences, leading researcher of the Department of Feeding of Farm Animals and Feed Technology named after S. G. Leushin;

N. M. SHIRNINA – Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the Department of Feeding of Farm Animals and Feed Technology named after S. G. Leushin.

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors:

The authors contributed equilly to this artikle.

The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 22.08.2025; одобрена после рецензирования 27.08.2025; принята к публикации 01.09.2025.

The article was submitted 22.08.2025; approved after reviewing 27.08.2025; accepted for publication 01.09.2025.

Эффективность применения аэрации для накопления биомассы штамма *Erysipelothrix rhusiopathiae*

Владимир Григорьевич Харченко¹,

Андрей Владимирович Капустин², Андрей Дмитриевич Роечко³,

Инна Викторовна Климанович⁴

^{1,3} ООО «Ветбиохим», Москва, Россия

^{2,3} Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия

^{1,2} Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко
Российской академии наук, Москва, Россия

⁴ Ставропольский государственный медицинский университет Минздрава России, Ставрополь, Россия

Автор, ответственный за переписку:

Андрей Дмитриевич Роечко, rond900@gmail.com

Аннотация

Рожа – это инфекционное заболевание, вызванное бактериями рода *Erysipelothrix*, представляющими собой тонкие грамположительные палочки. К инфекции восприимчивы различные виды животных – млекопитающие, птицы, рыбы и насекомые. Заражение может происходить при прямом контакте с животными или инфицированными продуктами животного происхождения. Таким образом, рожа может представлять опасность, в том числе и для человека.

Данная инфекция особенно распространена на свиноводческих предприятиях. Для борьбы с ней применяется вакцинация живыми и инактивированными вакцинами, поскольку длительная антибиотикотерапия несет в себе риски возникновения резистентных штаммов. Помимо этого, рожистая палочка может длительное время находиться вне организма хозяина, что может приводить к новым эпизоотическим вспышкам на предприятии.

Для производства таких вакцин применяют методы глубинного культивирования микроорганизмов в биореакторах, однако накопление бактериальной биомассы рожистой палочки остается достаточно невысоким по сравнению со многими другими производственными штаммами микроорганизмов. В связи с этим биопредприятия находятся в постоянном поиске новых и усовершенствования существующих технологий культивирования штаммов *Erysipelothrix rhusiopathiae*.

Ключевые слова: вакцина, профилактика, рожа свиней, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, глубинное культивирование, биотехнология

Для цитирования: Харченко В. Г., Капустин А. В., Роечко А. Д., Климанович И. В. Эффективность применения аэрации для накопления биомассы штамма *Erysipelothrix rhusiopathiae* // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 10. Т. 1. С. 131–137. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510115>

Efficiency of aeration for biomass accumulation of the *Erysipelothrix rhusiopathiae* strain

Vladimir G. Kharchenko¹, Andrey V. Kapustin²,
Andrey D. Roenko³, Inna V. Klimanovich⁴

^{1,3} LLC "Vetbiohim", Moscow, Russia

^{2,3} Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –
MVA named after K. I. Skryabin, Moscow, Russia

^{1,2} Federal Scientific Center – All-Russian Research Institute of Experimental
Veterinary Medicine named after K. I. Skryabin and Ya. R. Kovalenko
of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

⁴ Stavropol State Medical University of the Ministry of Health
of the Russian Federation, Stavropol, Russia

Corresponding author:

Andrey D. Roenko, rond900@gmail.com

Abstract

Erysipelas is an infectious disease caused by bacteria of the genus *Erysipelothrix*, which are thin gram-positive bacillus. Various species of animals are susceptible to the infection - mammals, birds, fish and insects. Infection can occur through direct contact with animals or infected products of animal origin. Thus, erysipelas can be dangerous, including for humans.

This infection is especially common in pig farms in the form of the pathogen *Erysipelothrix rhusiopathiae*. To combat it, vaccination with live and inactivated vaccines is used, since long-term antibiotic therapy carries the risk of developing resistant strains, and, in addition, the erysipelas bacillus can survive outside the host's body for a long time, which can lead to new epizootic outbreaks at the enterprise.

For the production of such vaccines, methods of deep cultivation of microorganisms in bioreactors are used, however, the accumulation of bacterial biomass of erysipelas bacillus remains quite low, compared to many other industrial strains of microorganisms. In this regard, biomanufacturing is constantly searching for new and improving existing technologies for cultivating strains of *Erysipelothrix rhusiopathiae*.

Keywords: vaccine, prevention, swine erysipelas, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, deep cultivation, biotechnology

For citation: Kharchenko V. G., Kapustin A. V., Roenko A. D., Klimanovich I. V. (2025) Efficiency of aeration for biomass accumulation of the *Erysipelothrix rhusiopathiae* strain. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. No. 10. Vol. 1. Pp. 131–137. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510115>

Введение. Рожа – зоонозное инфекционное заболевание, поражающее различные виды животных, в том числе птиц, рыб, млекопитающих, включая человека. Инфекция вызвана возбудителем *Erysipelothrix rhusiopathiae* – грамположительной нитевидной

палочкой размерами 0,8–2,5×0,2–0,4 мкм. На агарах через 28–48 ч образуют мелкие, трудноразличимые колонии. Заражение чаще всего происходит при контактах с инфицированными животными и полученными от них продуктами [1, 7].

Бактерии вида *Erysipelothrix rhusiopathiae* разделяют на 16 серотипов: 1, 2, 4–6, 8, 9, 11, 12, 15–19, 21, 23 и N [12, 14, 16]. Наиболее распространенными в мире являются серотипы 1 и 2, которые, в свою очередь, подразделяют на 1a, 1b и 2a, 2b [9]. Антигенные свойства *E. rhusiopathiae* обеспечиваются рядом поверхностных белков, среди которых наиболее изученным является поверхностный защитный антиген SpaA [8, 18]. Именно этот антиген индуцирует иммунный ответ в организме животного. Карбоксильная область белка Spa имеет структурную гомологию с CbpS *Streptococcus pneumoniae*, которая содержит глицин-триптофановые повторы [11, 13]. Spa также прикрепляется к фосфорилхолину на эндотелиальных клетках через эту область [17]. Аминоацил-конец белка Spa имеет вариабельную область, необходимую для индукции защитного иммунитета. При этом образующийся защитный иммунитет может обеспечивать перекрестную защиту сразу от нескольких серотипов возбудителя, не ограничиваясь одним [2, 10, 15].

Рожа является актуальной проблемой для свиноводческих предприятий и наносит существенный экономический ущерб ввиду высокой заболеваемости, гибели, невозможности реализации мясной продукции, полученной от зараженных животных, а также представляет опасность для людей, работающих на неблагополучных по роже свинофермах.

Лечение рожи у свиней является экономически невыгодным процессом, поскольку предполагает длительную антибиотикотерапию. Такой подход повышает риски возникновения антибиотикорезистентных штаммов. Кроме того, рожистая палочка может длительное время существовать вне организма хозяина или персистировать в организме без проявления клинических признаков заболевания, что также повышает риски реинфекции стада, даже если все животные клинически здоровы [4, 5].

Наиболее эффективным методом борьбы с данной инфекцией является системная вакцинация поголовья.

На сегодняшний день в Российской Федерации зарегистрировано 18 вакцин против рожи свиней, из которых большинство являются инактивированными. Компания ООО «Вет-

биохим» производит несколько таких вакцин, в состав которых входит штамм *E. rhusiopathiae* М-2, относящийся к серотипу 2a [3].

Инактивированные вакцины являются наиболее безопасным методом профилактики инфекции, поскольку исключают риски реинфекции и циркуляции живого возбудителя в стаде [6]. Вакцинацию такими препаратами можно проводить в неблагополучных по роже хозяйствах.

Цель исследования. Изучить повышение эффективности накопления биомассы за счет применения режима аэрации в биореакторах при глубинном культивировании производственного штамма *Erysipelothrix rhusiopathiae*.

Материалы и методы. Исследование проводили на базе предприятия ООО «Ветбиохим». Использовали два реактора производства фирмы «Bioreactors.net» для глубинного культивирования, каждый объемом 10 л. В одном из двух реакторов применялась аэрация воздухом с помощью барботера. Воздух перед введением в реактор обезвреживали с помощью стерилизующих воздушных фильтров с диаметром пор 0,22 мкм. Приток воздуха измеряли с помощью расходомера «Bronkhorst».

Для глубинного культивирования использовали две бутылки 3-го пассажа штамма *Erysipelothrix rhusiopathiae*, полученного на среде МПБ с добавлением 1%-й сыворотки крови лошади (производство «Биовест») общим объемом 1 л каждая, концентрация составляла около 5×10^8 /мл микробных клеток согласно стандарту мутности. Питательную среду в реакторе готовили из сухих компонентов в следующем соотношении (%): хлорид натрия – 0,02; твин-80 – 0,05; пептон – 0,5; дрожжевой экстракт – 0,5; Этуник бульон – 0,5; триптик-соевый бульон с казеиновым переваром – 2,97; вода для инъекций – до 100. В процессе культивирования добавляли в реактор 40%-й раствор глюкозы.

Накопление биомассы оценивали каждые 4 ч с помощью спектрофотометра.

В конце культивирования провели контроль микробиологической чистоты проб из реакторов согласно ГОСТ 28085-2013.

Результаты и обсуждение. Последовательные пассажи производственного штамма *Erysipelothrix rhusiopathiae* получали

на мясо-пептонном бульоне с добавлением 1%-й сыворотки крови лошадей. Перед засе-вом в реакторы была измерена концентрация микробных клеток в бутылках 3-го пасса-жа культуры с помощью спектрофотометра. В первой бутылки концентрация соответство-вала $5,1 \times 10^8$ /мл микробных клеток на 1 мл, во второй – 5×10^8 /мл.

Культивирование в реакторах проводили в течение 20 ч. В реактор № 2 подача воздуха не осуществлялась. В ректоре № 1 применя-ли режим аэрации по следующей схеме: че-рез 2 ч после засева включили подачу воздуха при давлении 0,5 бар в объеме 7 л/мин. Через

4 ч после начала культивирования увеличи-ли подачу воздуха до 10 л/мин. В обоих реак-торах включили мешалку через 2 ч после на-чала культивирования на 160 об./мин. Для стимуляции роста культуры в оба реактора добавляли по 100 мл 40%-го раствора глюко-зы через 4, 8, 12, 16 и 20 ч после засева. Под-держание pH осуществляли на уровне 7,0 пу-тем внесения 10 % раствора NaOH.

Каждые 4 ч проводили стерильный отбор проб из реакторов и измеряли оптическую концентрацию микроорганизмов по спектро-фотометру. Результаты этих измерений пред-ставлены в таблице.

Таблица

Оптическая концентрация (ОК) микроорганизмов в реакторе в 1 мл питательной среды

Оптическая концентрация, млрд/мл	Время измерения, ч				
	4	8	12	16	20
Реактор № 1	0,11	1,35	2,30	3,50	3,95
Реактор № 2	0,12	1,09	1,70	2,70	3,05

После окончания культивирования про-вели контроль проб на чистоту роста, морфо-логические и тинкториальные свойства куль-туры. В пробах с обоих реакторов на средах наблюдали чистый рост рожистой палочки, при микроскопии мазков обнаружили грам-положительные мелкие палочки, по морфо-логии типичные для штамма *E. rhusiopathiae*, на МПА с добавлением 1%-й сыворотки ло-шадей через 2 сут вырастали мелкие, про-зрачные, трудноразличимые колонии. Пробы также были отправлены для видовой иденти-фикации методом MALDI-ToF. Исследование подтвердило, что полученные в реакторах культуры соответствуют виду *Erysipelothrix rhusiopathiae*.

Заключение. Исходя из полученных ре-зультатов, следует, что при применении ре-жима аэрации накопление бактериальной культуры *Erysipelothrix rhusiopathiae* увели-чивается на 23 % по сравнению с режимом без подачи воздуха, а тинкториальные и мор-фологические особенности рожистой палоч-ки, полученной при таком способе культиви-рования, остаются неизменными.

Таким образом, полученные результа-ты можно применять для усовершенствова-ния технологий вакцин против рожи сви-

ней, производство которых включает в себя этап глубинного культивирования штамма *Erysipelothrix rhusiopathiae*.

Список источников

1. Алипер Т. И., Сайф Л., Дрю Т. и др. Ак-туальные инфекционные болезни сви-ней: Руководство для студентов, науч-ных и практических специалистов. М.: ЗооВетКнига. 2019. 400 с. DOI: 10.31016/viev-2019-1. EDN HDFROI.
2. Варганов В. И. Динамика образования и роль отдельных классов антител у сви-ней, иммунизированных против рожи вакциной из штамма BP-2 разными спо-собами: автореф. дис. ... канд. вет. наук. М., 1974. 20 с. EDN QGNXPН.
3. Государственный реестр лекарствен-ных средств ветеринарного применения: сайт. URL: <https://galen.vetrfr.ru>.
4. Коба И. С., Степанишин В. В., Денисен-ко Т. Е. и др. Повышение квалифика-ции ветеринарных специалистов по во-просам распространения антибиотико-резистентности и реализации мер по е-сдерживанию // Ветеринария, зоотехни-и биотехнология. 2021. № 11. С. 16–20.

- DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202111002. EDN BVXSNF.
5. Лашевцев А. И., Смирнов Д. Д., Ежова Е. Г. и др. Антибиотикозамещающие программы в животноводстве // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2023. № 2. С. 111–122. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202302015. – EDN RJRGQX.
 6. Пименов Н. В., Капустин А. В., Роевко А. Д. Унификация классификационных групп вакцинопрепаратов // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2023. № 9. С. 66–74. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202309008. EDN PRSFOH.
 7. Толпыгин М. А., Капустин А. В., Харченко В. Г. и др. Бактерии рода *Erysipelothrix* // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2022. № 10. С. 20–29. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202210003. EDN UKGRMD.
 8. Borrathybay E. et al. Role of surface protective antigen A in the pathogenesis of *Erysipelothrix rhusiopathiae* strain C43065 // Journal of microbiology and biotechnology. 2015. Vol. 25. No. 2. Pp. 206–216.
 9. Imada Y. et al. Truncated surface protective antigen (SpaA) of *Erysipelothrix rhusiopathiae* serotype 1a elicits protection against challenge with serotypes 1a and 2b in pigs // Infection and immunity. 1999. Vol. 67. No. 9. Pp. 4376–4382.
 10. Ingebritson A. L., Roth J. A., Hauer P. J. *Erysipelothrix rhusiopathiae*: association of Spa-type with serotype and role in protective immunity // Vaccine. 2010. Vol. 28. No. 13. Pp. 2490–2496.
 11. Makino S. et al. Properties of repeat domain found in a novel protective antigen, SpaA, of *Erysipelothrix rhusiopathiae* // Microbial pathogenesis. 1998. Vol. 25. No. 2. Pp. 101–109.
 12. Opriessnig T., Forde T., Shimoji Y. *Erysipelothrix* spp.: past, present, and future directions in vaccine research // Frontiers in veterinary science. 2020. No. 7. 174 p.
 13. Rosenow C. et al. Contribution of novel choline-binding proteins to adherence, colonization and immunogenicity of *Streptococcus pneumoniae* // Molecular microbiology. 1997. Vol. 25. No. 5. Pp. 819–829.
 14. To H. et al. Immunization with truncated recombinant protein SpaC of *Erysipelothrix rhusiopathiae* strain 715 serovar 18 confers protective immunity against challenge with various serovars // Clinical and Vaccine Immunology. 2010. Vol. 17. No. 12. Pp. 1991–1997.
 15. To H., Nagai S. Genetic and antigenic diversity of the surface protective antigen proteins of *Erysipelothrix rhusiopathiae* // Clinical and Vaccine Immunology. 2007. Vol. 14. No. 7. Pp. 813–820.
 16. Wood G., Leman A., Straw B., et al. Porcine rotavirus infection, w: Diseases of swine. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA, 1986. 368 p.
 17. Zhu W. et al. Characterization of roles of SpaA in *Erysipelothrix rhusiopathiae* adhesion to porcine endothelial cells // Microbial pathogenesis. 2017. No. 113. Pp. 176–180.
 18. Zhu W. et al. Evaluation of the protective efficacy of four newly identified surface proteins of *Erysipelothrix rhusiopathiae* // Vaccine. 2018. Vol. 36. No. 52. Pp. 8079–8083.

References

1. Aliper T. I., Saif L., Drew T. et al. (2019) Actual infectious diseases of pigs: A guide for students, scientists and practitioners. M.: ZooVetKniga. 400 p. DOI 10.31016/viev-2019-1. EDN HDFROI (In Russ.).
2. Varganov V. I. (1974) Dynamics of formation and the role of individual classes of antibodies in pigs immunized against erysipelas with a vaccine from the BP-2 strain in different ways: abstract of a dis. ... of candidate of veterinary sciences. Moscow. 20 p. EDN QGHXPH (In Russ.).
3. State Register of Veterinary Medicines: website. URL: <https://galen.vetrif.ru> (In Russ.).
4. Koba I. S., Stepanishin V. V., Denisenko T. E. et al. (2021) Improving the skills of veterinary specialists on the spread of antibiotic resistance and the implementation of measures to contain it. *Veterinary, animal science and biotechnology*, no. 11, pp. 16–26. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202111002. EDN BVXSNF (In Russ.).
5. Laishevtsev A. I., Smirnov D. D., Ezhova E. G. et al. (2023) Antibiotic substitution programs in animal husbandry. *Veterinary, animal science and biotechnology*,

- no. 2, pp. 111–122. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202302015. EDN RJRGQX (In Russ.).
6. Pimenov N. V., Kapustin A. V., Roenko A. D. (2023) Unification of classification groups of vaccines. *Veterinary, animal science and biotechnology*, no. 9, pp. 66–74. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202309008. EDN PRSFOH (In Russ.).
 7. Tolpygin M. A., Kapustin A. V., Kharchenko V. G. et al. (2022) Bacteria of the genus *Erysipelothrix*. *Veterinary science, zootechnics and biotechnology*, no. 10, pp. 20–29. DOI 10.36871/vet.zoo.bio.202210003. EDN UKGRMD (In Russ.).
 8. Borrathybay E. et al. (2015) Role of surface protective antigen A in the pathogenesis of *Erysipelothrix rhusiopathiae* strain C43065. *Journal of microbiology and biotechnology*, vol. 25, no. 2, pp. 206–216.
 9. Imada Y. et al. (1999) Truncated surface protective antigen (SpaA) of *Erysipelothrix rhusiopathiae* serotype 1a elicits protection against challenge with serotypes 1a and 2b in pigs. *Infection and immunity*, vol. 67, no. 9, pp. 4376–4382.
 10. Ingebritson A. L., Roth J. A., Hauer P. J. (2010) *Erysipelothrix rhusiopathiae*: association of Spa-type with serotype and role in protective immunity. *Vaccine*, vol. 28, no. 13, pp. 2490–2496.
 11. Makino S. et al. (1998) Properties of repeat domain found in a novel protective antigen, SpaA, of *Erysipelothrix rhusiopathiae*. *Microbial pathogenesis*, vol. 25, no. 2, pp. 101–109.
 12. Opriessnig T., Forde T., Shimoji Y. (2020) *Erysipelothrix* spp.: past, present, and future directions in vaccine research. *Frontiers in veterinary science*, no. 7, p. 174.
 13. Rosenow C. et al. (1997) Contribution of novel choline-binding proteins to adherence, colonization and immunogenicity of *Streptococcus pneumoniae*. *Molecular microbiology*, vol. 25, no. 5, pp. 819–829.
 14. To H. et al. (2010) Immunization with truncated recombinant protein SpaC of *Erysipelothrix rhusiopathiae* strain 715 serovar 18 confers protective immunity against challenge with various serovars. *Clinical and Vaccine Immunology*, vol. 17, no. 12, pp. 1991–1997.
 15. To H., Nagai S. (2007) Genetic and antigenic diversity of the surface protective antigen proteins of *Erysipelothrix rhusiopathiae*. *Clinical and Vaccine Immunology*, vol. 14, no. 7. Pp. 813–820.
 16. Wood G., Leman A., Straw B. et al. (1986) Porcine rotavirus infection, w: Diseases of swine. Iowa State University Press. Ames. Iowa. USA. 368 p.
 17. Zhu W. et al. (2017) Characterization of roles of SpaA in *Erysipelothrix rhusiopathiae* adhesion to porcine endothelial cells. *Microbial pathogenesis*, no. 113, pp. 176–180.
 18. Zhu W. et al. 2018 Evaluation of the protective efficacy of four newly identified surface proteins of *Erysipelothrix rhusiopathiae*. *Vaccine*, vol. 36, no. 52, pp. 8079–8083.

Информация об авторах:

В. Г. ХАРЧЕНКО – главный технолог производства ООО «Ветбиохим»;
 А. В. КАПУСТИН – доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры иммунологии и биотехнологии;
 А. Д. РОЕНКО – аспирант 1 курса факультета экологии и биотехнологии, инженер-технолог бактериального цеха ООО «Ветбиохим»;
 И. В. КЛИМАНОВИЧ – кандидат медицинских наук, доцент кафедры биологии.

Information about the authors:

V. G. KHARCHENKO – Head technologist of LLC “Vetbiohim” manufacturing;
 A. V. KAPUSTIN – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Immunology and Biotechnology;
 A. D. ROENKO – 1st grade PhD student of ecology and biotechnology faculty, LLC “Vetbiohim” engineer-technologist;
 I. V. KLIMANOVICH – PhD in medical sciences, Associate Professor of the Department of Biology.

Вклад авторов:

ХАРЧЕНКО В. Г. – идея, подготовка и проведение эксперимента, анализ и обработка результатов;

КАПУСТИН А. В. – научное руководство, вклад в развитие методологии, применение собственного опыта в исследованиях;

РОЕНКО А. Д. – сбор и обработка материала, написание статьи;

КИМАНОВИЧ И. В. – научное редактирование текста, анализ и синтез.

Contribution of authors:

KHARCHENKO V. G. – idea, preparation and execution of the experiment, analysis and processing of results;

KAPUSTIN A. V. – scientific guidance, contribution to the development of methodology, implication of own experience in research;

ROENKO A. D. – collection and processing of material, writing an article;

KLIMANOVICH I.V. – analysis and synthesis, scientific editing of the text.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 23.08.2025; одобрена после рецензирования 28.08.2025; принята к публикации 02.09.2025.

The article was submitted 23.08.2025; approved after reviewing 28.08.2025; accepted for publication 02.09.2025.

Научная статья

УДК 619:616.98:579.842.14:636.3

DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202510116

Характеристика штаммов-кандидатов *Phagum Salmonella abortusovis* для разработки средств ветеринарного применения

Маджу Буаро¹, Николай Васильевич Пименов²

^{1,2} Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия

¹ boirobadiar88@gmail.com;

² pimenov-nikolai@yandex.ru

Автор, ответственный за переписку:

Маджу Буаро, boirobadiar88@gmail.com

Аннотация

Проведены исследования четырех бактериофагов, специфичных к *Salmonella enterica* серовар *Abortusovis*, выделенных из фекалий абортировавших овец. Оценены основные биологические свойства, включая литическую активность (по методам Аппельмана и Грациа), латентный период, коэффициент репродукции, адсорбционные характеристики, устойчивость к температурному фактору и pH, а также спектр чувствительности. Один из фагов (№ 4) имел титр $3,2 \times 10^8$ БОЕ/мл, латентный период 20–40 мин, сохранял активность в диапазоне 4–37 °C и pH 6,0–8,0, демонстрируя быстрое адсорбирование. При этом его литический спектр был полон и ограничивался штаммами *S. abortusovis* (4/4). Остальные фаги показали также широкий спектр чувствительности, но уступали по другим характеристикам, включая латентный период и величину литического взрыва. Полученные результаты обосновывают применение фага № 4 в составе фаговых композиций (например, в сочетании с фагом № 1) или совместно с антибактериальными средствами. Эффективность бактериофагов *in vivo* и возможность их интеграции в схемы ветеринарной терапии требуют дополнительной экспериментальной верификации.

Ключевые слова: бактериофаги, *Salmonella abortusovis*, фаготерапия, литическая активность, овечий сальмонеллез, ветеринария

Для цитирования: Буаро М., Пименов Н. В. Характеристика штаммов-кандидатов *Phagum Salmonella abortusovis* для разработки средств ветеринарного применения // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 10. Т. 1. С. 138–146. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510116>

Characteristics of candidate *Phagum Salmonella abortusovis* strains for the development of a veterinary product

Maju Buaro¹, Nikolay V. Pimenov²

²Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –
MVA named after K. I. Skryabin, Moscow, Russia

¹boirobadiar88@gmail.com;

²pimenov-nikolai@yandex.ru

Corresponding author:

Maju Buaro, boirobadiar88@gmail.com

Abstract

Studies were conducted on four bacteriophages specific to *Salmonella enterica* serovar *Abortusovis*, isolated from the feces of aborting ewes. Key biological properties were assessed, including lytic activity (by Appelman's and Gratia's methods), latent period, burst size, adsorption characteristics, thermal and pH stability, and host range. One phage (No. 4) exhibited a titer of 3.2×10^8 PFU/mL, a latent period of 20–40 minutes, retained activity within the range of 4–37 °C and pH 6.0–8.0, and showed rapid adsorption. However, its lytic spectrum was limited to *S. abortusovis* strains (4/4). The remaining phages demonstrated a broader host range but were inferior in terms of latent period and burst size. The findings support the use of phage No. 4 in phage cocktails (e.g., in combination with phage No. 1) or alongside antimicrobial agents. The in vivo efficacy of these bacteriophages and their integration into veterinary therapeutic protocols require further experimental validation.

Keywords: bacteriophages, *Salmonella abortusovis*, phage therapy, lytic activity, sheep salmonellosis, veterinary medicine

For citation: Buaro M., Pimenov N. V. (2025) Characteristics of candidate strains of *Phagum Salmonella abortusovis* for veterinary use. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. No. 10. Vol. 1. Pp. 138–146. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510116>

Введение. Сальмонеллез – инфекционное заболевание, вызываемое грамотрицательными бактериями семейства *Enterobacteriaceae*, поражающее человека и широкий круг животных. Инфекции, вызванные представителями рода *Salmonella*, распространены повсеместно. У сельскохозяйственных животных проявляются в виде септицемии, энтерита, пневмонии и репродуктивных нарушений, включая аборт [15].

Среди сероваров *Salmonella enterica* основным этиологическим фактором абортов у мелкого рогатого скота является серовар *Abortusovis*. Этот аукоотрофный патоген демонстрирует выраженную видовую специфичность, индуцируя репродуктивные пато-

логии, часто сопровождающиеся гибелью новорожденного молодняка. В ряде регионов Европы, Западной Азии и Российской Федерации *S. abortusovis* входит в число ведущих причин инфекционных абортов у данной группы животных. Заражение, как правило, сопровождается бактериемией и колонизацией фетоплацентарного комплекса, где происходит активная репликация возбудителя. Инфекция нередко приобретает эндемический характер с выраженными сезонными подъемами заболеваемости [15, 19].

Несмотря на ряд экспериментальных вакцинных разработок, включая аттенуированные штаммы (например, Rv6), доказавших эффективность в ограниченных полевых ис-

пытаниях, в настоящее время не зарегистрировано коммерчески доступных вакцин против *S. abortusovis*. За последние десятилетия в данной области отсутствует внедрение новых препаратов, что подчеркивает необходимость дальнейших исследований, направленных на всестороннюю оценку их безопасности и терапевтической значимости [19].

Инфекции, вызываемые *S. abortusovis*, обуславливают значительный экономический ущерб в производстве мелкого рогатого скота. Потери связаны с нарушениями воспроизводства, вынужденной выбраковкой, затратами на терапевтические мероприятия, снижением приростов, удорожанием содержания и необходимостью внедрения мероприятий биобезопасности [10, 14].

В связи с этим особое внимание привлекает использование бактериофагов – вирусов, способных избирательно инфицировать бактериальные клетки и размножаться внутри них. Бактериофаги широко распространены в природе, отличаются высокой специфичностью, разнообразием и численностью. Их применение в ветеринарии рассматривается как перспективное направление, особенно в условиях роста антимикробной резистентности. Бактериофаги используются для профилактики и ограничения распространения инфекций, при этом оказывая минимальное влияние на нормальную микрофлору и снижая зависимость от антибиотиков [10, 11].

Изучение литического потенциала бактериофагов, активных в отношении *S. abortusovis*, актуально в свете устойчивости патогена к ряду антимикробных средств. Специфичность фагов, их способность к коэволюции с бактериальными мишенями и направленное действие на возбудителя определяют их значимость как компонентов комплексных схем профилактики и терапии инфекций у мелкого рогатого скота [6, 7]. Кроме того, способность бактериофагов сохранять активность в условиях генетической изменчивости микроорганизмов снижает риск утраты эффективности при мутационном отборе [1, 2, 4, 18].

Цель исследования. Охарактеризовать литические свойства и другие биологические характеристики бактериофагов, специфичных к *Salmonella abortusovis*, имеющие зна-

чение для лекарственного применения средства на их основе.

Материалы и методы. Штаммы сальмонелл, использованные в исследовании, были получены из Всероссийской коллекции патогенных и вакцинных штаммов микроорганизмов Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени Я. Р. Коваленко».

Культивирование *Salmonella abortusovis* проводили на агаре Колумбия, обогащенном 5 % овечьей крови, в жидкой среде «сердце-мозг» с аэрацией или на агаре СМ. Штаммы *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* и *Staphylococcus aureus* выращивали на 5 % кровяном агаре и пересевали в мясо-пептонный бульон. Эти культуры применялись для оценки спектра литической активности [3].

Бактериофаги, специфичные к *Salmonella abortusovis*, выделяли из фекалий абортировавших овец с использованием стандартных методов, модифицированных с учетом особенностей образцов [7]. Образцы фильтровали, центрифугировали, обогащали культурой *Salmonella abortusovis* и очищали серийным пересевом. Литическую активность оценивали по зонам лизиса на агаре, специфичность – по результатам спот-теста [8]. Метод обогащения включал в себя инкубацию в жидкой питательной среде при 37 °С в течение 18–20 ч [6]. Супернатант фильтровали (0,45 мкм) и наносили на бактериальный газон.

Для количественной оценки активности применяли метод Аппельмана и метод двойного агарового слоя. Культуру *Salmonella abortusovis* смешивали с мягким агаром (1 %) и наносили на чашки с питательной средой ВНИ (1,5 %). Контрольные образцы включали в себя инокулят без фага и стерильную среду. Титрование фагов проводили методом Грациа: 10-кратные разведения наносили по 25 мкл на двойной агар и инкубировали при 37 °С в течение 18–24 ч.

Для оценки специфичности и спектра литической активности бактериофагов использовали метод капельной аппликации с определением зон лизиса в культурах *Salmonella abortusovis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* и *Staphylococcus aureus* [3, 7].

Термостабильность оценивали после воздействия температур от -20 °С до 80 °С в течение 1 ч. После инкубации при 37 °С в течение 18 ч сравнивали титры с контрольными, не подвергавшимися обработке.

Стабильность при изменении рН (от 2 до 12) определяли после часовой инкубации при 25 °С. Титр устанавливали методом Грациа. Все тесты проводили в трех повторностях [6, 8].

Скорость адсорбции определяли путем инкубации клеток-хозяев с фагами при MOI 0,001. Пробы отбирали в разные моменты времени, центрифугировали, титровали методом двойного агара.

Латентный период и коэффициент репродукции определяли в течение одного цикла инфицирования. Культуру *Salmonella abortusovis* инкубировали до стадии OD600=0,3, центрифугировали, ресуспендировали и смешивали с фагом при MOI 0,01–0,005. После 5 мин инкубации при 37 °С клетки отмывали, вновь ресуспендировали в LB и отбирали пробы каждые 10 мин в течение 2 ч. Полученные пробы титровали немедленно. Коэффициент репродукции определяли как отношение максимального числа

фаговых частиц к числу инфицированных клеток в латентный период [5, 7].

Результаты полученных исследований включают в себя данные по литическим и биологическим свойствам бактериофагов, в том числе спектр активности, специфичность, термо- и рН-устойчивость, скорость адсорбции, латентный период и коэффициент репродукции. Они использованы для сравнительной характеристики штаммов и оценки их потенциала для последующего применения в составе терапевтического средства.

Результаты исследований и обсуждение. Три бактериофага (№ 1, № 2 и № 3) были обнаружены в образцах навоза, отобранных в вивариях МВА и ВИЭВ, один фаг (№ 4) – в образцах, собранных на высокогорных фермах Республики Дагестан. Все выделенные изоляты были обогащены на чувствительных штаммах-хозяевах и прошли первичную оценку литических свойств. Были охарактеризованы ключевые параметры, включая диаметр зон лизиса (spot-test), интенсивность окрашивания (ΔЕ-признак), литическую активность (по методу Аппельмана), титр (метод Грациа) и латентный период. Полученные данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Литические характеристики бактериофагов-кандидатов: диаметр зоны роста, ΔЕ-признак, литическая активность и титр

Фаг	Диаметр зоны роста, мм	Литическая активность (метод Аппельмана)	Титр (метод Грациа), БОЕ/мл	ΔЕ-признак
1	0,5–1,0	10 ⁻⁷	8,3×10 ⁷	Слабый
2	0,5–1,0	10 ⁻⁶	5,4×10 ⁶	Слабый
3	2,0–3,0	10 ⁻⁵	2,6×10 ⁵	Выраженный
4	0,5–1,0	10 ⁻⁸	3,0×10 ⁸	Умеренный

При изучении литических свойств бактериофагов-кандидатов отмечено, что фаги – кандидаты № 1, № 2 и № 4 формировали зоны лизиса диаметром 0,5–1,0 мм, что указывает на ограниченную диффузию частиц, фаг № 3 образовывал более широкие зоны (2,0–3,0 мм), что может свидетельствовать о более выраженном литическом действии или повышенной диффузии. Показатель ΔЕ-признака варьировал от слабого (фаги № 1 и № 2) до выраженного (фаг № 3) и умеренного (фаг

№ 4), что коррелирует с характером разрушения бактериального слоя.

По результатам титрования наибольшая литическая активность методом агаровых слоев зарегистрирована у 4 изолята – 3×10⁸ БОЕ/мл, что свидетельствует о его высокой репродуктивной активности в условиях *in vitro*. Далее следовал фаг 1 (8,3×10⁷ БОЕ/мл), тогда как фаги № 2 и № 3 демонстрировали более низкие значения – 5,4×10⁶ и 2,6×10⁵ БОЕ/мл соответственно.

Латентный период варьировал в пределах от 20 до 50 мин. Фаги № 1 и № 4 характеризовались минимальным значением (20–40 мин). По совокупности характеристик, включая титр, латентный период и умеренный ΔЕ-признак, 4 изолят (*Phagum Salmonella abortusovis* 4) может рассматриваться в качестве одного из основных компонентов для формирования средства ветеринарного применения. Фаги

№ 1 и № 2 потенциально применимы в составе комбинированных препаратов. Фаг № 3 требует дополнительного изучения с учетом его низкого титра на фоне выраженной литической активности. Дальнейшие исследования были посвящены стабильности бактериофагов в условиях температурного и pH факторов, а также их адсорбционным свойствам. Полученные данные представлены в табл. 2.

Таблица 2

Физиологические характеристики бактериофагов-кандидатов

Фаг	Температурная стабильность	Устойчивость к pH	Скорость адсорбции
1	4–37 °C (пониженная >50 °C)	6,5–7,5	50–70 % за 5 мин
2	4–25 °C (пониженная >40 °C)	6,0–7,0	50 % за 15 мин
3	4–37 °C (пониженная >50 °C)	6,5–7,5	50–70 % за 5 мин
4	4–37 °C (пониженная >50 °C)	6,0–8,0	60–80 % за 5 мин

Как видно из результатов, представленных в табл. 2, термостабильность исследуемых бактериофагов различается: фаги № 1, № 3 и № 4 демонстрируют сохранение активности в диапазоне температур от 4 до 37 °C и теряют литические свойства при нагревании свыше 50 °C. Второй изолят *Phagum Salmonella abortusovis* характеризуется пониженной устойчивостью, его инаktivация начинается при температурах выше 40 °C, что ограничивает его использование вне условий строгого температурного контроля. Анализ кинетики адсорбции выявил высокую эффективность фагов № 1, № 3 и № 4, которые обеспечивали взаимодействие с 50–80 % клеток-хозя-

ев в течение первых 5 мин. Напротив, фаг № 2 достигал лишь 50 % уровня адсорбции за 15 мин, что указывает на замедленное начальное связывание с рецепторами бактериальных клеток. Устойчивость к колебаниям кислотности у всех бактериофагов находилась в пределах pH 6,0–8,0, соответствующих слабокислой, нейтральной и слабощелочной средам. Наибольшую адаптивность в условиях изменяющейся среды продемонстрировал фаг № 4.

Оценка параметров одиночного цикла развития позволила определить продуктивность репликации, скорость начала лизиса и эффективность инфицирования клеток фагами-кандидатами (табл. 3).

Таблица 3

Характеристики бактериофагов-кандидатов в одиночном цикле развития

Параметр	Фаг № 1	Фаг № 2	Фаг № 3	Фаг № 4
Длительность цикла репликации, мин	45–60	50–65	55–70	30–45
Коэффициент репродукции, БОЕ/кл.	100–150	80–120	60–100	250–350
Латентный период, мин	20–40	25–45	30–50	20–40
Процент инфицированных клеток, %	85–90	70–85	75–90	95–99

Бактериофаг – кандидат № 4 продемонстрировал оптимальные характеристики в отношении скорости репликации, латентного периода, уровня инфицирования клеток

и коэффициента репродукции, что подтверждает его перспективность для включения в состав терапевтических фаговых композиций (см. табл. 3).

Представленные данные позволяют обоснованно подходить к выбору бактериофага в зависимости от клинической задачи и условий использования.

Особый интерес представляет определение спектра литической активности исследуемых фагов по отношению к различ-

ным видам и серотипам бактерий, включая как типовые штаммы *Salmonella abortusovis*, так и другие представители рода *Salmonella*, а также бактерии других родов, обладающие эпизоотическим значением. Результаты этих испытаний представлены в табл. 4.

Таблица 4

Спектр активности и специфичность *Phagum Salmonella abortusovis*

Штамм	Фар № 1	Фар № 2	Фар № 3	Фар № 4
<i>S. abortusovis</i> (n=4)	3/4	2/4	3/4	4/4
<i>S. enteritidis</i> (n=2)	0/2	0/2	0/2	0/2
<i>S. typhimurium</i> (n=7)	2/7	0/7	0/7	0/7
<i>S. dublin</i> (n=8)	0/8	0/8	0/8	0/8
<i>S. infantis</i> (n=3)	0/3	0/3	0/3	0/3
<i>S. choleraesuis</i> (n=2)	0/2	0/2	0/2	0/2
<i>Salmonella newporte</i> (n=2)	0/2	0/2	0/2	0/2
<i>S. heidelberg</i> (n=3)	0/3	0/3	0/3	0/3
<i>S. montevideo</i> (n=3)	0/3	0/3	0/3	0/3
<i>S. gallinarum</i> (n=3)	0/3	0/3	0/3	0/3
<i>S. pullorum</i> (n=2)	0/2	0/2	0/2	0/2
<i>Staphylococcus aureus</i> (n=5)	0/5	0/5	0/5	0/5
<i>Klebsiella pneumoniae</i> (n=2)	0/2	0/2	0/2	0/2
<i>Escherichia coli</i> (n=6)	0/6	0/6	0/6	0/6
<i>Streptococcus spp.</i> (n=5)	0/5	0/5	0/5	0/5

Полученные результаты демонстрируют, что наибольшая активность всех четырех бактериофагов проявляется в отношении *Salmonella abortusovis*. Наиболее эффективным оказался фаг № 4, обеспечивший лизис всех протестированных изолятов (4/4). Фаги № 1 и № 3 показали чувствительность в отношении 3 из 4 штаммов, а фаг № 2 – в отношении 2 из 4. Все выделенные бактериофаги проявили типоспецифичность, за исключением первого изолята, который лизировал также 2 из 7 тест-культур *S. typhimurium*. Этот интересный результат требует дополнительных исследований.

Таким образом, специфичность действия исследованных бактериофагов ограничена преимущественно *S. abortusovis*, что подчеркивает их потенциальную применимость в таргетной фаготерапии или биоконтроле

именно этого возбудителя. Показатели активности *Phagum Salmonella abortusovis* № 4 делают его наиболее перспективным кандидатом для последующего включения в состав специализированных профилактических или терапевтических фаговых препаратов. Благодаря высокому титру (3×10^8 БОЕ/мл), широкому диапазону термической стабильности (4–37 °C) и стабильности к pH (6,0–8,0), быстрой адсорбции (60–80 % за 5 мин) и полной литической активности (4/4 штаммов) он превосходит других кандидатов. Эти наблюдения подтверждают исследования, подчеркивающие важность фагового титра и устойчивости к условиям окружающей среды для терапевтической эффективности [9, 13]. Узкая специфичность протестированных фагов, ограниченная *Salmonella abortusovis*, отражает общую тенденцию природных фагов

к нацеливанию на конкретных хозяев [17], что снижает риски воздействия на нецелевой микробиом, но требует использования комбинаций для охвата различных сероваров. Низкие показатели фага № 2 (термочувствительность, медленная адсорбция) и фага № 3 (низкий титр, несмотря на выраженный лизис) иллюстрируют компромиссы между вирулентностью фага и физико-химическими свойствами – проблему, часто отмечаемую при разработке фаговых коктейлей [16].

Заключение. В результате проведенных поисковых исследований получены четыре бактериофага, активных против *Salmonella enterica* serovar *abortusovis*. При изучении их биологических свойств определили, что фаги № 2, № 3 и № 4 обладают высокой видоспецифичностью к этому серовару, в то время как фаг № 1 также продемонстрировал активность в отношении части изолятов серовара *S. typhimurium*, что может указывать на наличие частичной перекрестной специфичности и потенциал для расширенного применения при последующем подтверждении.

Экспериментально подтверждены высокие литические свойства, физиологическая устойчивость и биологические характеристики в одиночном цикле развития (короткий латентный период, высокий коэффициент репродукции, выраженная адсорбционная способность), позволяющие отнести выделенные бактериофаги к перспективным кандидатам для применения в ветеринарной фаготерапии. Наибольший потенциал показал четвертый изолят, обладающий высоким титром, стабильностью в широком диапазоне pH и эффективным взаимодействием с клеткой-хозяином, что делает его предпочтительным кандидатом для разработки фагопрепаратов, направленных на контроль *S. abortusovis* в овцеводстве.

С учетом ограниченного спектра действия и вероятности формирования фагорезистентности целесообразно формировать комбинированные препараты с комплементарной активностью (например, сочетание фагов № 1 и № 4). Полученные данные создают основу для разработки целевых фагосодержащих средств и их внедрения в систему инфекционного контроля и терапии в животноводстве, особенно в эндемичных по *S. abortusovis* регио-

нах. Дальнейшее изучение морфологии и молекулярно-генетических характеристик позволит комбинировать эффективное средство ветеринарного применения против сальмонеллезной инфекции мелкого рогатого скота.

Список источников

1. Зуева Л. П., Асланов Б. И., Хорошилов В. Ю. Бактериофаги как факторы эволюции госпитальных штаммов и средства борьбы с внутрибольничными инфекциями // Стерилизация и госпит. Инфекции. 2009. № 13. С. 19–25.
2. Лазарева Е. Б. Бактериофаги для лечения и профилактики инфекционных заболеваний // Антибиотики и химиотерапия. 2003. Т. 48. № 1. С. 36–40.
3. Лаишевцев А. И., Зулькарнеев Э. Р., Пименов Н. В. и др. Биологические свойства штамма *Salmonella* phage BF-1356 и его эффективность при фаготерапии пуллороза кур // Сельскохозяйственная биология. 2024. Т. 59. № 4. С. 799–813.
4. Пименов Н. В. Сальмонеллез птиц: перспективные направления в лечебно-оздоровительных мероприятиях // Ветеринария и кормление. 2010. № 3. С. 24–25.
5. Пименов Н. В., Глазунов Е. А. Рекомендации по применению препаратов на основе бактериофагов для профилактики и лечения эндометритов у коров. М.: МГАВМиБ – МВА им. К. И. Скрябина, 2017. 23 с.
6. Пименов Н. В., Глазунов Е. А., Сотникова Л. Ф. и др. Изучение профилактической и лечебной эффективности препарата бактериофагов при маститах у коров в условиях молочно-товарной фермы // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. № 5 (53). С. 83–89.
7. Пименов Н. В., Лаишевцев А. И., Колесникова Ю. Н. Профилактика сальмонеллеза сельскохозяйственных животных и птиц: основные направления и средства // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. № 12 (60). С. 247–254.
8. Юшкевич Е. А., Калашников В. А., Лаишевцев А. И. и др. Алгоритм индивидуального подбора бактериофагов для эф-

- фективной эрадикации сальмонелл как возбудителей зоонозных инфекций // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2024. № 29. С. 43–57.
9. *Abedon S. T.* Phage therapy dosing: The problem(s) with multiplicity of infection // *Bacteriophage*. 2017. No. 6 (3). e1220348.
10. *Carlota B., Denis A. S., Pilar C. et al.* Importance du programme de traitement aux bactériophages pour réduire la colonisation des volailles par *Salmonella* // *Microbiologie appliquée et environnementale*. 2012. No. 78 (18). Pp. 6600–6607.
11. *Christopher C. P.* Phages in Food Industry Biocontrol and Bioremediation // *Antibiotics*. 2021. Vol. 10. № 7. Pp. 786–825.
12. *Liu Wenhua et al.* Complete genome sequencing of a Tequintavirus bacteriophage with a broad host range against *Salmonella Abortus equi* isolates from donkeys // *Frontiers in Microbiology*. 2022. Vol. 13. P. 938616.
13. *Loc-Carrillo C., Abedon S. T.* Pros and cons of phage therapy // *Bacteriophage*. 2011. No. 1 (2). Pp. 111–114.
14. *Milyutina J. N.* Evolution of drug resistance of *Salmonella enteritidis* isolated from children // *Epidemiology and infectious diseases*. 2008. No. 2. Pp. 44–47.
15. *Pardon P., Sanchis R., Marly J. et al.* Salmonellose ovine due a salmonella abortusovis // *Annales de Recherches Vétérinaires*. 1988. No. 19 (4). Pp. 221–235. PMID: 3069037.
16. *Pires D. P.* Phage therapy: a step forward in the treatment of *Pseudomonas aeruginosa* infections // *Journal of Virology*. 2016. Vol. 90 (16). Pp. 7449–7456.
17. *Sulakvelidze A.* Bacteriophage therapy // *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. 2001. No. 45 (3). Pp. 649–659
18. *Sulakvelidze A., Alavidze Z., Morris J. G.* Bacteriophage Therapy. *Antimicrobials Agents and Chemotherapy*. 2001. No. 45. Pp. 649–659.
19. *Teresa G. S., Carlos M., Mireia F. et al.* Efficacy of a *Salmonella enterica* serovar Abortusovis (*S. Abortusovis*) inactivated vaccine in experimentally infected gestating ewes // *Research in Veterinary Science*. 2021. No. 135. Pp. 486–494.
20. *Tissiani A. C.* Use of bacteriophages to control *Salmonella Enteritidis* in fecal fermentation // *International Journal for Innovation Education and Research*. 2022. Vol. 10. No. 3. Pp. 22–32.

References

1. Zueva L. P., Aslanov B. I., Khoroshilov V. Yu. (2009) Bacteriophages as factors in the evolution of hospital strains and means of combating nosocomial infections. *Sterilization and Hospital Infections*, vol. 13, pp. 19–25 (In Russ.).
2. Lazareva E. B. (2003) Bacteriophages for the treatment and prevention of infectious diseases. *Antibiotics and Chemotherapy*, no. 48 (1), pp. 36–40 (In Russ.).
3. Laishevtsev A. I., Zulkarnayev E. R., Pimenov N. V. et al. (2024) Biological properties of *Salmonella* phage strain BF-1356 and its effectiveness in phage therapy of chicken pullorosis. *Agricultural Biology*, vol. 59 (4), pp. 799–813 (In Russ.).
4. Pimenov N. V. (2010) Salmonellosis in poultry: promising directions in therapeutic and preventive measures. *Veterinaria i Kormlenie*, (3), pp. 24–25 (In Russ.).
5. Pimenov N. V., Glazunov E. A. (2017) Recommendations on the use of bacteriophage-based preparations for prevention and treatment of endometritis in cows. Moscow: MGAVMiB– MVA Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K. I. Skruabin. 23 p. (In Russ.).
6. Pimenov N. V., Glazunov E. A., Sotnikova L. F. et al. (2016) Study of the preventive and therapeutic effectiveness of a bacteriophage-based preparation for mastitis in dairy cows under farm conditions. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, no. 5 (53), pp. 83–89 (In Russ.).
7. Pimenov N. V., Laishevtsev A. I., Kolesnikova Y. N. (2016) Prevention of salmonellosis in farm animals and poultry: key approaches and means. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, no. 12 (60), pp. 247–254 (In Russ.).
8. Yushkevich E. A., Kalashnikov V. A., Laishevtsev A. I. et al. (2024) Algorithm for personalized selection of bacteriophages for effective eradication of *Salmonella* as zoo-

- notic pathogens. *Epidemiology and Infectious Diseases*, no. 29, pp. 43–57 (In Russ.).
9. Abedon S. T. (2017). Phage therapy dosing: The problem(s) with multiplicity of infection. *Bacteriophage*, no. 6 (3), p. e1220348.
 10. Carlota B., Denis A. S., Pilar C. et al. (2012) Importance du programme de traitement aux bactériophages pour réduire la colonisation des volailles par Salmonella. *Microbiologie appliquée et environnementale*, no. 78 (18), pp. 6600–6607.
 11. Christopher C. P. (2021) Phages in Food Industry Biocontrol and Bioremediation. *Antibiotics*, vol. 10, no. 7, pp. 786–825.
 12. Liu Wenhua, et al. (2022) Complete genome sequencing of a Tequintavirus bacteriophage with a broad host range against Salmonella Abortus equi isolates from donkeys. *Frontiers in Microbiology*, vol. 13, p. 938616 p.
 13. Loc-Carrillo C., Abedon S. T. (2011). Pros and cons of phage therapy. *Bacteriophage*, no. 1 (2), pp. 111–114.
 14. Milyutina J. N. (2008) Evolution of drug resistance of Salmonella enteritidis isolated from children. *Epidemiology and infectious diseases*, no. 2, pp. 44–47.
 15. Pardon P., Sanchis R., Marly J. et al. (1988) Salmonellose ovine due a salmonella abortusovis. *Annales de Recherches Vétérinaires*, no. 19 (4), pp. 221–235. PMID: 3069037
 16. Pires D. P. (2016). Phage therapy: a step forward in the treatment of Pseudomonas aeruginosa infections. *Journal of Virology*, no. 90 (16), pp. 7449–7456.
 17. Sulakvelidze A. (2001) Bacteriophage therapy. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, no. 45 (3), pp. 649–659.
 18. Sulakvelidze A., Alavidze Z., Morris J. G. (2001) Bacteriophage Therapy. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, no. 45, pp. 649–659.
 19. Teresa G. S., Carlos M., Mireia F. et al. (2021) Efficacy of a Salmonella enterica serovar Abortusovis (S. Abortusovis) inactivated vaccine in experimentally infected gestating ewes. *Research in Veterinary Science*, no. 135, pp. 486–494.
 20. Tissiani A. C. (2022) Use of bacteriophages to control Salmonella Enteritidis in Fecal Fermentation. *International Journal for Innovation Education and Research*, vol. 10, no. 3, pp. 22–32.

Информация об авторах:

М. БУАРО – аспирант кафедры иммунологии и биотехнологии;

Н. В. ПИМЕНОВ – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой иммунологии и биотехнологии.

Information about the authors:

M. BUARO – Postgraduate student of the Department of Immunology and Biotechnology;

N. V. PIMENOV – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Immunology and Biotechnology.

Вклад авторов:

М. БУАРО – научный обзор, системный анализ, подготовка материала, оформление статьи;

Н. В. ПИМЕНОВ – научное руководство, системный анализ, коррекция статьи.

Contribution of the authors:

M. BUARO – scientific review, system analysis, preparation of material, design;

N. V. PIMENOV – scientific guidance, system analysis, correction of the article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 24.08.2025; одобрена после рецензирования 29.08.2025; принята к публикации 03.09.2025.

The article was submitted 24.08.2025; approved after reviewing 29.08.2025; accepted for publication 03.09.2025.

Философский анализ методов эмпирического исследования в паразитологии

Ирина Сергеевна Ларионова¹, Фёдор Иванович Василевич²,
Алёна Юрьевна Вишневская³

^{1, 2, 3}Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –
МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия

Автор, ответственный за переписку:

Ирина Сергеевна Ларионова, kfisgn@gmail.com

Аннотация

В статье рассматривается применение эмпирических методов исследования в области паразитологии на примере опасного зоонозного заболевания – трихинеллеза. Показывается специфика каждого из основных эмпирических методов и ключевые условия их использования учеными-паразитологами и ветеринарными врачами. Установлена и доказана связь между философией и паразитологией в аспекте научно-теоретического обоснования методологии и практики в области исследования патогенеза трихинеллеза, лечения данного заболевания и мер его профилактики.

Ключевые слова: паразитология, философия, методология, эмпирические методы исследования, наблюдение, эксперимент, сравнение, трихинеллез

Для цитирования: Ларионова И. С., Василевич Ф. И., Вишневская А. Ю. Философский анализ методов эмпирического исследования в паразитологии // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 10. Т. 1. С. 147–153. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510117>

Original article

Philosophical analysis of empirical research methods in parasitology

Irina S. Larionova¹, Fedor I. Vasilevich², Alena Yu. Vishnevskaya³

^{1, 2, 3} Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –
MVA named after K. I. Skryabin, Moscow, Russia

Corresponding author:

Irina S. Larionova, kfisgn@gmail.com

Abstract

The article discusses the application of empirical research methods in the field of parasitology using the example of a dangerous zoonotic disease – trichinosis. The specifics of each of the main

© Ларионова И. С., Василевич Ф. И., Вишневская А. Ю., 2025

empirical methods and the key conditions for their use by scientists, parasitologists and veterinarians are shown. The connection between philosophy and parasitology has been established and proved in terms of scientific and theoretical substantiation of methodology and practice in the field of research on the pathogenesis of trichinosis, treatment of this disease and preventive measures.

Keywords: parasitology, philosophy, methodology, empirical research methods, observation, experiment, comparison, trichinosis

For citation: Larionova I. S., Vasilevich F. I., Vishnevskaya A. Yu. (2025) Philosophical analysis of empirical research methods in parasitology. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. No. 10. Vol. 1. Pp. 147–153. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510117>

Введение. Паразитология – это биологическая наука, которая изучает явление паразитизма, т.е. такое взаимоотношение между организмами, относящимися к разным видам, которое характеризуется тем, что один из них (паразит) использует другого – так называемого хозяина – в качестве среды своего обитания или как объект питания. Паразитология тесно связана с зоологией, протистологией, гельминтологией, арахноэнтомологией, экологией, ветеринарией и другими дисциплинами биологического и медицинского спектра. Паразитология изучает паразитов и переносчиков возбудителей заразных болезней человека и животных [6], а также различные аспекты биологических взаимоотношений организмов паразита и его «хозяина» [5].

Взаимосвязь паразитологии и философии проявляется, в частности, в изучении развития организмов на планете в общетеоретическом и историческом контекстах. Исследования в сфере паразитологии могут поставить ряд интересных вопросов, затрагивающих проблематику философии биологии: вопрос о коэволюции и взаимозависимости организмов, о телеологической (целевой) или каузальной (причинной) приспособленности организма паразита к образу жизни, который он ведет, и др. Кроме того, философия может рассматривать проблемы паразитизма и в переносном смысле (паразитизм в человеческом обществе). Тогда паразитизм может стать объектом социально-философской и этической рефлексии. Привлечение философских методов помогает лучше понять проблемы биологической паразитологии и способствует их более эффективному решению. Философия, в свою очередь, может по-

лучить от паразитологии материал для размышлений о сущности жизни, особенностях отношений организмов и по ряду других проблем. В данной работе рассмотрены взаимоотношения философии и паразитологии в аспекте методологии научного исследования, к разработке которой философия имеет прямое отношение.

Цель исследования. Рассмотреть паразитологию как биолого-медицинскую научную дисциплину с точки зрения философии и методологии науки, найти между ними связь и доказать универсальность значения философии как основы формирования методологии для изучения любого научного направления на примере паразитологии.

Материалы и методы. В качестве объекта исследований выступает сама наука паразитология. На примере рассмотрения опасного зоонозного заболевания – трихинеллеза – нами изучалась возможность и специфика применения в предметном поле этой дисциплины следующих эмпирических методов исследования: наблюдение, сравнение, измерение, эксперимент, материальное моделирование.

Результаты и обсуждение. Эмпирическими называются такие методы научного познания, которые основываются на опытном познании окружающего мира, прежде всего с помощью имеющихся у человека органов чувств. В этом специфика эмпирического познания в противоположность теоретическим методам научного познания, которые связаны с опытом (эмпирией) лишь опосредованно. Именно разработка и широкое применение эмпирических методов познания в раннее новое время (прежде всего в трудах Ф. Бэкона) позволили существенно

продвинуться в изучении биологических дисциплин, в том числе и паразитологии, накопить значительный фактический материал. Однако следует помнить, что попытка применения эмпирических методов без некоторой теоретической основы (обдумывание условий наблюдения и эксперимента, четкое определение объекта, установление однозначных правил интерпретации и др.) является малоэффективной и затрудняющей постижение сущности изучаемых объектов («путь муравья», по Ф. Бэкону). Результативными могут считаться лишь системные, находящиеся в постоянном взаимодействии с теорией эмпирические методы («путь пчелы»). В частности, основоположник научного и философского эмпиризма Ф. Бэкон писал: «Эмпирики, подобно муравью, только собирают и довольствуются собранным. Рационалисты, подобно пауку, производят ткань из самих себя. Пчела же избирает средний способ: она извлекает материал из садовых и полевых цветов, но располагает и изменяет его по своему умению. Не отличается от этого и подлинное дело философии» [10].

Методологи науки полагают, что представление об эмпирическом знании как о непосредственном описании объективной реальности следует признать ошибочным. Теория и практика должны, взаимодействуя между собой, обогащать друг друга содержанием и методами ради успеха практики и более глубокого и разностороннего познания мира [3, 11]. Эмпирические высказывания уже будут относиться к описанию некоторых абстрактных эмпирических объектов, а все эмпирическое знание в своей совокупности может быть определено как множество высказываний о подобных абстрактных эмпирических объектах [9]. Таким образом, исследователь даже на эмпирическом уровне познания будет оперировать некими обобщающими понятиями, которые подтолкнут к формированию теории.

Для биолого-медицинских наук, в том числе и паразитологии, несомненны очевидные достоинства применения эмпирических методов исследования. Эмпирия обеспечивает непосредственную связь исследователя с реальностью. Опыт почти всегда будет заставлять ученого придерживаться действи-

тельности, чтобы не отвлекаться в сторону собственных измышлений, не подкрепленных фактами. Таким образом, правильное применение эмпирических методов гарантирует объективность и достоверность познания, что повышает надежность результатов и снижает роль субъективных факторов, которые могут быть источником ошибок.

Результаты эмпирических методов в большинстве случаев, как правило, проверяемы и воспроизводимы. Процедуры измерения или эксперимента могут быть повторены ради проверки их истинности, что позволяет каждому заинтересованному профессионалу лично убедиться в правильности результатов. Кроме того, результаты использования эмпирических методов чаще всего могут быть выражены в количественных (числовых) показателях, что допускает их представление в форме статистических данных. В свою очередь, это позволяет выявлять наличие причинно-следственных связей, тенденции в развитии явлений и в итоге закономерности, что приводит к открытию новых законов или подтверждению уже известных.

Эмпирические исследования ориентированы на практическое использование результатов, а это для паразитологии является чрезвычайно важным, поскольку позволяет прийти к результативным методам лечения заболеваний скота или их предотвращения. Эмпирические методы познания можно считать гибкими и адаптивными, поскольку их можно комбинировать и применять вместе при изучении объектов реальности, в том числе и в области ветеринарной паразитологии.

Конечно, в истории философской мысли можно встретить и достаточно сильную тенденцию, нацеленную на критику эмпиризма с позиций узко рационалистической и спекулятивной установки в философии (платонизм, гегельянство). Действительно, представители этих направлений указывают на случайность и вариативность эмпирических данных в противовес точным выводам математики и логики. Однако в сфере действительного накопления знания о биологической реальности в современной науке нет значимой альтернативы применению эмпирических методов.

Некоторые недостатки и несовершенство эмпирических методов (проявляющаяся подчас зависимость результатов от внешних факторов или недостаточная репрезентативность обобщений и др.) могут быть сведены к минимуму при соблюдении должных правил и добросовестности исследователя. Эмпирические методы дают ценные фактические данные, на основе которых можно выявлять закономерности и строить теории, однако применение эмпирических методов требует учета возможных погрешностей и максимально выверенного планирования [4].

Следует дать общую характеристику важнейшим методам эмпирического познания и результатам их применения в паразитологии [7].

1. *Наблюдение.* Представляет собой активный познавательный процесс, опирающийся прежде всего на работу органов чувств человека и его предметно-материальную деятельность, преднамеренное и целенаправленное восприятие явлений внешнего мира с целью их изучения и установления взаимосвязи явлений, поиска закономерностей, которым явления подчинены. Суть наблюдения состоит в том, что изучаемый объект не должен подвергаться воздействию со стороны наблюдателя, т.е. объект должен находиться в обычных, естественных условиях. Например, в случае изучения трихинеллеза данный метод научного познания применяется при изучении клинических признаков проявления паразитарного заболевания. В качестве объекта выступает зараженное естественным путем животное или человек. Это достаточно интересный процесс, поскольку трихинеллез не имеет специфических признаков проявления, его легко можно спутать с воспалением кишечника или аллергией, а если организм имеет высокий статус иммунитета, то клинические признаки могут не проявляться вообще, и заболевание перетекает в хроническую форму.

2. *Сравнение.* Под сравнением имеется в виду сопоставление двух и более объектов (явлений, процессов), при этом происходит поиск общего и различного в них, на основе чего делаются выводы о свойствах сравниваемых объектов. Для того чтобы сравнение было плодотворным, оно должно удовлетворять двум основным требованиям. Сравни-

ваться должны лишь такие явления, между которыми может существовать определенная объективная общность. Для познания объектов их сравнение должно осуществляться по наиболее важным, существенным (в плане конкретной познавательной задачи) признакам. На сравнении как эмпирической познавательной процедуре могут основываться целые научные дисциплины, такие, например, как сравнительная анатомия. При изучении трихинеллеза такой метод познания используется при сравнении возбудителей. Отмечаются как схожие признаки, так и различные, например, при сравнении личинок *Trichinella spiralis* и *Trichinella pseudospiralis* отмечается одинаковый способ заражения, жизненный цикл, локализация паразитов, при этом же строение личинок разное: *T. spiralis* образует вокруг себя капсулу, а *T. pseudospiralis* не образует.

3. *Измерение.* В отличие от сравнения, оно является более точным познавательным средством. Измерение есть процедура определения численного значения некоторой величины посредством единицы измерения. Эта единица измерения должна быть четко определена и не подвергаться изменению во время исследования. Определение размеров и взрослых особей, и личинок является одним из доказательств применения данного метода в паразитологии. *Trichinella spiralis* – одна из самых мелких нематод, паразитирующая у животных: самцы достигают длины 1,4–1,6 мм, а самки 3–4 мм [5].

4. *Эксперимент.* Это частный случай наблюдения, однако, в отличие от наблюдения, позволяет изучить то или иное явление в так называемом чистом виде, исследовать свойства объектов в экстремальных условиях, а также возможность повторить этот эксперимент. Экспериментатор, в отличие от ученого-наблюдателя, самостоятельно задает большинство условий, при которых происходит изучаемое им явление. Таким образом, в эксперименте роль активности субъекта намного выше, чем при наблюдении. Рост научного знания в новое время во многом определяется переходом ученых от наблюдения к постановке экспериментов.

Широкое применение находит эксперимент и в современной отечественной науке.

На протяжении более 25 лет российские паразитологи проводят экспериментальное заражение мышей и крыс личинками трихинелл. Это дает возможность не только сохранить культуру того или иного паразита, но и изучить его влияние на клинические и биохимические показатели крови зараженного организма (например, работа Г. В. Коноваловой, Е. И. Ковешниковой «Влияние экспериментального заражения крыс и мышей личинками *Trichinella spiralis* на гематологические и биохимические показатели у хозяина на разных стадиях инвазии»). С помощью таких экспериментальных заражений лабораторных животных имеется возможность вырастить личинки для их дальнейшего использования в прижизненной диагностике трихинеллеза [1].

5. *Материальное моделирование.* Это метод изучения объектов на моделях, позволяющий получать знания при помощи заме-

нителей (моделей) реальных объектов. Как известно, моделирование бывает материальным или идеальным. Идеальное моделирование относится уже к теоретическим методам исследования, поэтому здесь нас будет интересовать только материальное моделирование. Модель – мысленная или материально реализованная система, замещающая другую систему, с которой она находится в состоянии сходства. Модель заменяет объект исследования и имеет некоторые общие свойства с изучаемым объектом. Материальные модели выполняются из вещественных материалов. Метод моделирования позволяет получить информацию о различных свойствах изучаемых явлений на основе опытов с моделями. Такой метод активно применяется в образовательном процессе: использование плакатов, различных нарисованных схем позволяет более понятно объяснить студентам жизненный цикл развития паразитов (рис.).

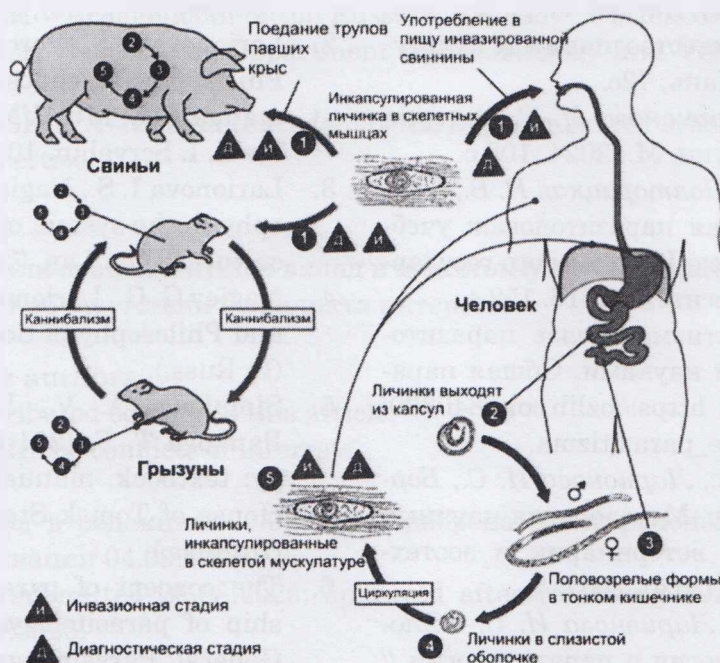


Рис. Жизненный цикл трихинеллы

Заключение. В ходе исследовательской работы мы пришли к выводу, что философия и паразитология тесно связаны друг с другом: философия дает общие принципы и подходы для понимания и изучения сферы паразитологии, а паразитология предоставляет конкретные примеры и данные для проверки и применения философских идей.

Конкретно представленные эмпирические методы познания могут быть применены к изучению паразитологии, что подтверждает универсальность и значимость философии в этой области науки [8].

Универсальность философии заключается прежде всего в том, что она помогает изучать любое научное направление, так как

философия предоставляет общие принципы и методы исследования, которые применимы в разных областях науки [2]. Философия способствует развитию критического мышления, анализу и оценке научных данных, а также формированию общих мировоззренческих установок ученых.

Список источников

1. Коновалова Г. В., Ковешникова Е. И. Влияние экспериментального заражения крыс и мышей личинками *Trichinella spiralis* на гематологические и биохимические показатели у хозяина на разных стадиях инвазии // Российский паразитологический журнал. 2023. № 17 (2). С. 250–256.
2. Ларионова И. С., Ворожихина К. В. Философия: учебно-методическое пособие. М.: МГАВМиБ–МВА имени К. И. Скрябина, 2013. 105 с.
3. Ларионова И. С., Нагиев Г. Г. Философия в системе естествознания и культуры 2020. СПб.: Лань, 72с.
4. Нагиев Г. Г., Ларионова И. С. История и философия науки. М., 2024. 108 с.
5. Симакова А. В., Полторацкая Н. В., Панкова Т. Ф. Общая паразитология: учебное пособие. Томск: ИД Томского государственного университета, 2016. 152 с.
6. Понятие паразитизма. Связь паразитологии с другими науками. Общая паразитология. URL: https://ozlib.com/840390/biologiya/ponyatie_parazitizma.
7. Слесаренко Н. А., Ларионова И. С., Борхунова Е. Н. и др. Методология научных исследований в ветеринарии и зоотехнии. СПб.: Лань, 2020. 296 с.
8. Суворова И. В., Ларионова И. С. Философская методология в паразитологии // Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Неделя молодежной науки» М.: ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина, 2024. С. 789–794.
9. Философия науки. Общий курс: учебное пособие / под ред. С. А. Лебедева. М.: Академический проект, 2005. 736 с.
10. Философия науки: хрестоматия / отв. редактор-составитель Л. А. Микешина. М.: Прогресс-Традиция; МПСИ-Флинта, 2005. 992 с.
11. Цепилова И. И., Ларионова И. С. Соотношение теории и практики в изучении проблемы паразитарных болезней коз // Вопросы ветеринарии и ветеринарной биологии: сборник научных трудов молодых ученых и специалистов по материалам Международной научно-практической конференции. М.: Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии имени К. И. Скрябина, 2012. С. 298–300.

References

1. Konovalova G. V., Koveshnikova E. I. (2023) The effect of experimental infection of rats and mice with *Trichinella spiralis* larvae on hematological and biochemical parameters in the host at different stages of infestation. *Russian Parasitological Journal*, no. 17 (2), pp. 250–256 (In Russ.).
2. Larionova I. S., Vorozhikhina K. V. (2013) Philosophy: an educational and methodical manual. M.: MGAVMiB – MBA named after K. I. Scryabin. 105 p. (In Russ.).
3. Larionova I. S., Nagiev G. G. (2020) Philosophy in the system of natural sciences and culture. SPb.: Lan. 72 p. (In Russ.).
4. Nagiev G. G., Larionova I. S. (2024) History and Philosophy of Science. Moscow. 108 p. (In Russ.).
5. Simakova A. V., Poltoratskaya N. V., Pankova T. F. (2016) General parasitology: textbook. manual. Tomsk: Publishing House of Tomsk State University. 152 p. (In Russ.).
6. The concept of parasitism. The relationship of parasitology with other sciences. General Parasitology. URL: https://ozlib.com/840390/biologiya/ponyatie_parazitizma. Title from the screen (In Russ.).
7. Slesarenko N. A., Larionova I. S., Borkhunova E. N. et al. (2020) Methodology of scientific research in veterinary and animal science. SPb.: Lan. 296 p. (In Russ.).
8. Suvorova I. V., Larionova I. S. (2024) Philosophical Methodology in Parasitology Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International

- Participation "Week of Youth Science" M.: K. I. Skryabin Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology. Pp. 789–794 (In Russ.).
9. (2005) Philosophy of science. General course: study guide / ed. by S. A. Lebedeva. M.: Academic Project. 736 p. (In Russ.).
10. (2005) Philosophy of Science. Anthology / ed. by L. A. Mikeskina. M.: Progress-Tradition. MPSI-Flinta. 992 p. (In Russ.).
11. (2012) The relationship between theory and practice in the study of parasitic diseases in goats // Issues of Veterinary Medicine and Veterinary Biology: Collection of Scientific Papers by Young Scientists and Specialists Based on the Materials of the International Scientific and Practical Conference. M.: Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K. I. Skryabin. Pp. 298–300 (In Russ.).

Информация об авторах:

И. С. ЛАРИОНОВА – доктор философских наук, профессор, заведующая кафедрой философии и социально-гуманитарных наук;
Ф. И. ВАСИЛЕВИЧ – академик РАН, доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий кафедрой паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы;
А. Ю. ВИШНЕВСКАЯ – аспирантка кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы.

Information about the authors:

I. S. LARIONOVA – Doctor of Philosophy, Professor, Head of the Department of Philosophy and Social-Humanitarian Sciences;
F. I. VASILEVICH – Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of the Department of Parasitology and Veterinary and Sanitary Expertise;
A. Yu. VISHNEVSKAYA – Graduate student of the Department of Parasitology and Veterinary and Sanitary Expertise.

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Contribution of the authors:

The authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 25.08.2025; одобрена после рецензирования 30.08.2025; принята к публикации 04.09.2025.

The article was submitted 25.08.2025; approved after reviewing 30.08.2025; accepted for publication 04.09.2025.

Научная статья

УДК 619:615.371:636.52/58

DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202510118

Результаты лечебных и профилактических мероприятий при эймериозе птиц

Зейтуна Хамитовна Терентьева¹,
Светлана Александровна Шемякова²,
Марьяна Замировна Жекамухова³

¹ Оренбургский ГАУ, г. Оренбург, Россия

² Московская государственная академия ветеринарной медицины
и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина, г. Москва, Россия

³ Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик, Россия

Автор, ответственный за переписку:

Марьяна Замировна Жекамухова, kmz84@yandex.ru, ORCID 0000-0002-5887-8460

Аннотация

В статье представлены результаты исследований лечебных и профилактических мероприятий, применяемых для птиц при инвазионных патологиях, в том числе при наиболее распространенном заболевании – эймериозе. Наиболее эффективным при лечении эймериоза оказалось комплексное применение нескольких препаратов в форме суспензии. Равномерное распределение препарата обеспечило высокую эффективность, при этом препараты постепенно воздействуют на разные виды ооцист. Преимущества использования комплекса препаратов – освобождение организма хозяина от эймерий в течение короткого времени при напольном содержании. Стратегии борьбы против эймериозов классифицируются на две категории. Первая группа направлена на предотвращение инвазии путем блокирования внешнего заражения птиц ооцистами. Это включает в себя строгое соблюдение ветеринарно-санитарных мероприятий, размещение птицы на сетчатом полу и применение специализированных дезинфицирующих средств (однохлористый йод, 7,5%-я аммиачная вода, смеси сульфата аммония с гашеной известью, препараты «Суамдезин», «Кенококс Клинер» и аналогичные). Однако высокая устойчивость ооцист к химическим и физическим воздействиям (за счет сложной липопротеиновой оболочки) и их чрезвычайная репродуктивность – от 88 тыс. до 2 млн новых особей за неделю из одной ооцисты – делают данный подход не абсолютно надежным. В связи с этим при угрозе эпидемий основной акцент смещается на химиопрофилактику или вакцинацию как наиболее эффективные меры для минимизации рисков и контроля распространения заболевания в птицеводстве.

Ключевые слова: птица, профилактика, лечение, эймериоз, препараты, «Байкокс®», батризин, метранидазол, сульфадиметоксин, «Кокцидин®»

Для цитирования: Терентьева З. Х., Шемякова С. А., Жекамухова М. З. Результаты лечебных и профилактических мероприятий при эймериозе птиц // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 10. Т. 1. С. 154–158. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510118>

Results of therapeutic and prophylactic measures in avian eimeriosis

Zeituna Kh. Terentyeva¹, Svetlana A. Shemyakova²,
Maryana Z. Zgekamukhova³

¹ Orenburg State Agrarian University, department of microbiology
and Infectious diseases, Orenburg, Russia

² Moscow State Academy of Veterinary Medicine
and Biotechnology – MVA named after K. I. Skryabin, Moscow, Russia

³ Kabardino-Balkarian State Agricultural University
named after V.M. Kokov Nalchik, Russia

Corresponding author:

Maryana Z. Zgekamukhova, kmz84@yandex.ru, ORCID 0000-0002-5887-8460

Abstract

The article presents the results of research on therapeutic and preventive measures used for birds with invasive pathologies, including the most common disease, eimeriosis. The complex use of several drugs in the form of a suspension proved to be the most effective in the treatment of eimeriosis. The uniform distribution of the drug ensured high efficiency, while the drugs gradually act on different types of oocysts. The advantages of using a complex of drugs are the liberation of the host's body from eimeria in a short time when kept outdoors. Strategies to combat eimeriosis are classified into two categories. The first group is aimed at preventing invasion by blocking the external infection of birds with oocysts. This includes strict adherence to veterinary and sanitary measures, the placement of poultry on a mesh floor and the use of specialized disinfectants (iodine monochloride, 7.5 % ammonia water, mixtures of ammonium sulfate with slaked lime, preparations "Suamdesin", "Kenokox Cleaner" and the like). However, the high resistance of oocysts to chemical and physical influences (due to the complex lipoprotein shell) and their extreme reproduction – from 88 thousand to two million new individuals per week from one oocyst, make this approach not absolutely reliable. In this regard, with the threat of epidemics, the main focus is shifting to chemoprophylaxis or vaccination, as the most effective measures to minimize risks and control the spread of the disease in poultry farming.

Keywords: poultry, chickens, prevention, treatment, eimeriosis, solution, drugs, baikox, batrizine, metranidazole, sulfadimethoxine, coccidine

For citation: Terentyeva Z. Kh., Shemyakova S. A., Zgekamukhova M. Z. (2025) Results of therapeutic and prophylactic measures in avian eimeriosis. *Veterinariya, Zootekhniya i Biotekhnologiya*. No. 10. Vol. 1. Pp. 154–158. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202510118>

Введение. Эймериоз – это одна из наиболее распространенных болезней птиц, особенно молодняка. Большое значение в распространении эймериоза имеют следующие причины: скученность птицы в помещениях, повышенная влажность воздуха, несвоевременная уборка подстилки при напольном содержании, неполноценное кормление, нарушение технологии выращивания молодняка [4–6].

Птицеводческие комплексы всегда в разной степени были и остаются неблагополучными по эймериозу. В индивидуальных хозяйствах у кур также регистрируется данная патология. В птицеводческих помещениях ооцисты эймерий могут скапливаться в максимальных количествах. Это является угрозой для заражения птиц эймериозом, заболевание быстро распространяется среди

всего поголовья и часто сопровождается гибелью [1, 2].

Высокая концентрация поголовья на ограниченных площадях в промышленном производстве создает также благоприятные предпосылки для развития протозойных болезней, в том числе эймериоза. Возбудитель этого заболевания постоянно присутствует в птицеводческих комплексах и свободно распространяется посредством обслуживающего персонала, различных видов транспорта, диких птиц, грызунов, насекомых, а также через корма и инвентарь [1–3, 6].

Эймериозные инвазии представляют собой серьезную опасность как в контексте ассоциаций с другими патогенами, усугубляющими их клиническое проявление до тяжелых форм заболеваний, так и при наличии паразитоносительства или моноинвазий. Эти факторы несут значительную угрозу для птицеводческой отрасли в целом как на промышленных комплексах (птицефабриках), так и у индивидуальных владельцев подворий с птицей [6].

Цель исследования. Изучить эффективность применения комплексного метода лечебных и профилактических мероприятий при эймериозе кур. Нами были поставлены следующие задачи:

1) изучить распространенность эймериоза птиц в частных хозяйствах в сравнении с зараженностью птиц в птицеводческих хозяйствах;

2) разработать оптимальную схему лечебно-профилактических мероприятий при эймериозе кур с применением нескольких препаратов.

Материалы и методы. Распространенность эймериоза кур и проведение лечебно-профилактических мероприятий изучали в ООО «Фермер» (Оренбургская область) и в индивидуальных подсобных хозяйствах. В соответствии с поставленными задачами объектом исследования явились куры русской белой породы разных возрастных групп.

Диагноз на эймериоз устанавливали на основании комплекса данных: копрологических исследований помета птиц методом Фюллеборна, клинических признаков, данных патологоанатомического вскрытия. Выявляли эффективность таких препаратов, как «Бай-

кокс®», батризин, метронидазол, которые отличались по некоторым показателям, в следующих дозах: «Байкокс®» 2,5%-й раствор – 1 мл/л воды из расчета 7 мг/кг живой массы птицы; батризин 7%-й раствор – 0,05 мл/л воды из расчета 3,5 мг/кг массы птицы; метронидазол – 10 мг/кг массы птицы; сульфадиметоксин – 0,5 г/л воды; «Кокцидин®» 2,5%-й раствор – 1 мл/л воды. Все препараты выпаивали птице в течение 3-х сут.

Использовалась комбинация препаратов, включающая сульфадиметоксин, «Кокцидин®», батризин, которая применялась на 40-суточной птице, при этом препараты выпаивались однократно утром из вакуумной поилки трехдневными курсами с перерывом в 1 сут.

Результаты исследования. В наших исследованиях характер инвазии определялся не столько сезонностью, сколько технологией содержания [3]. Наиболее часто встречающимися видами эймерий у птиц явились: *Eimeria tenella*, *E. necatrix*, *E. acervulina*, *E. maxima*, хотя при микроскопировании в редких случаях были выявлены и такие виды, как: *E. brunette*, *E. mitis*, *E. praecox*, *E. hagani*, *E. mivati*.

Итоги исследований при применении комплекса препаратов были подведены через 13 сут после применения препаратов по следующим показателям: клиническому состоянию птиц, результатам копрологических исследований (интенсивность инвазии при подсчете ооцист в 1 г помета в течение недели). Результаты исследований представлены в табл. 1.

Из данных табл. 1 видно, что при применении препаратов по схеме 2 показатели интенсивности инвазии были ниже показателей примененных препаратов по схеме 1 и проявили невысокую эффективность действия на ооцист.

Препараты, применяемые по 1 схеме, приводят к гибели ооцист, разрушают их (интенсивность инвазии снизилась в среднем на 90 %), при этом птица набирала массу тела в среднем 2,0–3,0 г/сут, была активной, признаков болезни не отмечалось.

Из данных табл. 2 видно, что без применения препаратов число ооцист в организме птиц не только не уменьшилось, но даже

увеличилось втрое. при этом отмечалось, что у птицы снижается масса тела, диарея и по

окончании исследования наблюдался летальный исход нескольких голов.

Таблица 1

Действие препаратов в форме суспензии на количество ооцист эймерий (1-я опытная группа)

Период исследования, сут	Число ооцист в одном поле зрения микроскопа до применения препаратов	Препарат		Число ооцист в одном поле зрения микроскопа через 13 сут после применения	
		Схема 1	Схема 2	Схема 1	Схема 2
1	15,0±2,0	«Байкокс®»	Батризин	3	5
2	12,0±2,2	Батризин	Сульфадиметоксин	4	3
3	13,0±1,8	Метронидазол	«Кокцидин®»	2	4

Таблица 2

Показатели интенсивности инвазии в контрольной группе без применения препаратов

Период исследования, сут	Число ооцист в одном поле зрения микроскопа в начале исследования	Число ооцист в одном поле зрения микроскопа на 13-е сут
1	15	23
2	12	14
3	13	22
4	14	15
5	15	24
6	16	23
7	17	33
8	18	24
9	19	34

Обсуждение. Таким образом, применение комплекса таких препаратов, как «Байкокс®», батризин, метронидазол в форме суспензии для выпаивания (схема 1), является более эффективным по сравнению с препаратами, которые задавали по схеме 2. Лучшие результаты по лечению и профилактике эймериоза птиц дает метод применения по 1 схеме. Также был разработан календарный план мероприятий по оздоровлению птиц от эймериоза.

Выводы. Таким образом, прогрессирующее развитие антикокцидиостатикорезистентных штаммов эймерий в сочетании с увеличением запретов на использование антикокцидийных препаратов в промышленном производстве птицы побуждает к необходимости разработки новых подходов и внедрению альтернативных стратегий в борьбе с эймериозом птицы. Через сложный цикл развития эймерий, сложность развития иммунитета у птицы для успешной профилак-

тики и борьбы с этим заболеванием становится необходимым полное понимание взаимодействия «паразит – хозяин» и защитных иммунных механизмов. Поэтому добиться успеха в борьбе с эймериозом птиц можно лишь при постоянном мониторинговом анализе эпизоотической ситуации в хозяйствах, аналитическом научном подходе к выбору схемы лечения и профилактики эймериоза.

Список источников

1. Барабаш А. Ф., Лукьянова Г. А., Кузнецов Ю. А. и др. Лечение и профилактика болезней домашних животных и птицы. М.: АСТ; Донецк: Сталкер, 2005. 302 с.

2. Бессарабов Б. Ф., Мельникова И. И., Сушкова Н. К. Болезни птиц: учебное пособие. 2-е изд. СПб.: Лань, 2009. 448 с.

3. Гавриша В. Г., Сидоркина В. А. Современный справочник врача ветеринарной медицины. Ростов-н/Д.: Феникс, 2006. 576 с.

4. Грушина В. А., Сивохина Л. А., Каптюшин В. А. Профилактика заболеваний с/х животных и птиц. М.: ООО «Аквариум-Принт», 2005. 190 с.
5. Гусева К. А., Петрова Ю. В., Абрамов П. Н. Влияние пребиотической кормовой добавки «Агримос» на микробиоту кишечника цыплят-бройлеров // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2024. № 3. С. 23–27.
6. Зипер А. Ф. Эффективные способы предупреждения и лечения заболеваний животных и птиц. М.: АСТ; Донецк: Сталкер, 2005. 159 с.
2. Bessarabov B. F., Melnikova I. I., Sushkova N. K. (2009) Diseases of birds: a textbook / B. F. Bessarabov. 2nd ed. SPb.: Lan Publ. 448 p. (In Russ).
3. Gavrisha V. G., Sidorkina V. A. (2006) Modern reference book of a doctor of veterinary medicine. Rostov-on-Don: Phoenix. 576 p. (In Russ).
4. Grushina V. A., Sivokhina L. A., Kaptyushin V. A. (2005) Prevention of diseases of agricultural animals and birds. M.: Aquarium-Print LLC. 190 p. (In Russ).
5. Guseva K. A., Petrova Yu. V., Abramov P. N. (2024) The effect of the prebiotic feed additive "Agrimos" on the intestinal microbiota of broiler chickens. *Veterinary, Animal Science, and Biotechnology*, no. 3, pp. 23–27 (In Russ).
6. Ziper A. F. (2005) Effective methods of prevention and treatment of diseases of animals and birds. Moscow: AST; Donetsk: Stalker. 159 p. (In Russ).

References

Информация об авторах:

З. Х. ТЕРЕНТЬЕВА – доктор биологических наук, профессор кафедры микробиологии и заразных болезней;
 С. А. ШЕМЯКОВА – доктор ветеринарных наук, профессор кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы;
 М. З. ЖЕКАМУХОВА – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры ветеринарной медицины.

Information about the authors:

Z. Kh. TERYENTYEVA – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Microbiology and Infectious Diseases;
 S. A. SHEMYAKOVA – Doctor of Veterinary Sciences, Professor of the Department of Parasitology and Veterinary and Sanitary Expertise;
 M. Z. ZHEKAMUKHOVA – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Veterinary Medicine.

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
 Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors:

The authors contributed equally to this article.
 The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 26.08.2025; одобрена после рецензирования 31.08.2025; принята к публикации 05.09.2025.

The article was submitted 26.08.2025; approved after reviewing 31.08.2025; accepted for publication 05.09.2025.

Один день в Университете МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина 2025

В рамках профориентационной работы с обучающимися московских школ Академия проводит комплекс мероприятий «Один день в Университете МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина 2025» при поддержке Департамента образования и науки города Москвы. Комплекс мероприятий включает в себя лекции, семинары и мастер-классы, где предоставляются возможности, которые открывают обучение в одном из ведущих вузов Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

За прошедший год школьники познакомились с увлекательным миром ветеринарии, в частности, анатомии, физиологии, офтальмологии, кардиологии, паразитологии, микробиологии, а также зоотехнии и технологии в области производства и переработки сельскохозяйственной продукции.

Формат мероприятий «Один день в Университете МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина 2025» позволяет в доступном виде рассказать и заинтересовать обучающихся общеобразовательных организаций будущей профессией, провести в мир аграрного образования, разжечь интерес на мастер-классах, где участники самостоятельно оттачивают профессиональные навыки.

За 2024/2025 учебный год в Академии проведено более 60 мероприятий, которые посетили свыше 3000 обучающихся общеобразовательных учреждений г. Москвы. Мероприятия охватывали все тематические направления, реализуемые в Академии. Наиболее активное участие принимали кафедры ветеринарной хирургии, анатомии и гистологии животных имени профессора А. Ф. Климова, частной зоотехнии, базовая кафедра инновационной ветеринарной медицины мелких домашних животных на базе ООО «ЛДВЦ МВА», генетики и разведения животных имени В. Ф. Красоты.

Кроме привлечения будущих абитуриентов, Академия в награду за свой труд получает самые искренние слова благодарности и горящие глаза школьников.

В 2025 году комплекс мероприятий проводится в каникулярный период: март-апрель и октябрь-ноябрь.

Программа мероприятий размещена на официальном сайте Академии

<<https://mgavm.ru>>

Регистрация на мероприятия доступна на официальном сайте проектов Департамента образования и науки города Москвы «ГОРИЗОНТЫ. Проект МЭШ»

<<https://gorizonty.mos.ru>>





ISSN 2311-455X



9 772311 455008