

**Научно-практический  
журнал**

**VETERINARIYA,  
ZOOTEKHNIYA I  
BIOTEKHNOLOGIYA**

**№ 4-1**

**апрель**

**2025**

**ISSN 2311-455X**

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

# **ВЕТЕРИНАРИЯ, ЗООТЕХНИКА И БИОТЕХНОЛОГИЯ**

**Идиопатическая (немотивированная) агрессивность  
у животных**

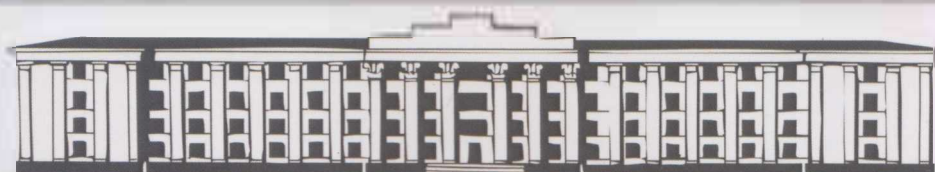
**Результаты применения интратрахеальных стентов  
с различной толщиной нитиноловой нити  
при коллапсе трахеи**

**Морфофункциональные показатели органов  
иммунитета и пищеварительной системы  
при дисбактериозах кишечника ягнят**

**Сравнительная рентгеноморфометрия дистального  
отдела конечностей лося и крупного рогатого скота**

**Значение обучения персонала ветеринарно-  
санитарных подразделений в проведении дезинфекции  
альдегидсодержащими препаратами: ключ  
к безопасности и профессионализму**

**Гистоморфологические показатели печени перепелов  
при применении в рационе кормовой добавки  
с L-карнитином**



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

**№ 4, 2025 г.  
Том 1**



Москва

# **Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya**

Scientific and practical journal. Published once a month  
№ 4 (136), 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, Professor 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  
Devrishov 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 VNIVIPIT  
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  
Vasil'ev 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:** 04.03.2025. Format 60x90 1/8

The price is negotiable. Number of sheets – 16,75 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**

© FSBEI HE «Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Skryabin»  
© LLC Publishing House «Scientific Library»

# **Ветеринария, Зоотехния и Биотехнология**

Научно-практический журнал. Выходит 1 раз в месяц  
№ 4 (136), 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, профессор 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 ВБЭВ 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

Калуштин А. В. – доктор биологических наук, профессор ФГБНУ ФНЦ ВБЭВ 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 «ВНИВЦФит»

Юлдашбаев Ю. А. – академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева

## **Редакционно-экспертный совет:**

Абрамов И. 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: 04.03.2025. Формат 60х90 1/8  
Цена договорная. Объем 16,75 п.л. Тираж 5000 экз.

**Отпечатано в типографии ООО «Канцлер»**

г. Ярославль, ул. Полушкина Роща, 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



# CONTENTS

## ANIMAL PATHOLOGY, MORPHOLOGY, PHYSIOLOGY, PHARMACOLOGY AND TOXICOLOGY

Maksimov V. I., Pozyabin S. V., Deltsov A. A. Idiopathic (unmotivated) aggressiveness in animals .....	6
Shchurov A. I., Vatnikov Yu. A., Shchurov I. V., Zharikov A. M., Semyonova V. I. Results of using intratracheal stents with different thickness of nitinol thread in tracheal collapse .....	13
Akulova S. V., Karasenkova Ya. N., Deltsov A. A., Rodkina O. R. Evaluation of the effectiveness of the antiseptic based on metal hydrosols «NanArgol» in the treatment of cattle hooves .....	22
Glamazdin I. G., Blumenkrants D. A., Sysoeva N. Yu., Nemtseva Yu. S., Gavrilova A. V. Morphological and functional indicators of the organs of immunity and the digestive system in intestinal dysbacteriosis of lambs .....	29
Selezneva E. S., Zdorovinin V. A. Morphological assessment of the effect of an aqueous solution of the Forvet immunocorrector on the muscle membrane of the intestinal wall of the blind and rectum in Ross-308 cross broilers in embryogenesis .....	40
Fattakhov A. K., Belogurov V. V., Borkhunova E. N., Ryazanov I. G. Comparative X-ray morphometry of the distal extremities of moose and cattle .....	49

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

Zemtsova L. K., Esepenok K. V., Gorbacheva M. V. Efficiency of application of insecticidal agent «AIS-LAMK» for control of keratophagous insects .....	57
Netychuk S. S., Dementieva A. A., Popov P. A. The role of training personnel of veterinary and sanitary units in disinfection with aldehyde-containing drugs: the key to safety and professionalism .....	66
Bachinskaya V. M., Gonchar D. V., Sorokina E. S. Histomorphological parameters of quail liver when using a feed additive with L-carnitine in the diet .....	73

## INFECTIOUS DISEASES AND ANIMAL IMMUNOLOGY

Khaptsev Z. Yu., Spiriyakhina T. V., Anisimova M. S., Radionova O. N., Tolstova E. A. Autovaccines as an alternative to antibiotics in the treatment of opportunistic diseases in animals: problems and prospects of production and application .....	82
---	----

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

Bessarabova E. V., Mironova E. E., Mirzaev M. N. The effect of the feed additive Melavit on the development of boiler chickens of the «Ross 308» cross .....	96
Tsygankov E. M., Menkova A. A., Petrova Yu. V. Amino acid profile of blood of fattening bulls .....	103
Spivak M. A., Petrova Yu. V., Zolotukhina E. A., Tishenkov D. I. Efficiency of using adsorbents «MaxiSorb®» and «ToxiNon®» in growing broiler chickens in industrial conditions .....	110

## BIOTECHNOLOGY

Kruglov A. A., Pimenov N. V. Optimization of industrial cultivation of <i>Actinobacillus pleuropneumoniae</i> strains .....	120
Tomilova N. M., Kishkinova O. A., Verezubova N. A., Sakovich N. E. In search of balance: the Lotka–Volterra model in biosystem research .....	127

# СОДЕРЖАНИЕ

## ПАТОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ, МОРФОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ, ФАРМАКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЯ

Максимов В. И., Полябин С. В., Дельцов А. А. Идиопатическая (немотивированная) агрессивность у животных .....	6
Щуров А. И., Ватников Ю. А., Щуров И. В., Жариков А. М., Семенова В. И. Результаты применения интратрахеальных стентов с различной толщиной нитиноловой нити при коллапсе трахеи .....	13
Акулова С. В., Карасенков Я. Н., Дельцов А. А., Родькина О. Р. Оценка эффективности антисептика на основе гидрозолей металлов «НанАргол» при обработке копытцев крупного рогатого скота .....	22
Гламаздин И. Г., Блюменкранц Д. А., Сысоева Н. Ю., Немцева Ю. С., Гаврилова А. В. Морфофункциональные показатели органов иммунитета и пищеварительной системы при дисбактериозах кишечника ягнят .....	29
Селезнева Е. С., Здоровинин В. А. Морфологическая оценка влияния водного раствора иммунокорректора «Форвет®» на мышечную оболочку кишечной стенки слепых и прямой кишок у бройлеров кросса «Росс-308» в эмбриогенезе .....	40
Фаттахов А. К., Белогуров В. В., Борхунова Е. Н., Рязанов И. Г. Сравнительная рентгеноморфометрия дистального отдела конечностей лося и крупного рогатого скота .....	49

## САНИТАРИЯ, ГИГИЕНА, ЭКОЛОГИЯ, ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА И БИОБЕЗОПАСНОСТЬ

Земцова Л. К., Есепенок К. В., Горбачева М. В. Эффективность применения инсектицидного средства «АИС-ЛАМБ» для борьбы с насекомыми-ксератофагами .....	57
Нетычук С. С., Дементьева А. А., Попов П. А. Значение обучения персонала ветеринарно-санитарных подразделений в проведении дезинфекции альдегидсодержащими препаратами: ключ к безопасности и профессионализму .....	66
Бачинская В. М., Гончар Д. В., Сорокина Е. С. Гистоморфологические показатели печени перепелов при применении в рационе кормовой добавки с L-карнитином .....	73

## ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ И ИММУНОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

Хапцев З. Ю., Спирихина Т. В., Анисимова М. С., Радионова О. Н., Толстова Е. А. Аутовакцины как альтернатива антибиотикам при лечении оппортунистических заболеваний у животных: проблемы и перспективы производства и применения ...	82
---	----

## ЧАСТНАЯ ЗООТЕХНИЯ, КОРМЛЕНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВ И ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

Бессарабова Е. В., Миронова Е. Е., Мирзаев М. Н. Влияние кормовой добавки «Мелавит» на динамику роста и развития цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» .....	96
Цыганков Е. М., Менькова А. А., Петрова Ю. В. Аминокислотный профиль крови бычков на откорме .....	103
Спивак М. А., Петрова Ю. В., Золотухина Е. А., Тищенко Д. И. Эффективность применения отечественных адсорбентов «МаксиСорб®» и «ТоксиНон®» при выращивании цыплят-бройлеров в производственных условиях .....	110

## БИОТЕХНОЛОГИЯ

Круглов А. А., Пименов Н. В. Оптимизация промышленного культивирования штаммов <i>Actinobacillus pleuropneumoniae</i> .....	120
Томилова Н. М., Кишкинова О. А., Вerezубова Н. А., Сакович Н. Е. В поисках равновесия: роль модели Лотки–Вольтерры в изучении биологических систем .....	127

Научная статья

УДК 591.1:636.7:612.82

DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202504101

## Идиопатическая (немотивированная) агрессивность у животных

Владимир Ильич Максимов<sup>1</sup>, Сергей Владимирович Позябин<sup>2</sup>,  
Александр Александрович Дельцов<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –  
МВА имени К. И. Скрябина, г. Москва, Россия

Автор, ответственный за переписку:

Владимир Ильич Максимов, dr.maximov@gmail.com

### Аннотация

Среди многообразия поведенческих форм у животных (в частности, у собак) особое место занимает поведение, которое выражается в виде агрессии. Установление места немотивированной (идиопатической) агрессивности животных (собак) в этом ряду как поведения имеет значение при разработке некоторых законодательных актов, обуславливающих определенное отношение в целом к животным, особенно агрессивным по отношению к человеку. При решении вопросов по поводу гуманного и ответственного отношения к животным касательно понятия «немотивированная агрессивность животных» необходимо понимать, что такое поведение животных, формы их поведения, является ли немотивированная агрессивность животных той или иной формой поведения. В целом под немотивированной агрессивностью у животного (собаки) необходимо понимать его оборонительное поведение, выражающееся в выходе за рамки стереотипного, свойственного животному данного вида, и проявляющееся по отношению к человеку и (или) животному в форме агрессии, не обусловленной какой-либо внешней причиной (фактором).

Ключевые слова: поведение животных, формы поведения животных, идиопатическая (немотивированная) агрессивность животных, этология, инстинкты, импринтинг

Для цитирования: Максимов В. И., Позябин С. В., Дельцов А. А. Идиопатическая (немотивированная) агрессивность у животных // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 4. Т. 1. С. 6–12. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504101>

Original article

## Idiopathic (unmotivated) aggressiveness in animals

Vladimir I. Maksimov<sup>1</sup>, Sergey V. Pozyabin<sup>2</sup>, Alexander A. Deltsov<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Moscow State  
Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named  
after K. I. Skryabin, Moscow, Russia

© Максимов В. И., Позябин С. В., Дельцов А. А., 2025

Corresponding author

Vladimir I. Maksimov, dr.maksimov@gmail.com

### Abstract

The purpose of the study is to study and define unmotivated (idiopathic) aggression of animals (dogs) as behavior when there is a motive, but it was not seen or understood. Among the variety of behavioral forms in animals, in dogs in particular, a special place is occupied by behaviors that are expressed in the form of aggression. Establishing the place of unmotivated (idiopathic) aggression of animals (dogs) in this series, as behavior, is important when developing certain legislative acts that determine a certain attitude towards animals in general, especially aggressive in their behavior towards humans. When solving issues regarding humane and responsible attitude towards animals, in relation to the concept of "unmotivated aggression of animals" it is necessary to understand what animal behavior is, forms of their behavior, whether unmotivated aggression of animals is a particular form of behavior. In general, unmotivated aggression in an animal (dog) should be understood as its defensive behavior, expressed in going beyond the stereotypical behavior typical of an animal of a given species and manifested in the form of aggression towards a person and (or) an animal, not caused by any external cause (factor).

**Keywords:** animal behavior, forms of animal behavior, idiopathic (unmotivated) aggressiveness of animals, ethology, instincts, imprinting

**For citation:** Maksimov V. I., Pozyabin S. V., Deltsov A. A. (2025) Idiopathic (unmotivated) aggressiveness in animals. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. 2025. № 4. Vol. 1. Pp. 6–12. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504101>

**В**ведение. Среди многообразия поведенческих форм у животных (в частности, у собак) особое место занимает поведение, которое выражается в виде агрессии. Установление места немотивированной (идиопатической) агрессивности как поведения животных (собак) в этом ряду имеет значение при разработке законодательных актов, обуславливающих определенное отношение в целом к животным, особенно агрессивным в своем поведении по отношению к человеку.

При решении вопросов по поводу гуманного и ответственного отношения к животным в Российской Федерации, совершенствования текущего законодательства в этой сфере (в частности, в отношении понятия «немотивированная агрессивность животных») необходимо понимать, что такое поведение животных, формы их поведения, является ли немотивированная агрессивность животных той или иной формой поведения.

Поведение животных изучает наука этология, которая представляет собой упорядоченную систему достоверных знаний биологических основ, количественной и качественной характеристик, закономер-

ностей, механизмов осуществления и регуляции, форм, развития в онтогенезе и филогенезе поведенческих актов животных, их приспособительной роли. Вот почему важно понимание места немотивированной (идиопатической) агрессивности животных (собак) как одной из форм поведения в ряду поведенческих актов животного.

Главная задача этологии животных – изучение врожденных, генетически обусловленных форм поведения животных [5].

**Цель исследования.** Изучение и определение немотивированной (идиопатической) агрессивности как поведения животных (собак), когда мотив есть, но его не увидели, не поняли.

**Результаты и обсуждение.** Различают врожденные (инстинкты) и приобретенные ((импринтинг (запечатление), условные рефлексы (классический и инструментальный), подражание, сложная поведенческая деятельность и инсайт (озарение)) формы поведения, каждая из которых характеризуется определенными поведенческими актами. В целом же различают формы поведения: пищевое и питьевое, гомеостати-



ческое и комфортное, пассивное и активное оборонительное, игровое, исследовательское, подражательное, экстраполяционное, поведение в экстремальных ситуациях и в критических ситуациях, аномальное (ненормальное), аутопрофилактика и ауто-санация, сон, половое, родительское, каждое из которых может при определенных условиях сопровождаться состоянием с неизвестной, идиопатической (немотивированной) причиной, но выражающимся так называемым агрессивным поведением. Такое поведение в большей степени проявляется при оборонительной форме приобретенного поведения [5–7].

Отсюда и необходимо иметь соответствующее мнение о понятии «немотивированная агрессивность» животных. Любое поведение животных (и агрессивное поведение тоже) является одной из форм их поведения (но с неизвестной причиной), т.е. идиопатического (состояния с неизвестной причиной).

Наиболее распространено следующее понятие (термин) – «немотивированная агрессивность животных». Под немотивированной агрессивностью у животного следует понимать враждебное поведение животного, выражающееся в выходе за рамки стереотипного поведения, свойственного животному данного вида, и проявляющееся по отношению к человеку и (или) животному в форме агрессии, не обусловленной какой-либо внешней причиной (фактором).

Известно, что агрессивное поведение у животного относится к оборонительному поведению, а значит, и немотивированная (идиопатическая) агрессивность тоже.

Животным свойственны пассивное и активное оборонительное поведение.

Пассивное оборонительное поведение – активность животного, связанная с защитой организма от действия пугающих или вредоносных агентов (факторов) и проявляющаяся настороженностью, пугливостью, отступлением (бегством) животного от опасности, прятаньем в укрытии, принятием позы неподвижности, замиранием, изданием специальных звуковых сигналов и др. Внешние проявления пассивных оборонительных реакций сопровождаются также вегетативными реакциями – учащением

сокращений сердца, повышением давления крови, учащением дыхательных движений, уменьшением сократительной и секреторной деятельности органов системы пищеварения, повышением температуры тела, связанными с повышением функциональной активности нервной и гормональной систем.

Животным свойственен рефлекс осторожности, страха. Оказавшись в опасной ситуации, они быстро ориентируются в ситуации и осуществляют целесообразную оборонительную поведенческую реакцию в разном виде, например, спасаются бегством. Если животное воспринимает действие пугающих раздражителей, то оно покидает этот участок.

Всем животным свойственно и активное (агрессивное) оборонительное поведение. Некоторые животные агрессивны по своей природе. Агрессивное поведение у них проявляется тогда, когда животное лишено возможности при действии на него «стрессующих агентов» отступить бегством, спрятаться. Активное оборонительное поведение у них обычно обнаруживаются по хорошо заметным признакам: изменению позы, положения головы, ушей, хвоста, волос, напряжению мышц. Большинство животных, попадая в ситуацию, при которой необходима оборона, выбирают тактику нападения на противника, преследуют его, кусают, бьют конечностями, царапают, издают специфические звуки.

Особое внимание при рассмотрении агрессивного поведения, а значит, и немотивированной (идиопатической) агрессивности, уделяется животным, которые непосредственно контактируют с человеком, а именно – собакам и кошкам. Для них характерно большое разнообразие форм поведения.

У собак определяется более 230 форм индивидуального поведения: формы приема корма, мочеиспускания, дефекации, ухаживания за наружным покровом; реакции на изменение условий в окружающей среде; движения, ориентирования в виде определенной позы туловища и отдельных частей; формы социального поведения; способы коммуникации и др. Значительные отли-

чия обнаруживаются в поведении различных пород собак (сторожевых, пастушьих, охотничьих, ищейк и др.).

Немотивированное (идиопатическое) агрессивное поведение (пассивное и активное оборонительное поведение) у собак сильно проявляется как инстинкт самосохранения, страха. Действие на собаку любого нового раздражителя вызывает у животного оборонительную реакцию. Пассивное оборонительное поведение проявляется бегством от опасности, нередко сопровождающимся лаем или визгом.

У собак преобладает агрессивное оборонительное поведение. Они проявляют агрессивность от страха перед незнакомцами или непонятной ситуацией. 80 % собак являются агрессивными. Агрессивное поведение собак чаще бывает связано с демонстрацией своего превосходства, с борьбой за лидерство и проявляется при приближении к ней, попытке погладить ее, грубом обращении с ней, угрозе, наказании, в связи с защитой корма, места отдыха, территории (дома), логова, щенков, полового партнера и др.

Определены две формы оборонительной (защитной) агрессии у собак:

1) агрессия, вызванная сильным раздражителем, представляющим физическую и психическую опасность;

2) агрессия страха, самозащиты, направленная против человека или животного, которого собака боится.

Отдельные собаки ведут себя агрессивно по отношению к определенным животным, людям или движущимся машинам. В собаке заложен инстинкт хищника, поэтому агрессия охотника проявляется в преследовании и попытке укусить движущиеся объекты. Часто собаки агрессивны к новорожденным детям.

Защитная реакция по отношению к незнакомым людям обусловлена инстинктом самозащиты. Собаки враждебно воспринимают вторжение незнакомцев на свою территорию.

Таким образом, каждое из форм поведения у собак может сопровождаться агрессивным поведением (немотивированной (идиопатической) агрессивностью как след-

ствием), но в большей степени проявляться при оборонительной форме.

Немотивированная (идиопатическая) агрессивность может быть следствием:

– генетической предрасположенности (например, собаки бойцовых и охранных пород, которые имеют более высокий уровень агрессии по сравнению с другими);

– неврологических или психических расстройств (боли или неудобства, вызванные болезнями или травмами [1, 2]);

– гормональных нарушений (агрессия у кобелей);

– нарушений условий (правил) той или иной формы поведения: территориальная при коммуникациях с сородичами; агрессия за лидерство, которое может вызвать поведение хозяина, демонстрирующего свое превосходство; частые воздействия сильных раздражителей, вызывающих страх; появление в семье ребенка, которому уделяется больше внимания, и т.д.

Таким образом, немотивированная (идиопатическая) агрессивность – это поведение, которое проявляется спонтанно и неконтролируемо, потому-то его и можно назвать немотивированным. Чаще всего она возникает у собак, которых не могут или не считают нужным воспитывать в соответствии с типом их высшей нервной деятельности (темпераментом) и влиянием факторов окружающей среды (сообразно условиям их жизни).

Агрессия – это поведение, направленное на устранение объекта или увеличение дистанции с ним. Это защитное поведение, демонстрируемое в случаях, когда другие возможности спасения жизни и защиты ресурсов уже исчерпаны [4]. Злость – эмоция, вызванная дискомфортом. Дискомфорт порождает эмоцию. Эмоция создает возбуждение. Возбуждение находит выход в поведении.

Тут важно понимать, что любая нештатная ситуация – это стресс. Сопровождается она нервной активностью, которая различна и зависит от типа высшей нервной деятельности. Постепенно это может приводить к разнообразным перегрузкам в нервной и гормональной системах, что требует разрядки, чаще произвольной (а значит, и неконтролируемой). И велика вероят-

ность, что это окажется инстинктивное поведение – боевое поведение.

Все вышеизложенное особенно актуально в контексте проблемы бездомных собак и их взаимодействия с людьми, которые в той или иной степени препятствуют их естественному поведению. Например, это может проявляться в том, что собака подойдет к человеку, а в ответ на это может столкнуться с угрозами или насилием. Ситуация усугубляется, когда сука, не имеющая укрытия, пытается защитить своих щенков, или когда матерый пес считает своей обязанностью охранять территорию своей стаи от незнакомцев. Также стоит отметить, что собаки могут реагировать на громкие звуки или активные действия рядом с их местом обитания из-за страха. Следствие – «немотивированная агрессия», т.е. немотивированное (идиопатическое) агрессивное поведение. Бродячие собаки нападают на мирного человека, ничем не мешающего им. Они окружают человека и не отпускают, рычат и скалятся, кусают без причины.

Большинство специалистов, работающих с собаками, выделяют несколько самых распространенных видов агрессии у собак: территориальная (при появлении в доме нового питомца), собственническая (свойственная собакам, стремящимся охранять имущество: еду, лежанки, игрушки и др.), доминантная (проявляется в борьбе за лидерство в «стае»), гормональная (связана с половым влечением, сбоями в работе эндокринной системы), пищевая (возникает на фоне конкуренции нескольких особей за еду, а также после употребления некачественного, неподходящего корма), родительская – материнская (защита самкой детенышей), болевая (реакция на дискомфортные ощущения в организме, которая иногда проявляется раньше, чем другие симптомы заболевания), при страхе (питомец начинает обороняться, если у него нет возможности убежать, спрятаться от потенциальной угрозы; наиболее подвержены особи, принесенные с улицы), игровая (встречается у молодняка, выражается в виде нападения на ноги, руки) и немотивированная (идиопатическая).

Как видно, почти все виды агрессии имеют причину, немотивированная также. Некоторые специалисты считают, что агрессию без очевидной причины могут проявлять больные животные, у которых поведение обусловлено отклонениями в психике [3], у здорового животного она всегда имеет мотив.

В гуманистическом подходе к коррекции поведенческих проблем у собак агрессию, связанную с нарушенным базовым чувством безопасности (агрессивные проявления могут принимать крайние формы, если животное почувствует себя загнанным в безвыходную ситуацию), отделяют от агрессии, возникающей в ответ на нарушенные потребности других уровней (например, потребность в эксклюзивном праве на территорию). В других подходах встречалось более детальное дробление агрессии на типы – защитная, доминантная, родительская, игровая, перенаправленная, межвидовая и идиопатическая (немотивированная).

Симптомы и методы диагностики немотивированной агрессии основываются на определенных признаках, основные из которых, например, у собак: рычание, напряженная стойка, оскал, гортанный лай, прикусывание или множественные слабые покусы, захват зубами без укуса. Истинная немотивированная (идиопатическая) агрессия собак встречается крайне редко. Доля от всех нападений по немотивированной агрессии составляет всего 0,2–1 %.

Лечение немотивированного агрессивного поведения животных (собак) имеет особенности. Когда агрессивность провоцирует системное заболевание или травма, лечение в первую очередь направлено на устранение основной патологии. Если изменения в поведении обусловлены внешними стрессовыми факторами, нужно по возможности оградить питомца от раздражителя. Когда это невозможно, то необходимо приучать к новому объекту постепенно: исключить потакание капризам агрессора; не провоцировать нежелательное поведение намеренно; грамотно организовать пространство для проживания; обеспечить каждой особи безопасное место, где можно отдохнуть, побыть в одино-



честве. Медикаментозное лечение помогает справиться с агрессивностью, вызванной повышенной тревожностью, страхом.

**Заключение.** Немотивированная (идиопатическая) агрессия (враждебное поведение) – скорее обобщенное определение для ситуаций, когда мотив у животного (собаки) есть, но люди его не увидели, не поняли. Например, сильное истощение психики.

Отсюда в целом под немотивированной агрессивностью у животного (собаки) необходимо понимать его оборонительное поведение, выражающееся в выходе за рамки стереотипного, свойственного животному данного вида и проявляющееся по отношению к человеку и (или) животному в форме агрессии, не обусловленной какой-либо внешней причиной (фактором).

Данное понимание немотивированной (идиопатической) агрессии у животных (собак) поддержано выступавшими (С. В. Позябин, И. М. Донник, А. С. Фомина, В. И. Максимов, О. В. Стернина, Е. С. Купляускас, В. В. Ханыков, Е. И. Иванова, И. А. Броневицкая, С. В. Сафонова) на дискуссионной площадке, организованной Международным благотворительным фондом помощи животным «Дарящие надежду» 23 сентября 2024 г., в г. Москве, в ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина».

#### Список источников

1. Козлов Н. А., Дельцов А. А., Мурачева О. В. и др. Оценка эффективности анальгетического действия препарата «Неболин-вет» // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2022. № 4. С. 68–74. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202204007. EDN ISBPLX.
2. Кучинский М. П., Макаревич В. К. Распространенность заболеваний опорнодвигательного аппарата у собак // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2023. № 8. С. 42–48. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202308005. EDN VYZUVV.
3. Лептев С. В., Пигина С. Ю., Селина М. В. Системный анализ отечественной и зарубежной литературы, отра-

жающей особенности патогенеза при лептоспирозе собак // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2022. № 12-1. С. 56–64. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202212108. EDN IPWZRV.

4. Лоренц К. Агрессия, или так называемое зло. М.: АСТ, 2024. 416 с.
5. Лысов В. Ф., Костина Т. Е., Максимов В. И. Этология животных: учебник для высших учебных заведений по специальностям «Зоотехния» и «Ветеринария» / под ред. В. И. Максимова. М.: КолосС. 2010. 296 с. EDN QKTWKR.
6. Максимов В. И., Лысов В. Ф. Некоторые аспекты этологии животных // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2006. № 2. С. 21–22. EDN UJUWMV.
7. Максимов В. И., Лысов В. Ф. Проблемы в формировании этологии животных // Бюллетень сибирской медицины. Томск: Сибирский государственный медицинский университет, 2005. Т. 4. С. 72. EDN VJXLAP.

#### References

1. Kozlov N. A., Deltsov A. A., Muracheva O. V. et al. (2022) Evaluation of the effectiveness of the analgesic effect of the drug «Nebolin-vet». *Veterinary science, animal husbandry and biotechnology*, no. 4, pp. 68–74. DOI: 10.36871 / vet.zoo.bio.202204007. EDN ISBPLX (In Russ.).
2. Kuchinsky M. P., Makarevich V. K. (2023) Prevalence of Musculoskeletal Diseases in Dogs. *Veterinary Science, Animal Science and Biotechnology*, no. 8, pp. 42–48. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202308005. EDN VYZUVV (In Russ.).
3. Laptev S. V., Pigina S. Yu., Selina M. V. (2022) Systematic analysis of domestic and foreign literature reflecting the features of pathogenesis in canine leptospirosis. *Veterinary science, zootechnics and biotechnology*, no. 12-1, pp. 56–64. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202212108. EDN IPWZRV (In Russ.).
4. Lorenz K. (2024) Aggression, or the so-called evil. M.: AST. 416 p. (In Russ.).



5. Lysov V. F., Kostina T. E., Maksimov V. I. (2010) *Animal Ethology: a textbook for higher educational institutions majoring in «Zootechnics» and «Veterinary Science»* / ed. by V. I. Maksimov. M.: KolosS. 296 p. (Textbooks and teaching aids for students of higher educational institutions). EDN QKTWKR (In Russ.).
6. Maksimov V. I. Lysov, V. F. (2006) Some aspects of animal ethology. *Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences*, no. 2, pp. 21–22. EDN UJUWMV (In Russ.).
7. Maksimov V. I., Lysov V. F. (2005) Problems in the Formation of Animal Ethology // *Bulletin of Siberian Medicine*, Tomsk. Siberian State Medical University. Vol. 4. P. 72. EDN VJXLAP (In Russ.).

**Информация об авторах:**

В. И. МАКСИМОВ – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры физиологии, фармакологии и токсикологии;

С. В. ПОЗЯБИН – доктор ветеринарных наук, профессор РАН, ректор академии, заведующий кафедрой ветеринарной хирургии;

А. А. ДЕЛЬЦОВ – доктор ветеринарных наук, кандидат фармацевтических наук, проректор по науке и инновациям, заведующий кафедрой физиологии, фармакологии и токсикологии имени А. Н. Голикова и И. Е. Мозгова.

**Information about the authors:**

V. I. MAKSIMOV – Doctor of Biology Sciensis, Professor, Professor of the Department of Physiology, Pharmacology and Toxicology;

S. V. POZYABIN – Doctor of Veterinary Sciences, Professor RAS, Rector of the Academy, Head of Department of Veterinary surgery;

A. A. DELTSOV – Doctor of Veterinary Sciences, candidate of Pharmaceutical Sciences, Head of the Department of Physiology, Pharmacology and Toxicology named after A. N. Golikov and I. E. Mozgov.

**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 10.02.2024; одобрена после рецензирования 15.02.2024; принята к публикации 20.02.2024.

The article was submitted 10.02.2024; approved after reviewing 15.02.2024; accepted for publication 20.02.2024.

Научная статья

УДК: 619

DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202504102

## Результаты применения интратрахеальных стентов с различной толщиной нитиноловой нити при коллапсе трахеи

Алексей Игоревич Щуров<sup>1</sup>, Юрий Анатольевич Ватников<sup>2</sup>,  
Игорь Васильевич Щуров<sup>3</sup>, Алексей Михайлович Жариков<sup>4</sup>,  
Валентина Ивановна Семёнова<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 5</sup> Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва, Россия

<sup>4</sup> Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –  
МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия

Автор, ответственный за переписку:

Жариков Алексей Михайлович, am.zharikov@gmail.com

### Аннотация

Синдром коллапса трахеи у собак – это хроническое прогрессирующее заболевание дыхательной системы, которое чаще всего встречается у взрослых собак мелких пород. Самым эффективным способом лечения коллапса трахеи у собак является эндоскопическое хирургическое вмешательство с постановкой нитинолового стента. В связи с этим поиск стента, выдерживающего различные тканевые нагрузки и имеющего контролируемую длительность его рабочих состояний, представляется перспективным направлением в лечении коллапса трахеи.

В результате проведенного сравнения выявлено меньшее количество послеоперационных осложнений при использовании стентов с меньшей толщиной нитиноловой нити в краткосрочной перспективе за счет более гибкой конструкции, но в долгосрочной перспективе рецидив заболевания и возникающие осложнения также вероятны. Но при существующих методах медикаментозной поддержки эти осложнения можно купировать.

Разница между трахеальными стентами с различной толщиной нитиноловой нити объясняется качеством используемых материалов, а также разницей обеспечения оптимальной нагрузки имплантируемого материала.

**Ключевые слова:** собаки, эксперимент, трахея, коллапс, стенты

**Для цитирования:** Щуров А. И., Ватников Ю. А., Щуров И. В. и др. Результаты применения интратрахеальных стентов с различной толщиной нитиноловой нити при коллапсе трахеи // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 4. Т. 1. С. 13–21. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504102>

## Results of using intratracheal stents with different thickness of nitinol thread in tracheal collapse

Alexey I. Shchurov<sup>1</sup>, Yuriy A. Vatnikov<sup>2</sup>, Igor V. Shchurov<sup>3</sup>,  
Aleksey M. Zharikov<sup>4</sup>, Valentina I. Semyonova<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 5</sup> Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

<sup>4</sup> Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –  
MVA named after K. I. Skryabin, Moscow, Russia

### Abstract

**T**racheal collapse syndrome in dogs is a chronic progressive respiratory disease that most often occurs in adult small breed dogs and the most effective way to treat tracheal collapse in dogs is endoscopic surgery with the placement of a nitinol stent. In this regard, the search for a stent that can withstand various tissue loads and the controlled duration of its working states seems to be a promising direction in the treatment of tracheal collapse.

As a result of the comparison, a smaller number of postoperative complications were found when using stents with a smaller nitinol thread thickness in the short term due to a more flexible design, but in the long term, relapse of the disease and complications are also likely. But with existing methods of drug support, these complications can be stopped.

The difference between tracheal stents with different nitinol thread thickness is explained by the quality of the materials used, as well as the difference in ensuring the optimal load of the implanted material.

**Keywords:** dogs, experiment, trachea, collapse, stents

**For citation:** Shchurov A. I., Vatnikov Yu. A., Shchurov I. V. et al. Results of using intratracheal stents with different thickness of nitinol thread in tracheal collapse. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. 2025. № 4. Vol. 1. Pp. 13–21. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504102>

**В**ведение. Коллапс трахеи – чаще всего остропротекающая патология дыхательной системы, поражающая хрящи трахеи, которые выполняют функцию поддержки ее формы при вдохе и выдохе [5, 7]. Данная патология встречается в основном у собак мелких пород (йоркширских терьеров, шпицев и чихуахуа) [2, 3, 8, 14, 15]. На сегодняшний день самой распространенной процедурой для восстановления проходимости дыхательных путей является установка внутрипросветных саморасширяющихся стентов [12]. В настоящее время применяются различные типы имплантов: расширяемые баллоном стенты, саморасширяющиеся стенты из нержавеющей стали, тканые. Но самыми часто встречаемыми являются

вырезанные лазером нитиноловые [17]. Следует отметить, что проведение подобных операций сопровождается осложнениями, такими как отторжение материала, поломка конструкции, развитие вторичной бактериальной инфекции [10]. Различная толщина нитиноловой нити в трахеальных стентах может непосредственно влиять на появление данных симптомов, но на сегодняшний момент недостаточно научных исследований об их рекомендованной толщине. В этой связи сравнительный анализ клинического состояния пациентов, получивших в качестве лечения различные терапевтические и хирургические методики лечения, является важной и своевременной задачей [6, 18]. При этом научный подход

при создании алгоритма клинического обследования с определением стадии процесса, раскрытие морфологической и клинической составляющей в послеоперационный период дают нам возможность аргументированно разрабатывать методику профилактики развития заболевания и выбирать наиболее безопасный и эффективный путь лечения пациента [1, 16]. Зачастую используемые в практике несоответствующие диаметру трахеи стенты приводят к миграции конструкции, с последующей воспалительной реакцией. При этом недостаточная эластичность таких стентов приводит к нарушению целостности его каркаса в зоне максимальной подвижности шеи в поздние сроки после вмешательства. В связи с этим поиск стента, выдерживающего различные тканевые нагрузки и имеющего контролируемую длительность его рабочих состояний, представляется перспективным направлением в лечении коллапса трахеи.

**Цель исследования.** Представить сравнительную оценку конических интратрахеальных нитиноловых стентов с толщиной нити 0,18 и 0,26 мм при коллапсе трахеи у собак.

**Материалы и методы.** В исследовании учитывали 40 собак мелких пород, поступивших на прием в ветеринарную клинику «Центр ветеринарной и инновационной медицины РУДН» с признаками дыхательной недостаточности и кашлем, которым был диагностирован коллапс трахеи. Эту группу пациентов составили йоркширские терьеры (28 пациентов), карликовые пшцы (9) и чихуахуа (3). Постановку диагноза проводили на основании данных анамнеза, общего клинического осмотра и дополнительных инструментальных методов диагностики – рентгенографии и трахеобронхоскопии.

Инструментальные методы исследования включали в себя рентгенографию в трех позициях (на правом и левом боку, на спине) с вытянутой шеей. Оптический фокус должен располагаться на уровне последнего шейного – первого грудного позвонков. При исследовании захватывали инспираторную и экспираторную фазу дыхания. Также на данном этапе проводили замеры трахеи для подбора стента. Первый размер определяли

на уровне каудального края 3-го шейного позвонка. Второй диаметр определяется на уровне 4-го грудного позвонка. Расстояние между этими двумя замерами – величина, соответствующая необходимой длине стента. Размер стента подбирали индивидуально. Проводили общеклиническое и биохимическое исследование крови пациента, а также кардиологическое обследование независимо от возраста. Оперативное вмешательство проводили под общей анестезией. Подготовка животного заключалась в соблюдении 8-часовой голодной диеты, нахождении минимум 2 ч в кислородной камере и медикаментозном купировании хронических заболеваний (внутривенная капельная инфузия для животных с хроническими заболеваниями) [4, 13]. Оперативное вмешательство проводили по методу Roman Kvapil и Michal Cap [11].

В связи с тем, что трахея часто шире в шейном отделе, чем во внутригрудном, использовались стенты конической формы. В конической среде стент обладает по меньшей мере в 4 раза большей устойчивостью к раздавливанию, чем трубчатый трахеальный стент (одинакового диаметра), но демонстрирует сходные характеристики. Коническая форма стента также обеспечивает повышение усталостной прочности (в среднем в 10 раз) в зависимости от размера стента и приложенного усилия. Коническая конструкция создает большее радиальное сопротивление, тогда как трубчатая конструкция сжимается, что снижает усталостную прочность [9].

**Результаты исследований.** Трахеоскопическое исследование проводили с применением жесткой оптики KarlStorz диаметром 2,7 или 4 мм. Положение животного на операционном столе – вентродорсальное. Для безопасного введения инструмента в трахею голова пациента была поднята под углом 60°, ротовая полость раскрыта роторасширителем. Камерой отжимался надгортанник, по мере вхождения камеры вдоль трахеи голова пациента опускалась до ровного лежачего положения, проходили по всей длине трахеи до уровня бифуркации, оценивая степень сужения. После оценки трахеи камеру извлекали для даль-



нейшей подготовки. Пациента укладывали на рентгеновскую кассету, над пациентом устанавливали рентген аппарат для контроля положения стента по ходу операции. По завершении подготовки животного в положении на животе с поднятой на 60° головой вводили оптику параллельно с доставочным устройством. По ходу проникновения голову пациента опускали. Стенты в доставочном устройстве вводили параллельно оптическому наконечнику. Дойдя до зоны бифуркации, отступали 4–6 мм и производили раскрытие стента. Без извлечения устройств животное перемещали в правое боковое положение для рентгеновского контроля положения стента и продолжали его раскрытие из доставочного устрой-



Рис. 1. Рентген-контроль при постановке стента

В послеоперационный период пациента помещали на 48 ч в кислородную камеру с использованием сухого кислорода. В качестве системного антибиотика использовали «Марфлоксин®» 2 % (марбофлаксоцин) в дозировке 2 мг/кг массы тела подкожно 1 раз в сут сразу после проведения операции и на следующий день. Затем пациенты принимали «Марфлоксин®» в таблетированной форме в дозировке 2 мг/кг перорально. Также назначали кодеин-содержащие препараты («Коделак®», «Терпинкод®») для подавления кашлевого рефлекса 0,5 мг/кг кодеина. И для снижения рисков развития излишней грануляции в трахее препараты метилпреднизолонового ряда («Метипред», «Солу-Медрол®») в следующих дозировках: 1-е и 2-е сут – 4 мг/кг в/в или перорально, 3-и и 4-е сут – 3 мг/кг в/в или перорально,

ства с периодическим рентген-контролем (рис. 1).

После извлечения доставочного устройства делали контрольный рентгеновский снимок (рис. 2). В случае обнаружения неправильного положения стента под контролем камеры проводили коррекцию его положения при помощи специальных инструментов и делали контрольный снимок. Рентгенологическое исследование проводили при фокусном расстоянии 120 см и ограничении поля исследования шторками коллиматора на уровне краниальной линии границы шеи дорсальной и вентральной границ грудной клетки и каудального края последнего ребра. Снимки производили в фазу инспирации.

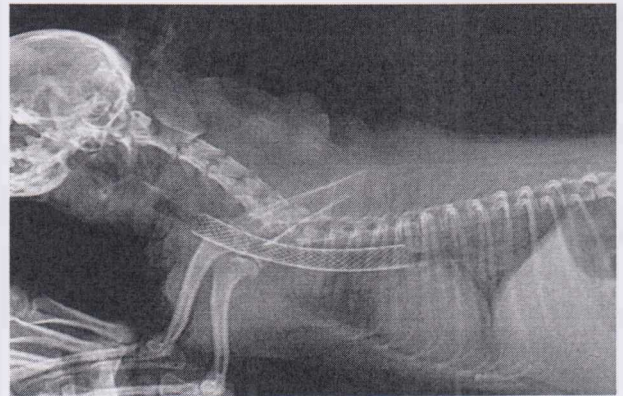


Рис. 2. Положение стента в трахее при полном раскрытии

с 5-х до 14-х сут – 2 мг/кг перорально. Контрольные наблюдения после стентирования проводили на 7-е, 14-е, 21-е сут, включая общий клинический и биохимический анализы крови, рентгенографию и трахеоскопию. При наличии мокроты выполняли ее макроскопию и бактериальный посев для определения чувствительности к антибиотикам.

При удовлетворительном клиническом течении и отсутствии признаков воспаления дыхательных путей контрольные исследования повторяли через 30, 60 сут и далее 1 раз в 6 мес. При этом учитывали результаты клинических анализов крови, признаки патологии верхних дыхательных путей, анатомическое положение стента, его целостность, наличие в просвете дополнительных теней. Контроль проводили че-

рез 1 нед. рентгенологически и через 2 нед. эндоскопически.

После постановки стента основные задачи: снижение образования секрета и удаление его при чрезмерном образовании; подавление роста условно патогенной микрофлоры; угнетение процесса гиперплазии плоского эпителия, развития хондромалации трахеальных колец в связи с избыточным давлением колец импланта и нарушением трофики ткани.

Интратрахеальное стентирование было проведено 40 (100 %) собакам мелких пород, средней массой 3,2 кг, различной половой принадлежности. Из них 26 животным были установлены нитиновые стенты с толщиной нити 0,18 мм, остальным 14 животным – нитиновые стенты с толщиной нити 0,26 мм.

**Стенты с толщиной нити 0,18 мм.** Из 26 животных 19 были выписаны из стационара на 3-и сут после операционного вмешательства без признаков дыхательной недостаточности. У оставшихся 7 животных усилилось образование секрета, в результате чего было принято решение об аспирации жидкости из трахеи под седацией (рис. 3). Аспирированную жидкость отправили в лабораторию для проведения микробиологического скрининга с подтитровкой к антибиотикам. После введения антибиотика по таблице чувствительности состояние животных стабилизировалось, выписка из стационара произведена через неделю после операции.

В результате контрольных наблюдений на 21 сут с проведением трахеоскопии у 5 животных из 26 наблюдали излишний рост грануляционной ткани в просвете трахеи (рис. 4). Для купирования данного отклонения возобновляли курс препаратов метилпреднизолонового ряда («Метипред», «Солу-Медрол®») в следующих дозировках: с 1-го по 4-й день – 4 мг/кг в/в, с 5-го по 7-й – 3 мг/кг перорально, с 8-го до 28-й – 2 мг/кг перорально. Также параллельно принимался омепразол в дозировке 1 мг/кг 2 раза в день для снижения риска развития гастроэзофагеальных процессов в организме. Контрольное исследование проводили на 28-е сут после возобновления курса, у 3 па-

циентов грануляции уменьшились до удовлетворительного уровня, а у 2 пациентов не уменьшились, но дальнейшего роста не показали.

Возобновление признаков дыхательной недостаточности начало проявляться у 3 пациентов через год и было связано с развитием коллапса трахеи в непокрытой стентом части трахеи. У других 3 пациентов через 2 года и еще 5 пациентов через 3 года после операции возобновление дыхательной недостаточности возникло на фоне перелома или расплетения стента (рис. 5). Данные осложнения решались установкой дополнительного поверх установленного стента с повторением постоперационного курса терапии (рис. 6).

**Стенты с толщиной нити 0,26 мм.** Из 14 животных 3 животных были выписаны из стационара на третий день после операционного вмешательства без признаков дыхательной недостаточности. У оставшихся 11 животных признаки дыхательной недостаточности начинали усиливаться практически сразу в постоперационный период, а именно усилилось образование секрета (рис. 3), в результате чего было принято решение об аспирации жидкости из трахеи под седацией. Аспирированную жидкость отправили в лабораторию для микробиологического скрининга с подтитровкой к антибиотикам. Также параллельно с аспирацией жидкости было проведено трахеоскопическое исследование, которое подтвердило наличие воспалительного процесса и активного роста грануляционной ткани у 7 животных (см. рис. 3). После введения антибиотика по таблице чувствительности состояние 4 животных стабилизировалось, их выписали из стационара через 1 нед. после операции. Остальным 7 животным, у которых был обнаружен воспалительный процесс, сменили антибиотик на цефтриаксон в дозировке 20 мг/кг в течение минимум 7 сут и увеличили дозировку препаратов метилпреднизолонового ряда – в дозировке 8 мг/кг в/в в течение 7 сут с момента обнаружения воспалительного процесса.

В результате проведенной корректировки терапии состояние 5 животных стабилизировалось, они продолжили терапию на



дому в течение 1 мес.: антибиотик согласно таблице резистентности и препараты метилпреднизолонового ряда в дозировках с 1-х по 4-е сут – 4 мг/кг в/в; с 5-х по 7-е – 3 мг/кг перорально; с 8-х до 28-х сут – 2 мг/кг перорально. Также параллельно назначен омепразол в дозировке 1 мг/кг 2 раза в день для снижения риска развития гастроэзофагеальных процессов в организме. Еще 2 животных скончались в результате закрытия просвета трахеи грануляционной тканью.

Новая волна послеоперационных осложнений наступала приблизительно через 6 мес., когда 4 пациента обратились с вновь нарастающими признаками дыхательной

недостаточности. В результате проведения рентгенографии и трахеоскопии был обнаружен медленный рост грануляционной ткани (рис. 4). Данным пациентам было предложено возобновление курса препаратов метилпреднизолонового ряда на регулярной основе курсами 1 мес. через 1 мес.

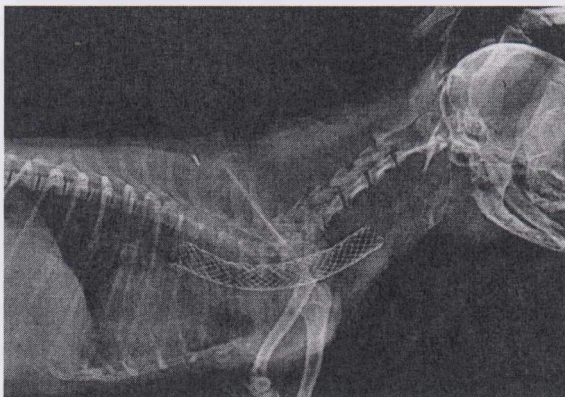
Через 1 год у 7 пациентов и через 2 года еще у 3 пациентов нарастание дыхательной недостаточности было связано с расплечением или переломом стента (рис. 5). Данные осложнения решались установкой дополнительного поверх установленного стента с повторением послеоперационного курса терапии (рис. 6).



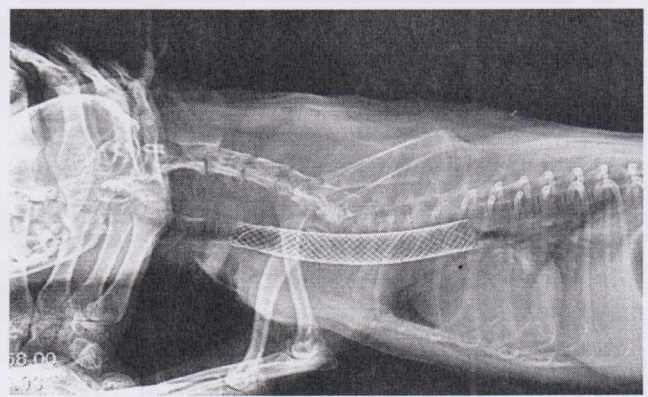
**Рис. 3.** Образование секрета по причине некорректного применения медикаментозного лечения



**Рис. 4.** Разрастание ткани в результате неправильно подобранного диаметра и отсутствия медикаментозной поддержки в послеоперационный период



**Рис. 5.** Расплетение стента в результате усталости металла



**Рис. 6.** Установленный дополнительный стент для дополнительной каркасной поддержки в непокрытой изначально части трахеи

**Заключение.** Хирургическое лечение коллапса трахеи интратрахеальным стентированием связано с риском таких ослож-

нений, как скопление секрета и излишний рост грануляционной ткани в просвете трахеи, связанные с развитием вторичной бак-

териальной флоры и реакцией организма на вторжение инородного предмета. Вместе с этим последние достижения в области проектирования стентов привели к разработке наиболее гибких стентов, в которых используются эластичные материалы. Однако качество используемых материалов также влияет на скорость появления данных осложнений и возможность их купирования. Так, среди собак со стентами толщиной нити 0,18 мм было обнаружено всего 5 собак с активным ростом грануляционной ткани, а среди собак с установленным стентом с толщиной нити 0,26 мм их было 7. Последние также хуже реагировали на проведение постоперационной терапии, в результате чего 2 животных скончались. Через полгода у 4 из этих пациентов признаки роста грануляционной ткани вновь возобновились, в результате чего им была предложена регулярная терапия курсами пожизненно. При этом стоит отметить долгосрочную перспективу использования нитиноловых стентов. Первые признаки возобновления дыхательной недостаточности, связанные с расплетением/переломом стента, у собак со стентами толщиной нити 0,18 мм начались через два года после операции у 3 пациентов, тогда как стенты с толщиной нити 0,26 мм начали приходить в негодность спустя год после установки у 7 собак.

#### Список источников

1. Градова Ю. В., Ковалев С. П. COVID-19 у собак: классификация течений и их рентгенологическая характеристика // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2022. № 10. С. 13–19.
2. Позябин С. В., Черкасова О. В., Шумаков Н. И. Клинико-эндоскопические и ортопедические взаимосвязи коллапса трахеи у собак декоративных пород // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2020. № 3. С. 6–11.
3. Позябин С. В., Шумаков Н. И., Черкасова О. В. Методы лечения при коллапсе трахеи у собак декоративных пород // Сборник научных трудов двенадцатой международной межвузовской конференции по клинической ветеринарии в формате Partners: материалы конференции (Москва, 17–18 ноября 2022 г.). М.: Сельскохозяйственные технологии, 2022. С. 103–109.
4. Старынина В. С., Филиппов Ю. И., Перышкина Л. С. Сравнительный анализ применения наркозно-дыхательных контуров для ингаляционной анестезии у лабораторных животных // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2022. № 12-2. С. 91–98.
5. Черкасова О. В., Позябин С. В., Гореликов П. Л. Морфологическое обоснование методики стентирования при коллапсе трахеи у собак // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2015. № 12. С. 6–10.
6. Щуров А. И., Щуров И. В., Ватников Ю. А. и др. Экспериментальное исследование эндотрахеальных стентов с биосовместимыми наноструктурированными покрытиями // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2024. № 7. С. 25–34.
7. Buback J. L., Boothe H. W., Hobson H. P. Surgical treatment of tracheal collapse in dogs: 90 cases (1983–1993) // J Am Vet Med Assoc. 1996. Vol. 208 (3). Pp. 380–384.
8. Durant A. M., Sura P., Rohrbach B. et al. Use of nitinol stents for end-stage tracheal collapse in dogs // Vet Surg. 2012. Vol. 41. Pp. 807–817.
9. Johnson L. R., Pollard R. E. Tracheal collapse and bronchomalacia in dogs: 58 cases (7/2001–1/2008) // J Vet Intern Med. 2010. Vol. 24 (2). Pp. 298–305.
10. Kramer G. A. Bronchial collapse and stenting // Veterinary Image-Guided Interventions / eds C. Weisseand, A. Berent. Wiley Blackwell. Ames. IA. USA, 2015. Pp. 83–90.
11. Kvapil R. DVN. Michael Kap. DUN / Tracheal collapse and tracheal stenting in dogs // Bulletin of Veterinary Medicine. 2014. No. 2. Pp. 10–15.
12. Macready D. M., Johnson L. R., Pollard R. E. Fluoroscopic and radiographic evaluation of tracheal collapse in dogs: 62 cases (2001–2006) // J Am Vet Med Assoc. 2007. Vol. 230. Pp. 1870–1876.
13. Sun F., Usón J., Ezquerro J. et al. Endotracheal stenting therapy in dogs with



- tracheal collapse // The Veterinary Journal. 2008. Vol. 175. Pp. 186–193.
14. Sura P. A., Krahwinkel D. J. Self-expanding nitinol stents for the treatment of tracheal collapse in dogs: 12 cases (2001–2004) // J Am Vet Med Assoc. 2008. Jan. 15. Vol. 232 (2). Pp. 228–36.
  15. Sura P., AM D. Trachea and bronchi // Veterinary Surgery: Small Animal / eds. by K. M. Tobias, S. A. Johnston. Vol. 2. 1st ed. St. Louis, MO. ElsevierSaunders, 2012. Pp. 1746–1750.
  16. Tappin S. W. Canine tracheal collapse // J Small Anim Pract. 2016. Vol. 57 (1). Pp. 9–17.
  17. Weisse C. Intraluminal tracheal stenting // Veterinary Image-Guided Interventions / eds. By C. Weisse, A. Berent. Ames. IA: Wiley Blackwell, 2015. Pp. 73–82.
  18. Weisse C., Berent A., Violette N. et al. Short-, intermediate, and long-term results for endoluminal stent placement in dogs with tracheal collapse // J Am Vet Med Assoc. 2019. Vol. 254 (3). Pp. 380–392.
  19. animals. *Veterinary science, animal science and biotechnology*, no. 12-2, pp. 91–98 (In Russ.).
  5. Cherkasova O. V., Pozyabin S. V., Gorelikov P. L. (2015) Morphological substantiation of the stenting technique for tracheal collapse in dogs. *Veterinary science, animal science and biotechnology*, no. 12, pp. 6–10 (In Russ.).
  6. Shchurov A. I., Shchurov I. V., Vatinikov Yu. A. et al. (2024) Experimental study of endotracheal stents with biocompatible nanostructured coatings. *Veterinary science, animal science and biotechnology*, no. 7, pp. 25–34 (In Russ.).
  7. Buback J. L., Boothe H. W., Hobson H. P. (1996) Surgical treatment of tracheal collapse in dogs: 90 cases (1983–1993). *J Am Vet Med Assoc.*, vol. 208 (3), pp. 380–384.
  8. Durant A. M., Sura P., Rohrbach B. et al. (2012) Use of nitinol stents for end-stage tracheal collapse in dogs. *Vet Surg.*, vol. 41, pp. 807–817.
  9. Johnson L. R., Pollard R. E. (2010) Tracheal collapse and bronchomalacia in dogs: 58 cases (7/2001–1/2008). *J Vet Intern Med.*, vol. 24 (2), pp. 298–305.
  10. Kramer G. A. (2015) Bronchial collapse and stenting // Veterinary Image-Guided Interventions / eds. C. Weisse and, A. Berent. Wiley Blackwell. Ames. IA. USA. Pp. 83–90.
  11. Kvapil R. (2014) DVN. Michael Kap. DUN / Tracheal collapse and tracheal stenting in dogs. *Bulletin of Veterinary Medicine*, no. 2, pp. 10–15.
  12. Macready D. M., Johnson L. R., Pollard R. E. (2007) Fluoroscopic and radiographic evaluation of tracheal collapse in dogs: 62 cases (2001–2006). *J Am Vet Med Assoc.*, vol. 230, pp. 1870–1876.
  13. Sun F., Usón J., Ezquerro J., et al. (2008) Endotracheal stenting therapy in dogs with tracheal collapse. *The Veterinary Journal*, vol. 175, pp. 186–193.
  14. Sura P. A., Krahwinkel D. J. (2008) Self-expanding nitinol stents for the treatment of tracheal collapse in dogs: 12 cases (2001–2004). *J Am Vet Med Assoc.*, Jan. 15, vol. 232 (2), pp. 228–36.
  15. Sura P., AM D. (2012) Trachea and bronchi // Veterinary Surgery: Small Animal /

## References

1. Gradova Yu. V., Kovalev S. P. (2022) COVID-19 in dogs: classification of courses and their radiological characteristics. *Veterinary science, animal science and biotechnology*, no. 10, pp. 13–19 (In Russ.).
2. Pozyabin S. V., Cherkasova O. V., Shumakov N. I. (2020) Clinical, endoscopic and orthopedic relationships of tracheal collapse in decorative dog breeds. *Veterinary science, animal science and biotechnology*, no. 3, pp. 6–11 (In Russ.).
3. Pozyabin S. V., Shumakov N. I., Cherkasova O. V. (2022) Treatment methods for tracheal collapse in decorative dog breeds // Collection of scientific papers of the twelfth international interuniversity conference on clinical veterinary medicine in Partners format: conference materials (Moscow, November 17–18, 2022). M.: Agricultural technologies. Pp. 103–109 (In Russ.).
4. Starynina V. S., Filippov Yu. I., Peryshkina L. S. (2022) Comparative analysis of the use of anesthesia-breathing circuits for inhalation anesthesia in laboratory

- eds. by K. M. Tobias, S. A. Johnston. Vol. 2. 1st ed. St. Louis, MO. ElsevierSaunders. Pp. 1746–1750.
16. Tappin S. W. (2016) Canine tracheal collapse. *J Small Anim Pract.*, vol. 57 (1), pp. 9–17.
17. Weisse C. (2015) Intraluminal tracheal stenting // *Veterinary Image-Guided Interventions* / eds. By C. Weisse, A. Berent. Ames. IA: Wiley Blackwell. Pp. 73–82.
18. Weisse C., Berent A., Violette N. et al. (2019) Short-, intermediate, and long-term results for endoluminal stent placement in dogs with tracheal collapse. *J Am Vet Med Assoc.*, vol. 254 (3), Pp. 380–392.

**Информация об авторах:**

А. И. ЩУРОВ – аспирант департамента ветеринарной медицины;  
Ю. А. БАТНИКОВ – профессор, директор департамента ветеринарной медицины;  
И. В. ЩУРОВ – директор центра биологии и ветеринарии;  
А. М. ЖАРИКОВ – кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии и гистологии животных им. профессора А. Ф. Климова;  
В. И. СЕМЁНОВА – доцент департамента ветеринарной медицины.

**Information about the authors:**

A. I. SHCHUROV – Postgraduate student of the Department of Veterinary Medicine;  
Yu. A. VATNIKOV – Professor, Director of the Department of Veterinary Medicine;  
I. V. SHCHUROV – Director of the Center of Biology and Veterinary Medicine;  
A. M. ZHARIKOV – Candidate of biological sciences, associate Professor of the department of anatomy and histology of animals named after professor A. F. Klimova;  
V. I. SEMYONOVA – 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 11.02.2024; одобрена после рецензирования 16.02.2024; принята к публикации 21.02.2024.

The article was submitted 11.02.2024; approved after reviewing 16.02.2024; accepted for publication 21.02.2024.

Научная статья

УДК 615.28

DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202504103

## **Оценка эффективности антисептика на основе гидрозолей металлов «НанАргол» при обработке копыт крупного рогатого скота**

**Светлана Владимировна Акулова<sup>1</sup>, Яков Николаевич Карасенков<sup>2</sup>,  
Александр Александрович Дельцов<sup>3</sup>, Ольга Романовна Родькина<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Московский государственный зоологический парк, Москва, Россия

<sup>2</sup> ООО «РОСДЕНТ, Москва, Россия

<sup>3, 4</sup> Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –  
МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия

*Автор, ответственный за переписку:*

Александр Александрович Дельцов, [deltsov-81@mail.ru](mailto:deltsov-81@mail.ru)

### **Аннотация**

**В** статье представлены результаты эксперимента, целью которого являлась оценка эффективности нового для ветеринарии антисептического средства на основе гидрозолей металлов (серебра и цинка). Проведенное исследование позволило установить, что выбранный антисептик действительно обладает высокой эффективностью и безопасностью для животных. Он позволил ускорить выздоровление крупного рогатого скота со специфической язвой подошвы (язва Рустергольца) в среднем на 3–4 сут в зависимости от глубины повреждения по сравнению с другими антисептическими средствами, не имеющими в составе гидрозолей металлов. Антисептик безопасен для животных и окружающей среды и рекомендуется для применения в ветеринарии.

**Ключевые слова:** гидрозолы металлов, антисептическое средство, ветеринария, животноводство, наночастицы серебра

Для цитирования: Акулова С. В., Карасенков Я. Н., Дельцов А. А., Родькина О. Р. Оценка эффективности антисептика на основе гидрозолей металлов «НанАргол» при обработке копыт крупного рогатого скота // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 4. Т. 1. С. 22–28. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504103>

Original article

## **Evaluation of the effectiveness of the antiseptic based on metal hydrosols «NanArgol» in the treatment of cattle hooves**

© Акулова С. В., Карасенков Я. Н., Дельцов А. А., Родькина О. Р., 2025



**Svetlana V. Akulova<sup>1</sup>, Yakov N. Karasenkov<sup>2</sup>,  
Alexander A. Deltsov<sup>3</sup>, Olga R. Rodkina<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>The State Autonomous Institution of Culture  
"Moscow State Zoological Park", Moscow, Russia

<sup>2</sup>ROSDENT LLC, Moscow, Russia

<sup>3,4</sup>Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –  
MVA named after K. I. Skryabin, Moscow, Russia

*Corresponding author:*

Alexander A. Deltsov, deltssov-81@mail.ru

**Abstract**

The article presents the results of an experiment aimed at assessing the effectiveness of a new antiseptic agent for veterinary medicine based on a metal hydrosol (silver and zinc). The study showed that the selected antiseptic is indeed highly effective and safe for animals. It accelerated the recovery of cattle with a specific sole ulcer (Rusterholtz ulcer) by an average of 3-4 days depending on the depth of the injury compared to other antiseptic agents that do not contain metal hydrosols. The antiseptic is safe for animals and the environment and it is recommended for use in veterinary medicine.

**Keywords:** metal hydrosols, antiseptic, veterinary medicine, animal husbandry, silver nanoparticles

**For citation:** Akulova S. V., Karasenkov Ya. N., Deltsov A. A., Rodkina O. R. (2025) Evaluation of the effectiveness of the antiseptic based on metal hydrosols «NanArgol» in the treatment of cattle hooves. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. 2025. № 4. Vol. 1. Pp. 22–28. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504103>

**В**ведение. В настоящее время в Российской Федерации реализуется программа Национального проекта «Развитие агропромышленного комплекса», которая указывает на сохранность и увеличение численности поголовья, а также на необходимость увеличения производительности скотоводства и всех остальных отраслей животноводства АПК [13].

Высокий уровень заболеваемости животных препятствует интенсивному развитию сельского хозяйства. Травмы являются самым распространенным видом патологий у животных [11]. Высокая степень скученности животных на ограниченном пространстве ведет к повышению риска получения травм, что может привести к микробной инфекции, продолжительному выздоровлению и снижению продуктивности. Уровень травматизма животных может различаться в зависимости от условий их содержания. Например, у откормочного скота он может быть несколько ниже, чем у крупного рогатого скота или овец [7].

Раны – это повреждения тканей, которые характеризуются нарушением целостности кожных и слизистых покровов. Они сопровождаются кровотечением, вызванным повреждением сосудов, а также зиянием раны [12].

В связи с этим современное сельское хозяйство требует непрерывного внедрения технологий, которые наиболее эффективно позволили бы предупредить развитие инфекционных заболеваний, повысить продуктивность и иммунореактивность животных. На данный момент одним из инновационных направлений является внедрение нанотехнологий, в частности, получение и применение в практике наночастиц различных металлов, а также изучение их уникальных свойств [15].

В настоящее время в условиях стремительного распространения антибиотикорезистентности нанотехнологии могут послужить инструментом, позволяющим создать эффективную альтернативу современным антибактериальным средствам [10]. Нано-

частицы металлов сравнительно не опасны для экологии, обладают высокой антибактериальной активностью [3, 14], а также имеют низкую себестоимость, что имеет особое значение при их выборе.

Однако до сих пор недостаточно изучен механизм действия наночастиц на микроорганизмы. Тем не менее известно, что они способны оказывать как бактериостатический, так и бактерицидный эффекты [5].

Наночастицы обладают особыми свойствами (например, высокое отношение площади поверхности к объему), которые позволяют им высокоэффективно бороться с бактериями. В отличие от традиционных антибиотиков, которые направлены на угнетение определенных биохимических процессов, металлические наночастицы затрагивают многие клеточные процессы, что приводит к плеiotропным эффектам и ограничивает возможность появления резистентности [4, 16].

Специфическая язва подошвы (язва Ру-стергольца) наблюдается у крупного рогатого скота. Это специфическое поражение подошвы или границы подошвенно-пятачной области, которое начинается с кровоизлияния в основе кожи, ведет к потере рога в этой области и заканчивается образованием свищевой язвы подошвы. К основе кожи подошвы получает доступ инфекционное начало, приводящее к развитию вторичного септического ламинита. Местом поражения обычно бывает участок перехода подошвы в области мякиша [2, 8, 9].

С целью профилактики и лечения язвы подошвы у КРС проводят своевременную очистку и обработку копыт, следят за условиями содержания животных, используют различные лекарственные средства [7].

В связи с вышесказанным можно сделать вывод, что разработка и внедрение новых отечественных, эффективных и безопасных средств для лечения хирургических болезней сельскохозяйственных животных в соответствии с потребностью рынка и необходимостью борьбы с распространением антибиотикорезистентности бактерий являются на сегодняшний день актуальными направлениями работы в сфере ветеринарии [1, 6].

**Цель исследования.** Провести оценку эффективности антисептика на основе гидрозолей металлов «НанАргол» в животноводстве при обработке копыт крупного рогатого скота.

**Материалы и методы.** Работа выполнялась на базе животноводческих предприятий Московской области и на кафедре физиологии, фармакологии и токсикологии имени А. Н. Голикова и И. Е. Мозгова в ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина.

Работа с животными проходила в соответствии с общими этическими принципами проведения экспериментов на животных и положениями Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и иных научных целей (Страсбург, 2003).

Для исследования было взято антисептическое средство со следующим составом, %:

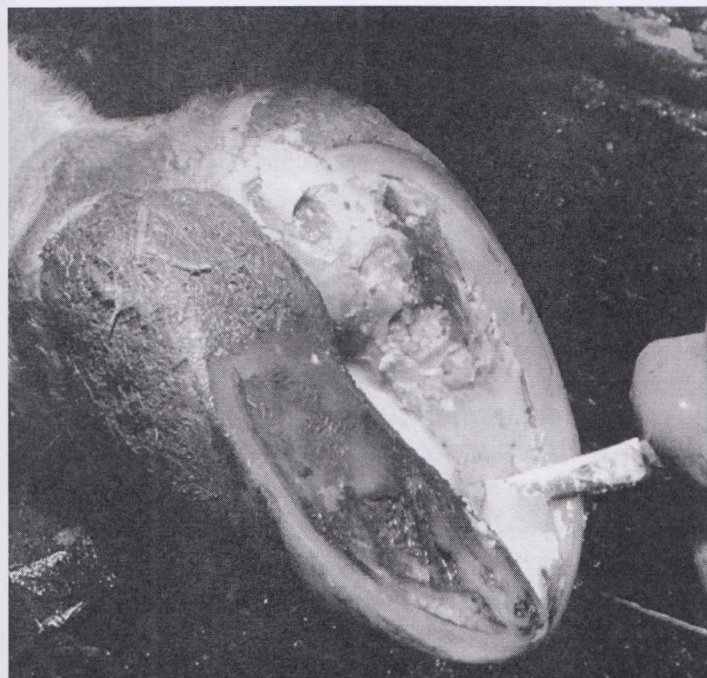
- вода дистиллированная по ГОСТ 6709 – 99,498–99,499;
- натрий лимоннокислый (Е331) по ГОСТ 31227-2004 – 0,5;
- коллоидный цинк – 0,001–0,0000001;
- коллоидное серебро – 0,001–0,0000001.

Для исследования по принципу аналогов были отобраны 20 коров. У всех животных при проведении процедуры обрезки копыт обнаружили язвы подошвы в виде зияющей раны различной глубины (рис.). Перед проведением лечения у всех больных коров копытце промывали теплой водой, затем расчищали его и подрезали. Далее животных разделили на две равные группы: контрольную (применяли хлоргексидина биглюконат 0,05%-й раствор) и опытную (применяли антисептик на основе гидрозолей металлов).

Исследуемый антисептик и раствор хлоргексидина применяли животным ежедневно на пораженные участки путем опрыскивания на расстоянии 10 см двукратно с интервалом в 2 мин до полного заживления раны, далее копытце перевязывали.

После применения средств вели постоянное наблюдение за животными, регулярно проводили клиническое обследование по общепринятым методам. В процессе экс-

перимента оценивали состояние обработанных копытцев, устанавливали наличие гнойных выделений, интенсивность развития воспалительного процесса, степень хромоты, срок выздоровления.



**Рис. Язва подошвы КРС**

**Результаты и обсуждение.** Проведенный эксперимент доказал высокую эффективность антисептического средства на основе гидрозоля металлов при лечении язвы подошвы у коров.

Исследование показало, что у коров с неглубокими повреждениями подошвенной поверхности копыта после применения антисептика «НанАргол» наблюдалось выраженное уменьшение отека заплюсневой сустава пораженной конечности в течение 12 ч. Хромота у животных также исчезала на 2-е сут после терапевтических манипуляций. На следующие сутки после расчистки копытного рога болевые ощущения при ходьбе отсутствовали. У коров с глубокими повреждениями подошвенной области незначительная болезненность при глубокой пальпации сохранялась в первые 2–3 сут после начала лечения. Через 4 сут после начала терапии у животных опытной группы установили регрессию воспалительного процесса в области неглубоких повреждений, а также формирование нормальной грануляционной

ткани розового цвета, заполняющей раневой дефект. Полное восстановление тканей подошвы в опытной группе при неглубоких повреждениях составило в среднем 9–11 сут, а при глубоких – 19–21 сут.

В контрольной группе при неглубоких повреждениях полное восстановление у коров происходило за 14–15 сут, а при глубоких – в среднем за 23–25 сут. В контрольной группе хромота у разных особей сохранялась от 3 до 4 сут в зависимости от глубины повреждения. Пальпация подошвы у всех коров контрольной группы в первые 3 сут вызвала болевую реакцию.

Таким образом, в ходе исследования было установлено, что скорость регенерации тканей подошвы копытцев у коров опытной группы была значительно выше, чем у коров контрольной группы (в среднем на 3 сут при неглубоких повреждениях и на 4 – при глубоких).

Полученные нами результаты согласуются с данными, полученными коллективом авторов [2], установившим, что применение в лечении язвы Рустергольца у крупного рогатого скота аквахелата наночастиц серебра, меди и цинка в сравнении с использованием биохимического стимулятора «Алоэ вера» ускоряет заживление язвенного дефекта на 33,7 %.

**Заключение.** Из вышесказанного можно заключить, что разработанный антисептик на основе гидрозоля металлов цинка и серебра «НанАргол» эффективен при лечении язвы подошвы (язвы Рустергольца) у крупного рогатого скота. Проведенный эксперимент позволил установить, что антисептик позволяет ускорить выздоровление коров с язвой подошвы в среднем на 3–4 сут в зависимости от глубины повреждения по сравнению с другими антисептическими средствами, не имеющими в составе гидрозолей металлов. Антисептик безопасен для животных и окружающей среды и рекомендуется для применения в ветеринарии.

#### **Список источников**

1. Акулова С. В., Фролов Г. А., Карасенков Я. Н. и др. Изучение параметров



- острой токсичности антисептического средства на основе наночастиц серебра // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2021. № 12. С. 54–59.
2. Борисевич В. Б., Борисевич Б. В., Каплуненко В. Г. и др. Лечение язвы рустергольца у коров наночастицами металлов // Ветеринарная медицина. 2009. № 3. С. 41–42.
3. Габриелян Л. С., Трчунян А. А. Антибактериальные свойства наночастиц серебра и мембранотропные механизмы их действия // Биология (журнал Белорусского государственного университета). 2020. № 3. С. 64–71.
4. Грязнева Т. Н., Болтушкина Т. А., Ржепковский Н. В. и др. Современные способы определения размеров наночастиц в дезинфекционных средствах и антисептиках, подвергшихся наноструктуризации // Дезинфекция. Антисептика. 2012. Т. 3. № 1. С. 17–25.
5. Дельцов А. А., Акулова С. В., Бачинская В. М. и др. Исследование бактерицидного действия антисептика на основе наночастиц металлов // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2023. № 2. С. 19–23.
6. Дельцов А. А., Акулова С. В., Белова К. О. Анализ фармацевтического рынка антисептических лекарственных средств для ветеринарного применения // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2022. № 4. С. 59–67.
7. Кашин А. С., Барышников П. И., Петров Г. Е. и др. Профилактика и лечение травматизма у коров // Ветеринария. 1984. № 4. С. 51.
8. Кононов А. Н., Панасюк С. Д., Сидорчук А. А. Комплексная система мероприятий по профилактике и борьбе с копытной гнилью // Вестник ветеринарии. 2006. № 1 (36). С. 33–36.
9. Николаенко В. П., Меликов Н. Д. Лечение копытной гнили у овец // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2009. № 2. С. 75–76.
10. Павлова А. В., Пименов Н. В. Антибиотикорезистентность бактериальных патогенов, изолированных от животных в условиях ветеринарных клиник Луганска // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2020. № 2. С. 38–43.
11. Рыжак А. В., Русецкий С. С., Вечерина А. И. Травматизм в промышленном животноводстве вологодской области // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 4 (28). С. 98–101.
12. Шакалов К. И., Башкиров Б. А., Семенов Б. С. и др. Хирургические болезни сельскохозяйственных животных. Л.: Агропромиздат, 1987. 255 с.
13. Шкрабак Р. В., Чаплин Р. И., Еникеев В. Г. и др. Состояние и характеристика производственного травматизма в АПК и пути его динамического снижения и ликвидации // Аграрный научный журнал. 2019. № 11. С. 102–106.
14. Шульгина Т. А. Изучение антимикробных свойств дисперсных систем на основе наночастиц серебра. Саратов: Саратовский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии, 2015. 117 с.
15. Яушева Е. В. Использование наночастиц металлов-микроэлементов в животноводстве перспективы и угрозы (обзор) // Вестник мясного скотоводства. 2013. № 3 (81). С. 7–11.
16. Яушева Е. В., Мирошников С. А., Сизова Е. А. Исследование биологического действия наночастиц металлов // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2013. Т. 11. № 9. С. 54–59.

## References

1. Akulova S. V., Frolov G. A., Karasenkova Ya. N. et al. (2021) Study of acute toxicity parameters of an antiseptic agent based on silver nanoparticles. *Veterinary science, animal science and biotechnology*, no. 12, pp. 54–59 (In Russ.).
2. Borisevich V. B., Borisevich B. V., Kaplunenko V. G. et al. (2009) Treatment of Rusterholz ulcer in cows with metal nanoparticles. *Veterinary medicine*, no. 3, pp. 41–42 (In Russ.).
3. Gabrielyan L. S., Trchunyan A. A. (2020) Antibacterial properties of silver nanopar-

- ticles and membrane-tropic mechanisms of their action. *Biology (Journal of the Belarusian State University)*, no. 3, pp. 64–71 (In Russ.).
4. Gryazneva T. N., Boltushkina T. A., Rzhepkovsky N. V. et al. (2012) Modern methods for determining the size of nanoparticles in disinfectants and antiseptics subjected to nanostructuring. *Disinfection. Antiseptics*, vol. 3, no. 1, pp. 17–25 (In Russ.).
  5. Deltsov A. A., Akulova S. V., Bachinskaya V. M. et al. (2023) Study of the bactericidal action of an antiseptic based on metal nanoparticles. *Veterinary science, animal science and biotechnology*, no. 2, pp. 19–23 (In Russ.).
  6. Deltsov A. A., Akulova S. V., Belova K. O. (2022) Analysis of the pharmaceutical market of antiseptic drugs for veterinary use. *Veterinary science, animal science and biotechnology*, no. 4, pp. 59–67 (In Russ.).
  7. Kashin A. S., Baryshnikov P. I., Petrov G. E. et al. (1984) Prevention and treatment of injuries in cows. *Veterinary science*, no. 4, p. 51 (In Russ.).
  8. Kononov A. N., Panasyuk S. D., Sidorchuk A. A. (2006) Comprehensive system of measures for the prevention and control of foot rot. *Bulletin of Veterinary Science*, no. 1 (36), pp. 33–36 (In Russ.).
  9. Nikolaenko V. P., Melikov N. D. (2009) Treatment of foot rot in sheep. *Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences*, no. 2, pp. 75–76 (In Russ.).
  10. Pavlova A. V., Pimenov N. V. (2020) Antibiotic resistance of bacterial pathogens isolated from animals in veterinary clinics in Lugansk. *Veterinary science, animal science and biotechnology*, no. 2, pp. 38–43 (In Russ.).
  11. Ryzhakov A. V., Rusetsky S. S., Vecherina A. I. (2014) Injuries in industrial animal husbandry of the Vologda region. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*, no. 4 (28), pp. 98–101 (In Russ.).
  12. Shakalov K. I., Bashkirov B. A., Semenov B. S. et al. (1987) Surgical diseases of farm animals. L.: Agropromizdat. 255 p. (In Russ.).
  13. Shkrabak R. V., Chaplin R. I., Enikeev V. G. et al. (2019) The state and characteristics of industrial injuries in the agro-industrial complex and ways of its dynamic reduction and elimination. *Agrarian scientific journal*, no. 11, pp. 102–106 (In Russ.).
  14. Shulgina T. A. (2015) Study of antimicrobial properties of dispersed systems based on silver nanoparticles. Saratov: Saratov Research Institute of Traumatology and Orthopedics. 117 p. (In Russ.).
  15. Yausheva E. V. (2013) Use of metal-microelement nanoparticles in animal husbandry: prospects and threats (review). *Bulletin of meat cattle breeding*, no. 3 (81), pp. 7–11 (In Russ.).
  16. Yausheva E. V., Miroshnikov S. A., Sizova E. A. et al. (2013) Study of the biological action of metal nanoparticles. *Issues of biological, medical and pharmaceutical chemistry*, vol. 11, no. 9, pp. 54–59 (In Russ.).

#### **Информация об авторах:**

С. В. АКУЛОВА – генеральный директор;

Я. Н. КАРАСЕНКОВ – главный врач;

А. А. ДЕЛЫЦОВ – доктор ветеринарных наук, кандидат фармацевтических наук, проректор по науке и инновациям, заведующий кафедрой физиологии, фармакологии и токсикологии имени А. Н. Голикова и И. Е. Мозгова;

О. Р. РОДЬКИНА – аспирантка кафедры физиологии, фармакологии и токсикологии имени А. Н. Голикова и И. Е. Мозгова.

#### **Information about the authors:**

S. V. AKULOVA – General Director;

Ya. N. KARASENKOV – Chief physician;

A. A. DELTSOV – Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Physiology, Pharmacology and Toxicology named after A. N. Golikov and I. E. Mozgov;

O. R. RODKINA – Graduate student of the Department of Physiology, Pharmacology and Toxicology named after A. N. Golikov and I. E. Mozgov.

**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 12.02.2024; одобрена после рецензирования 17.02.2024; принята к публикации 22.02.2024.

The article was submitted 12.02.2024; approved after reviewing 17.02.2024; accepted for publication 22.02.2024.



## Морфофункциональные показатели органов иммунитета и пищеварительной системы при дисбактериозах кишечника ягнят

Игорь Геннадьевич Гламаздин<sup>1</sup>,  
Дмитрий Алексеевич Блюменкранц<sup>2</sup>, Наталья Юрьевна Сысоева<sup>3</sup>,  
Юлия Сергеевна Немцева<sup>4</sup>, Анастасия Викторовна Гаврилова<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Москва, Россия

Автор, ответственный за переписку:

Дмитрий Алексеевич Блюменкранц, blumenkrantsda@mgupp.ru

### Аннотация

Технология содержания на ограниченных площадях, нетрадиционное кормление, существенно отличающееся от природных условий, наличие морфофункциональных особенностей организма раннего постнатального периода способствуют развитию дисбактериозов кишечника животных. Снижение колонизационной резистентности при дисфункции кишечника обуславливает избыточный рост микроорганизмов в биотопах пищеварительного тракта, в том числе за счет увеличения числа и спектра потенциально-патогенных и патогенных энтеробактерий, формирующих биопленки при хронических энтеритах животных. Для изучения морфофункциональных показателей перед проведением опытов ягнят породы агинская (n=10) периода новорожденности до 7 сут по принципу аналогов разделили на группы: I – животные с признаками болезней органов пищеварения; II – клинически здоровые животные. Динамика морфофункциональных показателей органов иммунитета и пищеварительной системы при дисбактериозах кишечника ягнят характеризовалась повышением общего числа лейкоцитов, уровня Т-киллеров и NK-клеток, снижением: общего количества Т-лимфоцитов, Т-хелперов, В-лимфоцитов крови; концентрации С-реактивного белка, уровня иммуноглобулинов IgG, IgM, IgA сыворотки крови; показателей фагоцитарного индекса, фагоцитарной активности нейтрофилов, НСТ-спонтанного и НСТ-стимулированного, индекса стимуляции. Наблюдались признаки катарально-геморрагического гастроэнтерита, баугинита, холангиогепатита, гиперплазии селезенки, лимфаденита регионарных лимфатических узлов. Этиологическая структура болезней органов пищеварения ягнят, вызываемых патогенными энтеробактериями, представлена микроорганизмами: *E. coli*, антигенная структура: O86:A20 (6,73 %); O26:A20 (4,81 %); O86:F41 (4,81 %); O20:K99 (2,88 %); O9:A20 (0,96 %); O26:F41 (0,96 %); O78:K99 (0,96 %); O119:A20 (0,96 %); *K. pneumoniae* (16,35 %); *P. mirabilis* (9,62 %); *E. aerogenes* (3,85 %).

**Ключевые слова:** болезни органов пищеварения, дисбактериоз, иммунитет, колонизационная резистентность, бактерии, вирулентность, биопленки

Для цитирования: Гламаздин И. Г., Блюменкранц Д. А., Сысоева Н. Ю. и др. Морфофункциональные показатели органов иммунитета и пищеварительной системы при дисбактериозах кишечника ягнят // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 4. Т. 1. С. 29–39. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504104>

# Morphological and functional indicators of the organs of immunity and the digestive system in intestinal dysbacteriosis of lambs

Igor G. Glamazdin<sup>1</sup>, Dmitriy A. Blumenkrants<sup>2</sup>, Natalia Yu. Sysoeva<sup>3</sup>,  
Yulia S. Nemtseva<sup>4</sup>, Anastasia V. Gavrilova<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), Moscow, Russia

Corresponding author:

Dmitriy A. Blumenkrants, blumenkrantsda@mgupp.ru

## Abstract

The technology of keeping in limited areas, non-traditional feeding, significantly different from natural conditions, the presence of morphofunctional features of the organism of the early post-natal period contribute to the development of intestinal dysbacteriosis in animals. A decrease in colonization resistance in intestinal dysfunction contributes to the overgrowth of microorganisms in the biotopes of the digestive tract, including by increasing the number and spectrum of potentially pathogenic and pathogenic enterobacteria that form biofilms in chronic enteritis of animals. To study the morphological and functional parameters before the experiments, calves of the Holstein breed (n=10), lambs of the Aginskaya breed (n=10) of the neonatal period up to 7 days were divided into groups according to the principle of analogues: I – animals with signs of diseases of the digestive system; II – clinically healthy animals. Immunological parameters were determined using automatic analyzers. Morphometric studies were carried out, taking into account the length, cm; width, cm; thickness, mm; diameter, mm using a caliper, a curvimeter and a ruler, with a division value of 1,0 mm. For histological studies, the material was fixed in 10.0 % neutral formalin solution, the sections were stained for general purposes with hematoxylin and eosin. Dynamics of morphofunctional indices of immunity organs and digestive system in lambs intestinal dysbiosis was characterized by an increase in the total number of leukocytes, the level of T-killers and NK-cells, a decrease in the total number of T-lymphocytes, T-helpers, B-lymphocytes of blood; indicators of phagocytic index, phagocytic activity of neutrophils, NST-spontaneous and NST-stimulated, stimulation index. Signs of catarrhal and hemorrhagic gastroenteritis, baughinitis, cholangiohepatitis, spleen hyperplasia, lymphadenitis of regional lymph nodes were observed. The etiologic structure of lamb digestive diseases caused by pathogenic enterobacterias is represented by *E. coli*, antigenic structure: O86:A20 (6.73 %); O26:A20 (4.81 %); O86:F41 (4.81 %); O20:K99 (2.88 %); O9:A20 (0.96 %); O26:F41 (0.96 %); O78:K99 (0.96 %); O119:A20 (0.96 %); *K. pneumoniae* (16.35 %); *P. mirabilis* (9.62 %); *E. aerogenes* (3.85 %).

**Keywords:** diseases of the digestive system, dysbacteriosis, immunity, colonization resistance, bacteria, virulence, biofilms

**For citation:** Glamazdin I. G., Blumenkrants D. A., Sysoeva N. Yu. et al. |(2025) Morphological and functional indicators of the organs of immunity and the digestive system in intestinal dysbacteriosis of lambs. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. 2025. № 4. Vol. 1. Pp. 29–39. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504104>

**В**ведение. Технология содержания на ограниченных площадях, нетрадиционное кормление, существенно отличающееся от природных условий, наличие морфо-

функциональных особенностей организма раннего постнатального периода способствуют развитию дисбактериозов кишечника животных [1, 2, 6]. Изменение коли-

чественного состава микроорганизмов при дисбактериозах кишечника телят, ягнят и поросят характеризовалось увеличением количества КОЕ *Escherichia coli* –  $12,6 \times 10^8$ , *Klebsiella pneumoniae* –  $5,9 \times 10^6$ , *Citrobacter freundii* –  $3,7 \times 10^6$ , *Enterobacter cloacae* –  $1,8 \times 10^4$ , *Morganella morganii* –  $3,7 \times 10^5$ , *Proteus vulgaris* –  $1,0 \times 10^2$ , *Staphylococcus epidermidis* –  $2,9 \times 10^5$  [3]. Избыточный рост микроорганизмов в биотопах кишечника животных сопровождался увеличением числа патогенных и условно-патогенных энтеробактерий, из общего числа которых *Salmonella dublin* составляли – 14,46 %; *Salmonella typhimurium* – 7,68; *Salmonella enteritidis* – 4,93; *Escherichia coli*: O86:A20 – 11,73; O86:F41 – 9,62; O26:A20 – 6,73; O20:K99 – 6,07; O26:F41 – 1,92; O9:A20 – 0,96; O78:K99 – 0,96; O119:A20 – 0,96; *Klebsiella pneumoniae* – 16,81; *Proteus mirabilis* – 10,85; *Enterobacter aerogenes* – 4,02; *Citrobacter freundii* – 2,3 % [7].

Установлено увеличение численности бактерий, имеющих низкую лактазную активность или обладающих гемолитическими свойствами – 14,7–32,3 %, уменьшение количества лактозопозитивных бактерий *E. coli* – 9,7–11,5 %, а также снижение титра микроорганизмов *Bifidobacterium* spp. –  $10^{-5}$  [12]. В норме концентрация микроорганизмов *Bifidobacterium* слизистой оболочки и химуса слепой, ободочной и прямой кишки новорожденных ягнят составляла  $5,0 \pm 0,1$ – $6,2 \pm 0,2$ ; *E. coli* –  $7,2 \pm 0,32$ – $9,4 \pm 0,6$  лг КОЕ/г [2, 3].

Снижение колонизационной резистентности при дисфункции кишечника способствует избыточному росту микроорганизмов в биотопах пищеварительного канала, в том числе за счет увеличения числа и спектра потенциально-патогенных и патогенных энтеробактерий, формирующих биоценозы при хронических энтеритах животных [1, 4, 10, 14].

Для раскрытия патогенетических механизмов инфекционного процесса, профилактики заболеваний животных и получения безопасных продуктов животноводства приоритетным является изучение динамики морфофункциональных показателей органов иммунитета и пищеварительной системы с применением стандартизиро-

ванных многоуровневых алгоритмов диагностики.

**Цель исследований.** Изучить динамику морфофункциональных показателей органов иммунной и пищеварительной систем при дисбактериозах кишечника ягнят.

**Материалы и методы.** Для изучения морфофункциональных показателей перед проведением опытов ягнят породы агинская ( $n=10$ ) периода новорожденности до 7 сут по принципу аналогов разделили на группы: I – животные с признаками болезней органов пищеварения; II – клинически здоровые животные.

Иммунологические показатели определяли с применением автоматических анализаторов «Mythic 18» (Mythic, Австрия), «BC-2800 vet», «BA-88a Mindray» (Mindray, Китай). Для определения общей окислительно-восстановительной активности лейкоцитов под действием активных форм кислорода учитывали восстановление нитросинего тетразолия в синий формазан – НСТ-тест. В лунки объемом 400,0 мкл 96-луночного микротитровального планшета (Nalge-Nunc, Великобритания) вносили 10,0 мкл крови и 10,0 мкл 2,0%-го стерильного раствора натрия цитрата. Для учета показателей спонтанного НСТ-теста в лунки планшета вносили 10,0 мкл раствора реактива НСТ, 1,0 мг/мл (Sigma-Aldrich, США). Показатели индуцированного НСТ-теста учитывали при добавлении 10,0 мкл раствора реактива НСТ и 10,0 мкл бактерий *E. coli* O78:K99 1 млн/мл. Исследуемые образцы гомогенизировали с применением шейкера для микротитровальных планшетов «iEMS HT» (Thermo Fisher Scientific, США). Затем образцы в объеме 20,0 мкл переносили на покровное стекло, культивировали при  $37 \pm 1$  °C в течение 15 мин, подсушивали при  $22 \pm 1$  °C 15 мин. Препараты фиксировали 96,0%-ным этанолом в течение 2 мин, подсушивали при  $22 \pm 1$  °C 15 мин, окрашивали красителем по Май-Грюнвальду («БиоВитрум», Россия) [8].

Морфометрические исследования проводили, учитывая длину (см), ширину (см), толщину (мм), диаметр (мм) при помощи штангенциркуля, курвиметра и линейки (с ценой деления 1,0 мм). Абсолютную массу



органов определяли непосредственно после вскрытия перед этапом фиксации. На основании полученных результатов определяли относительную массу каждого органа, % от общей массы животного [11].

Для гистологических исследований материал фиксировали в 10,0%-м растворе нейтрального формалина, срезы окрашивали для общих целей гематоксилином и эозином. Морфометрические исследования проводили при репрезентативной выборке достоверной частоты встречаемости  $\geq 90,0$  % поля зрения оптического микроскопа «Leica DMRB» (Leica, Германия).

Результаты экспериментальных данных обрабатывали методом статистического анализа с использованием критерия достоверности по Стьюденту, результаты считали достоверными при  $p \leq 0,05$ .

**Результаты.** При снижении колонизационной резистентности кишечника из общего числа выделенных культур микроорганизмов было установлено доминирование грамотрицательных факультативно-анаэробных бактерий семейства *Enterobacterales*. Этиологическая структура болезней органов пищеварения ягнят, вызываемых патогенными энтеробактериями, представлена микроорганизмами *E. coli*, антигенная структура: O86:A20 (6,73 %); O26:A20 (4,81 %); O86:F41 (4,81 %); O20:K99 (2,88 %); O9:A20 (0,96 %); O26:F41 (0,96 %); O78:K99 (0,96 %); O119:A20 (0,96 %); *K. pneumoniae* (16,35 %); *P. mirabilis* (9,62 %); *E. aerogenes* (3,85 %).

Дилатация кишечника приводила к увеличению длины тонкого отдела кишечника, основной объем брюшной полости занимали

петли тощей кишки. Относительная длина кишечника была обратно пропорциональна длине тела животных. При нарушении сократительной способности илеоцекального клапана установлена инфильтрация слизистой оболочки органа клеточными элементами, фибриноидное набухание, очаги склероза. Механическая дилатация органа характеризовалась наличием «зияющего» просвета на границе подвздошного и слепого отдела кишечника. Увеличение эластичности волокнистых структур снижало устойчивость клапана к давлению содержимого толстого кишечника.

Динамика иммунологических показателей при доминировании энтеробактерий в микробиоценозах кишечника ягнят характеризовалась повышением общего числа лейкоцитов –  $8,63 \pm 0,26 \cdot 10^9/\text{л}$ , уровня Т-киллеров –  $6,58 \pm 1,10$  %, NK-клеток –  $4,63 \pm 1,22$  %, концентрации С-реактивного белка –  $4,62 \pm 0,44$  мг/мл; снижением общего количества Т-лимфоцитов –  $7,0 \pm 1,20$  %, Т-хелперов –  $7,65 \pm 1,07$  %, В-лимфоцитов –  $6,60 \pm 0,86$  %, фагоцитарного индекса –  $10,42 \pm 0,82$  %, фагоцитарной активности нейтрофилов –  $67,83 \pm 2,92$  %, НСТ-спонтанного –  $3,73 \pm 0,92$  %, НСТ-стимулированного –  $5,47 \pm 0,35$  %, индекса стимуляции –  $1,58 \pm 0,14$ , уровня иммуноглобулинов *IgG* –  $10,82 \pm 0,46$ , *IgM* –  $1,09 \pm 0,30$ , *IgA* –  $0,49 \pm 0,09$  г/л.

Патогенез синдрома избыточного бактериального роста сопровождался признаками катарально-геморрагического гастроэнтерита, баугинита, холангиогепатита, гиперплазии селезенки, лимфаденита регионарных лимфатических узлов (табл. 1).

Таблица 1

**Дифференциально-диагностические признаки болезней органов пищеварения ягнят, вызываемых патогенными энтеробактериями**

Показатель	Количество микроорганизмов КОЕ, Ig/r (n=9)		
	18,9 $\pm$ 0,3	41,1 $\pm$ 0,5	71,6 $\pm$ 0,1
Колонизационная резистентность кишечника			
Индекс колонизации, %*	0,692 $\pm$ 0,04	0,807 $\pm$ 0,06	0,952 $\pm$ 0,08
Изоляты из содержимого тонкого кишечника	<i>E. coli</i> O78:K99;	<i>E. coli</i> O20:K99;	<i>E. coli</i> O20:K99;
	<i>E. coli</i> O26:F41;	<i>E. coli</i> O20:K88;	<i>E. coli</i> O20:K88;
	<i>E. coli</i> O86:F41;	<i>K. pneumoniae</i> ;	<i>K. pneumoniae</i> ;
	<i>P. mirabilis</i>	<i>P. vulgaris</i>	<i>E. faecalis</i> ; <i>C. albicans</i>

Показатель	Количество микроорганизмов КОЕ, Ig/g (n=9)		
	18,9±0,3	41,1±0,5	71,6±0,1
Морфометрические изменения			
Тощий и подвздошный отделы кишечника; илеоцекальный клапан	Катаральный энтерит; некроз энтероцитов ворсинок; слизистая оболочка илеоцекального клапана гиперимирована, геморрагически инфильтрирована; отек рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани lamina propria	Катаральный энтерит; некроз энтероцитов ворсинок; мононуклеарная или смешанная инфильтрация рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани lamina propria; гиперпластический лимфаденит регионарных лимфатических узлов	Катарально-геморрагический энтерит; некроз энтероцитов; гиперплазия солитарных фолликулов, гранулемы слизистой оболочки тощей и подвздошной кишки; гранулемы регионарных лимфатических узлов
Мезентериальные лимфатические узлы, лимфоидные фолликулы слизистой оболочки илеоцекального клапана	Острый гиперпластический лимфаденит; кортикальная фолликулярная гиперплазия; увеличение популяции лимфоцитов, макрофагов и нейтрофилов	Острый гиперпластический лимфаденит; гиперемия, отек лимфатических узлов	Казеозный некроз ретикулоцитов, гранулемы субкапсулярной, фолликулярной и синусоидальной локализации
Печень	Гидропическая и жировая дистрофия гепатоцитов без признаков воспаления; острый клеточный отек	Гепатит; холангиогепатит; дистрофические изменения паренхимы органа; холестаз	Некроз гепатоцитов; холангиогепатит; мононуклеарные, смешанные инфильтраты портальных трактов и синусоидов; коагуляционно-некротические гранулемы
Селезенка	Острый спленит; гиперемия, инфильтрация синусов	Острый экссудативный геморрагический спленит	Очагово-диффузная крупноклеточная гиперплазия, некроз ретикулоцитов; гранулемы белой пульпы

Примечание: \* – отношение количества микроорганизмов 1,0 г исследуемого материала клинически здоровых животных (контроль) и при болезнях органов пищеварения (опыт).

Пролиферация моноцитарных, макрофагальных, эпителиоидных, гигантских, лимфоцитарных и плазмоцитарных клеток приводила к образованию гранул в виде плотных субмилиарных или милиарных, полупросвечивающих или прозрачных серо-белого цвета фолликулов слизистой оболочки тощей и подвздошной кишки, печени, регионарных лимфатических узлов и селезенки. Как правило, скопления моноцитов и макрофагов располагались вокруг поврежденных тканей органа. В зрелых гранулемах преобладали макрофаги и эпителиальные клетки, при неполном слиянии которых формировались многоядерные гигантские клетки, содержащие конгломерат ядер в центре или клетки Лангханса, характеризующиеся подковообразным, полулунным или кольцевидным расположением ядер, при последующей некротизации в центральной части.

Развитие патологических процессов характеризовалось наличием множественных кровоизлияний под эпикардом и эндокар-

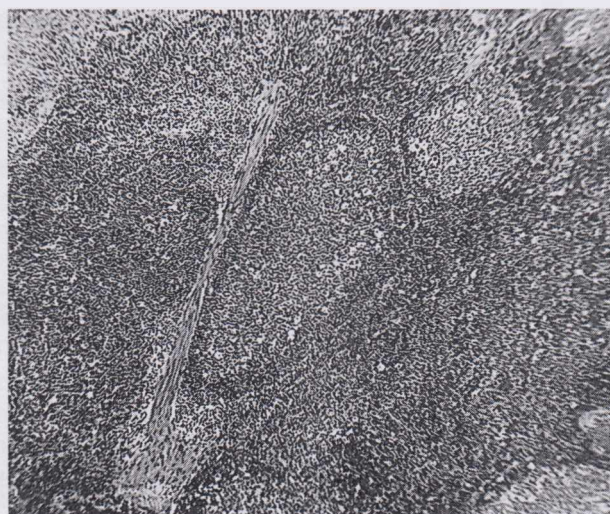
дом, в просветах резко расширенных сосудов наблюдали сплошную склеенную массу из форменных элементов крови. Располагающиеся в области очага кровоизлияния миокардиоциты набухшие, с признаками дистрофии. Лимфатические узлы увеличенные, поверхность разреза органа сочная, серо-красного и темно-вишневого цвета, окрашена неравномерно, под капсулой точечные кровоизлияния. Лимфатические синусы расширены и заполнены лимфоидными клетками, ретикулоциты в состоянии отека, развивался лимфостаз.

Острое течение инфекционного процесса характеризовалось гиперплазией лимфатических узлов, наличием серозного экссудата синусов, некробиотических очажков в мозговых тяжах, дистрофией ретикулоцитов. Реактивные процессы характеризовались плазмоцитарной и ретикуломакрофагальной трансформацией, инфильтрацией полиморфноядерными лейкоцитами, эозинофилами, гистиоцитами, формированием микроабсцессов (рис. 1).





А



Б

Рис. 1. Лимфатические узлы ягнят 14-суточного постнатального онтогенеза при болезнях органов пищеварения. Гематоксилин и эозин, ок. 10, об. 40: А – контроль; Б – опыт

При гиперплазии селезенки размеры органа увеличены в 1,5–2,0 раза, капсула напряженная, с точечными кровоизлияниями. На поверхности органа мелкие множественные очаги некроза. Клетки красной пульпы в состоянии пролиферации и десквамации, в отдельных участках зоны опустошения пульпы в результате нарушения связей структурных элементов, гигантские макрофаги, увеличенные венозные синусы. Формирование плотного кольца из лимфоцитов вокруг центральной артерии белой пульпы не выявлялось, слои оболочек артерий разволокнены, лимфоидные фолликулы атрофированные, герментативные центры слабовыраженные.

Патологические процессы сопровождались повышением уровня токсигенных штаммов, инициирующих воспалительные процессы, смену температурного режима, изменение рН рубцового содержимого, нарушение газообмена, моторики преджелудков и развитие гнилостных процессов в рубце. Слизистая оболочка желудка и кишечника отечная, гиперемизованная, геморрагически инфильтрированная, покрыта слизью, фибринозными пленками и некротическими участками, экссудат содержал эритроциты и лейкоциты. При наличии гидропической дистрофии клеток эпителиального слоя пищеварительной системы в участках некротизированной ткани располагались

бесструктурные массы, содержащие фибрин, глыбки хроматина и клетки микроорганизмов.

Слой оболочек тонкого кишечника утолщенные, слизистая оболочка некротически инфильтрирована, ворсинки деформированы, эпителиоциты крипт десквамированы в просвет органа. Диапедезные кровоизлияния, гиперемия кровеносных сосудов рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани серозной оболочки выявляли во всех отделах тонкого кишечника.

Достоверное увеличение частоты индикации грамотрицательных бактерий (>90,0 %) установлено при развитии признаков гиперемии, дистрофических процессов эпителиального слоя слизистой оболочки, пролиферативной реакции, периваскулярной лимфо- и гистиоцитарной инфильтрации эндотелия кровеносных сосудов.

Развитие баугинита характеризовалось наличием складчатого конуса ярко-красного цвета с пологим расширенным основанием и сглаженными краями или округлого углубления с закругленными гиперемизованными краями в участках перехода слизистой оболочки подвздошного и слепого отделов кишечника. Слизистая оболочка органа была атрофированной, геморрагически инфильтрированной.

Капсула печени набухшая, повышенной влажности, с очагами серо-желтого цве-



та, не имеющими четких границ, на разрезе значительное количество жидкости красного цвета, соскоб обильный, полужидкий. Нарушения гемодинамики характеризовались острым застойным полнокровием и очагово-диффузной белково-жировой дистрофией. Дискомплексация печеночных балок, расширение и полнокровие центральной вены приводили к атрофии гепатоцитов, белковой и жировой дистрофии; ядра имели нечеткий контур. Многочисленные некротические очажки в паренхиме печени инфильтрированы полиморфноядерными лейкоцитами.

Междольковая рыхлая волокнистая соединительная ткань инфильтрирована нейтрофилами и лимфоцитами, кровеносные сосуды полнокровны, оболочки желчных протоков расширены и утолщены. Отмечали признаки острого серозно-катарального холецистита, сопровождающегося значительным увеличением объема желчного пузыря, напряжением и растяжением органа вследствие переполнения содержимым; желчь – жидкая, с примесью слизи. Острый серозный отек поджелудочной железы различной степени выраженности сопровождался увеличением, диффузной гиперемией, частичной сглаженностью рисунка ткани органа, наличием обильного количества серозного выпота на разрезе. Плоский однослойный железистый эпителий вакуолизированный, в состоянии застойной гиперемии, инфильтрированный лимфоидными и гистиоцитарными клетками, междольковая соединительная ткань органа в состоянии периваскулярного отека.

За счет наличия фимбриальных структур и афимбриальных адгезинов бактерии, реализующие патогенный потенциал, адгезировались к рецепторам энтероцитов ворсинок слизистой оболочки терминального отдела подвздошной кишки животных. В просвете органа выявляли множество бактерий, экссудат, содержащий десквамированные эпителиальные клетки, с примесью слизи, полиморфноядерные лейкоциты. Инвазивные бактерии вызывали повреждение эпителиального пласта, большинство ворсинок были разрушены, выявляли нарушение эндотелиального слоя кровенос-

ных сосудов, развитие воспалительной гиперемии собственной пластинки слизистой оболочки. Наблюдала множественную бактериальную эмболию кровеносных сосудов, выраженную нейтрофильную инфильтрацию и застойную гиперемию лимфатических узлов и селезенки, генерализованную инфекцию с абсцессами легких, сердца, печени, почек.

**Обсуждение.** На основании результатов собственных исследований и анализа литературы следует отметить, что илеоцекальный клапан, разделяющий биотопы тонкого и толстого отделов кишечника, обеспечивает односторонний пассаж кишечного содержимого. Развитие дисплазии с последующим воспалением и дилатацией клапана обуславливает колонизацию тонкой кишки атипичными микроорганизмами, развитием гнилостных и бродильных процессов, хронической аутоинтоксикации организма. Граница слепой и подвздошной кишок представлена илеоцекальным клапаном, препятствующим ретроградному движению кишечного содержимого, и является зоной риска развития патологических процессов.

Илеоцекальный клапан обладает сфинктерными и антирефлюксными свойствами, обеспечивает одностороннее поступление химуса из тонкой в толстую кишку, препятствует забросу содержимого толстого кишечника в подвздошный отдел тонкого при давлении в просвете толстой кишки животных 150–170 мм рт. ст.

При развитии инфекционного процесса, обусловленного *E. coli* O76:K88, отмечали: катаральный энтерит, сопровождающийся некрозом апикальных частей энтероцитов ворсинок подвздошного отдела тонкого кишечника телят; отек, макрофагальную и лимфоцитарную инфильтрацию собственной пластинки слизистой оболочки органа; лимфаденит регионарных лимфатических узлов, наличие микроорганизмов в субкапсулярной, фолликулярной и синусоидальной зоне, формирование гранул. Гранулемы были образованы 20–100 гомогенными макрофагами и небольшим количеством лимфоцитов интерфолликулярной области. Наблюдала гранулематозный

лимфангит серозной оболочки илеоцекального клапана.

В качестве средств профилактики болезней органов пищеварения животных раннего постнатального онтогенеза, а также альтернативы антибиотикотерапии перспективным является введение в рацион маннан-обогащенной фракции белка, секретируемой внешней мембраной микроорганизмов *Saccharomyces cerevisiae*. Установлено увеличение соотношения высоты ворсинок к глубине крипт и общего количества бокаловидных клеток слизистой оболочки тощей кишки животных. Вместе с тем отмечали снижение уровней сывороточных провоспалительных цитокинов TNF- $\alpha$  и IL-10 [10, 16]. Разработаны препараты, снижающие формирование биопленок микроорганизмов *in vivo* [9]. Комплексные ферментные препараты в сочетании с пробиотиком лактобифид и прополисотерапия способствовали восстановлению уровня водорастворимых витаминов в печени, снижению адгезии микроорганизмов, нарушению мицелиального роста, уменьшению оптической плотности популяции микроорганизмов до 53,0 % [13]. Воздействие антимикотических препаратов «Фарнезол» 400 мкМ и «Литиказа» 1000 ЕД на культуры микроорганизмов *C. albicans* характеризовалось преимущественным наличием дрожжевых форм; коадгезивные свойства микроорганизмов были нарушены, гифальный рост отсутствовал [15].

**Заключение.** Динамика морфофункциональных показателей органов иммунитета и пищеварительной системы при дисбактериозах кишечника ягнят характеризовалась повышением общего числа лейкоцитов, уровня Т-киллеров и NK-клеток, снижением общего количества Т-лимфоцитов, Т-хелперов, В-лимфоцитов крови; концентрации С-реактивного белка, уровня иммуноглобулинов IgG, IgM, IgA сыворотки крови; показателей фагоцитарного индекса, фагоцитарной активности нейтрофилов, НСТ-спонтанного и НСТ-стимулированного, индекса стимуляции. Наблюдались признаки катарально-геморрагического гастроэнтерита, баугинита, холангиогепатита, гиперплазии селезенки, лимфаденита ре-

гионарных лимфатических узлов. Этиологическая структура болезней органов пищеварения ягнят, вызываемых патогенными энтеробактериями, представлена микроорганизмами *E. coli*, антигенная структура: O86:A20 (6,73 %); O26:A20 (4,81 %); O86:F41 (4,81 %); O20:K99 (2,88 %); O9:A20 (0,96 %); O26:F41 (0,96 %); O78:K99 (0,96 %); O119:A20 (0,96 %); *K. pneumoniae* (16,35 %); *P. mirabilis* (9,62 %); *E. aerogenes* (3,85 %).

#### Список источников

1. Грозина А. А. Состав микрофлоры желудочно-кишечного тракта у цыплят-бройлеров при воздействии пробиотика и антибиотика (по данным T-RFLP-RT-PCR) // Сельскохозяйственная биология. 2014. № 6. С. 46–58.
2. Каничева И. В. Формирование микробиоценоза в анатомических структурах толстого отдела кишечника у ягнят романовской породы в раннем постнатальном онтогенезе: дис. ... канд. вет. наук. Брянск, 2019.
3. Каничева И. В., Усачев И. И., Поляков В. Ф. Особенности формирования микробиоценоза слизистой оболочки и содержимого ободочной кишки у ягнят раннего возраста // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В. Р. Филиппова. 2016. № 4. С. 59–65.
4. Кондакова И. А., Ленченко Е. М., Ломова Ю. В. Средство и способ для лечения болезней органов пищеварения телят. 2018. Патент РФ.
5. Курятова М. В., Герасимова О. Н., Тюкавкина Ю. А. и др. Этиология возникновения гастроэнтеритов молодняка сельскохозяйственных животных в условиях Амурской области // Дальневосточный аграрный вестник. 2018. № 1 (45). С. 60–65. DOI: 10.24411/1999-6837-2018-11010.
6. Лаишевцев А. И., Пименов Н. В., Капустин А. В. и др. Микробный профиль пищеварительного канала птиц рода *Melopsittacus* вида волнистый попугай // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016.

- No. 5 (53). Pp. 76–82. DOI: 10.18551/rjoas.2016-05.10. EDN VXCNBJ.
7. Ленченко Е. М., Кондакова И. А., Ломова Ю. В. Этиологическая структура и дифференциальная диагностика бактериальных болезней телят // Аграрная наука. 2017. № 5. С. 27–31.
8. Ленченко Е. М., Сачивкина Н. П., Блюменкранц Д. А. и др. Индикация биопленок микроорганизмов при болезнях органов пищеварения ягнят // Ветеринария сегодня. 2021. № 1 (36). С. 59–67. DOI: 10.29326/2304-196X-2021-1-36-59-67.
9. Нестерова И. В. и др. Методы комплексной оценки функциональной активности нейтрофильных гранулоцитов в норме и патологии (методические рекомендации): методические рекомендации. Краснодар, 2017. Т. 50.
10. Прунтова О. В., Русалеев В. С., Шадрова Н. Б. Современное представление о механизмах антимикробной резистентности бактерий (аналитический обзор) // Ветеринария сегодня. 2022. Т. 11. № 1. С. 7–13. DOI: <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2022-11-1-7-13>.
11. Салаутин В. В. Патоморфология и дифференциальная диагностика сальмонеллеза птиц, вызванного различными серовариантами возбудителя: дис. ... д-ра вет. наук. Саратов, 2004.
12. Селезнев С. Б. Постнатальный органогенез иммунной системы птиц и млекопитающих (эволюционно-морфологическое исследование): дис. ... д-ра вет. наук. М., 2000.
13. Lenchenko E. et al. Features of formation of *Yersinia enterocolitica* biofilms // Veterinary World. 2019. Vol. 12. No. 1. P. 136.
14. Mannapova R. T., Shajhulow R. R. Dynamics of *Lactobacillus* spp. against the backdrop of candidiasis in the digestive tract of geese // Scientific research of the SCO countries: Synergy and integration. 2018. Pp. 248–252.
15. Reza R. et al. Integron-Associated Antibiotic Resistance Patterns in *Escherichia coli* Strains Isolated from Human and Animal Sources in Two Provinces of Iran // Modern technologies in medicine. 2019. Vol 11. No. 4. Pp. 64–73. DOI: 10.17691/stm2019.11.4.07.
16. Sachivkina N. et al. Effects of farne-sol and lyticase on the formation of *Candida albicans* biofilm // Veterinary World. 2020. Vol. 13. No. 6. Pp. 1030–1036. DOI: [www.doi.org/10.14202/vet-world.2020.1030-1036](http://www.doi.org/10.14202/vet-world.2020.1030-1036).
17. Song M. et al. PSXIII-28 Effects of Actigen in antibiotics-free diets on growth performance, intestinal barrier functions and inflammation in weaned piglets // Journal of Animal Science. 2019. Vol. 97. Suppl. 3. Pp. 470–471. DOI: 10.1093/jas/skz258.926.

## References

1. Grozina A. A. (2014) Composition of gastrointestinal tract microflora in broiler chickens under probiotic and antibiotic exposure (according to T-RFLP-RT-PCR). *Agricultural Biology*, no. 6, pp. 46–58 (In Russ.).
2. Kanicheva I. V. (2019) Formation of microbiocenosis in the anatomical structures of the large intestine in Romanov lambs in early postnatal ontogenesis: dis. ... cand. of Vet. sciences. Bryansk (In Russ.).
3. Kanicheva I. V., Usachev I. I., Polyakov V. F. (2016) Features of the formation of microbiocenosis of the mucosa and contents of the colon in lambs of early growth. *Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov*, no. 4, pp. 59–65 (In Russ.).
4. Kondakova I. A., Lenchenko E. M. M., Lomova Y. V. (2018) Means and method for the treatment of diseases of digestive organs of calves. Patent RF (In Russ.).
5. Kuryatova M. V., Gerasimova O. N., Tyukavkina Y. A. et al. (2018) Etiology of the occurrence of gastroenteritis of young farm animals in the conditions of the Amur region. *Far Eastern Agrarian Bulletin*, no. 1 (45), pp. 60–65. DOI: 10.24411/1999-6837-2018-11010 (In Russ.).
6. Laishchev A. I., Pimenov N. V., Kapustin A. V. et al. (2016) Microbial profile of the alimentary canal of birds of the genus *Melopsittacus* of the wavy parrot species. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, no. 5 (53), pp. 76–



82. DOI: 10.18551/rjoas.2016-05.10. EDN VXC�BJ (In Russ.).
7. Lenchenko E. M., Kondakova I. A., Lomova Y. V. (2017) Etiologic structure and differential diagnosis of bacterial diseases of calves. *Agrarnaya nauka*, no. 5, pp. 27–31 (In Russ.).
8. Lenchenko E. M., Sachivkina N. P., Blumenkrantz D. A. et al. (2021) Indication of biofilms of microorganisms in diseases of digestive organs of lambs. *Veterinary Science today*, no. 1 (36), pp. 59–67. DOI: 10.29326/2304-196X-2021-1-36-59-67 (In Russ.).
9. Nesterova I. V. et al. (2017) Methods of complex assessment of functional activity of neutrophil granulocytes in norm and pathology (methodical recommendations): methodical recommendations. Krasnodar. Vol. 50 (In Russ.).
10. Pruntova O. V., Rusaleev V. S., Shadrova N. B. (2022) Current understanding of the mechanisms of antimicrobial resistance in bacteria (analytical review). *Veterinary Science Today*, vol. 11, no. 1, pp. 7–13. DOI: <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2022-11-1-7-13> (In Russ.).
11. Salautin V. V. (2004) Pathomorphology and differential diagnosis of avian salmonellosis caused by different serovariants of the pathogen: dis. ... doctor of vet. sciences. Saratov (In Russ.).
12. Seleznev S. B. (2000) Postnatal organogenesis of the immune system of birds and mammals (evolutionary and morphological study): dissertation. Moscow (In Russ.).
13. Lenchenko E. et al. (2019) Features of formation of *Yersinia enterocolitica* biofilms. *Veterinary World*, vol. 12, no. 1, p. 136.
14. Mannapova R. T., Shajhulow R. R. (2018) Dynamics of *Lactobacillus* spp. against the backdrop of candidiasis in the digestive tract of geese // Scientific research of the SCO countries: Synergy and integration. Pp. 248–252.
15. Reza R. et al. (2019) Integron-Associated Antibiotic Resistance Patterns in *Escherichia coli* Strains Isolated from Human and Animal Sources in Two Provinces of Iran. *Modern technologies in medicine*, vol. 11, no. 4, pp. 64–73. DOI: 10.17691/stm2019.11.4.07.
16. Sachivkina N. et al. (2020) Effects of farnesol and lyticase on the formation of *Candida albicans* biofilm. *Veterinary World*, vol. 13, no. 6, pp. 1030–1036. DOI: [www.doi.org/10.14202/vetworld.2020.1030-1036](https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.1030-1036).
17. Song M. et al. (2019) PSXIII-28 Effects of Actigen in antibiotics-free diets on growth performance, intestinal barrier functions and inflammation in weaned piglets. *Journal of Animal Science*, vol. 97, suppl. 3, pp. 470–471. DOI: 10.1093/jas/skz258.926.

#### Информация об авторах:

И. Г. ГЛАМАЗДИН – доктор ветеринарных наук, профессор;  
Д. А. БЛЮМЕНКРАНЦ – старший преподаватель;  
Н. Ю. СЫСОЕВА – кандидат ветеринарных наук, доцент;  
Ю. С. НЕМЦЕВА – кандидат ветеринарных наук, доцент;  
А. В. ГАВРИЛОВА – студентка.

#### Information about the authors:

I. G. GLAMAZDIN – Doctor of veterinary sciences, professor;  
D. A. BLUMENKRANTZ – Senior lecturer;  
N. Yu. SYSOEVA – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor;  
Yu. S. NEMTSEVA – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor;  
A. V. GAVRILOVA – Student.

#### Вклад авторов:

ГЛАМАЗДИН И. Г. – научное руководство; постановка задачи исследования; разработка концепции исследования; формирование заключения;

БЛЮМЕНКРАНЦ Д. А. – проведение опытов; обработка полученных результатов; написание исходного текста;

СЫСОЕВА Н. Ю. – определение методов исследования; редактирование текста работы; формирование заключения;

НЕМЦЕВА Ю. С. – проведение опытов; обработка полученных результатов; написание исходного текста;

ГАВРИЛОВА А. В. – доработка текста; техническое форматирование работы.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### **Contribution of the authors:**

GLAMAZDIN I. G. – scientific guidance; setting the research problem; developing the research concept; forming conclusions;

BLUMENKRANTS D. A. – conducting experiments; processing of the results obtained; writing the original text;

SYSOEVA N. Yu. – defining research methods; editing the text of the work; forming conclusions;

NEMTSEVA Y. S. – carrying out experiments; processing of the obtained results; writing the original text;

GAVRILOVA A. V. – finalizing the text; technical formatting of the work.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 13.02.2024; одобрена после рецензирования 18.02.2024; принята к публикации 23.02.2024.

The article was submitted 13.02.2024; approved after reviewing 18.02.2024; accepted for publication 23.02.2024.

Научная статья

УДК 636.5:619

DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202504105

# Морфологическая оценка влияния водного раствора иммунокорректора «Форвет®» на мышечную оболочку кишечной стенки слепых и прямой кишок у бройлеров кросса «Росс-308» в эмбриогенезе

Екатерина Сергеевна Селезнева<sup>1</sup>,  
Владимир Александрович Здоровинин<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Пензенский государственный аграрный университет, Пенза, Россия

<sup>1</sup> selezneva.e.s@pgau.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0693-4803>;

<sup>2</sup> zdorovinin.v.a@pgau.ru, <https://orcid.org/0009-0003-9653-353X>

Автор, ответственный за переписку:

Екатерина Сергеевна Селезнева, selezneva.e.s@pgau.ru

## Аннотация

В статье представлены данные о влиянии водного раствора иммуномодулятора «Форвет®» в различных концентрациях на гистоструктуру толстого отдела кишечника цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» в эмбриогенезе. В результате научного эксперимента установлено, что развитие мышечной оболочки у эмбрионов цыплят-бройлеров происходит неравномерно, находится в тесной связи как от периода эмбриогенеза, так и от локализации, т.е. какой участок (краниальный, средний, каудальный) данной кишки был взят для исследования и какой отдел слепых или прямой кишки рассматривали. В заключительном этапе инкубации (21 сут) наибольший прирост толщины кольцевого мышечного слоя прямой кишки отмечался в 1-й опытной группе –  $194 \pm 3,68$  мкм, что на 67 мкм больше, чем 2-й опытной группе. В группе без обработки циркулярный слой отличался в меньшую сторону на 23 мкм по сравнению с группой, обработанной 1 % раствором. Оценивая общий объем прироста циркулярного слоя в течение 3 сут (17–21) инкубации, в 1-й опытной группе прирост составил 7,7 %, во 2-й опытной отмечалось снижение толщины слоя на 33 мкм, в группе без обработки наблюдался значительный скачок роста в 2,13 раза. В динамике толщины продольного слоя прямой кишки в тот же период отслеживаются незначительные колебания в увеличении гладких мышечных волокон в двух опытных группах. Так, в 1-й опытной группе прирост за период (17–21 сут) составил 10 мкм, во 2-й опытной группе он фиксируется на уровне 30 мкм. В группе без обработки толщина продольного слоя мышечной оболочки увеличилась в 4 раза.

**Ключевые слова:** эмбрион, слепая кишка, прямая кишка, мышечная оболочка, «Форвет®»

Для цитирования: Селезнева Е. С., Здоровинин В. А. Морфологическая оценка влияния водного раствора иммунокорректора «Форвет®» на мышечную оболочку кишечной стенки слепых и прямой кишок у бройлеров кросса «Росс-308» в эмбриогенезе // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 4. Т. 1. С. 40–48. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504105>



# Morphological assessment of the effect of an aqueous solution of the Forvet immunocorrector on the muscle membrane of the intestinal wall of the blind and rectum in Ross-308 cross broilers in embryogenesis

Ekaterina S. Selezneva<sup>1</sup>, Vladimir A. Zdorovinin<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup> Penza State Agrarian University Penza, Russia

<sup>1</sup> selezneva.e.s@pgau.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0693-4803>;

<sup>2</sup> zdorovinin.v.a@pgau.ru, <https://orcid.org/0009-0003-9653-353X>

Corresponding author:

Ekaterina Sergeevna Selezneva, selezneva.e.s@pgau.ru

## Abstract

The paper presents data on the effect of aqueous solution of immunomodulator Forvet in various concentrations on the histostructure of the large intestine of Ross-308 broiler chickens during embryogenesis. As a result of the scientific experiment it was established that the development of the muscular membrane in broiler chicken embryos occurs unevenly and is closely related to both the period of embryogenesis and localization, that is, which section (cranial, middle, caudal) of the intestine was taken for the study, and which section of the cecum or rectum was considered. At the final stage of incubation of 21 days, the greatest increase in the thickness of the circular muscular layer of the rectum was noted in the I experimental group  $194 \pm 3.68 \mu\text{m}$ , which is  $67 \mu\text{m}$  more compared to the II experimental group, in the batch without treatment the circular layer differed in the smaller direction by  $23 \mu\text{m}$  compared to the batch treated with a 1% solution. Assessing the total volume of growth of the circular layer during 3 days (17–21) of incubation in the I experimental group, the growth was 7.7%, in the II experimental group, a decrease in the layer thickness by  $33 \mu\text{m}$  was noted, in the batch without treatment, a significant growth jump of 2.13 times was observed. In the dynamics of the thickness of the longitudinal layer of the rectum in the same period, minor fluctuations in the increase in smooth muscle fibers in two experimental groups are tracked. So, in the I experimental group, the growth over the period (17–21 days) was  $10 \mu\text{m}$ , in the II experimental group it is fixed at the level of  $30 \mu\text{m}$ . In the batch without treatment, the thickness of the longitudinal layer of the muscular membrane increased 4 times.

**Keywords:** embryo, cecum, rectum, muscular membrane, Forvet

**For citation:** Selezneva E. S., Zdorovinin V. A. (2025) Morphological assessment of the effect of an aqueous solution of the Forvet immunocorrector on the muscle membrane of the intestinal wall of the blind and rectum in Ross-308 cross broilers in embryogenesis. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. 2025. № 4. Vol. 1. Pp. 40–48. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504105>

**В**ведение. Мясное птицеводство на сегодняшний день – одно из наиболее перспективных направлений среди отраслей агропромышленного комплекса. На территории Пензенской области, как и в целом

по стране, идет целенаправленная работа по увеличению потенциала производства диетического мяса птицы. Так, в интервью журналу «Животноводство России» Министр сельского хозяйства Пензенской об-

ласти Р. А. Калентьев отметил увеличение объемов производства в 2023 г. на 5,9 % по сравнению с 2022 г., что, в свою очередь, подтверждает востребованность диетического продукта на рынке. Согласно опубликованным данным статистической службы Пензенской области, в регионе за период январь–апрель 2024 г. в хозяйствах всех форм собственности произведено 161,2 тыс. т скота и птицы на убой в живой массе (102,9 % к аналогичному периоду 2023 г.). Такое интенсивное развитие отрасли способствует тому, что во многих птицеводческих хозяйствах нарушается плотность посадки птицы, что приводит к увеличению стресса, нарушению параметров микроклимата. Все это негативно сказывается на сопротивляемости организма птицы к различным инфекциям и на ее иммунитет в целом [1, 2, 4, 5, 9, 10, 13, 15, 16].

На сегодняшний день проблема повышения сохранности поголовья птицы остается актуальной, и выбор пути по ее устранению, на наш взгляд, будет способствовать более грамотному расходованию как трудовых, так и финансовых ресурсов. Многие птицеводы связывают падеж молодняка птицы (особенно в первые дни жизни) с ее низким иммунитетом. Как известно, ветеринарные аптеки предлагают огромный спектр иммуномодуляторов, которые, по мнению многих исследователей, способны корректировать нарушенные функции иммунного ответа и усиливать резервные механизмы защиты организма. Фармацевтические компании по производству ветеринарных препаратов предлагают огромный спектр иммунокорректоров.

«Форвет®» – российский иммунокорректирующий ветеринарный препарат в виде стерильного раствора. Преимущество данного лекарственного средства заключается в возможности коррекции иммунного статуса животного за счет индукции  $\alpha$ - и  $\gamma$ -интерферонов. Препарат неплохо зарекомендовал себя в профилактике адаптивных расстройств у животных. Лекарственное средство активно используется в ветеринарной практике в составе комплексной терапии для сельскохозяйственных животных, а также у кошек и собак. Исследова-

ния Н. А. Рахманиной, Ю. О. Тереховой, В. В. Цибезова и др. говорят о возможности использования данного препарата для терапевтических и профилактических целей при коронавирусной инфекции у кошек [3, 6–8, 12].

Согласно многочисленным исследованиям ученых, можно достоверно утверждать, что кишечник – это самый значимый иммунный орган в становлении иммунитета [14]. Отсюда возникает вопрос: как иммунокорректоры влияют на развитие этого органа?

**Цель исследования.** Определить влияние водного раствора иммунокорректора «Форвет®» в различной концентрации на толщину мышечного слоя оболочки слепых и прямой кишки у бройлеров кросса «Росс-308» в эмбриогенезе.

**Материалы и методы.** Объектом для эксперимента являлись эмбрионы цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» в 17-, 19- и 21-суточном возрасте из каждой группы, заложенных в опыте. Таких групп было сформировано три, по 15 яиц в каждой. Инкубационное яйцо 1-й и 2-й опытных групп обрабатывали непосредственно перед закладкой в инкубатор путем погружения его в емкость с 1- и 2%-м раствором «Форвет®» соответственно. Заготовленное яйцо из 3-й контрольной группы закладывали без погружения в емкость. В указанные выше сроки эмбрионального развития в одно и тоже время отбирали по 5 яиц из каждой группы, заложенных в опыте, для извлечения эмбрионов с целью вскрытия грудобрюшной полости для последующего извлечения правой и левой слепой кишок и прямой кишки для изготовления гистологических срезов. Толщина полученных срезов варьировала в пределах 3–5 мкм. Для окрашивания срезов использовали комбинацию гематоксилина и эозина. Гистологические исследования были проведены на кафедре ветеринарии Пензенского ГАУ.

Измерения кольцевого и продольного мышечного слоя кишечной стенки кишок определяли при помощи микроскопа Микромед С11 и окулярного винтового микрометра МОВ-1-16\* в 10 разных точках. Полученные в ходе измерения значения

обрабатывались статистическим методом путем расчета усредненного значения в выборке и дисперсии выборочных данных.

Фотографии сделаны с помощью бинокулярного светового микроскопа Levenhuk MED1000B.

**Результаты и обсуждение.** Стенка слепых и прямой кишок имеет слизистую, мышечную и серозную оболочки. Мышечная оболочка образована кольцевыми (циркулярными) и продольными слоями гладких мышечных волокон.

Оценивая динамику морфометрических показателей кольцевого слоя прямой кишки (рис. 1), следует отметить, что на 17-е сут эмбриогенеза наибольшая толщина слоя

наблюдалась в 1-й группе и достигала значения  $180 \pm 6,16$  мкм, что больше на  $20 \pm 4,41$  мкм по сравнению со 2-й группой в эксперименте, в то время как в контроле толщина слоя была ниже в 2,25 раза по отношению к 1-й опытной группе.

На 19-е сут инкубации толщина кольцевого слоя изменилась в меньшую сторону во всех трех группах. Так, в 1-й опытной группе толщина циркулярного уменьшилась на 70 мкм по сравнению с 17-ми сут и составила  $110 \pm 2,53$ ; во 2-й опытной группе (рис. 2) этот показатель снизился на 40 мкм, в то время как в контроле разница составила лишь 10 мкм и находилась на уровне  $70 \pm 1,73$  мкм.

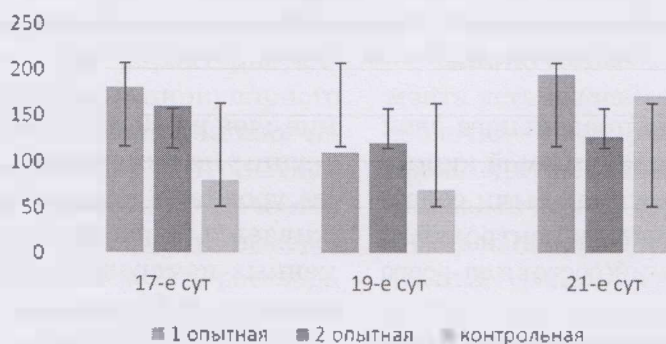


Рис. 1. Динамика роста кольцевого слоя прямой кишки, мкм

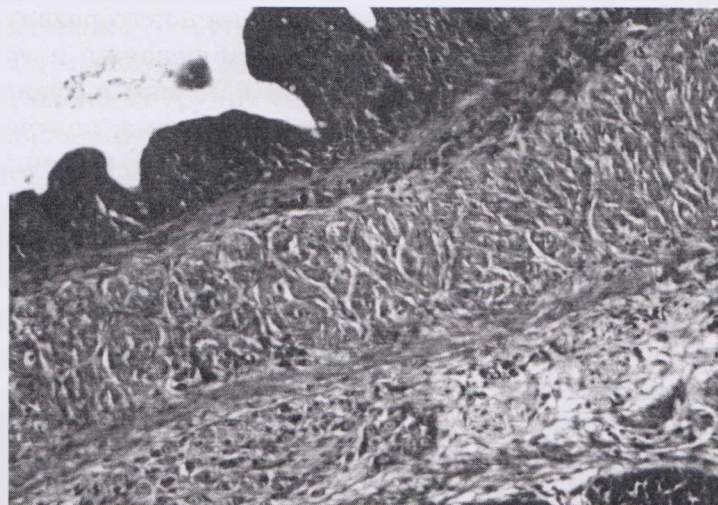


Рис. 2. Мышечная оболочка прямой кишки эмбрионов 2-й опытной группы, 19-е сут. Окраска гематоксилин и эозин, ув. об.  $10 \times 16$

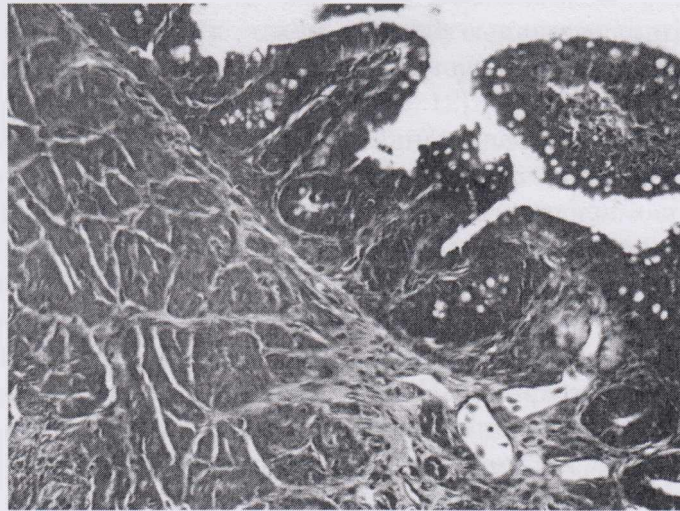
В заключительном этапе инкубации (21-е сут, рис. 3) наибольший прирост толщины кольцевого мышечного слоя отмечался в 1-й опытной группе  $194 \pm 3,68$  мкм, что на 67 мкм больше в сравнении со 2-й

опытной группой, в то время как в контрольной группе размер циркулярного слоя был на уровне  $171 \pm 6,95$  мкм. Следовательно, на этапе развития с 17-х по 21-е сут увеличение циркулярного слоя составило



7,7 %, во 2-й опытной отмечается снижение толщины слоя на 33 мкм, а в контрольной

группе этот показатель увеличился в 2,13 раза.



**Рис. 3.** Мышечная оболочка прямой кишки эмбрионов контрольной группы, 21-е сут.  
Окраска гематоксилин и эозин, ув. об.  $10 \times 16$

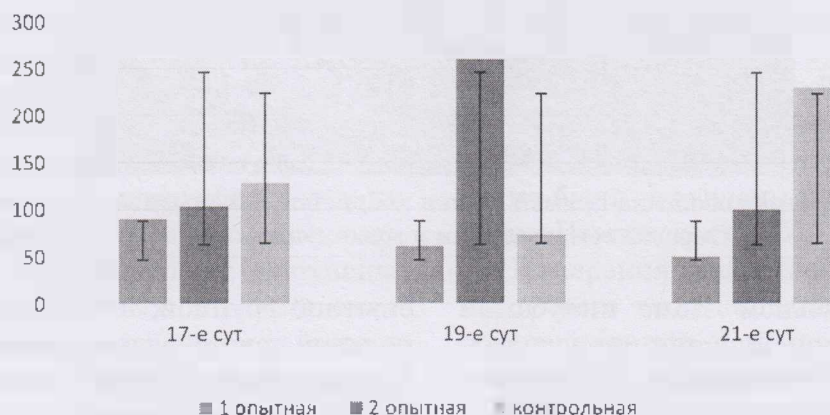
Измерения толщины продольного слоя гладких мышечных волокон прямой кишки на 17-е сут в опытных группах были соразмерны и составили 30 мкм, в контрольной группе разница измерений составила всего 10 мкм.

На 19-е сут развития плодов в контрольной группе толщина мышечных волокон продольного слоя оболочки оставалась на прежнем уровне и не изменилась по сравнению с 17-и сут, но опытных группах снизилась на 10 мкм.

На 21-е сут по отношению к 17-м сут прослеживаются незначительные колебания в увеличении продольного слоя гладких мышечных волокон в опытных группах. В 1-й опытной группе произошло увеличе-

ние слоя на 10 мкм, показатели 2-й опытной группы не изменялись и оставались на том же уровне. В группе без обработки прослеживается значительное увеличение полученных измерений с 20 мкм в 17-суточном возрасте до 80 мкм на 21-е сут.

Говоря о динамике морфометрических показателей кольцевого слоя слепых кишок (рис. 4), следует сказать, что на этапе 17-х сут эмбрионального развития наивысший рост слоя наблюдается в группе без обработки  $127,9 \pm 6,55$  мкм и превышает на  $36,82 \pm 2,83$  мкм измерения, полученные в 1-й опытной группе (рис. 5), а разница между толщиной циркулярного слоя оболочки слепых кишок, достигнутая в опытных группах, составила 13 мкм.



**Рис. 4.** Динамика роста кольцевого слоя слепой кишки, мкм

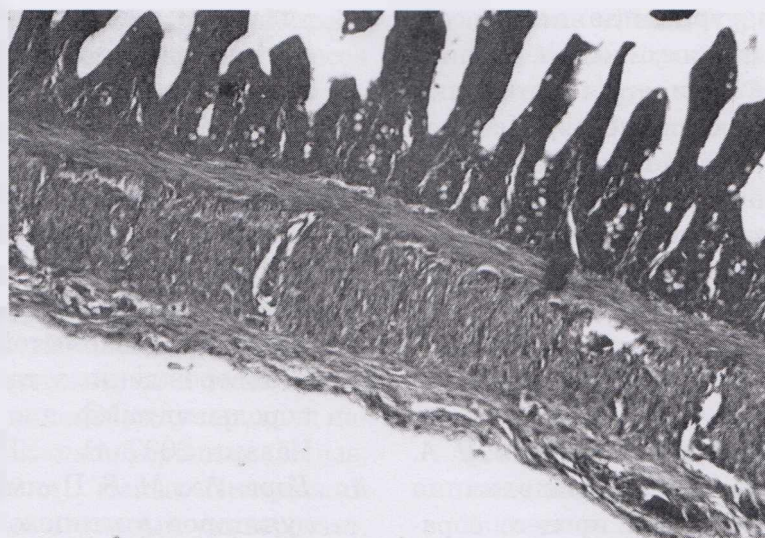


Рис. 5. Мышечная оболочка слепой кишки эмбрионов 1-й опытной группы, 17-е сут.  
Окраска гематоксилин и эозин, ув. об.  $10 \times 16$

19-е сут эмбриогенеза характеризуются уменьшением величины циркулярного слоя мышечной оболочки слепой кишки на 32 % по отношению к 17-м сут в 1-й опытной группе; в группе без обработки отмечается снижение на 42,4 %. Мониторинг измерений в группе с применением 2 % раствора показал, напротив, увеличение до отметки  $260 \pm 5,73$  мкм.

К 21-м сут в группе, где обработка не проводилась, наблюдается увеличение слоя в 3,12 раза по отношению к 17-м сут. Размеры циркулярного слоя мышечной оболочки слепой кишки в 1-й опытной группе были в 2 раза ниже по сравнению со 2-й опытной группой, где этот показатель достигал  $100 \pm 1,78$  мкм.

Толщина продольного слоя гладких мышечных волокон слепой кишки на 17-е сут во всех трех группах была на одном уровне 30 мкм. К 19-м сут в 1-й опытной группе отмечается снижение толщины продольного слоя на 10 мкм, в то время как во 2-й опытной группе отмечается увеличение на 10 мкм, а в контрольной группе прирост слоя составил 40 мкм.

Анализируя данные измерений толщины продольного слоя мышечных волокон слепой кишки на 21-е сут, наблюдается отсутствие роста в 1-й опытной группе, а также уменьшение толщины слоя во 2-й опытной группе и контроле на 10 и 30 мкм соответственно по отношению к 19-м сут развития.

**Заключение.** В ходе научного эксперимента установлено, что развитие мышечной оболочки у эмбрионов цыплят-бройлеров происходит неравномерно и находится в тесной связи как от периода эмбриогенеза, так и от локализации, т.е. какой участок (краниальный, средний, каудальный) данной кишки был взят для исследования и какой отдел слепой или прямой кишки брался во внимание. Так, в заключительном этапе инкубации (21-е сут) значительный прирост толщины кольцевого мышечного слоя прямой кишки наблюдался в 1-й опытной группе  $194 \pm 3,68$  мкм, что на 67 мкм больше в сравнении со 2-й опытной группой, в то время как в контрольной группе размер циркулярного слоя был на уровне  $171 \pm 6,95$  мкм. Следовательно, на этапе развития 17–21 сут увеличение циркулярного слоя составило 7,7 %, во 2-й опытной прослеживалось снижение толщины слоя на 33 мкм, а в контрольной группе этот показатель увеличился в 2,13 раза. Анализируя динамику роста продольного слоя гладких мышечных волокон прямой кишки, к 21-м сут по отношению к 17-сут прослеживаются незначительные колебания в увеличении продольного слоя гладких мышечных волокон в опытных группах. Так, в 1-й опытной группе произошло увеличение слоя на 10 мкм, а показатели 2-й опытной группы не изменялись и оставались на том же уровне. В группе без обработки отмечается рост толщины слоя на 40 мкм.



Согласно литературным данным и собственным исследованиям, можно сделать вывод, что «Форвет®» влияет на рост стенки кишечника эмбрионов бройлеров, обладает цитопротективным действием, индуцирует синтез интерферона, активизирует обменные процессы и клеточный иммунитет, повышает неспецифическую резистентность организма животных и птиц.

#### Список источников

1. Азаев Г. Х., Мусиев Д. Г., Гунашев Ш. А. и др. Сравнительное изучение влияния иммуностимуляторов на процесс образования иммунитета у птиц // Современные проблемы АПК и перспективы его развития: сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Махачкала, 22 декабря 2016 г.). Махачкала: Дагестанский государственный аграрный университет имени М. М. Джембулатова, 2017. С. 71–77. EDN: XWOVZT.
2. Базекин Г. В., Ахмарова К. В., Долнин И. Р. Морфометрия и гистологическая картина кишечника цыплят-бройлеров при применении препарата «Аргумистин» // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2024. № 1. С. 6–12. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202401001. EDN EYWBUA.
3. Букатина М. В. Влияние иммуномодуляторов на развитие птиц // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2021. № 23. С. 560–563. EDN: RVZXQY.
4. Грозина А. А., Пронин В. В., Дюмин М. С. Морфологическая оценка стенки кишечника цыплят кросса «КОББ 500» на фоне применения антибиотика и пробиотика // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. 2014. № 4. С. 16–17. EDN TBFGGH.
5. Ермакова А. А. Влияние иммуномодулирующих препаратов на иммунитет сельскохозяйственных птиц // Современные тенденции развития ветеринарной науки и практики: Сборник материалов Всероссийской (Национальной) научно-практической конференции факультета ветеринарной медицины ИВМиБ ФГБОУ ВО Омский ГАУ (Омск, 25 апреля 2024 г.). Омск: Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, 2024. С. 35–39. EDN RLBZIU.
6. Здоровинин В. А. Закономерности развития тканей толстой кишки у плодов и новорожденных телят черно-пестрой породы: автореф. дис. ... д-ра вет. наук. Казань, 2007. 41 с. EDN NJJSOB.
7. Коренюга М. В. Применение иммуномодуляторов в птицеводстве // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2022. № 12–2. С. 86–90. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202212212. EDN OZTUTM.
8. Матвеев О. А., Торшков А. А. Гистоархитектоника кишечника цыплят-бройлеров в постинкубационном онтогенезе // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 5 (79). С. 188–191. EDN BUVWKW.
9. Мурзалиев И. Д., Зайцева О. О. Оценка иммунологической активности антивирусных препаратов «Фоспренил» и «Форвет» // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. 2017. Т. 53. № 2. С. 104–106. EDN ZHUAVL.
10. Пышмынцева К. С., Пилипчук В. К., Череведов М. В. Применение иммуномодуляторов. Принцип их действия // Наука и современное образование: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей Международной научно-практической конференции (Пенза, 27 мая 2021 г.). Пенза: Наука и просвещение, 2021. С. 71–73. EDN CWZSWD.
11. Рахманина Н. А., Терехова Ю. О., Цибезов В. В. и др. Оценка эффективности применения препарата «Форвет» для профилактики инфекционного перитонита кошек // Российский ветеринарный журнал. Мелкие домашние и дикие животные. 2015. № 2. С. 38–41. EDN TPXEKN.
12. Селезнева Е. С., Здоровинин В. А. Влияние отечественного иммуномодулятора



- Форвет на показатели эмбрионального развития цыплят-бройлеров кросса Ross-308 // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2024. № 2 (106). С. 250–255. DOI: 10.37670/2073-0853-2024-106-2-250-255. EDN CIRNVM.
13. Селезнева Е. С., Здорвинин В. А. Роль иммуномодулирующих препаратов в птицеводстве // Инновационные идеи молодых – десятилетию науки и технологий: Сборник материалов Международной научно-практической конференции (Пенза, 30 ноября 2023 г.). Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. С. 470–472. EDN QMRTYC.
14. Фисинин В. И., Сурай П. Кишечный иммунитет у птиц: факты и размышления (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2013. Т. 48. № 4. С. 3–25. EDN QZKXXR.
15. Хромова Е. В., Байматов В. Н. Изменение поведения мышей под влиянием форвета // Вестник Мичуринского филиала Российского университета кооперации. 2013. № 3. С. 138–142. EDN UWVJLV.
16. Шемякова С. А. Токсические свойства препарата Форвет // Российский паразитологический журнал. 2010. № 3. С. 106–111. EDN: MVPVWD.
1. Azaev G. Kh., Musiev D. G., Gunashev Sh. A. et al. (2017) Comparative study of the influence of immunostimulants on the process of immunity formation in birds // Modern problems of the agro-industrial complex and prospects for its development: collection of scientific works. All-Russian scientific and practical conf. of students, postgraduates and young scientists (Makhachkala, December 22, 2016). Makhachkala: Dagestan State Agrarian University named after M. M. Dzhambatov. Pp. 71–77. EDN: XWOVZT (In Russ.).
2. Bazekin G. V., Akhmarova K. V., Dolinin I. R. (2024) Morphometry and histological picture of the intestine of broiler chickens when using the drug «Argumistin». *Veterinary science, zootechnics and biotechnology*, no. 1, pp. 6–12. DOI: 10.36871 / vet.zoo.bio.202401001. EDN EYWBUA (In Russ.).
3. Bukatina M. V. (2021) The influence of immunomodulators on the development of birds. *Actual issues of improving the technology of production and processing of agricultural products*, no. 23, pp. 560–563. EDN: RVZXQY (In Russ.).
4. Grozina A. A., Pronin V. V., Dyumin M. S. (2014) Morphological assessment of the intestinal wall of chickens of the «KOB 500» cross against the background of the use of an antibiotic and a probiotic. *Russian Veterinary Journal. Farm animals*, no. 4, pp. 16–17. EDN TBFGGH (In Russ.).
5. Ermakova A. A. (2024) The influence of immunomodulatory drugs on the immunity of agricultural birds // Modern trends in the development of veterinary science and practice: Collection of materials of the All-Russian (National) scientific and practical conference of the Faculty of Veterinary Medicine, Institute of Veterinary Medicine and Biotechnology, Omsk State Agrarian University (Omsk, April 25, 2024). Omsk: Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin. Pp. 35–39. EDN RLBZIU (In Russ.).
6. Zdorovin V. A. (2007) Patterns of development of large intestine tissues in fetuses and newborn calves of the Black-and-White breed: abstract of a dis. ... of Doctor of Veterinary Sciences. Kazan. 41 p. EDN NJJSOB (In Russ.).
7. Korenyuga M. V. (2022) Use of immunomodulators in poultry farming. *Veterinary science, zootechnics and biotechnology*, no. 12-2, pp. 86–90. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202212212. EDN OZTUTM (In Russ.).
8. Matveev O. A., Torshkov A. A. (2019) Histomorphology of the intestine of broiler chickens in postincubation ontogenesis. *Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*, no. 5 (79), pp. 188–191. EDN BUVWKW (In Russ.).
9. Murzaliev I. D. (2017) Evaluation of the immunological activity of the antiviral drugs «Fosprenil» and «Forvet». *Scientific*

- notes of the educational institution Vitebsk Order of the Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine, vol. 53, no. 2, pp. 104–106. EDN ZHUAVL (In Russ.).
10. Pyshmyntseva K. S., Pilipchuk V. K., Cherebedov M. V. (2021) Use of immunomodulators. The principle of their action // Science and modern education: topical issues, achievements and innovations: collection of articles from the International scientific and practical conference (Penza, May 27, 2021). Penza: Limited Liability Company «Science and Education». Pp. 71–73. EDN CWZSWD (In Russ.).
  11. Rakhmanina N. A., Terekhova Yu. O., Tsibezov V. V. et al. (2015) Evaluation of the effectiveness of the drug «Forvet» for the prevention of infectious peritonitis in cats. *Russian veterinary journal. Small domestic and wild animals*, no. 2, pp. 38–41. EDN TPXEKN (In Russ.).
  12. Selezneva E. S., Zdorovinin V. A. (2024) Influence of the domestic immunomodulator Forvet on the indicators of embryonic development of broiler chickens of the Ross-308 cross. *Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*, no. 2 (106), pp. 250–255. DOI: 10.37670/2073-0853-2024-106-2-250-255. EDN CIRNVM (In Russ.).
  13. Selezneva E. S., Zdorovinin V. A. The role of immunomodulatory drugs in poultry farming // Innovative ideas of the young – for the decade of science and technology: Collection of materials of the International scientific and practical conference (Penza, November 30, 2023). Penza: Penza State Agrarian University. 2023. Pp. 470–472. EDN QMRTYC (In Russ.).
  14. Fisinin V. I., Suray P. (2013) Intestinal immunity in birds: facts and reflections (review). *Agricultural biology*, vol. 48, no. 4, pp. 3–25. EDN QZKXXR (In Russ.).
  15. Khromova E. V., Baimatov V. N. (2013) Changes in the behavior of mice under the influence of forvet. *Bulletin of the Michurinsk branch of the Russian University of Cooperation*, no. 3, pp. 138–142. EDN UWVJLV (In Russ.).
  16. Shemyakova S. A. (2010) Toxic properties of the drug Forvet. *Russian parasitological journal*, no. 3, pp. 106–111. EDN MVPVWD (In Russ.).

#### Информация об авторах:

Е. С. СЕЛЕЗНЕВА – аспирантка кафедры ветеринарии;

В. А. ЗДОРОВИНИН – доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий кафедрой ветеринарии.

#### Information about the authors:

E. S. SELEZNEVA – Graduate student Department of Veterinary Medicine;

V. A. ZDOROVININ – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of the Department of Veterinary Medicine

#### Вклад авторов:

СЕЛЕЗНЕВА Е. С. – написание исходного текста, итоговые выводы;

ЗДОРОВИНИН В. А. – научное руководство, доработка текста.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Contribution of the authors:

Selezneva E. S. – writing the original text, final conclusions.

Zdorovinin V. A. – scientific guidance, revision of the text.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 14.02.2024; одобрена после рецензирования 19.02.2024; принята к публикации 24.02.2024.

The article was submitted 14.02.2024; approved after reviewing 19.02.2024; accepted for publication 24.02.2024.

Научная статья

УДК 619:616

DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202504106

## Сравнительная рентгеноморфометрия дистального отдела конечностей лося и крупного рогатого скота

Артур Камилевич Фаттахов<sup>1</sup>, Владислав Викторович Белогуров<sup>2</sup>,  
Елена Николаевна Борхунова<sup>3</sup>, Игорь Геннадьевич Рязанов<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup>Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –  
МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия

<sup>1</sup>fattakhov@mgavm.ru;

<sup>2</sup>kalancha123@mail.ru;

<sup>4</sup>ryazanovig@gmail.com

Автор, ответственный за переписку:

Артур Камилевич Фаттахов, fattakhov@mgavm.ru

### Аннотация

В статье сравниваются рентгеноморфометрические характеристики дистального отдела конечностей крупного рогатого скота и лося. Использование рентгеновского аппарата позволяет эффективно проводить диагностику и локализацию пораженных участков, а также оценить распространенность патологий дистального отдела конечностей. Использование рентгеновских лучей успешно применяется в ветеринарии для диагностики патологий дистальных отделов конечностей крупного рогатого скота. Это помогает быстро выявлять структурные изменения, определять объем и распространение патологического очага, что способствует своевременному лечению.

**Ключевые слова:** дистальный отдел конечностей, рентгеноморфометрия, крупный рогатый скот, лось, поражения

Для цитирования: Фаттахов А. К., Белогуров В. В., Борхунова Е. Н., Рязанов И. Г. Сравнительная рентгеноморфометрия дистального отдела конечностей лося и крупного рогатого скота // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 4. Т. 1. С. 49–56. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504106>

Original article

## Comparative X-ray morphometry of the distal extremities of moose and cattle

Artur K. Fattakhov<sup>1</sup>, Vladislav V. Belogurov<sup>2</sup>,  
Elena N. Borkhunova<sup>3</sup>, Igor G. Ryazanov<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup>Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –  
MVA named after K. I. Skryabin, Moscow, Russia

© Фаттахов А. К., Белогуров В. В., Борхунова Е. Н., Рязанов И. Г., 2025



<sup>1</sup>fattakhov@mgavm.ru;

<sup>2</sup>kalancha123@mail.ru;

<sup>4</sup>ryazanovig@gmail.com

*Corresponding author:*

Artur K. Fattakhov, fattakhov@mgavm.ru

### Abstract

The article compares the X-ray morphometric characteristics of the distal extremities of cattle and elk. The use of an X-ray machine makes it possible to effectively diagnose and localize the affected areas, as well as to assess the prevalence of pathologies of the distal extremities. The use of X-rays has been successfully used in veterinary medicine to diagnose pathologies of the distal extremities of cattle. This helps to quickly identify structural changes, determine the volume and spread of the pathological focus, which contributes to timely treatment.

**Keywords:** distal extremities, X-ray morphometry, cattle, moose, lesions.

**For citation:** Fattakhov A. K., Belogurov V. V., Borkhunova E. N., Ryazanov I. G. (2025) Comparative X-ray morphometry of the distal extremities of moose and cattle. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. 2025. № 4. Vol. 1. Pp. 49–56. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504106>

**В**ведение. Использование рентгеновского аппарата ветеринарным врачом на сельскохозяйственном предприятии позволяет выявлять скрытые патологии дистального отдела конечностей, что способствует более ранней постановке диагноза и своевременному лечению. Рентгеновская диагностика считается одним из лучших методов визуализации костной ткани из-за своей способности четко отображать структуру костей, выявляя мельчайшие трещины, переломы, деформации, а также изменения плотности костной ткани, характерные для различных заболеваний, при этом оставаясь относительно доступным и быстрым методом исследования [6]. У крупного рогатого скота может наблюдаться ряд патологий дистального отдела конечностей, таких как болезнь Мортелларо, язва Рустергольца, флегмоны венчика, язвы венчика, мякиша, свода межпальцевой щели, гнойный остеоартрит путового и венечного суставов, гнойные раны, ссадины в области пальцев [9, 10, 11, 17, 18]. Данные патологии приводят к ранней выбраковке животных, снижению выхода молочной и мясной продукции, а также к существенным экономическим потерям для животноводческих хозяйств из-за затрат на лечение, ветеринарное обслуживание и снижение продуктивности стада

[1, 2, 14, 16]. На современных животноводческих комплексах патологии дистального отдела конечностей составляют 50–60 % от общего поголовья [3].

Наиболее часто поражаются тазовые конечности [7, 8]. Самыми распространенными патологиями считаются деформации копытцев, гнойно-некротические и воспалительные поражения, ламиниты и травматические повреждения пальцев [4–6]. Лось, являясь наиболее близким диким видом – аналогом крупному рогатому скоту, обитающим в схожих природных и климатических условиях, взят нами за эталон сравнения.

**Цель исследования.** Проведение сравнительной рентгеноморфометрии дистального отдела конечностей лося и крупного рогатого скота.

**Материалы и методы.** Объект исследования – 30 единиц секционного материала крупного-рогатого скота в возрасте от 3 до 5 лет. В качестве сравнения взяты дистальные отделы конечностей лося в количестве 30 единиц. Период исследования – с марта 2023 г. по июнь 2024 г.

Для получения качественного рентгеновского снимка дистального отдела конечностей крупного рогатого скота необходимо учитывать некоторые аспекты, такие как правильное позиционирование животного

го, использование адекватных параметров экспозиции для получения четких изображений, учет анатомических особенностей копытца и суставов, а также обеспечение безопасности персонала и животного во время процедуры.

Перед проведением рентгенодиагностики проводили местный осмотр копытца.

Рентгеновские снимки получены с помощью рентгеновского аппарата Escoray Orange 1040HF, панель-детектор PZ Medical 1417.

Для визуализации структур копытца снимки выполняли в плантарно-дорсальной проекции. Расстояние между рентгеновским аппаратом и копытцем составляло 1 м, где центральный луч направлен в область пясти. На рентгеновском аппарате использовали следующие параметры: 65 кВ, 30мА, 0,15 с. Данные проекции дают возможность визуально оценить наличие патологических очагов и деформаций костных структур копытца.

В ходе оценки рентгеновских снимков использовали программное обеспечение.

Был выбран инструмент «линейка» для измерения длины, высоты и угла наклона копытца, что важно при ламините, когда изменяется угол наклона копытца, наблюдается ротация копытной кости относительно рогового башмака.

**Результаты исследования.** Было проведено сравнительное исследование дистального отдела конечностей крупного рогатого скота и лося.

В таблице представлена сравнительная рентгеноморфометрия дистального отдела конечностей КРС и лося. В ходе исследования было выявлено наличие рентгеноморфометрических различий между дистальным отделом конечностей лося и крупного рогатого скота.

При проведении измерений копытцевой кости было выявлено, что соотношение длины и ширины у крупного рогатого скота меньше в 1,5–2 раза по сравнению с диким лосем. При проведении промеров венечной кости нами установлено, что разница в отношении длины и ширины у крупного рогатого скота и дикого лося составляет 1,32. Таким образом, установлено, что лось имеет более вытянутое копытце по сравне-

нию с голштинизированным черно-пестрым крупным рогатым скотом.

Следующим этапом проводили измерение ширины и длины венечной кости. Результаты рентгенографических измерений венечной кости позволили установить, что соотношения длины к ширине у лося и голштинизированным черно-пестрым крупным рогатым скотом составляла 2,48 и 1,46 соответственно. Это доказывает, что у дикого лося более вытянутая структура венечной кости (рис. 1).

Далее проводили измерение ширины и длины путовой кости. Результаты рентгенографических измерений путовой кости позволили установить, что соотношения длины к ширине у лося и голштинизированного черно-пестрого крупного рогатого скота составляли 3,05 и 1,84 соответственно. Это доказывает, что у дикого лося более вытянутая структура путовой кости.

Таблица  
Среднее соотношение длины и ширины  
костей дистального отдела пальцев  
у дикого лося и голштинизированного  
черно-пестрого крупного рогатого скота

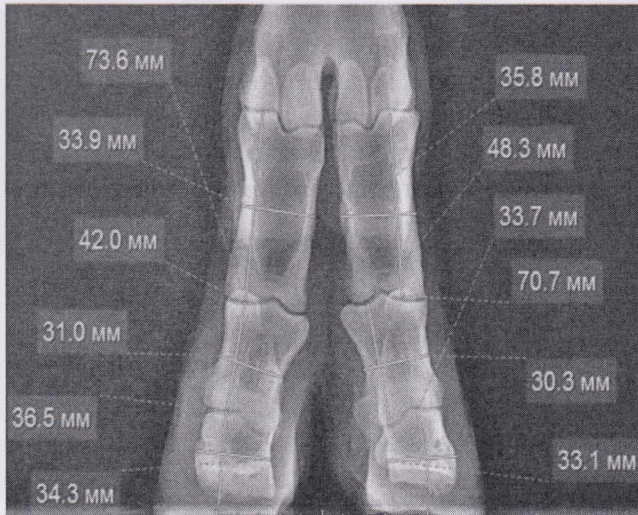
Кость	Лось	КРС
Копыцевая	3,16±0,38	1,84±0,27
Венечная	2,48±0,31	1,46±0,17
Путовая	3,05±0,33	1,84±0,19

Дистальный отдел конечностей лося отличается более вытянутыми структурами копытцевой, венечной и путовой костей по сравнению с крупным рогатым скотом голштинизированной черно-пестрой породы. Соотношение длины и ширины этих костей у лося составляет 2,0–3,0, тогда как у крупного рогатого скота 1,3–1,8. Это подтверждает адаптацию лося к дикой среде обитания, где необходима высокая маневренность и устойчивость на сложных поверхностях, таких как болота и глубокий снег.

Наши результаты соотносятся с данными, полученными рядом других исследователей. Так, Anna Keller в своих работах указывает на значительные анатомические различия в длине латеральной и медиальной сторон копытца у жвачных животных, включая лосей и крупный рогатый скот [18].



A



B

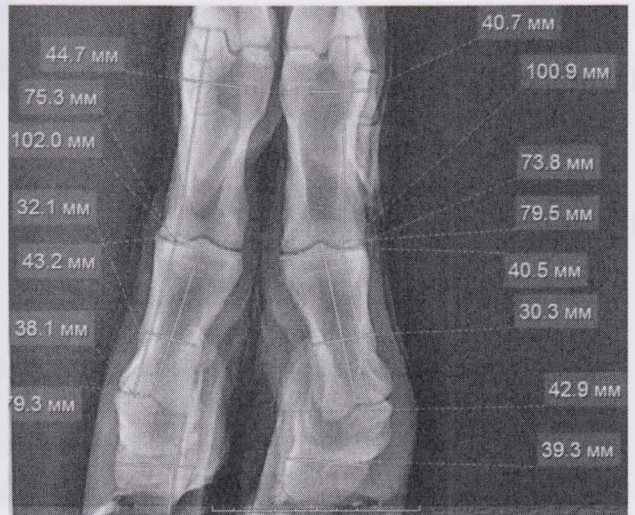


Рис. 1. Сравнительная рентгеноморфометрия дистального отдела конечностей КРС и лося:  
А – крупный рогатый скот; Б – лось

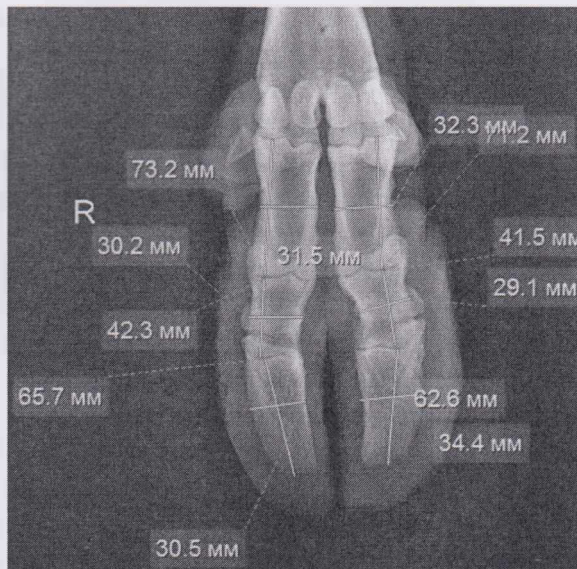


Рис. 2. Рентгеноморфометрия дистального отдела конечностей КРС

На рис. 2 видна разница в длине латеральной фаланги пальцев в сравнении с медиальной фалангой пальцев крупного рогатого скота. Другое исследование F. Rueeggsegger [20] показало, что существует значительная разница в длине между латеральными и медиальными фалангами пальцев дистального отдела тазовых конечностей, пораженных язвой подошвы, однако данная разница также наблюдалась у крупного рогатого скота со здоровыми тазовыми конечностями.

Исследование Р. Kremer выявило, что использование различных противосколь-

зящих и мягких резиновых напольных систем, которые способствуют улучшению качества содержания крупного рогатого скота, не влияли на распространенность пораженного дистального отдела конечностей [19].

**Выводы.** Анализ рентгеноморфометрических данных позволяет сделать вывод, что дистальный отдел конечностей является одной из наиболее уязвимых областей скелета. Для выявления патологий применяют рентгеновское исследование.

По данным таблицы можно сделать вывод, что структурные особенности копытцевой, венечной и путовой костей у крупного рогатого скота голштинизированной черно-пестрой породы и дикого лося значительно различаются. В частности, у лося наблюдаются более вытянутые структуры этих костей, что связано с его образом жизни и характером нагрузок на конечности. Эти различия в анатомии могут быть обусловлены тем, что лось обитает в условиях, где часто встречаются болота, глубокий снег и пересеченная местность, требующие от животного высокой маневренности и способности передвигаться по сложным ландшафтам.

В отличие от крупного рогатого скота, который содержится в относительно стабильных и ровных условиях сельскохозяйственных пастбищ и ферм, лось вынужден адаптироваться к дикой среде, где его конечности подвергаются постоянным нагрузкам,



связанным с необходимостью преодолевать преграды. Такие условия требуют от животного не только большей прочности костей, но и их удлинения для облегчения движения по рыхлым или нестабильным поверхностям.

Соотношение длины и ширины копытцевой, венечной и путовой костей у лося в 1,5–2 раза больше, чем у крупного рогатого скота, что подчеркивает его лучшую приспособленность к дикой природе. Более вытянутые и узкие кости обеспечивают лося большую опору и устойчивость в условиях, когда конечности могут проваливаться в снег или топь. Это свидетельствует о выраженной адаптации лося к особенностям его среды обитания, где выживание напрямую зависит от способности эффективно передвигаться и поддерживать равновесие на сложных поверхностях.

Дистальный отдел конечностей крупного рогатого скота является более уязвимым и склонным к травмам по сравнению с проксимальным отделом, имеет ряд патологий, которые распространены чаще или же только в данном отделе.

#### Список источников

1. Ахажанов К. К., Бексеитов Т. К., Садыкалиев А. М. и др. Баланс азота у ремонтных телок при разных схемах выпойки цельного молока в раннем возрасте // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2024. № 1. С. 101–108. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202401012>
2. Белогуров В. В., Позябин С. В., Азарнова Т. О. и др. Распространенность субклинически протекающих патологий дистального отдела конечностей у КРС голштинской породы // Ветеринария и кормление. 2024. № 6. С. 13–16. DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-6-3. EDN NYTXDA.
3. Васильева Е. Н. Племенная ценность голштинских производителей разных генеалогических линий и ветвей // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2022. № 9. С. 68–74. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202209008>
4. Воронина О. А., Савина А. А., Зайцев С. Ю. Антиоксидантная активность молока коров в зависимости от разового удоя // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2022. № 9. С. 80–90. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202209010>
5. Голосов И. М. Методика рентгенографии коленного сустава лошади: сборник научных трудов Ленинградского инс-та усоверш. вет. врачей. Ленинград, 1950. С. 104.
6. Иванов В. П. Ветеринарная клиническая рентгенология: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки (специальности) «Ветеринария» (квалификация «ветеринарный врач»). СПб.–М.–Краснодар: Лань, 2014. 619 с.
7. Качалин М. Д., Позябин С. В., Борхунова Е. Н. и др. Методика оценки хромоты у животных при остеоартрозе // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2023. № 12. С. 6–14. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202312101.
8. Марьин Е. М., Ермолаев В. А. Болезни копыт у коров различных пород // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. Т. 2. № 30-1. С. 104–105.
9. Позябин С. В., Белогуров В. В., Азарнова Т. О. и др. Метаболический ацидоз при патологиях дистального отдела конечностей у лактирующих коров // Ветеринария и кормление. 2024. № 5. С. 76–78. DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-5-18. EDN KCNZXZ.
10. Позябин С. В., Качалин М. Д., Белогуров В. В. и др. Устройство для фиксации рентгеновской кассеты при проведении рентгенографии дистального отдела конечностей у крупного рогатого скота // Описание изобретения к патенту № 2021134699. 2022. С. 2.
11. Позябин С. В., Филиппов Ю. И., Качалин М. Д. и др. Сравнительная характеристика структуры ортопедических патологий коров голштино-фризской и голштинизированной черно-пестрой пород // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2018. № 11. С. 19–24.
12. Руколь В. М. Влияние кормления и содержания на возникновение болезней

- конечностей коров // Ветеринария. 2011. № 8. С. 8–11. EDN NXWLYB.
13. Руколь В. М. Влияние кормового стресса на распространение хирургических болезней у коров // Ветеринария и кормление. 2012. № 3. С. 20–22. EDN RDFPSL.
  14. Руколь В. М., Андреева Е. Г., Андреев П. К. Влияние выбора методики расчистки копытцевого рога на некоторые показатели молока у коров // Сборник научных трудов тринадцатой международной межвузовской конференции по клинической ветеринарии в формате Partners (Москва, 19–20 декабря 2023 г.). М: Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина, 2024. С. 74–76. EDNIPYUQT.
  15. Рязанов И. Г., Никонов И. Н., Коновалов А. П. Опыт применения кормовой добавки «Монокальцийфосфат» при остеодистрофии у крупного рогатого скота // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2024. № 1. С. 117–122. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202401014>
  16. Стекольников А. А., Бокарев А. В., Минина А. О. и др. Визуальные методы исследований патологий копытцев у крупного рогатого скота // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана. 2024. Т. 258. № 2. С. 186–191.
  17. Устройство для фиксации рентгеновской кассеты при проведении рентгенографии дистального отдела конечностей у крупного рогатого скота / С. В. Позябин, М. Д. Качалин, В. В. Белогуров, Е. Н. Борхунова; заявитель и патентообладатель «ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина». Патент RU 211201 Российская Федерация, МПК A61D3/00 (2006.01) (RU); заяв. 26.11.2021; опуб. 25.05.2022; начало действия: 26.11.2021. 1 с.
  18. Keller F., Clauss M., Muggli E. et al. Even-toed but uneven in length: the digits of artiodactyls // Zoology (Jena). 2009. 21 Apr. Pp. 270–278.
  19. Kremer P. V., Nueske S., Scholz A. M. et al. Comparison of claw health and milk yield in dairy cows on elastic or concrete flooring // J. Dairy Sci. 2007. 10 Oct. Pp. 4603–4611.
  20. Rüegsegger F., Steffen F., Nuss K. A. Partial brachial plexus paresis in three calves // Veterinary Record. 2012. Vol. 171 (16). Pp. 401–401. DOI: 10.1136/vr.100869.

## References

1. Akhazhanov K. K., Bekseitov T. K., Sadykaliev A. M. et al. (2024) Nitrogen balance in repair heifers with different schemes of drinking whole milk at an early age. *Veterinary medicine, animal science and biotechnology*, no. 1, pp. 101–108. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202401012> (In Russ.).
2. Belogurov V. V., Pozyabin S. V., Azarnova T. O. et al. (2024) Prevalence of subclinically occurring pathologies of the distal extremities in Holstein cattle. *Veterinary medicine and feeding*, no. 6, pp. 13–16. DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-6-3. EDN NYTXDA (In Russ.).
3. Vasilyeva E. N. (2022) The breeding value of Golitin producers of different genealogical lines and branches. *Veterinary, animal science, and biotechnology*, no. 9, pp. 68–74. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202209008> (In Russ.).
4. Voronina O. A., Savina A. A., Zaitsev S. Y. Antioxidant activity of cow's milk depending on a single milk yield // *Veterinary, animal science, and biotechnology*. 2022. no. 9. Pp. 80–90. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202209010> (In Russ.).
5. Golos I. M. (1950) Methods of radiography of the knee joint of a horse // Collection of scientific tr. Leningrad, Institute of Advanced Vet. doctors. Leningrad. 104 p. (In Russ.).
6. Ivanov V. P. (2014) *Veterinary clinical radiology: a textbook for university students studying in the field of training (specialty) "Veterinary Medicine" (qualification "veterinarian")*. SPb.–Moscow–Krasnodar. Lan. 619 p. (In Russ.).
7. Kachalin M. D., Pozyabin S. V., Borkhunova E. N. et al. (2023) Methods for assessing lameness in animals with osteoarthritis. *Veterinary, animal science, and biotech-*

- nology, no. 12, pp. 6–14. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202312101 (In Russ.).
8. Maryin E. M., Ermolaev V. A. (2011) Diseases of hooves in cows of various breeds. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*, vol. 2, no. 30-1, pp. 104–105 (In Russ.).
  9. Pozyabin S. V., Belogurov V. V., Azarnova T. O. et al. (2024) Metabolic acidosis in pathologies of the distal extremities in lactating cows. *Veterinary medicine and feeding*, no. 5, pp. 76–78. DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-5-18. EDN KCNZXZ (In Russ.).
  10. Pozyabin S. V., Kachalin M. D., Belogurov V. V. et al. Device for fixing an X-ray cassette during radiography of the distal extremities in cattle // Description of the invention to patent No. 2021134699. 2022. 2 p. (In Russ.).
  11. Pozyabin S. V., Filippov Yu. I., Kachalin M. D. et al. (2018) Comparative characteristics of the structure of orthopedic pathologies of Holstein-Frisian and Holstein black-and-white cows. *Veterinary medicine, animal science and biotechnology*, no. 11, pp. 19–24 (In Russ.).
  12. Rukol' V. M. (2011) The influence of feeding and maintenance on the occurrence of diseases of the extremities of cows. *Veterinary medicine*, no. 8, pp. 8–11. EDN NXWLYB (In Russ.).
  13. Rukol' V. M. (2012) The effect of feed stress on the spread of surgical diseases in cows. *Veterinary medicine and feeding*, no. 3, pp. 20–22. EDN RDFPSL (In Russ.).
  14. Rukol' V. M., Andreeva E. G., Andreev P. K. (2024) The influence of the choice of a technique for cleaning the hoof horn on some indicators of milk in cows // Proceedings of the thirteenth International interuniversity conference on clinical veterinary medicine in the Partners format (Moscow, December 19–20 2023). Moscow: Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K. I. Scriabin. Pp. 74–76. EDNIPYUQT (In Russ.).
  15. Ryazanov I. G., Nikonov I. N., Konovalov A. P. (2024) The experience of using the feed additive “Monocalcium phosphate” in osteodystrophy in cattle. *Veterinary, animal science, and biotechnology*, no. 1, pp. 117–122. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202401014> (In Russ.).
  16. Stekolnikov A. A., Bokarev A. V., Minina A. O. et al. (2024) Visual methods of investigating hoof pathologies in cattle. *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman*, vol. 258, no. 2, pp. 186–191 (In Russ.).
  17. Device for fixing an X-ray cassette during radiography of the distal extremities in cattle Pat. RU 211201 Russian Federation, IPC A61D3/00 (2006.01) / S. V. Pozyabin, M. D. Kachalin, V. V. Belogurov, E. N. Borkhunova; applicant and patent holder of the K.I. Scriabin Moscow State Pedagogical University. (RU); applicant. 11/26/2021; pub. 05/25/2022; effective date: 11/26/2021. 1 p. (In Russ.).
  18. Keller F., Clauss M., Muggli E., et al (2009) Even-toed but uneven in length: the digits of artiodactyls. *Zoology (Jena)*, 21 Apr., pp. 270–278 (In Russ.).
  19. Kremer P. V., Nueske S., Scholz A. M. et al (2007) Comparison of claw health and milk yield in dairy cows on elastic or concrete flooring. *J. Dairy Sci.*, 10 Oct., pp. 4603–4611 (In Russ.).
  20. Rüegsegger F., Steffen F., Nuss K. A. (2012) Partial brachial plexus paresis in three calves. *Veterinary Record*, vol. 171 (16), pp. 401–401. DOI: 10.1136/vr.100869 (In Russ.).

#### **Информация об авторах:**

А. К. ФАТТАХОВ – аспирант кафедры ветеринарной хирургии;

В. В. БЕЛОГУРОВ – кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры ветеринарной хирургии;

Е. Н. БОРХУНОВА – доктор ветеринарных наук, профессор, профессор кафедры анатомии и гистологии животных имени профессора А. Ф. Климова;

И. Г. РЯЗАНОВ – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры зоогигиены и птицеводства им. А. К. Даниловой.



**Information about the authors:**

A. K. FATTAKHOV – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of General Biology, Leading Researcher of the Animal Products Processing Department;  
V. V. BELOGUROV – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of General Biology;  
E. N. BORKHUNOVA – post-graduate student of the Department of General Biology;  
I. G. RYAZANOV – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Hygiene and Poultry Breeding named after A.K. Danilova.

**Вклад авторов:**

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

**Contribution of the authors:**

The authors contributed equally to this article.  
The authors declare that there are no conflicts of interest.

Статья поступила в редакцию 15.02.2024; одобрена после рецензирования 20.02.2024; принята к публикации 25.02.2024.

The article was submitted 15.02.2024; approved after reviewing 20.02.2024; accepted for publication 25.02.2024.

Научная статья

УДК 637.631:632.7

DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202504107

## Эффективность применения инсектицидного средства «АИС-ЛАМК» для борьбы с насекомыми-кератофагами

Людмила Константиновна Земцова<sup>1</sup>,  
Константин Викторович Есепенок<sup>2</sup>,  
Мария Владимировна Горбачева<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –  
МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия

<sup>1</sup> zemcova-l@yandex.ru;

<sup>2</sup> kv@esepenok.ru;

<sup>3</sup> gmv76@bk.ru

*Автор, ответственный за переписку:*

Людмила Константиновна Земцова, zemcova-l@yandex.ru

### Аннотация

В статье показана эффективность исследуемого авермектинсодержащего инсектицидного средства по действию на насекомых-кератофагов при определении острого и длительности остаточного действия в лабораторных условиях. Выявлен летальный эффект от применения авермектинсодержащего инсектицидного средства «АИС-ЛАМК» при оценке его острого действия в разведениях от 1:100 до 1:1000 в отношении гусениц платяной моли и личинок кожееда через 15 мин после обработки сырья. При этом остаточное действие исследуемого средства в разведении 1:100 и 1:300 на гусениц платяной моли и личинок жука-кожееда сохраняется после обработки перопухового сырья спустя 1 мес. Аналогичные результаты получены при применении средства в беспропеллентной аэрозольной упаковке на впитывающей и невпитывающей поверхностях. Установлено, что себестоимость 1 л рабочего раствора в разведении 1:100 составляет 13 руб. 08 коп., что позволяет рекомендовать его для кратковременной защиты перопухового сырья от насекомых-кератофагов.

**Ключевые слова:** инсектицидное средство, авермектины, сырье животного происхождения, перопуховое сырье, платяная моль, жук-кожеед, гемисукцинат авермектина

**Для цитирования:** Земцова Л. К., Есепенок К. В., Горбачева М. В. Эффективность применения инсектицидного средства «АИС-ЛАМК» для борьбы с насекомыми-кератофагами // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 4. Т. 1. С. 57–65. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504107>

## Efficiency of application of insecticidal agent «AIS-LAMK» for control of keratophagous insects

Lyudmila K. Zemtsova<sup>1</sup>, Konstantin V. Esepenok<sup>2</sup>,  
Mariya V. Gorbacheva<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –  
MVA named after K. I. Skryabin, Moscow, Russia

<sup>1</sup> zemcova-l@yandex.ru;

<sup>2</sup> kv@esepepok.ru;

<sup>3</sup> gmv76@bk.ru

*Corresponding author:*

Lyudmila K. Zemtsova, zemcova-l@yandex.ru

### Abstract

The article shows the effectiveness of the studied avermectin-containing insecticidal agent on the action on keratophagous insects when determining the acute and duration of residual action in laboratory conditions. The lethal effect from application of avermectin-containing insecticidal agent «AIS-LAMK» was revealed at estimation of its acute action in dilutions from 1:100 to 1:1000 with respect to caterpillars of the cloak moth and larvae of the skin beetle in 15 minutes after processing of raw material, while the residual effect of the investigated agent in dilution 1:100 and 1:300 on caterpillars of the cloak moth and larvae of the skin beetle is preserved after processing of feather-bearing raw material 1 month later. Similar results were obtained when using the product in a propellant-free aerosol package on absorbent and non-absorbent surfaces. It was established that the cost price of 1 liter of the working solution in dilution 1:100 is 13 rub. 08 kopecks, which allows to recommend it for short-term protection of feather and fur raw material from insect-keratophages.

**Keywords:** insecticidal agent, avermectins, raw materials of animal origin, feather and down raw materials, moths, skin beetles, avermectin hemisuccinate, avermectin hemisuccinate

**For citation:** Zemtsova L. K., Esepenok K. V., Gorbacheva M. V. (2025) Efficiency of application of insecticidal agent «AIS-LAMK» for control of keratophagous insects. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. 2025. № 4. Vol. 1. Pp. 57–65. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504107>

**В**ведение. Современные концепции в области легкой промышленности указывают на важность защиты сырья животного происхождения, в том числе и перопухового сырья, от агентов биоповреждения с помощью инсектицидных средств нового поколения. Методы оптимизации защиты сырья животного происхождения от кератофагов направлены на повышение эффективности используемых инсектицидов с одновременным снижением их негативного действия

на окружающую среду и защищаемые объекты [4, 5].

Научное обеспечение формирования и совершенствования ассортимента средств защиты сырья животного происхождения базируется на комплексной оценке таких параметров препаратов, как биологическая эффективность, безопасность, токсикологические характеристики, экономичность и др. [1, 3, 6].

Наиболее перспективным действующим началом новых инсектицидных средств



могут служить авермектины (макроциклические лактоны, являющиеся продуктами жизнедеятельности микроорганизма *Streptomyces avermitilis*), обладающие широким спектром инсектицидного, акарицидного и нематоцидного действия. Первые авермектинсодержащие препараты показали их высокую инсектоакарицидную активность и послужили основой для копирования и создания различных аналогов [2, 7].

Инсектицидной и акарицидной активностью обладают все индивидуальные авермектины, но сильнее всего она выражена у авермектина В<sub>1</sub>. Природный авермектиновый комплекс, содержащий компоненты В<sub>1а</sub> и В<sub>1б</sub>, получивший непатентованное название абамектин, является первой авермектинсодержащей субстанцией. На стадии доклинических исследований и внедрения в различные области народного хозяйства находится недавно синтезированное российскими учеными производное авермектинов – гемисукцинат авермектина В<sub>1а</sub> – с установленной высокой инсектоакарицидной активностью. Естественно, представляются оправданными исследования по созданию новых инсектицидов на его основе с целью снижения их токсичности для теплокровных, повышения эффективности борьбы с резистентными формами вредителей [10–12].

Анализ опубликованных в научно-технической литературе данных свидетельствует о том, что для защиты перопухового сырья от насекомых-кератофагов авермектинсодержащие инсектицидные средства как отечественных, так и зарубежных фирм практически не используются. Это существенно осложняет сохранение качества ценного сырья, которое крайне востребовано легкой промышленностью [8, 9].

Поэтому поиск новых соединений с широким биоцидным действием актуален для успешной борьбы с вредителями сырья и продуктов животного происхождения, представляющими серьезную угрозу здоровью человека и животных [13].

Цель исследования. Научное обоснование целевой и экономической эффективности применения авермектинсодержащего инсектицидного средства «АИС-ЛАМК» для

борьбы с личиночными формами насекомых-кератофагов (гусеницы платяной моли *Tineola bisselliella* и личинки жука-кожееда Смирнова *Attagenus smirnovi* Zhant), повреждающих перопуховое сырье.

Материалы и методы. Материалом для исследования служило свежее белое гусиное не рассортированное перопуховое сырье, авермектинсодержащее инсектицидное средство «АИС-ЛАМК», содержащее в качестве действующего вещества гемисукцинат авермектина В<sub>1а</sub>.

Эффективность исследуемого авермектинсодержащего инсектицидного средства по действию на насекомых-кератофагов изучали при определении острого и длительности остаточного действия. Для этого готовили рабочие растворы, где соотношение субстанции (действующего вещества) 1 % с водопроводной водой составляло соответственно 1:100 (0,01 % – образец 1); 1:300 (0,003 % – образец 2); 1:500 (0,002 % – образец 3); 1:1000 (0,001 % – образец 4). Образцы для исследования подготавливали в соответствии с требованиями ГОСТ 9.055–75 «Единая система защиты от коррозии и старения. Ткани шерстяные. Метод лабораторных испытаний на устойчивость к повреждению молью». Определение острого действия методом свободного контакта насекомых с поверхностью, остаточного действия инсектицидного средства, оценку эффективности инсектицидного средства в беспропеллентной аэрозольной упаковке (БАУ) проводили в соответствии с Методическими указаниями МУ 3.5.2.1759-03 «Методы определения эффективности инсектицидов, акарицидов, регуляторов развития и репеллентов, используемых в медицинской дезинсекции». Учет результатов проводили течение 24, 48 и 72 ч.

При обработке экспериментальных данных применяли графические, расчетные и аналитические средства MS Windows, MS Excel.

Результаты и обсуждение. Оценку степени острого действия средства осуществляли путем учета гибели гусениц платяной моли и личинок жука-кожееда в течение 72 ч (табл. 1).

Таблица 1

**Острое действие авермектинсодержащего инсектицидного средства «АИС-ЛАМК» в отношении гусениц платяной моли и жука-кожееда (метод свободного контакта)**

Анализируемый образец	Поражено насекомых, %									
	Время после обработки, ч									
	0,25		0,5		24		48		72	
	М	К	М	К	М	К	М	К	М	К
Контроль	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

*Примечание:* М – гусеницы платяной моли *Tineola bisselliella*; К – личинки жука-кожееда Смирнова *Attagenus smirnovi* Zhant.

Летальный эффект при оценке острого действия образцов, приготовленных путем разведения авермектинсодержащего инсектицидного средства «АИС-ЛАМК», в отношении гусениц платяной моли и личинок кожееда был установлен уже через 15 мин после контакта насекомых с обработанными образцами. Эффективность составила 100 % для всех разведений.

На контрольных образцах перопухового сырья, не обработанных средством, отмечали 100%-ю выживаемость насекомых-кератофагов.

Таким образом, исходя из полученных данных, можно сделать вывод об эффективности острого инсектицидного действия всех разведений исследуемого средства в отношении насекомых-кератофагов.

Использование средства для защиты перопухового сырья от биоповреждающего действия подразумевает не только оценку его острого действия, но и остаточного.

Метод позволяет прогнозировать эффективные дозы изучаемых композиций средства и учитывать их остаточную активность.

С этой целью перопуховое сырье обрабатывали средством путем равномерного распыления с расстояния 20–25 см из расчета 10 г/м<sup>2</sup> и хранили в лабораторной посуде при комнатной температуре, естественной влажности и освещенности.

Через 1 мес. на образцы подсаживали по 10 гусениц платяной моли и по 10 личинок жука-кожееда. На 3-и сут определяли процент гибели личинок.

Результаты исследований по изучению остаточного действия представлены в табл. 2.

Анализ полученных результатов проведенного эксперимента показал 100%-ю гибель гусениц платяной моли на 3-и сут наблюдений при разведениях средства соответственно в 1:100 и 1:300 раз, через 1 мес. после обработки сырья, что отвечает предъявляемым критериям оценки эффективности остаточного инсектицидного действия средства.

При этом в отношении гусениц платяной моли авермектинсодержащее инсектицидное средство «АИС-ЛАМК» в разведениях 1:500 и 1:1000 было наименее эффективным, его инсектицидная активность с 24 до 72 ч наблюдения снижалась в среднем с 100 до 90 % (образец 3) и с 80 до 50 % (образец 4). 100%-я гибель личинок кожееда на перопуховом сырье была зафиксирована при разведении 1:100 и 1:300. Разведения 1:500 и 1:1000 оказались менее эффективными, их инсектицидная активность с 24 до 72 ч снизилась в среднем с 80 до 70 % (образец 3) и с 60 до 50 % (образец 4).

Таким образом, остаточное действие исследуемого средства в разведении 1:100 и 1:300 на гусениц платяной моли и личинок жука-кожееда сохраняется после обработки перопухового сырья спустя 1 мес.

На заключительном этапе исследований было изучено острое действие и период остаточного действия для определения эффективности средства, упакованного в беспропеллентную аэрозольную упаковку (БАУ).

Таблица 2

Остаточное действие авермектинсодержащего инсектицидного средства «АИС-ЛАМК» в отношении гусениц платяной моли и личинок жука-кожееда (метод свободного контакта)

Анализируемый образец	Поражено насекомых, %					
	Время после подсадки, ч					
	24		48		72	
	М	К	М	К	М	К
Контроль	0	0	0	0	0	0
1	100	100	100	100	100	100
2	100	100	100	100	100	100
3	100	80	90	80	90	70
4	80	60	60	60	50	50

Примечание: М – гусеницы платяной моли *Tineola bisselliella*; К – личинки жука-кожееда Смирнова *Attagenus smirnovi* Zhant.

Острое действие изучали при непосредственном орошении средством 28–30-суточных гусениц моли и 11–12-недельных личинок кожееда, находящихся на пищевом субстрате (перопуховое сырье). Учет результатов опыта через 24, 48, 72 ч (табл. 3).

Таблица 3

Острое действие авермектинсодержащего инсектицидного средства «АИС-ЛАМК» в отношении гусениц платяной моли и личинок жука-кожееда (метод непосредственного орошения)

Анализируемый образец	Поражено насекомых, %					
	Время после подсадки, ч					
	24		48		72	
	М	К	М	К	М	К
Контроль	0	0	0	0	0	0
1	100	100	100	100	100	100
2	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100	100
4	100	100	100	100	100	100

Примечание: М – гусеницы платяной моли *Tineola bisselliella*; К – личинки жука-кожееда Смирнова *Attagenus smirnovi* Zhant.

Как видно из представленных данных, после непосредственного орошения биологических тест-объектов композициями средства вне зависимости от концентрации отмечали 100%-ю гибель всех изучаемых насекомых-кератофагов. Для определения остаточного действия использовали модельные тест-поверхности: стекло, не впитывающее воду, и льняную ткань, впитывающую воду, размером 10×10 см, которые орошали средством из БАУ с высоты 20 см. После обработки поверхности хранили (1 мес.) в вертикальном положении и с интервалом в 1 нед. подсаживали на них гусениц

платяной моли и личинок кожееда. Учет результатов проводили течение 24, 48 и 72 ч (табл. 4). Результаты показывают, что в течение всего срока наблюдения высокая инсектицидная эффективность авермектинсодержащего инсектицидного средства «АИС-ЛАМК» выявлена на невпитывающей влагу поверхности – стекле. Через 15 мин после контакта биологических объектов с тест-поверхностью, на которую были нанесены рабочие растворы, все подопытные насекомые-кератофаги находились в состоянии необратимого паралича. Гибель данного вида биоагентов достигла 100 %.



Таблица 4

Эффективность авермектинсодержащего инсектицидного средства «АИС-ЛАМК»  
при использовании метода орошения на впитывающих и невпитывающих  
поверхностях на гусениц платяной моли и личинок жука-кожееда

Анализируемый образец	Тип обрабатываемой поверхности	Поражено насекомых, %					
		Время после подсадки, ч					
		24		48		72	
		М	К	М	К	М	К
Контроль	Льняная ткань	0	0	0	0	0	0
	Стекло	0	0	0	0	0	0
1	Льняная ткань	100	100	100	100	90	70
	Стекло	100	100	100	100	100	100
2	Льняная ткань	100	100	100	100	80	60
	Стекло	100	100	100	100	100	100
3	Льняная ткань	100	100	100	100	60	50
	Стекло	100	100	100	100	100	100
4	Льняная ткань	100	100	100	100	50	50
	Стекло	100	100	100	100	100	100

Примечание: М – гусеницы платяной моли *Tineola bisselliella*; К – личинки жука-кожееда Смирнова *Attagenus smirnovi* Zhant.

Напротив, на впитывающей влагу поверхности (льняная ткань), обработанной средством в разведениях 1:100 и 1:300, на 3-и сут наблюдали снижение эффективности его действия на 10–20 % для гусениц платяной моли и 30–40 % личинок жука-кожееда; в разведении 1:500 – на 40 % для гусениц платяной моли и 50 % – личинок кожееда, а в 1:1000 – до 50 % для всех насекомых-кератофагов.

Таким образом, при использовании БАУ авермектинсодержащее инсектицидное средство «АИС-ЛАМК» в разведении 1:100 и 1:300 будет обеспечивать защиту обработанных образцов перопухового сырья от повреждения гусениц платяной моли и личинок жука-кожееда соответственно в течение не менее 1 мес.

Расчет себестоимости 1 л авермектинсодержащего инсектицидного средства «АИС-ЛАМК» представлен в табл. 5.

Таблица 5

Расчет стоимости сырья и вспомогательных материалов для производства  
1 л авермектинсодержащего инсектицидного средства «АИС-ЛАМК»

Сырье/вспомогательный материал	Расход сырья/вспомогательного материала, л/шт.	Цена 1 л/шт. руб. (без НДС)	Стоимость сырья/вспомогательного материала, необходимого для производства 1 л, руб.
Гемисукцинат авермектина В1а	0,01	22 000,00	220,00
1,2 -ППГ	0,52	1200,00	624,00
ДМСО	0,04	1150,00	46,00
ИПС	0,43	275,00	118,25
Флакон 50 мл	20	12,00	240,00
Этикетка	20	2,50	50,00
ИТОГО			1298,25

Таким образом, себестоимость 1 л авермектинсодержащего инсектицидного средства «АИС-ЛАМК» с учетом транспортно-за-

готовительных расходов – 1 % от стоимости сырья и стоимости воды для промышленной переработки 2 руб. 20 коп. за 100 л,

составила 1308 руб. 35 коп., что доказывает целесообразность применения авермектинсодержащего инсектицидного средства «АИС-ЛАМК» и позволяет рекомендовать его предприятиям по переработке перопухового сырья для кратковременной защиты сырья от насекомых-кератофагов.

**Заключение.** Летальный эффект при оценке острого действия образцов, приготовленных путем разведения авермектинсодержащего инсектицидного средства «АИС-ЛАМК», в отношении гусениц платяной моли и личинок кожееда был установлен уже через 15 мин после контакта насекомых с обработанными образцами. Эффективность составила 100 % для всех разведений.

При оценке остаточного действия авермектинсодержащего инсектицидного средства «АИС-ЛАМК» показано, что оно вызывает 100%-ю гибель гусениц платяной моли и личинок кожееда, посаженных на пищевой субстрат, на 3-и сут наблюдений при разведениях средства соответственно в 1:100 и 1:300 раз, а также через 1 мес. после обработки сырья, что отвечает критериям оценки эффективности остаточного инсектицидного действия.

При изучении периода острого действия рабочих разведений авермектинсодержащего инсектицидного средства «АИС-ЛАМК», упакованного в беспропеллентную аэрозольную упаковку, выявлена 100%-я гибель всех биологических тест-объектов вне зависимости от концентрации средства. При определении остаточного действия на модельных тест-поверхностях – стекле и льняной ткани – показано, что на невпитывающей влагу тест-поверхности гибель для всех посаженных биоагентов составила 100 %, тогда как на впитывающей влагу тест-поверхности происходило снижение эффективности. Она составила при рабочих разведениях средства 1:100 – 90 %; 1:300 – 80 % для гусениц моли и 1:100 – 60 %, 1:300 – 50 % для личинок жука кожееда, при разведении 1:500 – 60 % для гусениц моли и 50 % для личинок кожееда, а при разведении 1:1000 – эффективность достигла 50 % для всех насекомых-кератофагов.

Рассчитано, что себестоимость 1 л авермектинсодержащего инсектицидного сред-

ства «АИС-ЛАМК» 1308 руб. 35 коп., тогда как 1 л рабочего раствора в разведении 1:100 будет составлять 13 руб. 08 коп., что позволяет рекомендовать его предприятиям по переработке перопухового сырья для его кратковременной защиты от насекомых-кератофагов.

#### Список источников

1. Земцова Л. К., Мирзаев М. Н., Сапожникова А. И. и др. Оценка местно-раздражающего, кожнорезорбтивного и аллергенного действия инсектицидного препарата ВЭИС-2 // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2021. № 1. С. 48–58. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202101006.
2. Земцова Л. К., Сапожникова А. И., Мирзаев М. Н. и др. Изучение целевой эффективности авермектинсодержащего инсектицидного средства «АИС-ЛАМК» // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 1–2 (115). С. 14–18. DOI: 10.23670/IRJ.2022.115.1.041.
3. Земцова Л. К., Сапожникова А. И., Мирзаев М. Н. и др. Компонентный состав и показатели качества авермектинсодержащего инсектицидного средства для борьбы с насекомыми-кератофагами, повреждающими перопуховое сырье // Ветеринарная патология. 2022. № 2 (80). С. 5–13. DOI: 10.25690/VETRAT.2022.21.10.004.
4. Земцова Л. К., Сапожникова А. И., Мирзаев М. Н. и др. Потребительские свойства инсектицидного препарата ВЭИС – 2 для защиты перопухового сырья от насекомых кератофагов // Новые технологии и материалы легкой промышленности. XVI Всероссийская научно-практическая конференция с элементами научной школы для студентов и молодых ученых: сборник статей. Казань, 2020. С. 96–100.
5. Манченкова О. В., Соколова В. Е. Проведение дезинсекции на животноводческих предприятиях // Актуальные вопросы современной науки: теория, технология, методология и практика: сборник научных статей по материалам V Международной научно-практической конференции. Уфа, 2021. С. 34–38.

6. Мирзаева К. М., Земцова Л. К., Мирзаев М. Н. и др. Параметры острой и хронической токсичности инсектицидного препарата «ВЭИС-2» // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2017. № 2. С. 16–21.
7. Олехнович Е. И., Рославцева С. А., Алексеев М. А. и др. Контактная и кишечная инсектицидная активность авермектинов и препаратов на их основе в отношении тараканов разных видов // Дезинфекционное дело. 2015. Т. 92. № 2. С. 47–57.
8. Сапожникова А. И., Калинин А. Г., Лека Н. А. Сравнительная оценка биоповреждающего действия личиночных форм насекомых-кератофагов на некоторые виды пушно-мехового сырья и полуфабриката // Прикладная энтомология. 2011. № 1. С. 38–43.
9. Шалатилова А. Г., Еремина О. Ю. Жуки-кожееды и контроль их численности // Прикладная энтомология. 2010. № 1 (1). С. 43–45.
10. Campbell W. C. History of avermectin and ivermectin, with notes on the history of other macrocyclic lactone antiparasitic agents // Curr. Pharm. Biotechnol. 2012. Vol. 13 (6). Pp. 853–865. DOI: 10.2174/138920112800399095.
11. Dzhaferov M. Kh., Vasilevich F. I., Mirzaev M. N. Production of avermectins: biotechnologies and organic synthesis // Agricultural Biology. 2019. Vol. 54. No. 2. Pp. 199–215.
12. Ikeda H., Kotaki H., Tanaka H. et al. Involvement of glucose catabolism in avermectin production by *Streptomyces avermitilis* // Antimicrobial agents and Chemotherapy. 1988. Vol. 32. No. 2. Pp. 282–284.
13. Zemtsova L. K., Esepenok K. V., Novikov M. V. Assessment of the biodegradability of feather raw material as a food substrate for ceratophagous insects // International Scientific Forestry Forum 2023: Forest Ecosystems as Global Resource of the Biosphere: Calls, Threats, Solutions (Forestry Forum 2023). Les Ulis. 2024. Vol. 93. 03014 p. DOI: 10.1051/bioconf/20249303014.

## References

1. Zemtsova L. K. (2021) Evaluation of local irritant, skin resorptive and allergenic action of insecticide preparation VEIS-2. *Veterinary, zootechnics and biotechnology*, no. 1, pp. 48–58 (In Russ.).
2. Zemtsova L. K. (2022) Study of the target efficiency of avermectin-containing insecticide agent «AIS-LAMK». *International Research Journal*, no. 1–2 (115), pp. 14–18 (In Russ.).
3. Zemtsova L. K. (2022) Component composition and quality indicators of avermectin-containing insecticidal agent for the control of keratophagous insects damaging feather and fur raw material. *Veterinary Pathology*, no. 2 (80), pp. 5–13 (In Russ.).
4. Zemtsova L. K. (2020) Consumer properties of insecticide preparation VEIS - 2 for the protection of feather fur raw material from keratophagous insects // New technologies and materials of light industry. XVI All-Russian scientific-practical conference with elements of scientific school for students and young scientists. Collection of articles. Kazan. Pp. 96–100 (In Russ.).
5. Manchenkova O. V. (2021) Carrying out disinsection at livestock enterprises // Actual issues of modern science: theory, technology, methodology and practice. Collection of scientific articles on the materials of the V International Scientific and Practical Conference. Ufa. Pp. 34–38 (In Russ.).
6. Mirzaeva K. M. (2017) Parameters of acute and chronic toxicity of insecticide preparation «VEIS-2». *Veterinary, zootechnics and biotechnology*, no. 2, pp. 16–21 (In Russ.).
7. Olekhovich E. I. (2015) Contact and intestinal insecticidal activity of avermectins and preparations based on them against cockroaches of different species. *Disinfection business*, vol. 92, no. 2, pp. 47–57 (In Russ.).
8. Sapozhnikova A. I. (2011) Comparative evaluation of the biodefense action of larval forms of insect keratophages on some types of fur raw materials and semi-finished products. *Applied Entomology*, no. 1, pp. 38–43 (In Russ.).



9. Shalatilova A. G. (2010) Leather beetles and control of their numbers. *Applied Entomolog*, no. № 1 (1), pp. 43–45 (In Russ.).
10. Campbell W. C. (2012) History of avermectin and ivermectin, with notes on the history of other macrocyclic lactone antiparasitic agents. *Curr. Pharm. Biotechnol*, no. 13 (6), pp. 853–865.
11. Dzhaifarov M. Kh. (2019) Production of avermectins: biotechnologies and organic synthesis. *Agricultural Biology*, vol. 54, no. 2, pp. 199–215.
12. Ikeda H. (1988) Involvement of glucose catabolism in avermectin production by *Streptomyces avermitilis*. *Antimicrobial agents and Chemotherapy*, vol. 321, no. 2, pp. 282–284.
13. Zemtsova L. K. (2024) Assessment of the biodegradability of feather raw material as a food substrate for ceratophagous insects // International Scientific Forestry Forum 2023: Forest Ecosystems as Global Resource of the Biosphere: Calls, Threats, Solutions (Forestry Forum 2023). Vol. 93. Pp. 03014.

**Информация об авторах:**

Л. К. ЗЕМЦОВА – кандидат биологических наук, доцент кафедры технологии и управления качеством продукции АПК имени С. А. Каспарьянца;  
К. В. ЕСЕПЕНОК – кандидат биологических наук, доцент кафедры технологии и управления качеством продукции АПК имени С. А. Каспарьянца;  
М. В. ГОРБАЧЕВА – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии и управления качеством продукции АПК имени С. А. Каспарьянца.

**Information about the authors:**

L. K. ZEMTSOVA – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Technology and Quality Management of Agricultural Products named after S. A. Kasparyants;  
K. V. ESEPENOK – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Technology and Quality Management of Agricultural Products named after S. A. Kasparyants;  
M. V. GORBACHEVA – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Technology and Quality Management of Agricultural Products named after. A. Kasparyants.

**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 16.02.2024; одобрена после рецензирования 21.02.2024; принята к публикации 26.02.2024.

The article was submitted 16.02.2024; approved after reviewing 21.02.2024; accepted for publication 26.02.2024.

Научная статья

УДК 619:614.48

DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202504108

## **Значение обучения персонала ветеринарно-санитарных подразделений в проведении дезинфекции альдегидсодержащими препаратами: ключ к безопасности и профессионализму**

**Светлана Сергеевна Нетычук<sup>1</sup>,**

**Анастасия Анатольевна Дементьева<sup>2</sup>, Петр Александрович Попов<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко Российской академии наук» (ВНИИВСГЭ – филиал ФГБУ ФНЦ ВИЭВ РАН)

<sup>1</sup> netychukss@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9180-7245>;

<sup>2</sup> andementeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0193-0624>;

<sup>3</sup> popov.petr18@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4155-0386>

### **Аннотация**

**В** современной ветеринарной медицине дезинфекция имеет основное значение в обеспечении безопасности как для животных, так и для персонала. В статье рассмотрена роль обучения персонала ветеринарно-санитарных подразделений при проведении дезинфекции с использованием альдегидсодержащих препаратов, а также его значение для обеспечения безопасности и повышения профессионализма персонала ветеринарных подразделений. Приведены основные методы и аспекты обучения дезинфекции альдегидсодержащими препаратами.

**Ключевые слова:** дезинфекция, альдегидсодержащие дезинфектанты, микроорганизмы, безопасность, обучение персонала, ветеринарно-санитарные подразделения

**Финансирование:** исследования проведены в соответствии с Государственным заданием по теме: FGUG-2022-0008 «Научно обосновать и разработать новые методы, средства и технологии обеспечения устойчивого ветеринарно-санитарного благополучия животноводства». Регистрационный номер НИОКТР в ЦИТИС 122042700106-1.

**Для цитирования:** Нетычук С. С., Дементьева А. А., Попов П. А. Значение обучения персонала ветеринарно-санитарных подразделений в проведении дезинфекции альдегидсодержащими препаратами: ключ к безопасности и профессионализму // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 4. Т. 1. С. 66–72. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504108>

# The role of training personnel of veterinary and sanitary units in disinfection with aldehyde-containing drugs: the key to safety and professionalism

Svetlana S. Netychuk<sup>1</sup>, Anastasiya A. Dementieva<sup>2</sup>, Peter A. Popov<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> The All-Russian Scientific Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology is a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center – All-Russian Scientific Research Institute of Experimental Veterinary named after K. I. Scriabin and Y. R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences" (VNIIVSGE is a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution FNC RES RAS)

<sup>1</sup> netychukss@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9180-7245>;

<sup>2</sup> andementeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0193-0624>;

<sup>3</sup> popov.petr18@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4155-0386>

## Abstract

In modern veterinary medicine, disinfection plays a key role in ensuring safety for both animals and staff. This article examines the role of training of personnel of veterinary and sanitary units during disinfection using aldehyde-containing drugs, as well as its importance for ensuring safety and improving the professionalism of personnel of veterinary units. The main methods and aspects of disinfection training with aldehyde-containing drugs are presented.

**Keywords:** Disinfection, aldehyde-containing disinfectants, microorganisms, safety, standards, staff training, veterinary and sanitary units

**Funding:** the research was conducted in accordance with the State Assignment on the topic: FGFG-2022-0008 "To scientifically substantiate and develop new methods, tools and technologies for ensuring sustainable veterinary and sanitary welfare of livestock". The R&D registration number in CITIS is 122042700106-1.

**For citation:** Netychuk S. S., Dementieva A. A., Popov P. A. (2025) The Importance of training veterinary and sanitary unit personnel in disinfection with Aldehydes-containing drugs: the Key to Safety and professionalism. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. 2025. № 4. Vol. 1. Pp. 66–72. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504108>

**В**ведение. Дезинфицирующие средства, применяемые в ветеринарии и животноводстве, необходимы для борьбы с инфекционными агентами, включая вызывающие зоонозы и устойчивые к противомикробным препаратам. Применение дезинфицирующих средств обеспечивает благополучие животных и высокие экономические показатели [8].

Микроорганизмы постоянно обитают и хорошо адаптированы к условиям существования с сельскохозяйственными жи-

вотными, при этом постоянно сохраняется угроза для их здоровья ввиду образования некультивируемых форм и состояний бактерий в виде биопленок [3].

На сегодняшний день основной метод дезинфекции – химический, основанный на применении дезинфицирующих средств. Применяемые препараты должны обладать широким спектром действия, эффективно уничтожать различные виды бактерий, вирусов, грибов и споры; обладать хорошей моющей, а также минимальной коррозион-



ной способностью; должны быть безопасными для человека, животных и окружающей среды. Технология их применения должна быть максимально простой и относительно недорогой.

Одна из таких групп – альдегидсодержащие дезинфектанты, которые широко используются на объектах ветеринарного надзора для обеззараживания поверхностей, инструментов и оборудования. Альдегиды – формальдегид, глутаровый альдегид, глиоксаль, янтарный альдегид и др. – обладают выраженными антимикробными свойствами за счет алкилирования аминокислотных и сульфгидрильных групп протеинов с подавлением их синтеза. Однако возможная опасность при их использовании заключается в токсичности для людей и животных. Также эти препараты обладают сильным резким запахом.

Известно, что высокие концентрации альдегидсодержащих дезинфектантов могут вызывать раздражение глаз, кожи и дыхательных путей у животных. Кроме того, они могут нанести вред при длительном и повторном воздействии, а также при неправильном применении. Многие альдегиды представляют собой летучие легковоспламеняющиеся жидкости, которые при нормальных комнатных температурах образуют пары во взрывоопасных концентрациях. Меры предосторожности при возгорании и взрыве должны быть самыми строгими.

Соответственно, учитывая токсичность данной группы дезинфектантов при высокой бактериальной активности при планировании ветеринарно-санитарных мероприятий, специалистам необходимо учитывать ряд факторов, которые влияют на конечную эффективность проведения дезинфекции.

Анализ значения обучения персонала ветеринарно-санитарных подразделений проведению дезинфекции альдегидсодержащими препаратами. При выборе дезинфицирующего средства для объектов ветеринарного надзора на первом месте должна стоять его эффективность. Поэтому средства на основе альдегидов активно используют для дезинфекции объектов животноводства, несмотря на их токсичность. Эти средства подходят также

для дезинфекции оборудования, имеющего сложную конфигурацию.

Для минимизации потенциальных рисков необходимо строго соблюдать рекомендации по применению дезинфектантов из группы альдегидов, следить за их концентрацией, проветривать помещения после обработки и обеспечивать безопасность персонала и животных [8, 11].

На сегодняшний день общая схема дезинфекции с использованием альдегидсодержащих препаратов животноводческих помещений предусматривает обработку с предварительной механической очисткой и ополаскиванием поверхностей и оборудования.

Альдегидсодержащие препараты могут быть как с одним действующим веществом в составе, так и в составе комплексных дезинфектантов. Часто четвертичные аммониевые соединения (ЧАС) сочетают с глутаровым альдегидом для усиления их действия. Также эффективны альдегиды в сочетании с поверхностно-активными веществами (ПАВ).

При неправильном использовании альдегидсодержащего препарата при дезинфекции могут возникнуть серьезные последствия:

во-первых, отравление животных, поскольку альдегиды являются сильными ядами. Это может вызвать отеки, ожоги и другие патологические процессы у животных;

во-вторых, загрязнение окружающей среды. Выбросы альдегида в атмосферу могут вызвать загрязнение воздуха и воды, что негативно скажется на окружающей среде и здоровье животных и людей [1, 6].

Наиболее распространенным является влажный метод дезинфекции. При этом раствор к объектам дезинфекции подается сильно бьющей или мелко распыленной струей. В помещении, освобожденном от животных, сначала орошают пол, затем стены, кормушки, ясли и другое оборудование, потолок и, наконец, еще раз пол. После дезинфекции помещение, как правило, закрывают на определенный срок.

Глутаровый альдегид используют и в виде аэрозоля при многих инфекционных болезнях. Аэрозоли проникают во все

доступные места, обеззараживая поверхности и воздух помещения [2].

Контакт с альдегидами должен быть сведен к минимуму за счет внимания к конструкции аэрозольной установки и процедуре обращения с ней. По возможности, следует избегать утечек, а там, где они происходят, должны быть обеспечены адекватные водопроводные и дренажные сооружения.

Для тех химических веществ, которые известны как канцерогены (например, формальдегид), должны применяться стандартные меры предосторожности. Многие из этих химикатов являются сильными раздражителями глаз, поэтому утвержденные химические средства защиты глаз и лица должны быть обязательными. Следует обеспечить подходящую защитную одежду, фартуки, защиту рук и непроницаемую защиту для ног [6].

Для персонала очень важным и обязательным фактором использования альдегидсодержащих дезинфицирующих средств является обучение, гарантирующее эффективную дезинфекцию и минимизацию риска заражения животных патогенами. Обучение позволяет персоналу следовать рекомендациям и стандартам в области ветеринарной санитарии и гарантирует соответствие нормам дезинфекции [4, 7].

Персонал, который привлекается к дезинфекционным работам, должен иметь обязательную профессиональную подготовку. С дезинфицирующими средствами имеют право работать только совершеннолетние сотрудники при отсутствии у них каких-либо противопоказаний к выполнению этой работы по результатам медосмотра. Первично при приеме на работу нужно обучать персонал на специальных курсах по дезинфекции и регулярно не реже 1 раза в 5 лет повторно.

В соответствии со ст. 55 Федерального закона от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» за нарушение санитарного законодательства устанавливается дисциплинарная, административная и уголовная ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации [9]. С 01.09.2024 вступило в силу «Положение о лицензи-

ровании деятельности по оказанию услуг по дезинфекции, дезинсекции и дератизации в целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения» [5].

Методы обучения персонала дезинфекции альдегидсодержащими препаратами имеет основное значение в обеспечении безопасности рабочей среды и предотвращении распространения инфекций. Важно обучать персонал правильным способам разведения и применения альдегидных препаратов. Такой подход обеспечивает рациональный расход дезинфектантов.

Руководителем назначается ответственное лицо для занесения информации о своевременном прохождении персоналом инструктажей в специальный журнал. Персонал должен быть осведомлен о свойствах альдегидов, их способности уничтожать микроорганизмы и правилах их применения. Необходимо знать, что во время проведения дезинфекции из помещений необходимо удалить другой обслуживающий персонал и животных. Запрещается передавать дезинфицирующие средства другим лицам или оставлять их без присмотра.

Таким образом, обучение персонала правилам дезинфекции на объектах ветнадзора является одним из ключевых аспектов обеспечения безопасности и здоровья. Важно проводить систематические тренинги и обучение, чтобы обеспечить правильное применение дезинфицирующих средств, соблюдение стандартов гигиены и безопасности.

При обучении персонала необходимо уделить особое внимание следующему:

- 1) знание принципов действия альдегидсодержащих дезинфицирующих средств;
- 2) правильный выбор концентрации и метода использования альдегидсодержащих дезинфицирующих средств в зависимости от типа поверхности и возможных источников инфекции;
- 3) правильная техника дезинфекции, включая обработку различных объектов;
- 4) умение работать и проверить исправность дезинфицирующего оборудования;
- 5) соблюдение требований по безопасности при работе с альдегидсодержащими дезинфицирующими средствами, включая

правила хранения, использования и утилизации;

6) применение средств индивидуальной защиты;

7) соблюдение сотрудниками правил личной гигиены;

8) контроль результатов дезинфекции и оценка эффективности применяемых методов и средств;

9) оказание первой помощи при случайном отравлении альдегидсодержащими препаратами.

Обучение персонала дезинфекции на объектах ветнадзора должно быть систематическим, практическим и адаптированным под конкретные условия работы. Важно также поддерживать постоянное обновление знаний и навыков сотрудников, чтобы эффективно бороться с возможными угрозами для здоровья и безопасности. На рабочих местах сотрудников, контактирующих с дезсредствами, стоит поместить памятки о технике безопасности и принципах оказания первой помощи в случае отравления. Персонал должен быть осведомлен, что необходимо прекратить работы с данной группой дезинфицирующих средств при любом ухудшении самочувствия персонала, поскольку альдегиды обладают токсичным эффектом.

Обучение должно быть систематизированным, включать в себя практические демонстрации и тренировки, чтобы персонал мог уверенно выполнять дезинфекцию и обеспечивать безопасность как для себя, так и для окружающих. Важно также продолжать обучение и повышать квалификацию персонала на регулярной основе, чтобы быть в курсе последних тенденций и новых технологий в области дезинфекции.

**Заключение.** Ключевым фактором, влияющим на качество животноводческой продукции, является высокий уровень подготовки и квалификации персонала. Современные технологии дезинфекции и развивающийся рынок новых дезинфицирующих препаратов вынуждает компании обеспечивать своих сотрудников актуальными знаниями и навыками. Обучение персонала ветеринарно-санитарных подразделений правильной дезинфекции альдегидсодер-

жащими препаратами является необходимым шагом для обеспечения безопасности животных и персонала, а также для повышения профессионализма и соответствия стандартам ветеринарной медицины. Оно дает сотрудникам ощущение развития и роста в своей области, уверенности в сохранении рабочего места. Правильная дезинфекция помогает предотвратить распространение инфекций и защищает как животных, так и персонал от возможной контаминации.

Инвестиции в обучение персонала – это инвестиции в безопасность и качество услуг в ветеринарной сфере.

#### Список источников

1. Афиногенов Г. У., Домород А. А., Краснова М. В. Методы оценки эффективности дезинфектантов и антисептиков // Актуальные проблемы дезинфектологии при инфекционных и паразитарных заболеваниях. М., 2002. С. 104–105.
2. Закомырдин А. А., Боченин Ю. И., Хафизова Е. Д. Дезинфекция помещений аэрозолями глутарового альдегида. // Труды ВНИИВС «Дезинфекция животноводческих помещений и ветеринарная санитария на транспорте». М., 1983. С. 3–6.
3. Кононенко А. Б., Ритова С. В., Савинова Е. П., Набиуллина Д. Н. Методологические подходы к изучению формирования биопленок условно-патогенными и патогенными энтеробактериями. // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2018. № 1 (25). С. 50–58.
4. Попов П. А., Нетычук С. С., Тимофеева И. В. Изучение дезинфицирующего действия композиционного препарата на вегетативную микрофлору // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2022. № 4 (44). С. 420–424.
5. Постановление Правительства РФ от 20.03.2024 № 337 «Об утверждении положения о лицензировании деятельности по оказанию услуг по дезинфекции, дезинсекции и дератизации в целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения».



6. Правила проведения дезинфекции и дезинвазии объектов государственного ветеринарного надзора (утв. Минсельхозом России 15.07.2002 № 13-5-2/0525).
7. Руководство Р 4.2.2643-10 п 4.2.3. Дезинфектология Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности.
8. Тарасова Е. Ю., Трemasова А. М., Хузин Д. А. и др. Анализ рынка дезинфицирующих средств, используемых в отдельных животноводческих хозяйствах Приволжского федерального округа // Ветеринарный врач. 2022. № 3. С. 58–66.
9. Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».
10. Федорова Л. С., Арефьева Л. И., Путинцева Л. С. и др. Современные средства дезинфекции и дезинсекции. Характеристика, назначение, взгляды. М., 1991. 51 с.
11. Худяков А. А. Эффективная дезинфекция и подбор дезинфектанта // Ветеринария. 2010. № 2. С. 18–22.

#### References

1. Afinogenov G. U., Domorod A. A., Krasnova M. V. (2002) Methods for assessing the effectiveness of disinfectants and antiseptics // Current problems of disinfection in infectious and parasitic diseases. Moscow. Pp. 104–105 (In Russ.).
2. Zakomyrdin A. A., Bochenin Yu. I., Khafizova E. D. (1983) Disinfection of premises with glutaraldehyde aerosols. // Proceedings of VNIIVS "Disinfection of livestock premises and veterinary sanitation in transport." Moscow. Pp. 3–6 (In Russ.).
3. Kononenko A. B., Pavlova I. B., Bannikova D. A. et al. (2018) Methodological approaches to the study of biofilm formation by opportunistic and pathogenic enterobacteria. *Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology*, no. 1 (25), pp. 50–58 (In Russ.).
4. Popov P. A., Netychuk S. S., Timofeeva I. V. (2022) Study of the disinfectant effect of a composite preparation on vegetative microflora. *Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology*, no. 4 (44), pp. 420–424 (In Russ.).
5. Resolution of the Government of the Russian Federation on approval of the regulations on licensing activities for the provision of disinfection, disinfection and deratization services in order to ensure the sanitary and epidemiological well-being of the population dated 03/20/2024. No. 337
6. Rules for disinfection and disinfection of objects of state veterinary supervision (approved by the Ministry of Agriculture of Russia on July 15, 2002 N 13-5-2/0525).
7. Manual R 4.2.2643-10 p 4.2.3. Disinfectology Methods of laboratory research and testing of disinfectants to assess their effectiveness and safety.
8. Tarasova E. Yu., Tremasova A. M., Khuzin D. A et al. (2022) Analysis of the market for disinfectants used in individual livestock farms of the Volga Federal District. *Veterinary Doctor*, no. 3, pp. 58–66 (In Russ.).
9. Federal Law dated 30.03.1999. No. 52-FZ "On Sanitary and Epidemiological welfare of the population".
10. Fedorova L. S., Arefieva L. I., Putintseva L. S. et al. (1991) Modern means of disinfection and disinsection. Characteristics, purpose, views. Moscow. 51 p. (In Russ.).
11. Khudyakov A. A. (2010) Effective disinfection and selection of disinfectant. *Journal of Veterinary Medicine*, no. 2, pp. 18–22 (In Russ.).

#### Информация об авторах:

С. С. НЕТЫЧУК – научный сотрудник, соискатель;

А. А. ДЕМЕНТЬЕВА – научный сотрудник, соискатель;

П. А. ПОПОВ – доктор ветеринарных наук, руководитель института.

**Information about the authors:**

S. S. NETYCHUK – Researcher, applicant;

A. A. DEMENTIEVA – Researcher, applicant;

P. A. POPOV – Doctor of Veterinary Sciences, Head of the Institute.

**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 17.02.2024; одобрена после рецензирования 22.02.2024; принята к публикации 27.02.2024.

The article was submitted 17.02.2024; approved after reviewing 22.02.2024; accepted for publication 27.02.2024.

Научная статья

УДК 619:639.122

DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202504109

## Гистоморфологические показатели печени перепелов при применении в рационе кормовой добавки с L-карнитином

Валентина Михайловна Бачинская<sup>1</sup>, Дмитрий Витальевич Гончар<sup>2</sup>,  
Екатерина Сергеевна Сорокина<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Московская ветеринарная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –  
МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия

<sup>1</sup> bachinskaya1980@mail.ru;

<sup>2</sup> san111194@mail.ru;

<sup>3</sup> ss.katrin1717@bk.ru

Автор, ответственный за переписку:

Валентина Михайловна Бачинская, bachinskaya1980@mail.ru

### Аннотация

В статье представлены данные о влиянии кормовой добавки «ФИТОДОК® Карнитин» (производитель – ООО «АВЗ ФАРМ», г. Москва) на гистоморфологические показатели печени перепелов. Экспериментальная часть работы выполнена на кафедре паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина. В эксперименте использовали клинически здоровых перепелов техасской породы. Анализ проведенных исследований показал, что в печени перепелов наблюдается патогистологическая картина, указывающая на развитие паренхиматозной жировой дистрофии гепатоцитов. Выраженная крупно- и среднекапельная жировая дистрофия гепатоцитов обнаружена у птиц контрольной группы, тогда как в 1-й опытной группе птиц жировая дистрофия уже преимущественно среднекапельная, а во 2-й опытной группе – слабовыраженная мелкокапельная.

**Ключевые слова:** кормовая добавка, перепела, L-карнитин, гистология, печень

Для цитирования: Бачинская В. М., Гончар Д. В., Сорокина Е. С. Гистоморфологические показатели печени перепелов при применении в рационе кормовой добавки с L-карнитином // Ветеринария, зоотехния, биотехнология. 2025. № 4. Т. 1. С. 73–81. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504109>

Original article

## Histomorphological parameters of quail liver when using a feed additive with L-carnitine in the diet



**Valentina M. Bachinskaya<sup>1</sup>, Dmitry V. Gonchar<sup>2</sup>,  
Ekaterina S. Sorokina<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –  
MVA named after K. I. Skryabin, Moscow, Russia

<sup>1</sup> bachinskaya1980@mail.ru;

<sup>2</sup> san111194@mail.ru;

<sup>3</sup> ss.katrin1717@bk.ru

*Corresponding author:*

Valentina M. Bachinskaya, bachinskaya1980@mail.ru

**Abstract**

The article presents data on the effect of the feed additive "FITODOK® Carnitine" (manufacturer – ООО «AVZ FARM», Moscow) on the histomorphological indices of quail liver. The experimental part of the work was carried out at the Department of Parasitology and Veterinary-Sanitary Expertise of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – Moscow Veterinary Academy named after K. I. Skryabin. Clinically healthy Texas quails were used in the experiment. Use of the feed additive "FITODOK® Carnitine" in the diet of animals and birds. Analysis of the conducted studies showed that the quail liver exhibits a pathohistological picture indicating the development of parenchymatous fatty degeneration of hepatocytes. Pronounced large- and medium-droplet fatty degeneration of hepatocytes was found in the birds of the control group, while in the first experimental group of birds fatty degeneration was predominantly medium-droplet, and in the second experimental group – weakly expressed small-droplet.

**Keywords:** feed additive, quail, L-carnitine, histology, liver

**For citation:** Bachinskaya V. M., Gonchar D. V., Sorokina E. S. (2025) Histomorphological parameters of quail liver when using a feed additive with L-carnitine in the diet. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. 2025. № 4. Vol. 1. Pp. 73–81. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504109>

**В**ведение. Перепела – один из самых скороспелых видов сельскохозяйственной птицы, способный давать продукцию уже через 2 мес. после закладки яиц в инкубатор, что значительно меньше, чем у кур, у которых этот цикл превышает 7–8 мес. Скорость роста в 5 раз выше, яйценоскость наступает в 5–6-недельном возрасте. Каждая перепелка может снести за год до 300 и более качественных и полезных яиц [3, 5].

В настоящее время потребительский рынок предъявляет определенные требования к качеству и ассортименту продукции птицеводства. Анализ отрасли показал, что одним из перспективных ее направлений является перепеловодство как источник диетического мяса и яиц [1].

Сотрудники института ветеринарной санитарии, гигиены и экологии в 2023 г. продолжили научно-исследовательские

работы по традиционным направлениям в соответствии с Государственным заданием. Основной целью этих исследований стало научное обоснование и разработка новых методов, средств и технологий обеспечения устойчивого ветеринарно-санитарного благополучия животноводства. Одним из трех традиционных направлений института является разработка новых и усовершенствование существующих методов, средств и технологий, направленных на защиту животных от воздействия неблагоприятных факторов на организм животных, а также оптимизацию рационов по минеральным и питательным веществам, путем разработки новых отечественных препаратов и кормовых добавок, применяемых с целью повышения иммунного статуса, а также продуктивности сельскохозяйственных животных и птиц [8].

Проблема полноценного кормления сельскохозяйственной птицы в связи с экономической составляющей и повышенной интенсивностью развития птицеводства в последние годы приобретает все большее значение. Доказано, что важно не только удовлетворение потребности птицы в основных факторах питания, но и соотношение в рационе отдельных питательных веществ. Отсутствие в кормах витаминов, минералов, макро- и микроэлементов и наличие токсичных веществ наносит непоправимый ущерб всем отраслям животноводства. Одним из основных путей реализации продуктивного потенциала животных наряду с улучшением качества комбикормов и повышения их биологической ценности является применение кормовых добавок различного происхождения [3, 7].

Кормовые добавки – это дополнения к основному рациону, которые обеспечивают организм необходимыми питательными веществами с целью повышения иммунного статуса, а также продуктивности животных и птиц [4, 10].

Патологии печени мультифакторной этиологии у сельскохозяйственных животных и птицы имеют широкое распространение в предприятиях агропромышленного комплекса. Сведения о данных заболеваниях представлены в большом числе научных публикаций. Полифункциональность печени нуждается в поддержке ее деятельности на различных системных уровнях, обеспечивающих предотвращение окисления радикалов на мембране гепатоцитов, усиливающих регенераторные, пластические и функциональные процессы в клетках печени, снижающие вероятность дегенеративных и воспалительных процессов в печени [2].

Карнитин защищает от повреждений миелиновую оболочку и сами нейроны мозга; повышает когнитивные способности и обучаемость, обладает гепатопротективным действием. Бетаин регулирует степень метилирования ДНК, ослабляя аномальные мутации ДНК, активирует синтез фосфолипидов клеточных мембран. Инозитол регулирует многие процессы в организме, накапливается в мембранах клеток мозга,

участвует в образовании и активности нескольких нейромедиаторов, поддерживает функцию печени [6].

В организме животных и птиц печень выполняет множество критически важных функций, таких как метаболизм, детоксикация и синтез белков, что, в свою очередь, непосредственно влияет на здоровье и продуктивность. Поэтому морфофункциональное состояние печени в результате применения различных препаратов и кормовых добавок находится под вниманием исследователей [9].

В доступной литературе нами не обнаружено исследований, посвященных влиянию кормовой добавки «ФИТОДОК® Карнитин» на морфофункциональное состояние печени перепелов, что делает проведенные исследования актуальными.

**Цель исследования.** Проанализировать гистологическую картину печени перепелов техасской породы в условиях экспериментального скормливания кормовой добавки «ФИТОДОК® Карнитин».

**Материалы и методы.** Экспериментальная часть работы выполнена в виварии кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина.

В кормовой добавке «ФИТОДОК® Карнитин» (производитель – ООО «АВЗ ФАРМ», г. Москва) в 1 мл в качестве действующих веществ содержатся, мг: L-карнитин – 45,0–55,0; бетаина гидрохлорид – 54,0–66,0; DL-метионин – 13,5–16,5; инозитол – 9,0–11,0; вспомогательные вещества: глицерин – 340–420 мг; нипазол – 4,5–5,5 мг и вода очищенная до 1 мл.

Перепелов содержали в клетках, предназначенных для данного вида птиц, в помещении выдерживали все необходимые зоотехнические параметры. Для кормления птиц использовали полнорационный комбикорм «Мегакорм» ДК-52 для продуктивных перепелов. С целью проведения эксперимента сформировали две экспериментальные и одну контрольную группы перепелов, по 20 гол. в каждой, возраст перепелов на момент начала эксперимента – 30 сут. Схема эксперимента представлена в таблице.



Таблица

Схема эксперимента

Группа	Число перепелов, гол.	Схема кормления
Контрольная	20	«Магакорм» ДК-52 без кормовой добавки
1-я опытная	20	«Магакорм» ДК-52 + «ФИТОДОК® Карнитин» в дозе 3 мл/л воды – 14 сут каждый день
2-я опытная	20	«Магакорм» ДК-52 + «ФИТОДОК® Карнитин» в дозе 3 мл/л – 28 сут каждый день

Убой перепелов проводили в возрасте 70 сут. Все манипуляции осуществляли в соответствии с правилами гуманного обращения с лабораторными животными (ГОСТ 32215–2014. Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила оборудования помещений и организации процедур). Гистологические срезы толщиной 5–7 мкм изготавливали на лабораторном микротоме LEICA RM 2145 (Германия), которые окрашивали гематоксилином и эозином.

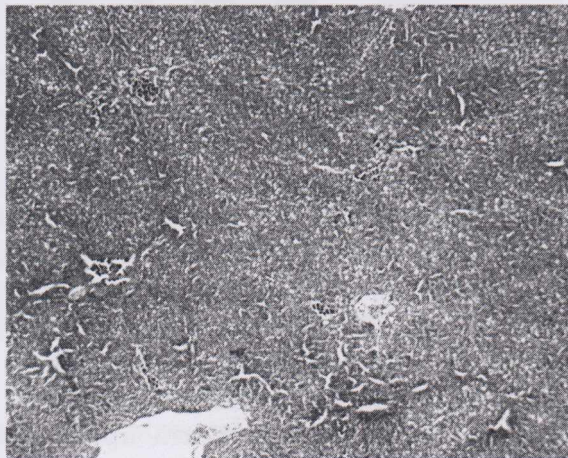
**Результаты и обсуждение.** Изучение гистологических особенностей печени при использовании в рационе разных кормовых добавок позволяет приоткрыть механизм их действия и создает научную основу для их применения [3].

Результаты выполненных исследований по изучению гистоморфологических показателей печени представлены на рис. 1–3.

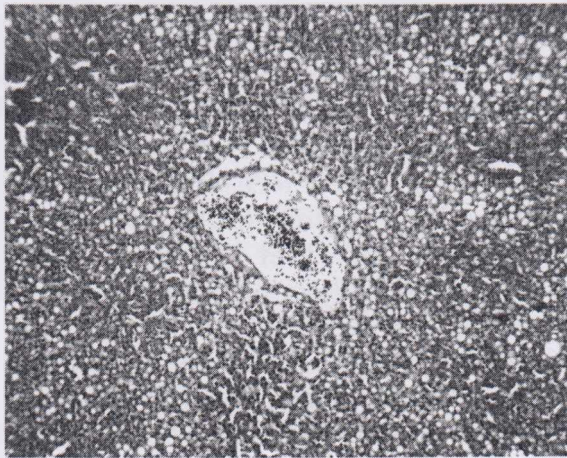
Паренхима печени перепелов контрольной группы представлена печеночными дольками, соответствующими виду птицы. Балочное строение долек сохранено. Печеночные балки располагаются на небольшом расстоянии друг от друга. Гепатоциты округлой или трапециевидной формы, часто весьма крупные, имеют неравномерно

окрашенную цитоплазму со слабовыраженной зернистостью. В цитоплазме большинства гепатоцитов располагаются округлые оптические пустоты с ровными границами. В гепатоцитах эти пустоты имеют крупный, иногда средний размер. Границы между клетками хорошо выражены. Ядра гепатоцитов четко просматриваются, они располагаются преимущественно в центре клеток, окрашены слабо, неравномерно: гетерохроматин в них образует отдельные крупные глыбки, располагающиеся по всей площади ядра (см. рис. 1 В).

Строма образует на поверхности печени слабо развитую висцеральную капсулу, покрытую с поверхности мезотелием. От капсулы внутрь органа отходят тонкие прослойки междольковой и портальной соединительной ткани с проходящими в них сосудами. Диаметр центральных и портальных вен широкий, просвет сосудов умеренно заполнен клетками крови, преимущественно эритроцитами. Эндотелий сосудов плоский, с хорошо выраженной границей и плоским ядром с большим количеством гетерохроматина. Синусоидные капилляры хорошо выражены, кровенаполнение их умеренное как в центральных участках, так и на периферии долек (см. рис. 1 А, Б).

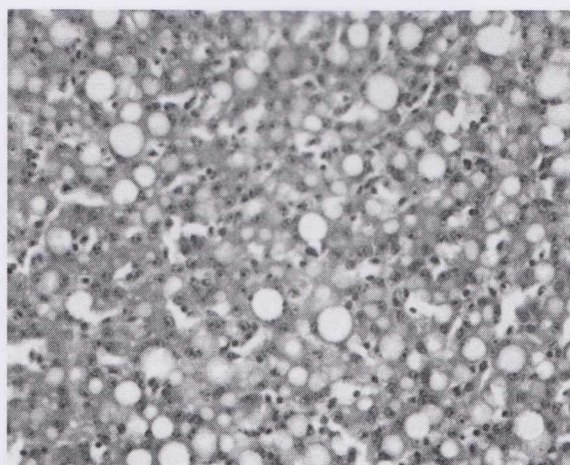


А



Б





В

**Рис. 1.** Гистологическая картина печени перепелов (А, Б, В) контрольной группы.  
Окраска гематоксилином и эозином, ок.  $\times 10$ , об.  $\times 40$

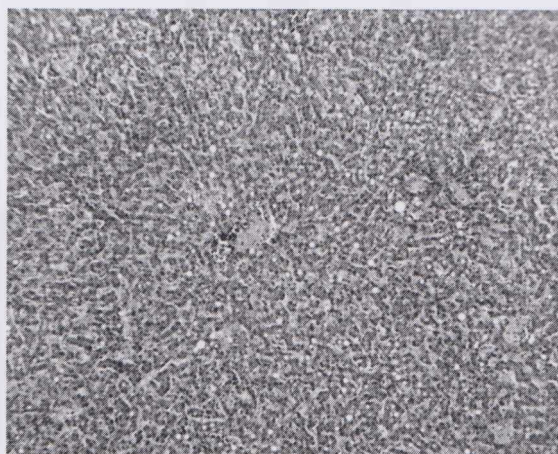
В печени перепелов 1-й опытной группы гепатоциты округлой или трапециевидной формы, среднего размера, имеют неравномерно окрашенную цитоплазму со слабо-выраженной зернистостью. В цитоплазме большинства гепатоцитов располагаются округлые оптические пустоты с ровными границами. Пустоты в гепатоцитах чаще среднего размера, крупные встречаются, но гораздо реже. Границы между клетками хорошо различаются. Ядра гепатоцитов четко просматриваются, они располагаются преимущественно в центре клеток, окрашены слабо, неравномерно: гетерохроматин в них

образует отдельные крупные глыбки, располагающиеся по всей площади ядра (см. рис. 2 В).

Диаметр центральных и портальных вен визуально больше, чем в контрольной группе. Просвет их также заполнен клетками крови, но нередко бывает пуст или может содержать отдельные эритроциты. Эндотелий сосудов имеет плоскую форму, хорошо выраженную границу и плоское ядро с большим количеством гетерохроматина. Синусоидные капилляры хорошо выражены, кровенаполнение их умеренное как в центральных участках, так и на периферии долек (см. рис. 2 А, Б).

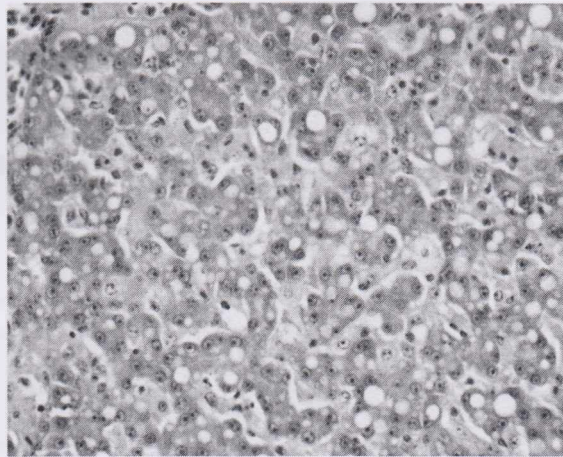


А



Б



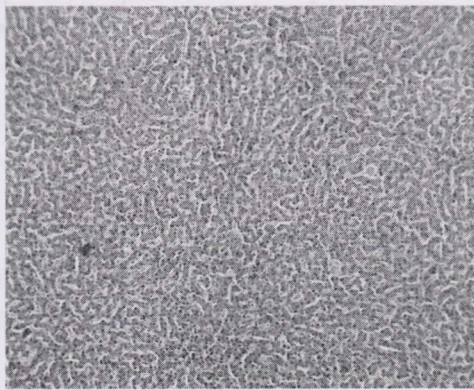


В

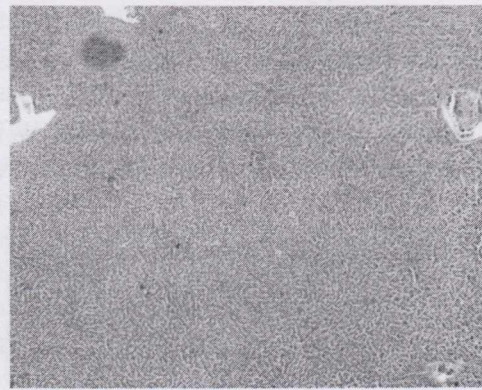
Рис. 2. Гистологическая картина печени перепелов (А, Б, В) 1-й опытной группы.  
Окраска гематоксилином и эозином, ок.  $\times 10$ , об.  $\times 40$

В печени перепелов 2-й опытной группы гепатоциты трапециевидной или округлой формы, средние. Неравномерно окрашенная цитоплазма имеет слабовыраженную зернистость. Пустоты в гепатоцитах мелкого размера и встречаются редко (см. рис. 3 В). Диаметр центральных и портальных вен незначительно увели-

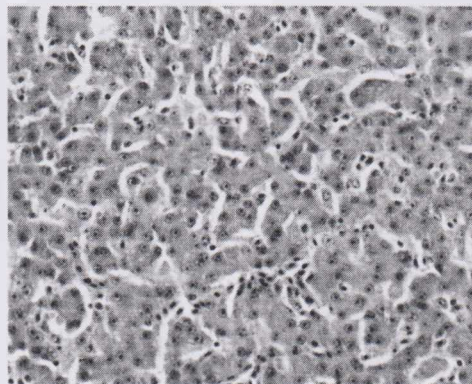
чен, как и в 1-й опытной группе. Просвет их также заполнен клетками крови, но нередко бывает пуст или может содержать отдельные эритроциты. Эндотелий сосудов плоской формы, с хорошо выраженной границей. Синусоидные капилляры хорошо выражены, кровенаполнение их умеренное (см. рис. 3 А, Б).



А



Б



В

Рис. 3. Гистологическая картина печени перепелов (А, Б, В) 2-й опытной группы.  
Окраска гематоксилином и эозином, ок.  $\times 10$ , об.  $\times 40$

**Заключение.** Анализ проведенных исследований показал, что в печени перепелов наблюдается патогистологическая картина, указывающая на развитие паренхиматозной жировой дистрофии гепатоцитов. Выраженная крупно- и среднекапельная жировая дистрофия гепатоцитов обнаружена у птиц контрольной группы, тогда как в 1-й опытной группе птиц жировая дистрофия уже преимущественно среднекапельная, а во 2-й опытной группе – слабовыраженная мелкокапельная. Полученные данные могут свидетельствовать о более интенсивной метаболической активности гепатоцитов у птиц, получавших с основным рационом кормовую добавку «ФИТОДОК® Карнитин». Также в печени перепелов опытных групп были обнаружены хорошо развитые лимфоидные фолликулы в сравнении с контролем, что указывает на полноценное созревание периферической диффузной иммунокомпетентной ткани.

#### Список источников

1. Бачинская В. М., Дельцов А. А., Петрова Ю. В. и др. Влияние комбинированного противопаразитарного лекарственного препарата на жирно-кислотный состав и безопасность мяса перепелов // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2023. № 3. С. 89–94.
2. Борисов С. С., Енгашев С. В., Савинков А. В. Влияние добавки ФИТОДОК® Карнитин на показатели белкового обмена при кормовом токсикозе печени у молодняка свиней // Самара АгроВектор. 2022. Т. 2. № 2. С. 2–9.
3. Бочарова П. А., Бачинская В. М., Василевич Ф. И. и др. Микроморфологические показатели мышечной ткани и внутренних органов перепелов при применении в рационе кормовой добавки на основе рыбьего жира // Ишпология и ветеринария. 2024. № 2 (52). С. 137–145.
4. Гай И. Е., Шапошников А. А., Закирова Л. Р. и др. Действие лютеин-зеаксантин содержащей добавки на морфологические и биохимические показатели крови перепелов // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2014. № 10. С. 49–55.
5. Кондратов Г. В., Степанишин В. В., Кумиров С. Г. Гистогенез скелетной мускулатуры представителей куриных мясного направления продуктивности // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2023. № 1. С. 15–23.
6. Павлова Н. С., Павленко Г. И., Дроздов Д. А. и др. Эффективность Фитодок® Карнитина для нормализации функций нервной системы и поведенческих показателей при интоксикации кадмием и свинцом // Химия и АПК: актуальные вопросы и научные достижения: сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А. Г. Малахова (Москва, 17–18 июня 2024 г.). М.: Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина, 2024. С. 256–262.
7. Подольников В. Е., Подобед Л. И., Петрова Ю. В. и др. Использование концентрата низкомолекулярных веществ сои для повышения продуктивности перепелов и улучшения диетических качеств их мяса // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2020. № 4. С. 56–62.
8. Попов П. А., Смирнов А. М., Гуненкова Н. К. и др. Итоги научной деятельности Всероссийского научно-исследовательского института ветеринарной санитарии, гигиены и экологии по обеспечению ветеринарно-санитарного благополучия животноводства (за 2023 г.) // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2024. № 2 (50). С. 162–170.
9. Четвергова И. Г., Гичев Ю. М. Влияние кормовой добавки на основе гуминовых кислот на гистоморфологию печени перепелов породы омская // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2024. № 2 (54). С. 127–132.
10. Шевченко А. Н. Сравнительная оценка разных доз кормовой биологически активной добавки АА-50 при выращивании перепелов // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2023. Т. 12. № 1. С. 90–93.



## References

1. Bachinskaya V. M., Deltsov A. A., Petrova Yu. V. et al. (2023) Effect of a combined antiparasitic drug on the fatty acid composition and safety of quail meat. *Veterinary science, animal husbandry and biotechnology*, no. 3, pp. 89–94 (In Russ.)
2. Borisov S. S., Engashev S. V., Savinkov A. V. et al. (2022) Effect of the FIT-ODOK® Carnitine supplement on protein metabolism parameters in feed toxicosis of the liver in young pigs. *Samara AgroVector*, vol. 2, no. 2, pp. 2–9 (In Russ.)
3. Bocharova P. A., Bachinskaya V. M., Vasilovich F. I. et al. (2024) Micromorphological parameters of muscle tissue and internal organs of quails when using a fish oil-based feed additive in the diet. *Ippology and veterinary science*, no. 2 (52), pp. 137–145 (In Russ.)
4. Gai I. E., Shaposhnikov A. A., Zakirova L. R. et al. (2014) Effect of lutein-zeaxanthin-containing additive on morphological and biochemical parameters of quail blood. *Veterinary science, animal science and biotechnology*, no. 10, pp. 49–55 (In Russ.)
5. Kondratov G. V., Stepanishin V. V., Kumirop S. G. (2023) Histogenesis of skeletal muscles of representatives of chicken meat productivity. *Veterinary science, animal science and biotechnology*, no. 1, pp. 15–23 (In Russ.)
6. Pavlova N. S., Pavlenko G. I., Drozdov D. A. et al. (2024) Efficiency of Fitodok® Carnitine for normalization of nervous system functions and behavioral indicators in case of cadmium and lead intoxication // Chemistry and agro-industrial complex: topical issues and scientific achievements: Collection of articles of the International scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the birth of A. G. Malakhov (Moscow, June 17–18, 2024). M.: Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Skryabin. Pp. 256–262 (In Russ.)
7. Podolnikov V. E., Podobed L. I., Petrova Yu. V. et al. (2020) Use of a concentrate of low-molecular soy substances to increase the productivity of quails and improve the dietary qualities of their meat. *Veterinary science, animal science and biotechnology*, no. 4, pp. 56–62 (In Russ.)
8. Popov P. A., Smirnov A. M., Gunenkova N. K. et al. (2024) Results of scientific activities of the All-Russian Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology to ensure veterinary and sanitary welfare of animal husbandry (for 2023). *Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology*, no. 2 (50), pp. 162–170 (In Russ.)
9. Chetvergova I. G., Gichev Yu. M. (2024) Effect of feed additive based on humic acids on the histomorphology of the liver of Omsk quails. *Bulletin of Omsk State Agrarian University*, no. 2 (54), pp. 127–132 (In Russ.)
10. Shevchenko A. N. (2023) Comparative evaluation of different doses of the feed biologically active additive AA-50 in growing quails. *Collection of scientific papers of the Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Medicine*, vol. 12, no. 1, pp. 90–93 (In Russ.)

## Информация об авторах:

В. М. БАЧИНСКАЯ – доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы;

Д. В. ГОНЧАР – кандидат биологических наук, доцент кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы;

Е. С. СОРОКИНА – студентка 2-го курса магистратуры факультета ветеринарной медицины.

## Information about the authors:

V. M. BACHINSKAYA – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Parasitology and Veterinary and Sanitary Expertise;

D. V. GONCHAR – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Parasitology and Veterinary and Sanitary Expertise;

E. S. SOROKINA – 2nd year master's student of the Faculty of Veterinary Medicine.

**Вклад авторов:**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

**Contribution of the authors:**

The authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 18.02.2024; одобрена после рецензирования 23.02.2024; принята к публикации 28.02.2024.

The article was submitted 18.02.2024; approved after reviewing 23.02.2024; accepted for publication 28.02.2024.

Обзорная статья  
УДК 615.371  
DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202504110

## **Аутовакцины как альтернатива антибиотикам при лечении оппортунистических заболеваний у животных: проблемы и перспективы производства и применения**

**Заур Юрьевич Хапцев<sup>1</sup>, Татьяна Владиславовна Спиряхина<sup>2</sup>,  
Мария Сергеевна Анисимова<sup>3</sup>, Ольга Николаевна Радионова<sup>4</sup>,  
Елизавета Антоновна Толстова<sup>5</sup>**

<sup>1, 2, 3, 5</sup> Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии  
и инженерии имени Н. И. Вавилова, Саратов, Россия

<sup>4</sup> Мичуринский государственный аграрный университет, Мичуринск, Россия

<sup>1</sup> dfst@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6301-7307>;

<sup>2</sup> 69tan69@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-8504-3344>;

<sup>3</sup> margo502@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0006-0444-5324>;

<sup>4</sup> roman5875@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-9108-8652>;

<sup>5</sup> liza.tolstova.2014@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8839-9025>

*Автор, ответственный за переписку:*

Заур Юрьевич Хапцев, dfst@list.ru

### **Аннотация**

**К**ак альтернативу широкому применению антибиотиков в промышленном животноводстве и промышленной аквакультуре, учитывая их последствия, следует рассмотреть использование аутовакцины. Нерациональное применение антибиотиков приводит к значительному загрязнению их остаточными количествами окружающей среды и продуктов питания. Антибиотики и их метаболиты обнаруживали в образцах органических удобрений. Они также могут накапливаться в тканях сельскохозяйственных культур, а затем вовлекаться в пищевые цепочки, что может наносить вред здоровью людей и животных. В Российской Федерации термин «аутовакцина» в законодательстве отсутствует, поэтому обратимся к анализу зарубежного опыта работы с аутовакцинами. Изучив законодательную базу, можно сделать вывод, что под аутовакцинами понимаются вакцины, содержащие антигены возбудителей некоторых инфекционных или оппортунистических заболеваний, которые выделены от конкретного стада. Данные вакцины используются для лечения конкретного стада. В большинстве анализируемых публикаций было отмечено, что применение аутовакцин позволило снизить применение антибиотиков. При эффективной деятельности ветеринарных работников животноводческих комплексов и сотрудников клинично-диагностических лабораторий (грамотной работе на этапах отбора образцов, их транспортировки в лабораторию, точном установлении этиологического агента (агентов), вызвавшего заболевание, качественных методов диагностики, адекватном выборе клинических изолятов для производства), при соблюдении соответствующих правил в процессе производства и надзора при применении с большой долей вероятности аутовакцины могут служить хорошей альтернативой широкому применению антибиотиков.



Ключевые слова: антибиотикорезистентность, условно-патогенные микроорганизмы, маститы, аутовакцины

Для цитирования: Хапцев З. Ю., Спиряхина Т. В., Анисимова М. С. и др. Аутовакцины как альтернатива антибиотикам при лечении оппортунистических заболеваний у животных: проблемы и перспективы производства и применения // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 4. Т. 1. С. 82–95. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504110>

Review article

## Autovaccines as an alternative to antibiotics in the treatment of opportunistic diseases in animals: problems and prospects of production and application

Zaur Yu. Khaptsev<sup>1</sup>, Tatyana V. Spiriyakhina<sup>2</sup>, Maria S. Anisimova<sup>3</sup>,  
Olga N. Radionova<sup>4</sup>, Elizaveta A. Tolstova<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 5</sup> Saratov State University of Genetics, Biotechnology  
and Engineering named after N. I. Vavilov, Saratov, Russia

<sup>4</sup> Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russia

<sup>1</sup> dfst@list.ru;

<sup>2</sup> 69tan69@mail.ru;

<sup>3</sup> margo502@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0006-0444-5324>;

<sup>4</sup> roman5875@mail.ru;

<sup>5</sup> liza.tolstova.2014@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8839-9025>

Corresponding author:

Zaur Yu. Khaptsev, dfst@list.ru

### Abstract

As an alternative to the widespread use of antibiotics in industrial livestock farming and industrial aquaculture, given their consequences, the use of an autovaccine should be considered. Irrational use of antibiotics leads to significant contamination of the environment and food products with their residual amounts. Antibiotics and their metabolites have been found in samples of organic fertilizers and can also accumulate in the tissues of agricultural crops and then be involved in food chains, which can harm the health of people and animals. In the Russian Federation, the term «autovaccine» is not included in the legislation, so let us turn to an analysis of foreign experience with autovaccines. Having studied the legislative framework, we can conclude that autovaccines are vaccines containing antigens of pathogens of certain infectious or opportunistic diseases that are isolated from a specific herd. These vaccines are used to treat a specific herd. Most of the analyzed publications noted that the use of autovaccines has reduced the use of antibiotics. With the effective work of veterinary workers working at livestock complexes and employees of clinical diagnostic laboratories (competent work at the stages of sampling, their transportation to the laboratory, accurate determination of the etiological agent (agents) that caused the disease, high-quality diagnostic methods, adequate selection of clinical isolates for production), subject to the relevant rules during production and supervision during use, with a high degree of probability, autovaccines can serve as a good alternative to the widespread use of antibiotics.

**Keywords:** antibiotic resistance, opportunistic microorganisms, mastitis, autovaccines

**For citation:** Khaptsev Z. Yu., Spiriyakhina T. V., Anisimova M. S. et al. (2025) Autovaccines as an alternative to antibiotics in the treatment of opportunistic diseases in animals: problems and prospects of production and application. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. 2025. No 4. Vol. 1. Pp. 82–95. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504110>

**В**ведение. Прошло уже более 80 лет с тех пор, как человечество вступило в эру антибиотиков. Антибиотики, наряду с вакцинацией, санитарией и гигиеной, оказались одним из важнейшим факторов, положительно повлиявших на продолжительность жизни человека. Кроме того, эти же факторы позволили широко внедрять в практику промышленное животноводство, птицеводство и (позднее) аквакультуру. К середине 60-х – началу 70-х гг. XX в. казалось, что время инфекционных бактериальных болезней окончательно осталось в прошлом. Однако уже к середине 70-х гг. стало ясно, что широкое применение имеющихся и вновь синтезируемых антибиотиков неизменно приводит к селекции резистентных к ним микроорганизмов. Особенно это касалось условно-патогенных микроорганизмов, которые вызывают оппортунистические заболевания у человека и животных. Ярким примером могут служить, в частности, метициллинрезистентные стафилококки и бактерии кишечной группы, продуцирующие  $\beta$ -лактамазы расширенного спектра действия. В связи с этим в последние годы ведутся поиски препаратов, которые будут служить альтернативой применяемым антибиотикам или повышать их эффективность, сводя применение последних к минимуму. Одной из таких альтернатив являются аутовакцины [53].

**Цель исследования.** Провести анализ проблемы широкого применения антибиотиков в сельском хозяйстве и аквакультуре, а также изучить практику применения аутовакцин и различных подходов в государственном регулировании производства и применения аутовакцин.

**Материалы и методы.** Исследование проведено в формате систематического обзора научных публикаций, информационно-аналитических обзоров и отчетов, объектами которых явились конструирование, производство, внедрение и применение

аутовакцин в животноводстве, современные тенденции в изучении применения антигенных биопрепаратов как альтернативы применению химиотерапевтических препаратов, в том числе антибиотиков.

Поиск информации осуществлялся в базах данных и научных изданиях (ProMED, PMC, NCBI, WANID, OIE Publications, OIE Working Group Wildlife Diseases, Wildlife Disease Association), основные источники приведены в списке литературы.

**Результаты и обсуждение.** В современных экономических условиях функционирование и развитие промышленного животноводства и промышленной аквакультуры фактически не представляется возможным без применения антибиотиков. При этом именно данные отрасли потребляют около 2/3 от общего производства антибиотиков в мире [53]. И несмотря на существующие проблемы по распространению антибиотикорезистентности, применение антибиотиков не только не снижается в общемировом масштабе, но и имеет тенденцию к увеличению примерно в 1,8 раза к 2030 г. [35, 41]. Самое интересное при этом, что, по имеющимся данным, страны Евросоюза неизменно снижают потребление антибиотиков в животноводстве, включая аквакультуру, а первенство по использованию антибиотиков перешло к четырем крупнейшим странам объединения БРИКС – Бразилии, России, Индии и Южно-Африканской Республике [55].

Проведенные исследования показали, что на большинстве животноводческих комплексов антибиотики добавляют в корма для здоровых животных для профилактики, а не лечения заболеваний [16, 36].

Нерациональное применение антибиотиков приводит к загрязнению их остаточными количествами окружающей среды и продуктов питания. Так, не все антибиотики хорошо всасываются в пищеварительной системе животных.

Свиньи, например, крайне неэффективно усваивают антибиотики тетрациклинового ряда и сульфаниламиды, и, как следствие, значительное количество исходных антибиотиков выводится из организма во внешнюю среду, где они могут накапливаться в жидком навозе [26]. При этом как тетрациклины, так и сульфаниламиды обладают стабильностью и аккумулируются после высыхания навоза в виде высушенных частиц и становятся важным источником загрязнения окружающей среды данными лекарственными препаратами [27, 37]. Поэтому абсолютно закономерным является тот факт, что тетрациклин и его метаболиты обнаруживались во многих образцах органических удобрений (включая навоз) в дозах от 130 до 118,137 мкг · кг<sup>-1</sup> для тетрациклинов и от 54,6 до 104,891 мкг · кг<sup>-1</sup> для продуктов трансформации [56]. Кроме того, токсикологическое исследование почвы позволило установить тот факт, что тетрациклины и некоторые продукты их трансформации могут представлять различные уровни экологического риска для наземных организмов, а также могут накапливаться в растительных тканях сельскохозяйственных культур и в итоге попадать в пищевые цепочки животных и людей [56]. Другими исследованиями, проведенными в Китае, было выявлено наличие остатков 21 антибиотика в органических удобрениях на основе навоза. Кроме того, было установлено, что среди остаточных количеств антибиотиков преобладали тетрациклины и фторхинолоны [29].

Обобщение и анализ публикаций по данной тематике за 2002–2022 гг., которые провели L. Frey et al. [19], позволяют с высокой достоверностью утверждать, что загрязнение окружающей среды антибиотиками в различных странах не в последнюю очередь обусловлено именно применением антибиотиков в сельском хозяйстве.

Поэтому неудивительно (а можно даже сказать, что закономерно), что широкое применение загрязненного антибиотиками или их метаболитами навоза в качестве удобрения приводит к проникновению их сначала в почву, а затем усвоению растениями, что влечет попадание в пищевую цепочку [11,

13, 24]. При этом наиболее высокому риску накопления повышенных концентраций антибиотиков подвергаются злаковые культуры [11, 39, 50].

Не менее остро проблема применения антибиотиков стоит и в аквакультуре [42]. Наиболее часто введение антибиотиков в аквакультуре производится перорально путем смешивания лекарственных препаратов с кормом. Однако рыбы неэффективно усваивают антибиотики и выводят их в основном в неусвоенном виде обратно в окружающую среду с фекалиями. Рядом исследований было установлено, что до 75 % антибиотиков, которыми кормят рыбу, выделяются в воду [8]. При этом терапевтическая эффективность антибиотиков сильно зависит от температуры окружающей среды: чем ниже температура воды, тем хуже эффективность антибиотиков в рекомендуемых дозах [5].

Вместе с тем с широким применением антибиотиков пришло осознание и потенциальных проблем, связанных с развитием антибиотикорезистентности у патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. В настоящее время широкое распространение антибиотикорезистентности постепенно превращается в одну из главных проблем общественного здравоохранения, приводя к дополнительным проблемам в лечении и материальным затратам по поиску путей и решений по их преодолению [22, 51].

Кроме того, присутствие остатков антибиотиков может оказывать токсическое или аллергическое воздействие на организм человека, которое приводит в отдельных случаях и к смертельному исходу. Так, например, остатки хлорамфеникола способствуют развитию злокачественных новообразований, а в очень низких концентрациях могут вызвать апластическую анемию – прекращение выработки костным мозгом красных и белых кровяных телец, которое часто является необратимым и смертельным. Среди других видов токсичного воздействия описаны иммунопатологические эффекты и канцерогенность сульфаметазина, окситетрациклина и фуразолидона, а также мутагенное действие и стойкая нефропатия как результат воздействия гентамицина. Поми-



мо этого, описаны случаи возникновения аллергии на пенициллин [54].

Учитывая масштабы проблемы и прямую угрозу возникновения тотальной антибиотикорезистентности, в Российской Федерации, а также в ряде других стран были приняты законодательные меры ограничительного характера в отношении применения антибиотиков в сельском хозяйстве, медицине, пищевой промышленности [3, 6, 18, 48].

Это ожидаемо привело к снижению продаж ветеринарных препаратов с противомикробными составляющими. Так, к примеру, в окончательном отчете Европейского органа надзора за потреблением ветеринарных противомикробных препаратов (ESVAC) за 2009–2023 гг. указано, что продажи антибиотиков, применяемых в ветеринарии, достигли самого низкого уровня за всю историю наблюдений на основе данных из 25 стран [32]. В качестве основной альтернативы применению антибиотикам рассматривается строгое соблюдение ветеринарно-санитарных, зоогигиенических нормативов, а также условий кормления.

Вместе с тем абсолютно очевидно, что животные могут заболеть даже при наличии идеальных условий содержания и кормления, и, скорее всего, потребуются лечение антибиотиками [15].

При этом на животноводческих комплексах зачастую применяется групповое лечение антимикробными препаратами. В соответствии с нормативно-законодательной базой Евросоюза термин «групповое лечение» охватывает как профилактику, так и метафилактику. Принципиальное различие между этими понятиями состоит в том, что при профилактике животные получают антимикробные препараты до появления выраженной симптоматики заболевания или инфекции, а при метафилактике – для лечения уже заболевших животных и контроля дальнейшего распространения заболевания или инфекции среди восприимчивого поголовья [12, 30].

При этом в новом регламенте ЕС 2019/6 четко прописано, что антимикробные препараты для метафилактики могут быть использованы только при отсутствии релевантных альтернативных методов [47].

Современные подходы в промышленном животноводстве и птицеводстве включают в себя выращивание сельскохозяйственных животных в сходных половозрастных группах, часто скомплектованных из разных групп и иногда даже разного происхождения. Отъем и перемещение животных в другие помещения представляет собой серьезный стресс, и последующая транспортировка (внутри- или межфермерская) с последующей перегруппировкой усугубляет ситуацию, особенно для телят.

Проведенные исследования показали, что метафилактика в хозяйствах по выращиванию и разведению крупного рогатого скота и свиней чаще всего проводилась после отъема, транспортировки, комплектации и совместного содержания животных с разных ферм, поскольку за этими периодами стресса часто следуют заболевания [33, 34, 44].

Данные о продажах антибиотиков отражают эти выводы, поскольку они представляют собой косвенный показатель для ветеринарных препаратов этой группы. Отчет Европейского надзора за потреблением ветеринарных противомикробных препаратов (ESVAC) за 2022 г. показал, что 86,9 % противомикробных препаратов, продаваемых для ветеринарной помощи в Европе, были продуктами, предназначенными для группового лечения: порошки для приема внутрь, растворы для приема внутрь и премиксы [32].

Что касается Российской Федерации, то в настоящее время нет достоверных данных по групповому применению антибиотиков в животноводстве в виде порошков. В открытом доступе есть только исследования, проведенные Национальной ветеринарной ассоциацией. Согласно их результатам, среди всех лекарственных препаратов в ветеринарии антибиотики занимают 31 %. На первом месте находятся иммунобиологические препараты – их доля достигает 35 % [2]. При этом в стоимостном выражении в структуре рынка, по данным ряда исследований ветпрепаратов в России, основную долю занимают антибиотики – 70 %, а на долю вакцин и сывороток приходится порядка 10 % рынка [1].

Проведенные исследования показали: несмотря на то, что метафилактика является успешным методом снижения заболеваемости и смертности, групповое лечение животных антибиотиками также является основной причиной развития антибиотикорезистентности [9, 17, 40].

Учитывая риски, которые несет в себе широкое применение антибиотиков в промышленном животноводстве и птицеводстве, а также при выращивании аквакультуры, продолжают исследования по поиску альтернативных препаратов, которые позволили бы еще больше оптимизировать применение антибиотиков. Одной из групп таких препаратов являются аутовакцины.

Учитывая то, что в Российской Федерации термин «аутовакцина» отсутствует в законодательстве, а их применение в настоящее время находится фактически вне правового поля [4], обратимся к зарубежной практике.

Действующее ветеринарное законодательство – Регламент (ЕС) 2019/6 [7], который вступил в силу 28 января 2022 г., устанавливает правовые положения об инактивированных аутогенных вакцинах, включая положения об их производстве, контроле и использовании. В частности, в этом Регламенте (ст. 2 (3)) есть четкое определение аутовакцин, где прямо указано, что они производятся из микроорганизмов, выделенных от животных в конкретном стаде, и используются для лечения и профилактики данного заболевания только в этом стаде.

Статьей 106 (5) установлено, что аутовакцины используются в исключительных случаях и строго по назначению ветеринарным специалистом при условии отсутствия других альтернативных лекарственных препаратов для лечения или профилактики выявленного заболевания или угрозы дальнейшего его распространения.

В других статьях Регламента сформулированы требования к ветеринарным назначениям аутовакцин (ст. 105), ведению соответствующего учета и регистрации применения аутовакцин на фермах, производящих продукты питания (ст. 108), мерам по сбору и утилизации соответствующих отходов (ст. 117), условиям запрета поставок

(ст. 134). При этом обращает на себя внимание то, что в соответствии со ст. 120 Регламента прямо запрещена реклама аутовакцин, а также тот факт, что производство аутовакцин временно выводится из-под требования к производству сертифицировать производство данных биопрепаратов в соответствии с принципами GMP (п. 70 преамбулы к Регламенту). Временный вывод производства аутовакцин из-под действия сертификации производства по GMP, по мнению разработчиков регламента, связан с тем, что аутовакцины по большому счету не являются продуктами крупномасштабного промышленного производства. В противном случае имеющиеся требования сделают просто невозможным производство и применение аутовакцин на практике.

Под аутовакцинами в настоящее время понимают вакцины, изготовленные на заказ и содержащие антигены возбудителей некоторых инфекционных или оппортунистических заболеваний, которые выделены от конкретного стада или конкретного животноводческого комплекса. Правовые же основы применения аутовакцин в различных странах могут кардинально отличаться, хотя интерес к их использованию достаточно высок во всем мире. При этом аутовакцины, так же как и коммерческие вакцины, могут быть живыми и инактивированными, моновалентными, поливалентными или ассоциированными, а также есть возможность комбинировать вирусные антигены с бактериальными. Кроме того, при производстве аутовакцин для повышения их эффективности допускается использование адъювантов [46].

Стоит отметить, что аутовакцины и их применение имеют достаточно долгую историю. Использование аутогенных вакцин для борьбы с холерой птиц хорошо задокументировано [43]. Однако очевидно, под действием эйфории от первоначального эффекта применения антибиотиков от использования аутовакцин в промышленных масштабах отказались и вернулись к ним практически лишь полвека спустя.

Хотя и тут имеются ограничения по применению аутовакцин. Так, к примеру, применение аутовакцин разрешается только

в том случае, если коммерческие вакцины, одобренные национальным регулятором, отсутствуют или их антигенный состав неэффективен в отношении циркулирующих на животноводческих комплексах или производствах аквакультуры микроорганиз-

мов. Кроме того, в некоторых странах разрешено применение только бактериальных биопрепаратов, в то время как вирусные аутовакцины запрещены [46].

Аутогенные вакцины готовятся по схеме, представленной на рисунке.



Рис. Схема приготовления аутовакцин [31]

Безусловно, в производстве аутовакцин важную роль играет тесное сотрудничество ветеринарных работников животноводческих комплексов и сотрудников клинико-диагностических лабораторий. Очень важными являются этапы отбора образцов, их транспортировки в лабораторию и точное установление этиологического агента (агентов), вызвавшего заболевание. Несомненно, для повышения качества диагностики необходимо использовать комплекс методов диагностики – серологических, бактериологических (вирусологических), методов генодиагностики, а также методов нового поколения, таких, к примеру, как MALDI-TOF масс-спектрометрии.

Особое значение в эффективности аутовакцин имеет компетенция непосредственно компании-производителя вакцин. Связано это прежде всего с тем, что каждый биопрепарат изготавливается фактически по индивидуальному заказу и может включать в себя не только отдельные штаммы или виды микроорганизмов, но и их комбинации. При этом в разных аутовакцинах могут использоваться абсолютно разные адъюванты. Наиболее доступным и часто применяемым адъювантом является гидроокись алюминия. Данный адъювант достаточно эффективный и безопасный. Вместе с тем определенные перспективы имеют и масляные адъюванты, которые отличаются повышенным депонирующим эффектом [28].

По имеющимся данным, в настоящее время описан ряд аутовакцин для сель-

скохозяйственной птицы, свиней, крупного рогатого скота и рыб, предназначенных в основном для борьбы с возбудителями оппортунистических заболеваний. При создании часто используются различные бактериальные патогены, но имеются и отдельные примеры создания и применения достаточно эффективных вирусных аутовакцин. При этом в большинстве публикаций было отмечено, что применение аутовакцин позволило значительно снизить применение антибиотиков [14, 20, 21, 23, 25, 38, 45, 49, 52].

**Выводы.** Подводя итоги, можно с уверенностью сказать, что при адекватном выборе клинических изолятов для производства, соблюдении соответствующих правил при производстве и надзоре при применении с большой долей вероятности аутовакцины могут служить хорошей альтернативой широкому применению антибиотиков. Преимуществом аутовакцин в плане биологической безопасности является и то, что подавляющее большинство инактивированные.

Вместе с тем до тех пор, пока в Российской Федерации сохраняются возможности для широкого применения антибиотиков в промышленном животноводстве, птицеводстве и аквакультуре, вряд ли сельхозпроизводители будут заинтересованы в широком внедрении аутовакцин. Кроме того, в нашей стране необходимо введение самого понятия «аутовакцина», а также предстоит большая работа по внесению соответствующих поправок в действующее законодательство, регламентирующее произ-



водство и применение аутовакцин. Связано это прежде всего с тем, что на производство, внедрение и применение аутовакцин распространяются такие же требования, как и для классических вакцин, что предполагает достаточно длительную и дорогостоящую процедуру регистрации в соответствии с действующим законодательством. Это приводит к потере экономического смысла в производстве и применении аутовакцин.

#### Список источников

1. Булатович А. Обзор рынка ветеринарных препаратов в России, прогноз до 2024 года // Маркетинг. 2023. URL: <https://vc.ru/marketing/930065-obzor-rynka-veterinarnyh-preparatov-v-rossii-prognoz-do-2024-goda>.
2. Проблемы и перспективы развития ветеринарной фармацевтики в России // Фармацевтические технологии и упаковка. 2022. № 4.1. URL: <https://vicgroup.ru/publications/problems-i-perspektivy-razvitiya-veterinarnoy-farmatsevtiki-v-rossii>.
3. Стратегия предупреждения распространения антимикробной резистентности в РФ на период до 2030 года, утв. распоряжением Правительства РФ от 25 сентября 2017 г. № 2045-р. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71677266>.
4. Тимакова К. Точно в цепь: возможно ли в России применение аутогенных вакцин // Ветеринария и жизнь. 2020. URL: <https://vetandlife.ru/sobytiya/tochno-v-sep-vozmozhno-li-v-rossii-primeneniye-autogennykh-vaksin>.
5. Хапцев З. Ю. и др. Клиническая микробиология для ветеринарных врачей: учебное пособие для вузов / под общ. ред. З. Ю. Хапцева, Э. Г. Донецкой. М.: Юрайт, 2024. 273 с. URL: <https://urait.ru/bcode/541762>.
6. Adams J. R. G. et al. Preventing bacterial disease in poultry in the post-antibiotic era: a case for innate immunity modulation as an alternative to antibiotic use // *Frontiers in immunology*. 2023. Vol. 14. P. 1205869.
7. Authorization, import and manufacture of veterinary medicines. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/LSU/?uri=CELEX%3A32019R0006>.
8. Burridge L. et al. Chemical use in salmon aquaculture: a review of current practices and possible environmental effects // *Aquaculture*. 2010. Vol. 306. No. 1–4. Pp. 7–23.
9. Chantziaras I. et al. Correlation between veterinary antimicrobial use and antimicrobial resistance in food-producing animals: a report on seven countries // *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 2014. Vol. 69. No. 3. Pp. 827–834.
10. Christou A. et al. The potential implications of reclaimed wastewater reuse for irrigation on the agricultural environment: the knowns and unknowns of the fate of antibiotics and antibiotic resistant bacteria and resistance genes – a review // *Water research*. 2017. Vol. 123. Pp. 448–467.
11. Chung H. S. et al. Uptake of the veterinary antibiotics chlortetracycline, enrofloxacin, and sulphathiazole from soil by radish // *Science of the total Environment*. 2017. Vol. 605. Pp. 322–331.
12. Demonstration of efficacy for veterinary medicinal products containing antimicrobial substances – Scientific guideline. URL: <https://www.ema.europa.eu/en/demonstration-efficacy-veterinary-medicinal-products-containing-antimicrobial-substances-scientific-guideline#current-effective-version-under-revision-9042>.
13. Diana A. et al. Removing prophylactic antibiotics from pig feed: how does it affect their performance and health? // *BMC Veterinary Research*. 2019. Vol. 15. Pp. 1–8.
14. Dudek K. et al. An experimental vaccine composed of two adjuvants gives protection against *Mycoplasma bovis* in calves // *Vaccine*. 2016. Vol. 34. No. 27. Pp. 3051–3058.
15. EPRUMA. Best-Practice Framework for the Use of Antibiotics in Food-Producing Animals-reaching for the next level; European Platform for the Responsible Using of Medicines in Animals. URL: <https://epruma.eu/home/bestpractice-guides/>
16. Erofeeva V. et al. The use of antibiotics in food technology: The case study of prod-

- ucts from Moscow stores // E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 311. No. 10005.
17. *Ferri M. et al.* Antimicrobial resistance: A global emerging threat to public health systems // Critical reviews in food science and nutrition. 2017. Vol. 57. No. 13. Pp. 2857–2876.
18. *Founou L. L., Founou R. C., Essack S. Y.* Antibiotic resistance in the food chain: a developing country-perspective // Frontiers in microbiology. 2016. Vol. 7. P. 1881.
19. *Frey L., Tanunchai B., Glaser B.* Antibiotics residues in pig slurry and manure and its environmental contamination potential. A meta-analysis // Agronomy for Sustainable Development. 2022. Vol. 42. No. 2. P. 31.
20. *Fukushima H. C. S. et al.* Lactococcus garvieae outbreaks in Brazilian farms Lactococcosis in Pseudoplatystoma sp.–development of an autogenous vaccine as a control strategy // Journal of Fish Diseases. 2017. Vol. 40. No. 2. Pp. 263–272.
21. *Geldhof M. F. et al.* Antibody response and maternal immunity upon boosting PRRSV-immune sows with experimental farm-specific and commercial PRRSV vaccines // Veterinary microbiology. 2013. Vol. 167. No. 3–4. Pp. 260–271.
22. *George A.* Antimicrobial resistance (AMR) in the food chain: trade, one health and codex // Tropical medicine and infectious disease. 2019. Vol. 4. No. 1. P. 54.
23. *Gharaibeh S., Amareen S.* Vaccine efficacy against a new avian influenza (H9N2) field isolate from the Middle East (serology and challenge studies) // Avian diseases. 2015. Vol. 59. No. 4. Pp. 508–511.
24. *Ghimpețeanu O. M. et al.* Antibiotic use in livestock and residues in food – A public health threat: A review // Foods. 2022. Vol. 11. No. 10. Pp. 14–30.
25. *Groves P. J. et al.* Live and inactivated vaccine regimens against caecal Salmonella Typhimurium colonisation in laying hens // Australian veterinary journal. 2016. Vol. 94. No. 10. Pp. 387–393.
26. *Hamscher G. et al.* Antibiotics in dust originating from a pig-fattening farm: a new source of health hazard for farmers? // Environmental Health Perspectives. 2003. Vol. 111. No. 13. Pp. 1590–1594.
27. *Hamscher G. et al.* Determination of persistent tetracycline residues in soil fertilized with liquid manure by high-performance liquid chromatography with electrospray ionization tandem mass spectrometry // Analytical chemistry. 2002. Vol. 74. No. 7. Pp. 1509–1518.
28. *Hoelzer K. et al.* Vaccines as alternatives to antibiotics for food producing animals. Part 2: new approaches and potential solutions // Veterinary research. 2018. Vol. 49. Pp. 1–15.
29. *Hong B. et al.* Spectrum of pharmaceutical residues in commercial manure-based organic fertilizers from multi-provinces of China mainland in relation to animal farming and possible environmental risks of fertilization // Sci. Total Environ. 2023. Vol. 10. No. 894. P. 165029.
30. [https://www.afmps.be/sites/default/files/content/reflection\\_paper\\_offlabeluse\\_am\\_1.pdf](https://www.afmps.be/sites/default/files/content/reflection_paper_offlabeluse_am_1.pdf).
31. <https://www.biovac.ceva.com/en/Autogenous-vaccines/Autogenous-Vaccines>.
32. [https://www.ema.europa.eu/en/documents/report/sales-veterinary-antimicrobial-agents-31-european-countries-2022-trends-2010-2022-thirteenth-esvac-report\\_en.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/report/sales-veterinary-antimicrobial-agents-31-european-countries-2022-trends-2010-2022-thirteenth-esvac-report_en.pdf).
33. *Joosten P. et al.* Quantitative and qualitative analysis of antimicrobial usage at farm and flock level on 181 broiler farms in nine European countries // Journal of Antimicrobial Chemotherapy. 2019. Vol. 74. No. 3. Pp. 798–806.
34. *Kasabova S. et al.* Antibiotic usage pattern in broiler chicken flocks in Germany // Frontiers in veterinary science. 2021. Vol. 8. Pp. 673–809.
35. *Khalifa H. O. et al.* Veterinary Drug Residues in the Food Chain as an Emerging Public Health Threat: Sources, Analytical Methods, Health Impacts, and Preventive Measures // Foods. 2024. Vol. 13. No. 11. P. 1629.
36. *Landers T. F. et al.* A review of antibiotic use in food animals: perspective, policy, and potential // Public health reports. 2012. Vol. 127. No. 1. Pp. 4–22.
37. *Leichtweis J. et al.* A review of the occurrence, disposal, determination, toxicity

- and remediation technologies of the tetracycline antibiotic // *Process Safety and Environmental Protection*. 2022. Vol. 160. Pp. 25–40.
38. *Li L. et al.* Evaluation of the efficacy of an autogenous *Escherichia coli* vaccine in broiler breeders // *Avian Pathology*. 2017. Vol. 46. No. 3. Pp. 300–308.
39. *Madikizela L. M., Ncube S., Chimuka L.* Uptake of pharmaceuticals by plants grown under hydroponic conditions and natural occurring plant species: a review // *Science of the Total Environment*. 2018. No. 636. Pp. 477–486.
40. *Mazurek J. et al.* Antimicrobial resistance in commensal *Escherichia coli* from pigs during metaphylactic trimethoprim and sulfamethoxazole treatment and in the post-exposure period // *International journal of environmental research and public health*. 2015. Vol. 12. No. 2. Pp. 2150–2163.
41. *Morrow C. J.* Antimicrobial Resistance: an important One Health issue for layer and meat poultry industries worldwide // *Poultry Science*. 2024. Vol. 103. No. 7. Pp. 103–690.
42. *Okocha R. C., Olatoye I. O., Adediji O. B.* Food safety impacts of antimicrobial use and their residues in aquaculture // *Public health reviews*. 2018. Vol. 39. Pp. 1–22.
43. *Olson L. D., McCune E. L., Bond R. E.* Comparison of commercial and autogenous bacterins for control of the cranial form of fowl cholera in turkeys // *Avian diseases*. 1969. Pp. 252–260.
44. *Pardon B. et al.* Prospective study on quantitative and qualitative antimicrobial and anti-inflammatory drug use in white veal calves // *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 2012. Vol. 67. No. 4. Pp. 1027–1038.
45. *Putnam M. et al.* Advancement of autogenous vaccines in the poultry industry // *Avian Diseases*. 2024. Vol. 67. No. 4. Pp. 450–455.
46. Recommendations for the manufacture, control and use of inactivated autogenous veterinary vaccines within the EEA. European Medicines Agency Co-ordination Group for Mutual Recognition and Decentralised Procedures – Veterinary. 2017. URL: <https://www.ema.europa.eu/en/veterinary-regulatory-overview/research-and-development-veterinary-medicines/availability-veterinary-vaccines>.
47. Reflection paper on off-label use of antimicrobials in 5 veterinary medicine in the European Union // European Medicines Agency. 2017. URL: [https://www.afmps.be/sites/default/files/content/reflection\\_paper\\_offlabeluse\\_am\\_1.pdf](https://www.afmps.be/sites/default/files/content/reflection_paper_offlabeluse_am_1.pdf).
48. *Scott H. M. et al.* Critically important antibiotics: criteria and approaches for measuring and reducing their use in food animal agriculture // *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2019. Vol. 1441. No. 1. Pp. 8–16.
49. *Smyrli M. et al.* Development of autogenous vaccines for farmed European seabass against *Aeromonas veronii* using zebrafish as a model for efficacy assessment // *Fish & Shellfish Immunology*. 2022. Vol. 123. Pp. 381–387.
50. *Tasho R. P., Cho J. Y.* Veterinary antibiotics in animal waste, its distribution in soil and uptake by plants: A review // *Science of the Total Environment*. 2016. Vol. 563. Pp. 366–376.
51. *Treiber F. M., Beranek-Knauer H.* Antimicrobial residues in food from animal origin – A review of the literature focusing on products collected in stores and markets worldwide // *Antibiotics*. 2021. Vol. 10. No. 5. P. 534.
52. *Uddin M. S. et al.* Mucosal Immunization with Spore-Based Vaccines against *Mannheimia haemolytica* Enhances Antigen-Specific Immunity // *Vaccines*. 2024. Vol. 12. No. 4. P. 375.
53. *Van Boeckel T. P. et al.* Global trends in antimicrobial resistance in animals in low- and middle-income countries // *Science*. 2019. Vol. 365. No. 6459. P. eaaw1944.
54. *Woodward K. N.* Maximum residue limits // *Veterinary Pharmacovigilance: Adverse Reactions to Veterinary Medicinal Products*. 2009. Pp. 547–567.
55. World Health Organization. WHO Guidelines on the Use of Medically Important Antimicrobials in Food-Producing Animals. 2017. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241550130>.



56. Wu D. et al. Persistence and potential risks of tetracyclines and their transformation products in two typical different animal manure composting treatments // *Environmental Pollution*. 2024. Vol. 341. Pp. 122–904.

## References

1. Bulatovich A. (2023) Review of the veterinary drug market in Russia, forecast until 2024 // *Marketing*. URL: <https://vc.ru/marketing/930065-obzor-rynka-veterinarnyh-preparatov-v-rossii-prognoz-do-2024-goda> (In Russ).
2. (2022) Problems and prospects for the development of veterinary pharmaceuticals in Russia // *Pharmaceutical technologies and packaging*, no. 4.1. URL: <https://vic-group.ru/publications/problemy-i-perspektivy-razvitiya-veterinarnoy-farmatsevtiki-v-rossii> (In Russ).
3. Strategy for Preventing the Spread of Antimicrobial Resistance in the Russian Federation for the Period up to 2030. Order of the Government of the Russian Federation of September 25, 2017 No. 2045-r. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71677266>.
4. Timakova K. (2020) Right in the chain: is it possible to use autogenous vaccines in Russia // *Veterinary Science and Life*. URL: <https://vetandlife.ru/sobytiya/tochno-v-cep-vozmozhno-li-v-rossii-primeneniye-autogennykh-vakcin> (In Russ).
5. Khaptsev Z. Yu. et al. (2024) Clinical microbiology for veterinarians: a textbook for universities / ed. by Z. Yu. Khaptsev, E. G. Donetskaya. Moscow: Yurait. 273 p. URL: <https://urait.ru/bcode/541762> (In Russ.).
6. Adams J. R. G. et al. (2023) Preventing bacterial disease in poultry in the post-antibiotic era: a case for innate immunity modulation as an alternative to antibiotic use. *Frontiers in immunology*, vol. 14, p. 1205869.
7. Authorization, import and manufacture of veterinary medicines. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/LSU/?uri=CELEX%3A32019R0006>.
8. Burridge L. et al. (2010) Chemical use in salmon aquaculture: a review of current practices and possible environmental effects. *Aquaculture*, vol. 306, no. 1–4, pp. 7–23.
9. Chantziaras I. et al. (2014) Correlation between veterinary antimicrobial use and antimicrobial resistance in food-producing animals: a report on seven countries. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, vol. 69, no. 3, pp. 827–834.
10. Christou A. et al. (2017) The potential implications of reclaimed wastewater reuse for irrigation on the agricultural environment: the knowns and unknowns of the fate of antibiotics and antibiotic resistant bacteria and resistance genes – a review. *Water research*, vol. 123, pp. 448–467.
11. Chung H. S. et al. (2017) Uptake of the veterinary antibiotics chlortetracycline, enrofloxacin, and sulphathiazole from soil by radish. *Science of the total Environment*, vol. 605, pp. 322–331.
12. Demonstration of efficacy for veterinary medicinal products containing antimicrobial substances – Scientific guideline. URL: <https://www.ema.europa.eu/en/demonstration-efficacy-veterinary-medicinal-products-containing-antimicrobial-substances-scientific-guideline#current-effective-version-under-revision-9042>.
13. Diana A. et al. (2019) Removing prophylactic antibiotics from pig feed: how does it affect their performance and health? *BMC Veterinary Research*, vol. 15, pp. 1–8.
14. Dudek K. et al. (2016) An experimental vaccine composed of two adjuvants gives protection against *Mycoplasma bovis* in calves. *Vaccine*, vol. 34, no. 27, pp. 3051–3058.
15. EPRUMA. Best-Practice Framework for the Use of Antibiotics in Food-Producing Animals-reaching for the next level; European Platform for the Responsible Using of Medicines in Animals. URL: <https://epruma.eu/home/bestpractice-guides/>
16. Erofeeva V. et al. (2021) The use of antibiotics in food technology: The case study of products from Moscow stores. *E3S Web of Conferences*, vol. 311, no. 10005.
17. Ferri M. et al. (2017) Antimicrobial resistance: A global emerging threat to pub-

- lic health systems. *Critical reviews in food science and nutrition*, vol. 57, no. 13, pp. 2857–2876.
18. Founou L. L., Founou R. C., Essack S. Y. (2016) Antibiotic resistance in the food chain: a developing country-perspective. *Frontiers in microbiology*, vol. 7, p. 1881.
19. Frey L., Tanunchai B., Glaser B. (2022) Antibiotics residues in pig slurry and manure and its environmental contamination potential. A meta-analysis. *Agronomy for Sustainable Development*, vol. 42, no. 2, p. 31.
20. Fukushima H. C. S. et al. (2017) Lactococcus garvieae outbreaks in Brazilian farms Lactococcosis in Pseudoplatystoma sp.—development of an autogenous vaccine as a control strategy. *Journal of Fish Diseases*, vol. 40, no. 2, pp. 263–272.
21. Geldhof M. F. et al. (2013) Antibody response and maternal immunity upon boosting PRRSV-immune sows with experimental farm-specific and commercial PRRSV vaccines. *Veterinary microbiology*, vol. 167, no. 3–4, pp. 260–271.
22. George A. (2019) Antimicrobial resistance (AMR) in the food chain: trade, one health and codex. *Tropical medicine and infectious disease*, vol. 4, no. 1, p. 54.
23. Gharaibeh S., Amareen S. (2015) Vaccine efficacy against a new avian influenza (H9N2) field isolate from the Middle East (serology and challenge studies). *Avian diseases*, vol. 59, no. 4, pp. 508–511.
24. Ghimpeteanu O. M. et al. (2022) Antibiotic use in livestock and residues in food – A public health threat: A review. *Foods*, vol. 11, no. 10, pp. 14–30.
25. Groves P. J. et al. (2016) Live and inactivated vaccine regimens against caecal Salmonella Typhimurium colonisation in laying hens. *Australian veterinary journal*, vol. 94, no. 10, pp. 387–393.
26. Hamscher G. et al. (2003) Antibiotics in dust originating from a pig-fattening farm: a new source of health hazard for farmers? *Environmental Health Perspectives*, vol. 111, no. 13, pp. 1590–1594.
27. Hamscher G. et al. (2002) Determination of persistent tetracycline residues in soil fertilized with liquid manure by high-performance liquid chromatography with electrospray ionization tandem mass spectrometry. *Analytical chemistry*, vol. 74, no. 7, pp. 1509–1518.
28. Hoelzer K. et al. (2018) Vaccines as alternatives to antibiotics for food producing animals. Part 2: new approaches and potential solutions. *Veterinary research*, vol. 49, pp. 1–15.
29. Hong B. et al. (2023) Spectrum of pharmaceutical residues in commercial manure-based organic fertilizers from multi-provinces of China mainland in relation to animal farming and possible environmental risks of fertilization. *Sci. Total Environ.*, vol. 10, no. 894, p. 165029.
30. [https://www.afmps.be/sites/default/files/content/reflection\\_paper\\_offlabeluse\\_am\\_1.pdf](https://www.afmps.be/sites/default/files/content/reflection_paper_offlabeluse_am_1.pdf).
31. <https://www.biovac.ceva.com/en/Autogenous-vaccines/Autogenous-Vaccines>.
32. [https://www.ema.europa.eu/en/documents/report/sales-veterinary-antimicrobial-agents-31-european-countries-2022-trends-2010-2022-thirteenth-esvac-report\\_en.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/report/sales-veterinary-antimicrobial-agents-31-european-countries-2022-trends-2010-2022-thirteenth-esvac-report_en.pdf).
33. Joosten P. et al. (2019) Quantitative and qualitative analysis of antimicrobial usage at farm and flock level on 181 broiler farms in nine European countries. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, vol. 74, no. 3, pp. 798–806.
34. Kasabova S. et al. (2021) Antibiotic usage pattern in broiler chicken flocks in Germany. *Frontiers in veterinary science*, vol. 8, pp. 673–809.
35. Khalifa H. O. et al. (2024) Veterinary Drug Residues in the Food Chain as an Emerging Public Health Threat: Sources, Analytical Methods, Health Impacts, and Preventive Measures. *Foods*, vol. 13, no. 11, p. 1629.
36. Landers T. F. et al. (2012) A review of antibiotic use in food animals: perspective, policy, and potential. *Public health reports*, vol. 127, no. 1, pp. 4–22.
37. Leichtweis J. et al. (2022) A review of the occurrence, disposal, determination, toxicity and remediation technologies of the tetracycline antibiotic. *Process Safety and Environmental Protection*, vol. 160, pp. 25–40.

38. Li L. et al. (2017) Evaluation of the efficacy of an autogenous *Escherichia coli* vaccine in broiler breeders. *Avian Pathology*, vol. 46, no. 3, pp. 300–308.
39. Madikizela L. M., Ncube S., Chimuka L. (2018) Uptake of pharmaceuticals by plants grown under hydroponic conditions and natural occurring plant species: a review. *Science of the Total Environment*, no. 636, pp. 477–486.
40. Mazurek J. et al. (2015) Antimicrobial resistance in commensal *Escherichia coli* from pigs during metaphylactic trimethoprim and sulfamethoxazole treatment and in the post-exposure period. *International journal of environmental research and public health*, vol. 12, no. 2, pp. 2150–2163.
41. Morrow C. J. (2024) Antimicrobial Resistance: an important One Health issue for layer and meat poultry industries worldwide. *Poultry Science*, vol. 103, no. 7, pp. 103–690.
42. Okocha R. C., Olatoye I. O., Adedeji O. B. (2018) Food safety impacts of antimicrobial use and their residues in aquaculture. *Public health reviews*, vol. 39, pp. 1–22.
43. Olson L. D., McCune E. L., Bond R. E. (1969) Comparison of commercial and autogenous bacterins for control of the cranial form of fowl cholera in turkeys // *Avian diseases*. Pp. 252–260.
44. Pardon B. et al. (2012) Prospective study on quantitative and qualitative antimicrobial and anti-inflammatory drug use in white veal calves. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, vol. 67, no. 4, pp. 1027–1038.
45. Putnam M. et al. (2024) Advancement of autogenous vaccines in the poultry industry. *Avian Diseases*, vol. 67, no. 4, pp. 450–455.
46. Recommendations for the manufacture, control and use of inactivated autogenous veterinary vaccines within the EEA. European Medicines Agency Co-ordination Group for Mutual Recognition and Decentralised Procedures – Veterinary. 2017. URL: <https://www.ema.europa.eu/en/veterinary-regulatory-overview/research-and-development-veterinary-medicines/availability-veterinary-vaccines>.
47. Reflection paper on off-label use of antimicrobials in 5 veterinary medicine in the European Union // European Medicines Agency. 2017. URL: [https://www.afmps.be/sites/default/files/content/reflection\\_paper\\_offlabeluse\\_am\\_1.pdf](https://www.afmps.be/sites/default/files/content/reflection_paper_offlabeluse_am_1.pdf).
48. Scott H. M. et al. (2019) Critically important antibiotics: criteria and approaches for measuring and reducing their use in food animal agriculture. *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 1441, no. 1, pp. 8–16.
49. Smyrli M. et al. (2022) Development of autogenous vaccines for farmed European seabass against *Aeromonas veronii* using zebrafish as a model for efficacy assessment. *Fish & Shellfish Immunology*, vol. 123, pp. 381–387.
50. Tasho R. P., Cho J. Y. (2016) Veterinary antibiotics in animal waste, its distribution in soil and uptake by plants: A review. *Science of the Total Environment*, vol. 563, pp. 366–376.
51. Treiber F. M., Beranek-Knauer H. (2021) Antimicrobial residues in food from animal origin – A re-view of the literature focusing on products collected in stores and markets worldwide. *Antibiotics*, vol. 10, no. 5, p. 534.
52. Uddin M. S. et al. (2024) Mucosal Immunization with Spore-Based Vaccines against *Mannheimia haemolytica* Enhances Antigen-Specific Immunity. *Vaccines*, vol. 12, no. 4, p. 375.
53. Van Boeckel T. P. et al. (2019) Global trends in antimicrobial resistance in animals in low-and middle-income countries. *Science*, vol. 365, no. 6459, p. eaaw1944.
54. Woodward K. N. (2009) Maximum residue limits // *Veterinary Pharmacovigilance: Adverse Reactions to Veterinary Medicinal Products*. Pp. 547–567.
55. World Health Organization. WHO Guidelines on the Use of Medically Important Antimicrobials in Food-Producing Animals. 2017. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241550130>.
56. Wu D. et al. (2024) Persistence and potential risks of tetracyclines and their transformation products in two typical different animal manure composting treatments. *Environmental Pollution*, vol. 341, pp. 122–904.



**Информация об авторах:**

**З. Ю. ХАПЦЕВ** – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры микробиологии и биотехнологии;

**Т. В. СПИРЯХИНА** – кандидат биологических наук, доцент кафедры микробиологии и биотехнологии;

**М. С. АНИСИМОВА** – специалист управления обеспечения качества образования;

**О. Н. РАДИОНОВА** – аспирантка кафедры зоотехнии и ветеринарии;

**Е. А. ТОЛСТОВА** – аспирантка кафедры болезней животных и ветеринарно-санитарной экспертизы.

**Information about the authors**

**Z. Yu. KHAPTSEV** – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Microbiology and Biotechnology;

**T. V. SPIRYAKHINA** – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Microbiology and Biotechnology;

**M. S. ANISIMOVA** – Specialist of the Education Quality Assurance Department;

**O. N. RADIONOVA** – Postgraduate Student of the Department of Animal Science and Veterinary Medicine;

**E. A. TOLSTOVA** – Postgraduate Student of the Department of Animal Diseases and Veterinary-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 19.02.2024; одобрена после рецензирования 24.02.2024; принята к публикации 01.03.2024.

The article was submitted 19.02.2024; approved after reviewing 24.02.2024; accepted for publication 01.03.2024.

Научная статья

УДК 619:636.4:636.084:612.01

DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202504111

## Влияние кормовой добавки «Мелавит» на динамику роста и развития цыплят-бройлеров кросса «Росс-308»

Екатерина Валерьевна Бессарабова<sup>1</sup>,

Екатерина Евгеньевна Миронова<sup>2</sup>,

Миканль Нурбагандович Мирзаев<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –

МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия

<sup>1</sup> ebessarabova@narod.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0127-5332>;

<sup>2</sup> catherinamirr@mail.ru;

<sup>3</sup> cianid1945@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7093-1711>

Автор, ответственный за переписку:

Екатерина Валерьевна Бессарабова, ebessarabova@narod.ru

### Аннотация

Исследовано влияние кормовой добавки, содержащей в своем составе меланины гречихи и короткоцепочечные органические кислоты, на динамику роста и развития цыплят-бройлеров кросса «Росс-308». Были сформированы три группы цыплят – контрольная и две опытные. Цыплята 1-й опытной группы получали кормовую добавку в рекомендованной дозе, цыплята 2-й опытной группы – в 4-кратной дозе (доза была отработана на проведенных ранее опытах). Сохранность во всех группах составила 100 %. Живая масса цыплят в опытных группах выше по сравнению с контрольной на 5,3–12,5 % при наименьшей затрате корма во 2-й опытной – 1,54 (в контрольной группе – 1,72). Величина EPEF во 2-й опытной группе на 25,65 % выше по сравнению с контрольной. Отмечается тенденция к увеличению среднего убойного выхода цыплят-бройлеров в опытных группах по сравнению с контрольной.

Показано, что индекс иммунореактивности (ИИР), вычисляемый как отношение суммы эозинофилов и лимфоцитов к сумме моноцитов, в крови у бройлеров контрольной группы составляет 41,25, а в группах, получавших кормовую добавку, тот же показатель равняется 79,0 и 81,16 соответственно. Увеличение уровня резистентности организма цыплят опытных групп сказывается на улучшении мясных показателей и повышении европейского индекса эффективности выращивания бройлеров.

**Ключевые слова:** бройлеры, меланины гречихи, кормовая добавка, резистентность организма, убойный выход

Для цитирования: Бессарабова Е. В., Миронова Е. Е., Мирзаев М. Н. Влияние кормовой добавки «Мелавит» на динамику роста и развития цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 4. Т. 1. С. 96–102. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504111>

## The effect of the feed additive Melavit on the development of boiler chickens of the «Ross 308» cross

Ekaterina V. Bessarabova<sup>1</sup>, Ekaterina E. Mironova<sup>2</sup>, Mikail' N. Mirzaev<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –  
MBA named after K. I. Seryabin, Moscow, Russia

<sup>1</sup> ebessarabova@narod.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0127-5332>;

<sup>2</sup> catherinamirr@mail.ru;

<sup>3</sup> cianid1945@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7093-1711>

Corresponding author:

Ekaterina V. Bessarabova, ebessarabova@narod.ru

### Abstract

The effect of a feed additive containing buckwheat melanins and short-chain organic acids on the growth and development dynamics of «Ross 308» broiler chickens has been studied. Three groups of chickens were formed – a control group and two experimental ones. The chickens of the first experimental group received the feed additive at the recommended dose, the chickens of the second experimental group received a four-fold dose (the dose was tested in early experiments). Safety in all groups was 100 %. The live weight of chickens in the experimental groups is higher than in the control group by 5.3 % to 12.5 % with the lowest feed consumption in the second experimental group – 1.54 (in the control group – 1.72). The EPEF value in the second experimental group was 25.65 % higher than in the control group. There is a tendency to increase the average slaughter yield of broiler chickens in the experimental groups compared with the control group.

It was shown that the immunoreactivity index (IIR), calculated as the ratio of the sum of eosinophils and lymphocytes to the sum of monocytes in the blood of broilers in the control group is 41.25, and in the groups receiving the feed additive in single and quadruple doses, the same indicator is 79.0 and 81.16, respectively. An increase in the level of resistance of the body of experienced chickens affects the improvement of meat indicators and an increase in the European broiler efficiency index.

**Keywords:** broilers, buckwheat melanins, feed additive, body resistance, slaughter yield

**For citation:** Bessarabova E. V., Mironova E. E., Mirzaev M. N. (2025) The effect of the feed additive «Melavit» on the dynamics of growth and development of boiler chickens of the Ross-308 cross. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. 2025. № 4. Vol. 1. Pp. 96–102. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504111>

**Сокращения:** ИИР – индекс иммунореактивности; ЕРЕФ – индекс эффективности выращивания бройлеров.

**В**ведение. Птицеводство – наиболее динамичная и значимая отрасль сельскохозяйственного производства во многих странах мира. Постоянно растущий спрос на мясо птицы и яйца объясняется как их потребительскими свойствами, так и низким уровнем потребительских цен по сравнению с другими видами животноводческой продукции [7, 8].

В бройлерном птицеводстве достигнута наиболее высокая отдача в расчете на вложенные средства. Например, затраты на корма при получении птицеводческой продукции в 2–3 раза ниже, чем в свиноводстве и скотоводстве. Высокие экономические показатели современного птицеводства основаны на достижениях многих смежных



наук и требуют постоянного совершенствования технологических приемов. Однако интенсификация технологических процессов промышленного выращивания цыплят-бройлеров неизбежно сопровождается неблагоприятным воздействием различных факторов на организм птицы, что приводит к снижению уровня резистентности, сохранности и продуктивности [1, 7, 8]. Поэтому важнейшей проблемой бройлерного птицеводства в плане получения высокой продуктивности стало создание оптимальных условий содержания в целом и организация соответствующего рациона. Постоянно ведутся работы по совершенствованию технологии кормления птицы, в том числе и за счет применения нетрадиционных кормовых добавок. В последнее время много внимания уделяется разработке и применению в кормлении птицы препаратов, которые обладают широким спектром биологического действия и позволяют не только отказаться от кормовых антибиотиков, но и повысить уровень реализации генетического потенциала птицы по продуктивности [2, 3, 8, 9].

По имеющимся данным, кросс «Росс-308» – это сильный, быстрорастущий бройлер, имеющий эффективную кормоконверсию и высокие мясные показатели, может приспосабливаться к самому широкому ряду требований рынка конечной продукции. Поэтому исследование влияния новых кормовых добавок на основные показатели развития бройлеров представляется задачей, имеющей научное и практическое значение.

**Цель исследования.** Изучить действие инновационной кормовой добавки «Мелавит» на рост и развитие бройлеров кросса «Росс-308».

**Материалы и методы.** Исследования проведены на цыплятах-бройлерах кросса «Росс-308», которые содержались в виварии МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина на оборудовании брудерного типа, трехъярус-

ном, на сетчатых полах. Цыплята получали комбикорм для бройлеров «Южная корона» в соответствии с возрастом (старт, рост и финиш), по рекомендуемым производителем нормам. Цыплят приобретали в подмосковном фермерском хозяйстве в суточном возрасте.

Посадки в брудеры осуществили 01.05.2024, убой птицы был проведен 09.06.2024. Срок откорма составил 39 сут и установлен с учетом генетических требований, предъявляемых к конечной живой массе (максимальной экономически целесообразной для бройлеров данного кросса). Подопытные цыплята были разделены на три группы: контрольную, две опытных группы, по 10 гол. в каждой, с соблюдением зоотехнических и зоогигиенических условий. Цыплята 1-й опытной группы получали кормовую добавку в рекомендуемой дозе, 2-й опытной группы – в 4-кратном размере. Кормовую добавку «Мелавит» давали с первых суток с питьевой водой в течение первых 10 сут, 10 сут перерыв, затем вновь 9 сут выпойки. Дозировка препарата была подобрана в предварительных опытах. Биологическая активность «Мелавит» связана с тем, что он содержит в своем составе короткоцепочечные органические кислоты и меланины гречихи посевной, обладающие иммуномодулирующей, антиоксидантной и гепатопротекторной активностью [4–6, 9].

В процессе опыта контролировали следующие показатели: сохранность поголовья, живая масса цыплят (методом взвешивания), абсолютный прирост, процентный расход корма (кг), затраты корма на единицу прироста продукции (кг), убойный выход, масса внутренних органов путем взвешивания, общий анализ крови (гемоглобин, эритроциты, лейкоциты, эозинофилы, моноциты, базофилы, лимфоциты), индекс эффективности выращивания бройлеров (ЕРЕФ), который рассчитывали согласно формуле:

$$\text{ЕРЕФ} = \frac{\text{Средняя масса бройлеров, кг} \times \text{Сохранность, \%} \times 100}{\text{Возраст убоя, сут} \times \text{Затраты корма, кг}}$$

**Результаты исследований.** Анализ полученных данных показывает, что кормовая добавка «Мелавит» существенно влияет

на основные показатели роста и развития цыплят-бройлеров кросса «Росс-308». Цыплята опытных групп, получавшие кормовую

добавку, превосходят цыплят контрольной группы по средней живой массе (табл. 1). Достоверной разницы по живой массе

и среднесуточному приросту к концу опыта в группах, получавших 1 или 4 дозы препарата, не выявлено.

Таблица 1

Показатели динамики роста цыплят-бройлеров кросса «Росс-308»

Показатель	Группа		
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Средняя живая масса цыплят в возрасте, г:			
при посадке	68,8±1,665	69±1,751	68,3±2,060
7 сут	191,2±8,689	194,6±6,926	199,1±6,809
14 сут	580±24,57	585,2±21,43	628,4±16,36
21 сут	1086±45,42	1058±34,14	1184±29,13
28 сут	1959±63,95	2142±69,50*	2005±80,50*
39 сут	2640±80,55	2780±168,5*	2970±85,69*
Среднесуточный прирост, г	69,47	73,16	78,16
Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг	1,72	1,70	1,54
Сохранность, %	100	100	100
Индекс эффективности выращивания бройлеров, (ЕРЕФ)	403,92	430,34	507,51

Примечание: \* – различие с контрольной группой достоверно при  $p < 0,01$ .

Живая масса цыплят в опытных группах составляет 2780±168,5 и 2970±85,69 г соответственно, что выше по сравнению с контролем (2640±80,55 г) на 5,3–12,5 %.

Введение кормовой добавки «Мелавит» в рацион цыплятам-бройлерам кросса «Росс-308» способствует снижению затрат корма на 1 кг прироста живой массы. Так, наименьшие затраты корма выявлены во 2-й опытной группе, получавшей 4 дозы добавки, – 1,54 кг. Этот же показатель в контрольной группе составлял 1,72 кг. Положительное влияние «Мелавит» на организм бройлеров также вид-

но при оценке уровня ЕРЕФ. Как видно из данных табл. 1, величина индекса эффективности составляет 403,92; 430,34 и 507,51 соответственно, т.е. во 2-й опытной группе ЕРЕФ на 25,65 % выше по сравнению с контрольной.

Данные табл. 2 показывают, что средний убойный выход цыплят-бройлеров в опытных группах превосходит этот же показатель в контрольной группе, но достоверных отличий не выявлено. Путем анатомической разделки тушек цыплят-бройлеров проведен сравнительный анализ массы внутренних органов.

Таблица 2

Средние значения по убойному выходу и массе внутренних органов в 39-суточном возрасте цыплят-бройлеров «Росс-308»

Показатель	Группа		
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Убойный выход, %	76,5±1,2	76,9±1,3	77,1±1,5
Желудок, г	26,4±1,1	28,1±1,8	25,9±2,4
% от потр. тушки	1,49±0,4	1,38±0,5	1,50±0,4
Печень, г	57,2±2,5	55,6±2,6	56,28±3,4
% от потр. тушки	3,09±0,4	2,98±0,2	3,16±0,5
Сердце, г	10,12±1,13	11,06±1,36	10,35±1,27
% от потр. тушки	0,59±0,11	0,68±0,31	0,64±0,24
Легкие, г	12,96±2,41	13,17±2,71	13,42±2,69
% от потр. тушки	0,76±0,13	0,68±0,22	0,73±0,21

Показатель	Группа		
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Селезенка, г	2,81±1,09	2,95±1,34	3,16±1,13
% от потр. тушки	0,16±0,11	0,14±0,05	0,17±0,09

В соответствии с полученными данными показатели внутренних органов курочек и петушков находятся в пределах физиологической нормы, существенной разницы в контроле и опыте не выявлено, т.е. «Мелавит» не оказывает заметного

влияния на развитие и массу внутренних органов бройлеров. Положительное влияние изучаемой кормовой добавки на организм бройлеров видно и при анализе гематологических показателей в конце опыта (табл. 3).

Таблица 3

Гематологические показатели крови цыплят-бройлеров в 39-суточном возрасте

Показатель	Группа		
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л	26,1±2,19	31,4±3,26	23,9±1,74
Лимфоциты, %	45,9±8,26	46,1±10,57	40,6±3,68
Гетерофилы, %	46,5±8,75	43,7±8,97	50,3±3,65
Моноциты, %	1,2±0,47	0,7±0,20	0,6±0,12
Эозинофилы, %	6,0±3,33	9,2±1,39	8,1±0,75
Базофилы, %	0,4±0,09	0,3±0,15	0,4±0,12
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	2,7±0,10	3,0±0,14	2,4±0,08
Гемоглобин, г/л	132,3±6,01	153,3±9,43	122,3±2,91

Соотношение гетерофилов и лимфоцитов опытных групп, а также относительно низкое содержание моноцитов в опытных группах свидетельствуют о высокой резистентности организма.

Сказанное согласуется с данными, полученными при определении индекса иммунореактивности (ИИР), вычисляемого как отношение суммы эозинофилов и лимфоцитов к сумме моноцитов в крови. Величина ИИР у бройлеров контрольной группы составляет 41,25, а в 1-й и 2-й опытных группах тот же показатель равняется 79,0 и 81,16 соответственно.

**Выводы.** В результате проведенных исследований было установлено, что введение в рацион кормовой добавки «Мелавит», содержащей в своем составе меланины гречихи, способствует повышению продуктивности цыплят-бройлеров кросса «Росс-308».

Отмечено повышение европейского индекса эффективности выращивания бройлеров – ЕРЕФ – на 25,65 %.

Привлекательной стороной изучаемой кормовой добавки является также то, что она

способствует снижению затрат корма на получение 1 кг прироста живой массы бройлеров.

Список источников

1. Бессарабова Е. В., Мирзаев М. Н., Мирзаева К. М. и др. Влияние препарата «Мелавит-плюс» на продуктивность перепелов // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2019. № 3. С. 21–25.
2. Бессарабова Е. В., Мирзаева К. М., Мирзаев М. Н. и др. Фармакокоррекция уролитиаза у мелких домашних животных с использованием нового отечественного препарата «Мелавит» // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2019. № 4. С. 15–21.
3. Дельцов А. А., Белова К. О. Аналитический обзор рынка йодсодержащих кормовых добавок для животных // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2024. № 3. С. 12–22.
4. Дельцов А. А., Моисеенко А. Г., Родькина О. Р. Современное состояние рынка кормовых добавок на основе белковых



- гидролизатов // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2024. № 4. С. 14–22.
5. Мирзаев М. Н., Мельницкая Т. И., Мирзаева К. М. и др. Получение компонентов комплексных пищевых добавок на основе меланинов и органических кислот // Биотехнология: состояние и перспективы развития. Материалы Международного конгресса. М., 2019.
6. Мирзаева К. М., Бессарабова Е. В., Хури М. М. и др. Биобезопасность органо-неорганического композита на основе сополимера стибата натрия с оксидом кремния и меланинов гречихи // Биотехнология: состояние и перспективы развития. Материалы IX Международного конгресса. М., 2017. С. 357–358.
7. Фисинин В. И. и др. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы / под общ. ред. В. И. Фисинина. С. Посад, 2004. 42 с.
8. Фисинин В. И. Промышленное птицеводство России: состояние, инновационные направления развития, вклад в продовольственную безопасность. URL: <http://webmvc.com/show/article/show.php?id=135>.
9. Фисинин В. И., Околенова Т. М., Егоров И. А. Биологически активные и кормовые добавки в птицеводстве: методические рекомендации. С. Посад: ВНИТИП, 2009. 100 с.
10. Deltsov A. A., Belova K. O. (2024) Analytical review of the market of iodine-containing feed additives for animals. *Veterinary, animal science, and biotechnology*, no. 4, pp. 15–21 (In Russ.).
11. Deltsov A. A., Moiseenko A. G., Rodkina O. R. (2024) The current state of the market of feed additives based on protein hydrolysates. *Veterinary, animal science, and biotechnology*, no. 4, pp. 14–22 (In Russ.).
12. Mirzaev M. N., Melnitskaya T. I., Mirzayeva K. M. et al. (2019) Preparation of components of complex food additives based on melanins and organic acids // Biotechnology: state and prospects of development Materials of the International Congress. Moscow (In Russ.).
13. Mirzayeva K. M., Bessarabova E. V., Khuri M. M. et al. (2017) Biosafety of an organo-inorganic composite based on a copolymer of sodium stibate with silicon oxide and buckwheat melanins // Biotechnology: state and prospects of development. Proceedings of the IX International Congress. Moscow. Pp. 357–358 (In Russ.).
14. Fisinin V. I. et al. (2004) Methods of scientific and industrial research on poultry feeding / under the general editorship of V. I. Fisinin. S. Posad. 42 p. (In Russ.).
15. Fisinin V. I. Industrial poultry farming in Russia: state, innovative directions of development, contribution to food security. URL: <http://webmvc.com/show/article/show.php?id=135> (In Russ.).
16. Fisinin V. I., Okolelova T. M., Egorov I. A. (2009) Biologically active and feed additives in poultry farming: methodological recommendations. S. Posad: VNITIP. 100 p. (In Russ.).

## References

## Информация об авторах

Е. В. БЕССАРАБОВА – кандидат ветеринарных наук, доцент;

Е. Е. МИРОНОВА – аспирантка кафедры иммунологии и биотехнологии;

М. Н. МИРЗАЕВ – доктор биологических наук, профессор.

## Information about the authors:

E. V. BESSARABOVA – PhD, Associate Professor;

E. E. MIRONOVA – Post-graduate student of the Department of Immunology and Biotechnology;

M. N. MIRZAEV – PhD, Professor.

**Вклад авторов:**

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:**

All the authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 20.02.2024; одобрена после рецензирования 25.02.2024; принята к публикации 02.03.2024.

The article was submitted 20.02.2024; approved after reviewing 25.02.2024; accepted for publication 02.03.2024.

Экспериментальная статья

УДК 636.087.7:577.112.3:612.13

DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202504112

## Аминокислотный профиль крови бычков на откорме

Евгений Михайлович Цыганков<sup>1</sup>, Анна Александровна Менькова<sup>2</sup>,  
Юлия Валентиновна Петрова<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Брянский государственный аграрный университет, Брянская область,  
Выгоничский район, село Кокино, Россия

<sup>3</sup> Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –  
МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия

<sup>1</sup> e-tsygankov@bk.ru;

<sup>2</sup> aamenkova@maik.ru;

<sup>3</sup> belova\_u@mail.ru

Автор, ответственный за переписку:

Евгений Михайлович Цыганков, e-tsygankov@bk.ru

### Аннотация

Изучение содержания аминокислот в плазме крови является важным показателем белкового обмена в растущем организме. Нами было проведено исследование по изучению влияния кормовой добавки NCG-N-карбамил глутамат на аминокислотный профиль плазмы крови и живую массу бычков. За период проведения опыта нами отмечена тенденция к увеличению концентрации заменимых и незаменимых аминокислот, суммы заменимых и незаменимых аминокислот: незаменимых – 30-е сут – 0,23 мг/%; 60-е – 0,25; 90-е – 0,30 мг/% и заменимых – 0,23; 0,25; 0,32 мг/%. Данное изменение связано с более активной ферментативной деятельностью рубцовой микрофлоры, промежуточные метаболиты которых использовались в анаболических целях.

**Ключевые слова:** бычки на откорме, аминокислоты, живая масса, кормовая добавка

**Благодарности:** авторы выражают благодарность за сотрудничество отечественному производителю кормовых добавок для животных ООО «Алта».

Для цитирования: Цыганков Е. М., Менькова А. А., Петрова Ю. В. Аминокислотный профиль крови бычков на откорме // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 4. Т. 1. С. 103–109. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504112>

Experimental article

## Amino acid profile of blood of fattening bulls

E. M. Tsygankov<sup>1</sup>, Anna A. Menkova<sup>1</sup>, Yulia V. Petrova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bryansk State Agrarian University, Bryansk region,  
Vygonichi district, village of Kokino, Russia

© Цыганков Е. М., Менькова А. А., Петрова Ю. В., 2025



<sup>2</sup> Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –  
MVA named after K. I. Skryabin, Moscow, Russia

<sup>1</sup> e-tsygankov@bk.ru;

<sup>2</sup> aamenkova@maik.ru;

<sup>3</sup> belova\_u@mail.ru

*Corresponding author:*

Evgeniy M. Tsygankov, e-tsygankov@bk.ru

## Abstract

The study of the amino acid content in blood plasma is an important indicator of protein metabolism in a growing body. We conducted a study on the effect of the feed additive NCG – N-carbamyl glutamate on the amino acid profile of blood plasma and live weight of bull calves. During the period of the experiment, we noted a tendency to increase the concentration of essential and non-essential amino acids, the sum of non-essential and non-essential amino acids: essential on day 30–0.23 mg/%; 60th – 0.25 mg/% and 90th – 0.30 mg/% and interchangeable – 0.23 mg/%; 0.25 mg/%; 0.32 mg/%. This change is associated with a more active enzymatic activity of the scar microflora, whose intermediate metabolites were used for anabolic purposes.

**Keywords:** fattened bulls, amino acids, live weight, feed additive.

**Acknowledgements:** The authors would like to thank Alta LLC, a domestic manufacturer of animal feed additives, for their cooperation.

**For citation:** Tsygankov E. M., Menkova A. A., Petrova Yu. V. (2025) Amino acid profile of blood of fattening bulls. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. 2025. № 4. Vol. 1. Pp. 103–109. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504112>

**В**ведение. У жвачных животных азотистый обмен тесно связан с жизнедеятельностью микроорганизмов преджелудков. Поступающие с кормом белки в преджелудках расщепляются до пептидов, аминокислот и аммиака. Небелковые азотистые соединения также гидролизуются в рубце с образованием аммиака [1, 3, 4].

Способность микроорганизмов рубца усваивать аммиак и синтезировать белки высокой биологической ценности дает возможность успешно использовать в кормлении жвачных в качестве источника протеина синтетические азотистые соединения. При этом большинство исследований, проведенных с азотистыми небелковыми веществами, были направлены на изучение эффективности усвоения их микроорганизмами с последующей утилизацией бактериального белка организмом животных [8, 11]. Установлено, что значительная часть аммиака, образующегося в рубце, всасывается в кровь. Это позволило предположить, что полигастричные животные могут усваивать

неорганический азот не только путем превращения его в бактериальный белок, но и непосредственно в процессе всасывания и последующего использования для синтеза аминокислот и белков тела [7, 12].

Содержание аминокислот в плазме крови изменяется под влиянием многих факторов, включая: скорость гидролиза белка до аминокислот и низкомолекулярных пептидов во время переваривания корма; скорость, с которой эти соединения поглощаются слизистой кишечника; метаболическую трансформацию аминокислот во время их всасывания, поглощения и выделения аминокислот печенью и другими тканями. По системе воротной вены кровь, оттекающая от кишечника, попадает в печень [9, 10]. Часть аминокислот током крови доставляется к различным органам и тканям, диффундирует через стенки капилляров, переходит в межклеточную жидкость и извлекается отсюда тканями, строящими из аминокислот свои специфические тканевые белки.

**Цель исследований.** Изучить влияние скармливаемой кормовой добавки NCG-N-карбамил глутамат на аминокислотный профиль крови бычков на откорме.

**Материалы и методы.** Научно-хозяйственные опыты проводили в условиях КФХ «Цыбанков» Навлинского района Брянской области. По принципу пар-аналогов в 6-месячном возрасте с учетом живой массы и физиологического состояния были отобраны две группы бычков симментальской породы, по 10 гол. в каждой [5]. В рацион кормления входили следующие корма: сено луговое разнотравное, дерть пшеничная,

овсяная, ячменная, жмых подсолнечный. Опытной группе в смеси дерти концентратов (пшеничная, овсяная, ячменная, жмых подсолнечный) скармливали кормовую добавку NCG-N-карбамил глутамат в количестве 5 г/гол./сут (табл. 1). До периода скармливания был месячный подготовительный период, в течение которого животные привыкали к изменяющимся условиям (скармливание кормовой добавки, выравнивание по живой массе и т.д.). Период скармливания составил 90 сут, а продолжительность эксперимента – 120 сут (30 сут подготовительный период).

Таблица 1

Схема проведения эксперимента

Группа	Число животных, гол.	Условия кормления
Контрольная	10	Хозяйственный рацион
Опытная	10	Хозяйственный рацион (ХР) + NCG – N-карбамил глутамат 5 г/гол./сут

Перед утренним кормлением у животных брали кровь из яремной вены.

Концентрацию аминокислот в крови бычков определяли на аминокислотном анализаторе Azura Knauer (с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии) [2].

Для выявления статистических значимых различий использовали критерий Стьюдента по Н. А. Плохинскому [6].

**Результаты исследований.** Концентрация свободных аминокислот в плазме крови подопытных бычков приведена в табл. 2.

В предварительный период концентрация свободных аминокислот не имела межгрупповой разницы, соответственно в группы были отобраны клинически здоровые бычки.

За период скармливания кормовой добавки в плазме крови опытных бычков отмечалось изменение концентрации заменимых и незаменимых аминокислот. Так, концентрация незаменимых аминокислот в первый опытный период в опытной группе имела недостоверное отличие, %: валин – 1,23; гистидин – 2,67; изолейцин – 3,33; лейцин – 2,35; лизин – 1,53; метионин – 6,25; треонин – 5,0; триптофан – 4,35; фенилаланин – 3,64; аргинин – 3,8.

Во второй опытный период (60 сут после скармливания) у бычков опытной группы отмечалась тенденция к увеличению концентрации аминокислотного состава, %: валин – 2,25; гистидин – 1,70; изолейцин – 4,62; лейцин – 2,20; лизин – 0,72; метионин – 5,0; треонин – 2,17; триптофан – 1,64; фенилаланин – 5,26; аргинин – 4,65.

На 90-е сут после скармливания добавки у бычков опытной группы отмечалась тенденция к увеличению концентрации аминокислот, %: валин – 5,26; гистидин – 1,64; изолейцин – 4,29; лейцин – 6,31; лизин – 2,11; метионин – 0,75; фенилаланин – 1,61; аргинин – 7,77.

В плазме крови бычков опытной группы на 30-е, 60-е, 90-е сут после скармливания добавки отмечалась тенденция к увеличению концентрации заменимых аминокислот. На 30-е сут, %: глицин – 2,94; аланин – 2,90; цистеин – 5,77; глутаминовая кислота – 1,34; тирозин – 3,39; пролин – 3,45; серин – 4,84; аспарагиновая кислота – 2,50.

На 60-е сут, %: глицин – 2,22; аланин – 6,66; цистеин – 3,33; глутаминовая кислота – 1,34; тирозин – 3,39; пролин – 3,45; серин – 4,84; аспарагиновая кислота – 2,50.

Таблица 2

## Концентрация свободных аминокислот в плазме крови бычков, мг%

Показатель	Предварительный период, 6 мес.		1-й опытный период (30 сут после скармливания)		2-й опытный период (60 сут после скармливания)		3-й опытный период (90 сут после скармливания)	
	Контроль-ная	Опытная	Контроль-ная	Опытная	Контроль-ная	Опытная	Контроль-ная	Опытная
Валин	0,80±0,05	0,79±0,04	0,81±0,15	0,82±0,20	0,89±0,05	0,91±0,15	0,95±0,05	1,0±0,15
Гистидин	1,05±0,10	1,09±0,09	1,12±0,12	1,15±0,19	1,18±0,25	1,20±0,12	1,22±0,35	1,24±0,25
Изолейцин	0,55±0,03	0,56±0,09	0,60±0,03	0,62±0,05	0,65±0,05	0,68±0,10	0,70±0,19	0,73±0,19
Лейцин	0,80±0,04	0,81±0,05	0,85±0,04	0,87±0,09	0,90±0,04	0,92±0,09	0,95±0,05	1,01±0,20
Лизин	1,28±0,13	1,30±0,15	1,31±0,10	1,33±0,19	1,39±0,24	1,40±0,31	1,42±0,25	1,45±0,35
Метионин	0,14±0,08	0,15±0,05	0,16±0,09	0,17±0,05	0,20±0,04	0,23±0,05	0,22±0,09	0,24±0,10
Треонин	0,38±0,07	0,38±0,09	0,40±0,10	0,42±0,15	0,46±0,01	0,48±0,03	0,49±0,05	0,51±0,09
Триптофан	0,94±0,05	0,95±0,09	1,15±0,14	1,20±0,15	1,22±0,19	1,24±0,31	1,33±0,25	1,34±0,30
Фенилаланин	0,50±0,02	0,51±0,05	0,55±0,05	0,57±0,09	0,57±0,10	0,61±0,25	0,62±0,20	0,63±0,25
Аргинин	0,68±0,19	0,70±0,20	0,79±0,06	0,82±0,10	0,86±0,10	0,91±0,15	0,90±0,15	0,95±0,25
Глицин	1,57±0,34	1,60±0,50	1,70±0,02	1,75±0,05	1,80±0,05	1,84±0,08	2,0±0,05	2,07±0,08
Аланин	0,64±0,05	0,66±0,01	0,69±0,04	0,71±0,09	0,75±0,05	0,80±0,19	0,90±0,19	0,95±0,50
Цистеин	0,47±0,10	0,45±0,15	0,52±0,10	0,55±0,15	0,60±0,09	0,62±0,12	0,62±0,13	0,65±0,09
Глутаминовая кислота	1,35±0,15	1,30±0,20	1,40±0,20	1,45±0,31	1,49±0,31	1,51±0,40	1,60±0,50	1,65±0,55
Тирозин	0,50±0,06	0,52±0,09	0,55±0,10	0,57±0,09	0,59±0,12	0,61±0,15	0,62±0,15	0,65±0,25
Пролин	0,44±0,25	0,47±0,10	0,50±0,10	0,52±0,10	0,58±0,17	0,62±0,09	0,60±0,25	0,62±0,13
Серин	0,55±0,09	0,57±0,10	0,60±0,19	0,62±0,31	0,62±0,04	0,65±0,01	0,65±0,05	0,68±0,05
Аспарагиновая кислота	0,69±0,05	0,70±0,09	0,75±0,09	0,77±0,10	0,80±0,09	0,82±0,19	0,90±0,05	0,94±0,09
Сумма незаменимых аминокислот	7,12	7,24	7,74	7,97	8,32	8,58	8,80	9,10
Сумма заменимых аминокислот	6,21	6,27	6,71	6,94	7,23	7,47	7,89	8,21
Общая сумма	13,33	13,51	14,45	14,91	15,55	16,04	16,69	17,31

Примечание: \* –  $p \leq 0,05$ .

На 90-е сут, %: глицин – 2,50; аланин – 5,55; цистеин – 4,84; глутаминовая кислота – 3,20; тирозин – 4,84; пролин – 3,33; серин – 4,62; аспарагиновая кислота – 4,44.

За период скармливания кормовой добавки сумма аминокислот имела тенденцию к увеличению: незаменимых – 30-е сут – 0,23 мг/%; 60-е – 0,25 и 90-е – 0,30 мг/% и заменимых – 0,23; 0,25; 0,32 мг/% соответственно.

Общая сумма аминокислот в опытной группе по сравнению с контрольной за период скармливания была выше на 0,46 мг/% – 30-е сут; 0,50 мг/% – 60-е и 0,62 мг/% – 90-е сут.

Скармливание кормовой добавки NCG-N карбомил глутамат способствовало

изменению концентрации заменимых и незаменимых аминокислот, что, возможно, взаимосвязано с изменением популяционного, количественного и видового составов микроорганизмов рубца, которые способны синтезировать белок из простых соединений азота. В рубце под действием фермента уреазы белки корма расщепляются до аммиака и диоксида углерода. Образовавшийся аммиак используется бактериями для синтеза аминокислот. Далее перистальтическими сокращениями рубцовое содержимое перемещается через сетку и книжку в сычуг. В сычуге из погибших бактерий и простейших происходит дальнейшее превращение белка. Под действием соляной кислоты



желудочного сока происходит набухание, денатурация белка, неактивный пепсиноген переходит в активный. Гидролизным путем пепсин расщепляет белок – частично до аминокислот и более простых белков (пептидов, пептонов и альбумоз). В кишечнике всасываются образовавшиеся аминокислоты в кровь.

Можно предположить, что эффективность использования азотистых веществ в опытной группе превосходит контрольную, соответственно в опытных группах масса мышечной ткани будет превосходить контрольную группу. Вероятно, эти изменения метаболических процессов в мышечной ткани происходят в сторону снижения распада белков.

Интенсивное выращивание животных с раннего возраста дает возможность наиболее полно использовать биологические особенности организма к усиленному росту, проявлять потенциальные возможности организма.

На основании ежемесячных взвешиваний подопытных бычков была рассчитана средняя живая масса контрольной и опытной группы, результаты которых представлены в табл. 3.

Таблица 3

**Живая масса бычков на откорме  
контрольной и опытной групп  
на протяжении опыта, кг**

Возраст, мес.	Группа	
	Контрольная	Опытная
6	170,15±3,80	170,00±3,65
7	198,50±3,25	200,10±3,00
8	227,30±4,55	230,70±2,95
9	256,40±2,55	260,12±2,15

Данные табл. 3 свидетельствуют о том, что через 30 сут после скармливания живая масса бычков опытной группы была больше, чем у животных контрольной группы. Живая масса бычков контрольной группы составила 198,50±3,25 кг, опытной – 200,10±3,00 кг, т.е. бычки опытной группы имели живую массу соответственно на 0,80 % (1,6 кг) больше по сравнению с аналогичным показателем у животных контрольной группы.

Через 60 сут скармливания 8-месячные бычки опытной группы превосходили по живой массе животных контрольной группы соответственно на 1,50 %, или 3,4 кг.

Через 3 мес. скармливания кормовой добавки разница по живой массе между подопытными бычками контрольной и опытной групп составила 1,50 %, или 3,72 кг.

Таким образом, скармливание бычкам на откорме кормовой добавки способствовало повышению интенсивности роста и достижению средней живой массы 260,12±2,15 к 9 мес., что на 3,72 кг больше по сравнению с контролем.

**Заключение.** Скармливание кормовой добавки NCG – N-карбамил глутамат в составе зерносмеси оказало положительное влияние на аминокислотный состав плазмы крови и живую массу бычков на откорме. За период исследований нами была установлена тенденция к увеличению концентрации свободных аминокислот. Данные изменения свидетельствуют о нормальном течении ферментативно-микробиологических процессов в рубце, синтезе азотистых соединений, промежуточные метаболиты которых использовались для роста мышечной массы.

**Список источников**

1. *Ибраев А. С., Кизаев М. А., Ажмулдинов Е. А. и др.* Влияние состава и качества рационов на азотистый обмен у молодняка крупного рогатого скота при откорме // Мясное скотоводство – приоритеты и перспективы развития. материалы международной научно-практической конференции / под общ. ред. С. А. Мирошникова. Оренбург, 2018. С. 110–113.
2. *Кондрахин И. П., Архипов А. В., Левченко В. И. и др.* Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справочник / под ред. И. П. Кондрахина. М.: КолосС, 2004. 520 с.
3. *Кузнецов А. С., Харитонов Е. Л., Остренко К. С.* Влияние добавок N-карбомилглутамата на показатели рубцового пищеварения, утилизацию аммиака, метаболизм азота и молочную продуктивность // Молочное и мясное скотоводство. 2021. № 1. С. 29–32.

4. Кузнецов А. С., Харитонов Е. Л., Остренко К. С. Использование азотсодержащих соединений в организме молодняка крупного рогатого скота при добавлении в рацион N – карбомилглутамата // Молочное и мясное скотоводство. 2021. № 2. С. 37–42.
5. Овсянников А. И. Основы опытного дела в животноводстве. М.: Колос, 2012. 304 с.
6. Плохинский Н. А. Биометрия. Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения АН СССР, 1990. 136 с.
7. Bachman C., Colombo P., Jaggi K. N-acetylglutamate synthetase (NAGS) deficiency: diagnosis, clinical observation and treatment // *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 1982. Vol. 153. Pp. 39–45.
8. Chacher B., Zhu W., Ye J. et al. Effect of dietary N- carbamoyl glutamate on milk production and nitrogen utilization in high yielding dairy cows // *Indianapolis*. 2013. Vol. 90. Pp. 215–225.
9. Hall L. M., Metzenberg R. L., Cohen P. P. Isolation and characterization of a naturally occurring cofactor of carbamyl phosphate biosynthesis // *Journal of Biological Chemistry*. 1958. Vol. 230 (2). Pp. 1013–1021.
10. Daniotti M., Marca G., Fiorini P. et al. New developments in the treatment of hyperammonemia: emerging use of carglumic acid // *International Journal of General Medicine*. 2011. Vol. 4. Pp. 21–28.
11. Frank J., Escobar J., H. Nguyen V. et al. Oral N-carbamylglutamate supplementation increases protein synthesis in skeletal muscle of piglets // *Journal of Nutrition*. 2007. Vol. 137 (2). Pp. 315–319.
12. Shabl Z. Partitioning of amino acids flowing to the abomasums into feed, bacterial, protozoa and endogenous fractions // *J. Dairy Sci*. 2000. Vol. 83. Pp. 2326–2334.
- and development prospects. materials of the international scientific and practical conference. Edited by Miroshnikov S. A. Orenburg. Pp. 110–113 (In Russ.).
2. Kondrakhin I. P., Arkhipov A. V., Levchenko V. I. et al. (2004) *Methods of veterinary clinical laboratory diagnostics: a handbook* / ed. by I. P. Kondrakhin. Moscow: KolosS. 520 p. (In Russ.).
3. Kuznetsov A. S., Kharitonov E. L., Ostrenko K. S. (2021) The effect of N-carbomylglutamate additives on the parameters of cicatricial digestion, ammonia utilization, nitrogen metabolism and milk productivity. *Dairy and beef cattle breeding*, no. 1, pp. 29–32 (In Russ.).
4. Kuznetsov A. S., Kharitonov E. L., Ostrenko K. S. The use of nitrogen-containing compounds in the body of young cattle when N – carbomylglutamate is added to the diet. *Dairy and beef cattle breeding*, no. 2, pp. 37–42 (In Russ.).
5. Ovsyannikov A. I. (2012) *Fundamentals of experimental business in animal husbandry*. M.: Kolos. 304 p. (In Russ.).
6. Plokhinsky N. A. (1990) *Biometrics*. Novosibirsk: Publishing House of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences. 136 p. (In Russ.).
7. Bachman C., Colombo P., Jaggi K. (1982) N-acetylglutamate synthetase (NAGS) deficiency: diagnosis, clinical observation and treatment. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, vol. 153, pp. 39–45.
8. Chacher B., Zhu W., Ye J. et al. (2013) Effect of dietary N- carbamoyl glutamate on milk production and nitrogen utilization in high yielding dairy cows. *Indianapolis*, vol. 90, pp. 215–225.
9. Hall L. M., Metzenberg R. L., Cohen P. P. (1958) Isolation and characterization of a naturally occurring cofactor of carbamyl phosphate biosynthesis. *Journal of Biological Chemistry*, vol. 230 (2), pp. 1013–1021.
10. Daniotti M., Marca G., Fiorini P. et al. (2011) New developments in the treatment of hyperammonemia: emerging use of carglumic acid. *International Journal of General Medicine*, vol. 4, pp. 21–28.

## References

1. Ibraev A. S., Kizaev M. A., Azhmuldinov E. A. et al. (2018) The influence of the composition and quality of diets on nitrogen metabolism in young cattle during fattening // *Beef cattle breeding – priorities*

11. Frank J., Escobar J., Nguyen H. V. et al. (2007) Oral N-carbamylglutamate supplementation increases protein synthesis in skeletal muscle of piglets. *Journal of Nutrition*, vol. 137 (2), pp. 315–319.
12. Shabl Z. (2000) Partitioning of amino acids flowing to the abomasums into feed, bacterial, protozoa and endogenous fractions. *J. Dairy Sci.*, vol. 83, pp. 2326–2334.

**Информация об авторах:**

Е. М. ЦЫГАНКОВ – доцент кафедры эпизоотологии, микробиологии, паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, кандидат биологических наук;  
А. А. МЕНЬКОВА – профессор, доктор биологических наук, профессор кафедры нормальной и патологической морфологии и физиологии животных;  
Ю. В. ПЕТРОВА – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы.

**Information about the authors:**

E. M. TSYGANKOV – Associate Professor of the Department of Epizootology, Microbiology, Parasitology and Veterinary and Sanitary Expertise, Candidate of Biological Sciences;  
A. A. MENKOVA – Professor, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Normal and Pathological Morphology and Physiology of Animals, aamenkova@maik.ru;  
Yu. V. PETROVA – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor 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 21.02.2024; одобрена после рецензирования 26.02.2024; принята к публикации 03.03.2024.  
The article was submitted 21.02.2024; approved after reviewing 26.02.2024; accepted for publication 03.03.2024.



Экспериментальная статья

УДК 636.5.033

DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202504113

## **Эффективность применения отечественных адсорбентов «МаксиСорб®» и «ТоксиНон®» при выращивании цыплят-бройлеров в производственных условиях**

**Мария Андреевна Спивак<sup>1</sup>, Юлия Валентиновна Петрова<sup>2</sup>,  
Елена Александровна Золотухина<sup>3</sup>, Дмитрий Игоревич Тищенко<sup>4</sup>**

<sup>1,2</sup> Московская ветеринарная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –  
МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия

<sup>3,4</sup> СГЦ «Загорское экспериментально-племенное хозяйство» –  
филиал ФНЦ «ВНИТИП» РАН, Сергиев Посад, Россия

<sup>1</sup> spivakmarija@yandex.ru;

<sup>2</sup> belova\_u@mail.ru

*Автор, ответственный за переписку:*

Мария Андреевна Спивак, spivakmarija@yandex.ru

### **Аннотация**

**В** статье представлены результаты исследования влияния кормовых добавок «МаксиСорб®» и «ТоксиНон®» на продуктивность птицы, биологическую полноценность и безопасность мяса цыплят-бройлеров в производственных условиях, а также оценен экономический эффект при применении адсорбентов в рационе птицы. Результаты производственных испытаний показали, что бройлеры, получавшие адсорбент «МаксиСорб®», демонстрировали улучшенные производственные показатели по сравнению с контрольной группой и группой цыплят-бройлеров, которые получали кормовую добавку «ТоксиНон®», что экономически выгоднее и обеспечивает повышение рентабельности на 2,2 % по сравнению с использованием адсорбента «ТоксиНон®».

**Ключевые слова:** экономическая эффективность, живая масса, мясо цыплят-бройлеров, сорбент, микотоксины

Для цитирования: Спивак М. А., Петрова Ю. В., Золотухина Е. А., Тищенко Д. И. Эффективность применения отечественных адсорбентов «МаксиСорб®» и «ТоксиНон®» при выращивании цыплят-бройлеров в производственных условиях // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 4. Т. 1. С. 110–119. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504113>

## Efficiency of using adsorbents «MaxiSorb®» and «ToxiNon®» in growing broiler chickens in industrial conditions

Maria A. Spivak<sup>1</sup>, Yulia V. Petrova<sup>2</sup>, Elena A. Zolotukhina<sup>3</sup>,  
Dmitry I. Tishenkov<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup> Moscow Veterinary Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –  
MVA named after K. I. Skryabin, Moscow, Russia

<sup>3,4</sup> Breeding and Genetic Center «Zagorsky Experimental Breeding Farm» –  
branch of the VNITIP Scientific Research Center of the Russian Academy  
of Sciences, Sergiev Posad, Russia

<sup>1</sup> spivakmarija@yandex.ru;

<sup>2</sup> belova\_u@mail.ru

Corresponding author:

Maria A. Spivak spivakmarija@yandex.ru

### Abstract

The article presents the results of the study of the effect of feed additives «MaxiSorb®» and «ToxiNon®» on poultry productivity, biological value and safety of broiler meat in production conditions, and also evaluates the economic effect of using adsorbents in the poultry diet. The results of production tests showed that broilers receiving the adsorbent «MaxiSorb®» demonstrated improved production indicators compared to the control group and the group of broiler chickens that received the feed additive «ToxiNon®», which is more economically advantageous and ensures an increase in profitability by 2.2 % compared to the use of the adsorbent «ToxiNon®».

**Keywords:** economic efficiency, live weight, broiler chicken meat, sorbent, mycotoxins

**For citation:** Spivak M. A., Petrova Yu. V., Zolotukhina E. A., Tishenkov D. I. (2025) The effectiveness of the use of domestic adsorbents «Maxisorb» and «Toxin» in the cultivation of broiler chickens in industrial conditions. *Veterinariya, Zootekhniya i Biotekhnologiya*. 2025. № 4. Vol. 1. Pp. 110–119. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504113>

**В**ведение. Для успешной реализации Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации и Стратегии развития сельского хозяйства и рыбохозяйственного комплекса до 2030 года необходимо обеспечить рост производства продуктов животного происхождения. Животноводческая отрасль в стране активно развивается, следуя глобальным трендам. Важную роль играет птицеводство, которое является одним из ключевых направлений животноводства и вносит значительный вклад в обеспечение населения страны сельскохозяйственной продукцией [1]. Развитие этого сектора способствует снижению зави-

симости от импорта и увеличению общего объема производимой животноводческой продукции, что улучшает качество жизни граждан.

Эффективность птицеводства зависит не только от правильного содержания и разведения птицы, но и от полноценного кормления, удовлетворяющего все ее потребности. Ключом к получению высококачественного мяса птицы служит использование кормов высокого качества с хорошей конверсией [5]. Основной причиной появления некачественных кормов является их заражение микотоксинами уже на стадии сбора и хранения зерна. Одна из основных проблем,

вызывающих порчу и потерю зерна, заключается в поражении сырьевых материалов грибами, которые способны вырабатывать микотоксины. Эффективность птицеводства зависит не только от правильного содержания и разведения птицы, но и от полноценного кормления, удовлетворяющего все ее потребности. Ключом к получению высококачественного мяса птицы служит использование кормов высокого качества с хорошей конверсией [6]. Основной причиной появления некачественных кормов является их заражение микотоксинами уже на стадии сбора и хранения зерна. Одна из главных проблем, вызывающих порчу и потерю зерна, заключается в поражении сырьевых материалов грибами, которые способны вырабатывать микотоксины [2].

Микотоксины, выделяемые микроскопическими грибами, являются опасными веществами для человека и могут нанести серьезный вред здоровью, проникая в организм разными способами [3]. Основной путь проникновения – алиментарный, т.е. через употребление загрязненных продуктов. Длительное потребление пищи, содержащей микотоксины, может привести к развитию различных заболеваний, ослаблению иммунной системы, нарушениям работы нервной системы, а также способствовать возникновению онкологических заболеваний [8].

Современные исследования в области птицеводства направлены на разработку методов предотвращения микотоксикозов у сельскохозяйственной птицы, чтобы гарантировать высокое качество мясной продукции с точки зрения ветеринарно-санитарных норм [9]. Научные данные свидетельствуют о том, что положительное воздействие на профилактику микотоксикозов достигается за счет включения сорбентов в рацион птицы, что помогает улучшить качество и безопасность продукции птицеводства [2]. Эти кормовые добавки способствуют созданию условий, при которых снижается всасывание микотоксинов в пищеварительной системе, предотвращая их попадание в кровотоки и дальнейшее распространение по внутренним органам [7].

**Цель исследования.** Оценить экономические показатели выращивания цып-

лят-бройлеров при добавлении в рацион адсорбирующих кормовых добавок «МаксиСорб®» и «ТоксиНон®» на базе СГЦ «Загорское ЭПХ».

Для достижения поставленной цели нами сформулированы следующие задачи:

- оценить сохранность, мясную продуктивность цыплят-бройлеров, биологическую полноценность и безопасность мяса птицы, полученного при использовании в рационе кормовых добавок «ТоксиНон®» и «МаксиСорб®»;

- оценить экономическую эффективность применения кормовых добавок в рационе бройлеров для профилактики развития микотоксикозов на производстве.

**Материалы и методы.** В условиях селекционно-генетического центра «Загорское ЭПХ» г. Сергиев Посад Московской области проведен научно-производственный опыт по влиянию адсорбентов «МаксиСорб®» и «ТоксиНон®» при введении в рацион цыплят-бройлеров кросса «Росс-308».

По принципу пар-аналогов сформировано три группы суточных цыплят, по 500 гол. в каждой: 1-я группа служила контролем и получала основной рацион; 2-я опытная группа получала основной рацион и кормовую добавку «МаксиСорб®» из расчета 1,0 кг/т корма с 7-х по 42-е сут; 3-я опытная группа получала основной рацион и кормовую добавку «ТоксиНон®» из расчета 1,0 кг/т корма с 7-х по 42-е сут.

Кормовые добавки «МаксиСорб®» и «ТоксиНон®» производства ООО «Биорост» являются эффективными кормовыми добавками с высокой сорбционной емкостью.

«МаксиСорб®» – это многокомпонентный адсорбент микотоксинов, используемый в качестве кормовой добавки для сельскохозяйственных животных. Его состав включает в себя такие активные ингредиенты, как бентонит, клеточные стенки дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* и диоксид кремния. Среди вспомогательных компонентов присутствуют бетаин, янтарная кислота, экстракт расторопши пятнистой и пробиотик МОС. Адсорбирующая способность этой добавки в отношении различных микотоксинов составляет: для афлатоксина В1 и охратоксина А – не менее 90 %, для



зеараленона – не менее 70; для Т-2 токсина – не менее 45 %.

Кормовая добавка «ТоксиНон®» представляет собой смесь природных минералов, предназначенную для адсорбции метаболитов плесневых грибов в пищеварительном канале, предотвращая их всасывание. Этот сорбент формирует устойчивые соединения с микотоксинами, не разрушаясь на пути через пищеварительную систему, и выводится вместе с фекалиями, обеспечивая защиту организма от негативного воздействия токсинов. Эффективность адсорбции составляет: для афлатоксина В1 и охратоксина А – не менее 90 %, для зеараленона – не менее 80; для Т-2 токсина – не менее 45 %.

На протяжении эксперимента путем ежедневного учета падежа птицы, индивидуального взвешивания определяли такие показатели, как сохранность поголовья (%) и живую массу (г) цыплят-бройлеров.

По ГОСТ Р 55569-2013 методом капиллярного электрофореза определяли количество протеиногенных аминокислот, по ГОСТ 31480-2012 – содержание лизина, метионина, треонина, цистина и триптофана. Согласно ГОСТ Р 55483-2013 выявили состав и определили массовую долю жирных кислот в грудных и бедренных мышцах цыплят-бройлеров.

Показатели безопасности мяса птицы устанавливали согласно Техническому регламенту Евразийского экономического союза 051/2021 «О безопасности мяса птицы и продукции его переработки». Исследования

остатков антибиотиков проведены методами ВЭЖХ и ИФА согласно МУК 4.1.1912-04, МУК 4.1.2158-07, МУК 4.1.3379-16. Пробы для микробиологии отбирались по ГОСТ 7702.2.0-2016. Количество бактерий группы кишечных палочек, КМАФАнМ, *Salmonella* и *Listeria monocytogenes* определяли по ГОСТ 31747-2012, ГОСТ 10444.15-94, ГОСТ 31659-2012 и ГОСТ 32031-2012 соответственно. Пестициды определяли по ГОСТ 32308-2013, тяжелые металлы – по ГОСТ 33824-2016, мышьяк – по ГОСТ 31628-2012, ртуть – по ГОСТ Р 56931-2016, радионуклиды Cs-137 и Sr-90 – по ГОСТ 32161-2013 и ГОСТ 32163-2013.

Экономическая эффективность производства цыплят-бройлеров с использованием сорбирующих кормовых добавок оценивалась согласно методике, разработанной и утвержденной ФГБНУ ВНИТИП [2].

Результаты исследования. Во время эксперимента цыплята-бройлеры находились под клиническим наблюдением. Отмечали аппетит, потребление корма, состояние зоба, линьку, блеск глаз, состояние носа, гребня, сережек, клоаки, конечностей, поведение, реакцию на окружающую среду, качество оперения, температуру тела, пульс и дыхание.

Птицы контрольной и опытных групп, получавшие добавку «МаксиСорб®» и «ТоксиНон®», выглядели здоровыми, хорошо росли и развивались, активно потребляли корм, реагировали на раздражители, имели чистые розовые гребешки и сережки, нормальную температуру тела, сердцебиение и дыхание.



Рис. 1. Эффективность применения адсорбентов «МаксиСорб®» и «ТоксиНон®» в производственных условиях СГЦ «Загорское ЭПХ» (n=500, S±Sx)

Согласно полученным данным (рис. 1), сохранность поголовья во 2-й и 3-й группах составила 99,2 и 98,4 % соответственно, что выше контрольных показателей на 1,4 и 0,6 % соответственно. Средняя живая масса бройлеров 2-й и 3-й групп по окончании опыта (42-е сут) составила 2931,5 и 2860,4 г, что на 7,2 и 4,6 % выше, чем в контрольной группе.

Биологическая ценность мяса определяется не только его белковым составом, но

и качеством этих белков, включая содержание и соотношение заменимых и незаменимых аминокислот, а также липидным профилем и наличием витаминов [5].

В лабораторных условиях ФГБУ «ВНИИЗЖ» была проведена оценка биологической ценности мяса цыплят-бройлеров подопытных групп на основе анализа аминокислотного состава. Аминокислотный состав мяса цыплят-бройлеров контрольной и опытных групп представлен в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Незаменимые аминокислоты в средних пробах мяса цыплят-бройлеров,  $n=5$ ,  $\bar{X} \pm S_x$ 

Показатель, %	Группа		
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная
Аргинин	1,1 $\pm$ 0,5	1,3 $\pm$ 0,9	1,5 $\pm$ 0,2
Валин	0,8 $\pm$ 0,4	0,9 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,3
Гистидин	0,6 $\pm$ 0,4	0,6 $\pm$ 0,7	0,8 $\pm$ 0,4
Лизин	1,7 $\pm$ 0,6	1,8 $\pm$ 0,4	1,8 $\pm$ 0,6
Массовая доля лейцина и изолейцина (суммарно)	2,3 $\pm$ 0,6	2,4 $\pm$ 0,5	2,5 $\pm$ 0,5
Метионин	0,51 $\pm$ 0,17	0,5 $\pm$ 0,19	0,6 $\pm$ 0,4
Треонин	0,8 $\pm$ 0,4	0,8 $\pm$ 0,4	0,9 $\pm$ 0,3
Триптофан	0,13 $\pm$ 0,03	0,16 $\pm$ 0,03	0,19 $\pm$ 0,04
Фенилаланин	0,7 $\pm$ 0,3	0,7 $\pm$ 0,2	0,8 $\pm$ 0,1
Сумма	8,66	9,16	8,64
% к контролю	100	105,7	99,7

Таблица 2

Заменимые аминокислоты в средних пробах мяса цыплят-бройлеров,  $n=5$ ,  $\bar{X} \pm S_x$ 

Показатель, %	Группа		
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная
Аланин	1,2 $\pm$ 0,4	1,3 $\pm$ 0,3	1,4 $\pm$ 0,5
Глицин	0,8 $\pm$ 0,3	0,8 $\pm$ 0,4	0,9 $\pm$ 0,2
Массовая доля аспаргина и аспаргиновой кислоты (суммарно)	2,08 $\pm$ 0,8	0,6 $\pm$ 0,4	0,6 $\pm$ 0,4
Массовая доля глутамина и глутаминовой кислоты (суммарно)	3,0 $\pm$ 1,2	0,9 $\pm$ 0,5	0,9 $\pm$ 0,2
Пролин	0,6 $\pm$ 0,19	0,6 $\pm$ 0,2	0,7 $\pm$ 0,19
Серин	0,8 $\pm$ 0,2	0,8 $\pm$ 0,5	0,9 $\pm$ 0,3
Тирозин	0,8 $\pm$ 0,3	1,0 $\pm$ 0,2	1,2 $\pm$ 0,3
Цистин	0,13 $\pm$ 0,05	0,11 $\pm$ 0,03	0,12 $\pm$ 0,03
Сумма	7,97	4,86	6,72
% к контролю	100	60,9	84,31

На основании проведенного исследования аминокислотного состава мяса цыплят-бройлеров было установлено, что использование кормовых добавок «МаксиСорб®»

и «ТоксиНон®» в рационе способствует повышению уровня незаменимых аминокислот относительно контрольной группы. Наиболее выраженный эффект наблюдался

во 2-й опытной группе, получавшей добавку «МаксиСорб®». Так, сумма незаменимых аминокислот во 2-й группе превышает показатели 1-й контрольной группы на 5,7 %, тогда как в 3-й опытной группе этот показатель превосходит контрольный на 5,6 %.

В ходе работы применялся метод оценки белково-качественного показателя (БКП), который показал значительные различия между группами. Установлено, что наибольшие значения БКП зафиксированы в опытных группах. В частности, БКП во 2-й опытной группе достигал отметки 0,26, что превышает значение 1-й контрольной

группы на 18,2 %. В 3-й опытной группе этот показатель составил 0,27, превосходя контрольную группу на 22,7 %. Данные представлены на рис. 2.

В мускулатуре грудной и бедренной областей бройлерных цыплят контрольной и опытных групп было проведено количественное определение насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот. Исследование осуществлялось в условиях аккредитованного испытательного центра Всероссийского научно-исследовательского и технологического института птицеводства (ВНИИПП).



Рис. 2. Белково-качественный показатель



Рис. 3. Жирно-кислотный состав грудных мышц цыплят-бройлеров, %





Рис. 4. Жирно-кислотный состав бедренных мышц цыплят-бройлеров, %

На основании данных, представленных на рис. 3 и 4, установлено, что использование сорбирующих кормовых добавок «МаксиСорб®» и «ТоксиНон®» в рационах цыплят-бройлеров привело к снижению уровня насыщенных жирных кислот в грудных мышцах на 10,9 и 8,2 % соответственно во 2-й и 3-й группах, а также в бедренных мышцах – на 9,4 и 5,7 %. Содержание мононенасыщенных жирных кислот снизилось в грудных мышцах цыплят-бройлеров 2-й и 3-й опытных групп на 7,8 и 2,7 %, тогда как в бедренных мышцах – на 2,9 и 1,2 %.

Помимо этого, наблюдалось увеличение доли полиненасыщенных жирных кислот, особенно в грудных мышцах. Во 2-й и 3-й опытных группах уровень омега-6 жирных кислот был выше чем в 1-й контрольной группе, на 25,9 и 15,5 %, а по содержанию омега-3 жирных кислот – почти в 3 раза. В бедренных мышцах птицы 2-й опытной группы содержание омега-6 жирных кислот увеличилось на 5,7 %; омега-3 жирных кислот – почти вдвое больше по сравнению с контролем.

Выполненные исследования по обеспечению получения качественной и безопасной продукции птицеводства требуют проведения расчетов экономической целесообразности применяемых методов, поскольку использование кормовых добавок ведет к увеличению производственных затрат.

Для определения рентабельности производства мяса рассчитывали индекс эффективности производства мяса птицы (ИЭМ) по экспресс-методике в соответствии с методическими указаниями [2] по формуле:

$$\text{ИЭМ} = M \times Ц_m / С_k \times (100/Д_k), \quad (1)$$

где  $M$  – валовый выход мяса в убойной массе, кг;

$Ц_m$  – средняя цена реализации 1 кг мяса, руб.;

$С_k$  – общая стоимость корма, руб.;

$Д_k$  – доля кормов в себестоимости мяса (в убойной массе), %.

Результаты введения в рацион цыплят-бройлеров кормовых добавок «МаксиСорб®» и «ТоксиНон®» представлены в табл. 3.

Производственные испытания показали, что бройлеры 2-й опытной группы, получавшие в рационе адсорбент «МаксиСорб®» в дозировке 1,0 кг/т комбикорма, продемонстрировали повышенные производственные характеристики по сравнению с птицей контрольной группы. В частности, средняя живая масса птицы в этой группе превышала таковой показатель в контроле на 7,1 %; сохранность поголовья – на 1,4; убойный выход – на 1,5 %. Снижение затрат корма на 1 кг прироста составило 6,1 %, что обеспечило увеличение рентабельности на 3,6 %.

Таблица 3

Экономические показатели и результаты применения кормовых добавок «МаксиСорб®»  
и «ТоксиНон®» в рационе цыплят-бройлеров кросса «Росс-308»

Показатель	Группа		
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная
Поголовье, принятое на выращивание, гол.	500	500	500
Поголовье сданное на убой, гол.	489	496	492
Срок ввода кормовой добавки, сут	–	35	35
Средняя живая масса 1 гол., г	2737,2	2931,5	2863,2
Выход потрошенной тушки, кг	2058,4	2248,7	2178,9
Убойный выход, %	75,2	76,7	76,1
Затраты на кормовую добавку, руб.	–	143	126
Средняя цена реализации 1 кг мяса, руб.	119,6	119,6	119,6
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	1,96	1,84	1,92
Индекс эффективности производства мяса (ИЭМ)	105,2	108,8	106,6
Рентабельность, %	5,2	8,8	6,6

Кроме того, включение в рацион цыплят-бройлеров адсорбента «ТоксиНон®» способствовало улучшению производительных характеристик птицы в сравнении с контролем. Бройлеры 3-й опытной группы имели среднюю живую массу, превышающую показатель контрольной группы на 4,6 %; сохранность поголовья была выше на 0,6; а убойный выход увеличился на 0,9 %. Экономия корма на прирост составила 2 %, что повысило рентабельность на 1,4 % по отношению к контролю.

**Заключение.** Анализируя экономическую эффективность обеих экспериментальных групп, было установлено, что использование адсорбента «МаксиСорб®» в дозировке 1,0 кг/т комбикорма является более выгодным, поскольку обеспечивает повышение рентабельности на 2,2 % по сравнению с применением адсорбента «ТоксиНон®».

Список источников

1. Кочиш И. И., Подобед Л. И., Смоленский В. И. и др. Незаразные болезни и профилактика кормовых нарушений в современном птицеводстве: монография. М.: Сельскохозяйственные технологии, 2021. 298 с.

2. Лукашенко В. С. и др. Методика проведения исследований по технологии производства яиц и мяса птицы. С. Посад:

ФГБНУ «Всероссийский науч.-исследовательский и технологический ин-т птицеводства», 2015. 103 с.

3. Петрова Ю. В., Бачинская В. М., Спивак М. А. Сравнительная эффективность применения сорбентов в птицеводстве с целью профилактики микотоксикозов // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2022. № 7. С. 42–48.

4. Спивак М. А., Абрамов П. Н., Петрова Ю. В. Клинический статус цыплят-бройлеров при экспериментальном микотоксикозе // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2023. № 5. С. 42–50.

5. Спивак М. А., Петрова Ю. В. Биологическая безопасность мяса цыплят-бройлеров при применении в их рационе отечественного адсорбента // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2024. № 6. С. 58–63.

6. Тришина Ю. В., Петрова Ю. В., Гончар Д. В. Ветеринарно-санитарная экспертиза мяса цыплят-бройлеров при применении кормовой добавки «Афлуксид» // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2023. № 1. С. 102–107.

7. Фисинин В. И., Сурай П. Микотоксины и антиоксиданты: непримиримая борьба. Охратоксин А // Комбикорма. 2012. № 3. С. 55–60.

8. Abdelnour S. A., Mahasneh Z. M. H., Barakat R. A. et al. Microalgae: A promising strategy for aflatoxin control in

poultry feeds // *Toxicon*. 2024. Vol. 244. Pp. 142–151.

9. Ochieng P. E., Scippo M.-L., Kemboi D. C. et al. Mycotoxins in Poultry Feed and Feed Ingredients from Sub-Saharan Africa and Their Impact on the Production of Broiler and Layer Chickens: A Review // *Toxins* (Basel). 2021. Vol. 13 (9). P. 633.

### References

1. Kochish I. I., Podobed L. I., Smolensky V. I. et al. (2021) Non-infectious diseases and prevention of feeding disorders in modern poultry farming: a monograph. Moscow: Agricultural Technologies. 298 p. (In Russ.).
2. Lukashenko V. S. et al. (2015) Methodology of research on the technology of production of eggs and poultry meat. S. Posad: Federal State Budgetary Scientific Institution «All-Russian Scientific Research and Technological Institute of Poultry Breeding». 103 p. (In Russ.).
3. Petrova Yu. V., Bachinskaya V. M., Spivak M. A. (2022) Comparative effectiveness of the use of sorbents in poultry farming for the prevention of mycotoxicosis. *Veterinary, animal science, and biotechnology*, no. 7, pp. 42–48 (In Russ.).
4. Spivak M. A., Abramov P. N., Petrova Yu. V. (2023) Clinical status of broiler chickens in experimental mycotoxicosis. *Veterinary, animal science, and biotechnology*, no. 5, pp. 42–50 (In Russ.).
5. Spivak M. A., Petrova Yu. V. (2024) Biological safety of broiler chicken meat when using a domestic adsorbent in their diet. *Veterinary, animal science, and biotechnology*, no. 6, pp. 58–63 (In Russ.).
6. Trishina Yu. V., Petrova Yu. V., Gonchar D. V. (2023) Veterinary and sanitary examination of broiler chicken meat when using the Aflukside feed additive. *Veterinary medicine, zootechny and biotechnology*, no. 1, pp. 102–107 (In Russ.).
7. Fisinin V. I., Suray P. (2012) Mycotoxins and antioxidants: an irreconcilable struggle. *Ochratoxin A. Compound feed*, no. 3, pp. 55–60 (In Russ.).
8. Abdelnour S. A., Mahasneh Z. M. H., Barakat R. A. et al. (2024) Microalgae: A promising strategy for aflatoxin control in poultry feeds. *Toxicon*, vol. 244, pp. 142–151.
9. Ochieng P. E., Scippo M.-L., Kemboi D. C. et al. (2021) Mycotoxins in Poultry Feed and Feed Ingredients from Sub-Saharan Africa and Their Impact on the Production of Broiler and Layer Chickens: A Review. *Toxins* (Basel), vol. 13 (9), p. 633.

### Информация об авторах:

М. А. СПИВАК – соискатель кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы;

Ю. В. ПЕТРОВА – кандидат биологических наук, доцент кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы;

Е. А. ЗОЛОТУХИНА – заместитель директора;

Д. И. ТИШЕНКОВ – главный ветеринарный врач.

### Information about the authors

M. A. SPIVAK – Candidate of the Department of Parasitology and Veterinary and Sanitary Expertise;

Yu. V. PETROVA – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Parasitology and Veterinary and Sanitary Expertise;

E. A. ZOLOTUKHINA – Deputy Director;

D. I. TISHENKOV – Chief Veterinarian.

### 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 22.02.2024; одобрена после рецензирования 27.02.2024;  
принята к публикации 04.03.2024.

The article was submitted 22.02.2024; approved after reviewing 27.02.2024; accepted for  
publication 04.03.2024.

Научная статья

УДК: 579.66

DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202504114

## Оптимизация промышленного культивирования штаммов *Actinobacillus pleuropneumoniae*

Александр Александрович Круглов<sup>1</sup>,  
Николай Васильевич Пименов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Федеральное казенное предприятие «Щелковский биокOMBинат»,  
г.о. Лосино-Петровский, Россия

<sup>2</sup> Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –  
МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия

Автор, ответственный за переписку:

Круглов Александр Александрович, KruglovAA@biocombinat.ru

### Аннотация

*Actinobacillus pleuropneumoniae* – это грамотрицательная бактерия из семейства Pasteurellaceae – возбудитель тяжелого респираторного заболевания – актинобациллезной плевропневмонии; она значительно влияет на здоровье и продуктивность свиней, а также наносит серьезный экономический ущерб свиноводческим предприятиям. У пораженных животных наблюдается фибринозно-геморрагическая, некротическая плевропневмония, часто приводящая к летальному исходу, хроническим осложнениям или бактерионосительству.

В статье представлен подбор оптимального состава питательной среды с целью глубинного культивирования серотипов 2, 5 и 11 *Actinobacillus pleuropneumoniae* для последующего производства вакцины против актинобациллезной плевропневмонии свиней. Проведено культивирование на средах с соответствующими параметрами, а также оценено накопление биомассы по показателям оптической концентрации, измеренное методом спектрофотометрии. Помимо этого, в параллельном эксперименте проведен сравнительный анализ накопления биомассы в питательной среде для глубинного культивирования *Actinobacillus pleuropneumoniae* импортного производства с целью подтверждения соответствия отечественной среды всем необходимым параметрам роста микроорганизмов, а также выявления возможных преимуществ отечественной среды над импортной для ее последующего использования в рамках импортозамещения.

**Ключевые слова:** вакцина, иммунобиопрепараты, актинобациллезная плевропневмония, культивирование, питательная среда, импортозамещение, *Actinobacillus pleuropneumoniae*

**Для цитирования:** Круглов А. А., Пименов Н. В. Оптимизация промышленного культивирования штаммов *Actinobacillus pleuropneumoniae* // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 4. Т. 1. С. 120–126. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504114>

# Optimization of industrial cultivation of *Actinobacillus pleuropneumoniae* strains

Alexander A. Kruglov<sup>1</sup>, Nikolay V. Pimenov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Federal State Enterprise "Shchelkovsky biokombinat" Moscow region, Losino-Petrovsky urban district, Russia

<sup>1, 2</sup> Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Skryabin, Moscow, Russia

Corresponding author:

Alexander A. Kruglov, KruglovAA@biocombinat.ru

## Abstract

*Actinobacillus pleuropneumoniae* is a gram-negative bacterium from the Pasteurellaceae family, being the causative agent of a severe respiratory disease - actinobacillosis pleuropneumonia, it has a significant impact on the health and productivity of pigs, and also causes serious economic damage to pig farms. Affected animals experience fibrinous-hemorrhagic, necrotic pleuropneumonia, often leading to death, chronic complications or carriage of bacteria.

In the presented work, the selection of the optimal composition of the nutrient medium for deep cultivation of serotypes 2, 5 and 11 *Actinobacillus pleuropneumoniae* for subsequent production of a vaccine against actinobacillosis pleuropneumonia in pigs. Cultivation was carried out on media with the appropriate parameters, and the accumulation of biomass was assessed based on optical concentration indicators measured by spectrophotometry. In addition, a parallel experiment was conducted to compare the accumulation of biomass in a nutrient medium for deep cultivation of *Actinobacillus pleuropneumoniae* of imported production to confirm the compliance of the domestic environment with all the necessary parameters for the growth of microorganisms, as well as to identify the possible advantages of the domestic environment over the imported one, for its subsequent use within the framework of import replacement.

**Keywords:** vaccine, immunobiological drugs, actinobacillosis pleuropneumonia, cultivation, nutrient medium, import replacement, *Actinobacillus pleuropneumonia*

**For citation:** Kruglov A. A., Pimenov N. V. (2025) Optimization of industrial cultivation of *Actinobacillus pleuropneumoniae* strains. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. 2025. № 4. Vol. 1. Pp. 120–126. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504114>

**Введение.** *A. pleuropneumoniae* классифицируется на 18 серотипов, которые различаются по вирулентности, метаболическим особенностям и различной степени экспрессии четырех белковых цитотоксинов (АрхI, АрхII, АрхIII, АрхIV), принадлежащих к семейству токсинов RTX. Получено много данных, дающих основание полагать, что эти токсины играют преобладающую роль в патогенности *A. pleuropneumoniae* с разной активностью (гемолитической, цитотоксической и др.). Из-за сильных антигенных свойств они применяются для

серологической диагностики инфекций, вызванных *A. pleuropneumoniae*. Однако другие бактерии экспрессируют токсины, способные давать перекрестные серологические реакции с АрхI, АрхII или АрхIII. В противоположность этому АрхIV – четвертый токсин из группы RTX – является общим и специфичным для всех серотипов.

Нами был проведен анализ эпизоотической ситуации в России по распространению *A. pleuropneumoniae*, подобраны оптимальные серотипы (2, 5, 11) для промышленного культивирования и создания отечественных



го биопрепарата – вакцины против актинобациллезной плевропневмонии свиней, антигенный состав которой будет базироваться на новых собственно полученных производственных штаммах, актуальных серотипов возбудителя. *A. pleuropneumoniae* серотипов 2, 5 и 11 принадлежат к биотипу I, имеют высокую эпидемиологическую значимость и требовательны к условиям культивирования.

Важность создания вакцинопрепаратов против *A. pleuropneumoniae* (особенно из серотипов 2, 5 и 11) связана с их высокой патогенностью и распространенностью в свиноводческой отрасли. Эти серотипы имеют основное значение в разработке вакцин, диагностических тестов и исследований патогенеза.

Для применения *A. pleuropneumoniae* серотипов 2, 5 и 11 в промышленном культивировании на биореакторах необходимо изучить основные параметры культивирования. При промышленном культивировании актуальных серотипов *A. pleuropneumoniae* необходимо учитывать следующие особенности выбора питательных сред, условий роста и технологии, используемых для накопления биомассы штаммов:

- наличие факторов роста: *A. pleuropneumoniae* серотипов 2, 5 и 11 относятся к биотипу I, которым необходимо наличие в питательной среде фактора V (никотинамид-аденин-динуклеотида, НАД/НАДН) для полноценного роста. Данный фактор может быть представлен как в виде чистого соединения, который добавляется в питательные среды, так и в форме секрета его гемофильной микрофлорой либо гемолизированными эритроцитами. В лабораторной практике часто применяются среды на основе шоколадного агара либо специальные жидкие среды, дополненные источниками NAD;

- контроль температуры и pH: оптимальная температура для роста бактерии составляет 37 °C, что соответствует физиологическим условиям организма-хозяина. Значение pH среды должно поддерживаться в диапазоне 7,4–7,6, так как значительные отклонения в кислотности могут негативно повлиять на биосинтетические процессы и жизнеспособность микроорганизма;

- создание условий для дополнительной аэрации: *Actinobacillus pleuropneumoniae* относится к факультативным анаэробам, что позволяет расти как в аэробных, так и в микроаэрофильных условиях. Тем не менее для достижения максимальной биомассы и обеспечения физиологической активности бактерий рекомендуется использование контролируемой атмосферы с пониженной концентрацией кислорода (5–10 %) и увеличенным содержанием углекислого газа (5 %).

- отслеживание фазы роста в процессе промышленного культивирования и индуцируемость вирулентных факторов: для успешного культивирования важным аспектом является мониторинг фаз бактериального роста. Наиболее выраженная экспрессия вирулентных факторов, таких как капсульные полисахариды, липополисахариды и токсины RTX-группы (например, ArxI, ArxII и ArxIII), обычно наблюдается в фазе экспоненциального роста. Это делает данные стадии особенно важными для сбора биоматериала в целях производства антигенов или изучения патогенеза.

Необходимо отслеживать время и скорость накопления биомассы в ходе культивирования. Метаболическая активность и требовательность серотипов различаются. *A. pleuropneumoniae* серотипа 5 характеризуется более интенсивным потреблением углеродных источников, что способствует быстрому накоплению биомассы и меньшему времени культивирования. *A. pleuropneumoniae* серотипов 2 и 11 демонстрируют большую зависимость от наличия аминокислот и источников азота, увеличивая метаболическую пластичность в условиях ограниченного питания, что способствует меньшему накоплению биомассы за короткий отрезок времени и удлиняет цикл промышленного производства.

Получение *A. pleuropneumoniae*, особенно серотипов 2, 5 и 11, в промышленных масштабах представляет собой сложный биотехнологический процесс, требующий точного контроля над параметрами среды. Основная задача заключается в накоплении стабильной биомассы с высокой экспрессией специфических антигенов, которые

могут быть использованы для разработки вакцинного материала или в исследованиях патогенеза. Особенно важным является обеспечение факторов роста, оптимизация состава сред и создание условий, способствующих экспрессии вирулентных факторов, поскольку эти параметры напрямую влияют на иммуногенность бактериального материала.

Промышленное культивирование *A. pleuropneumoniae*, особенно серотипов 2, 5 и 11, является сложной, но важной задачей в процессе создания препаратов для профилактики болезней свиней. Успех процедуры зависит от строгого соблюдения физико-химических показателей и состава среды: содержания питательных веществ, стабильной температуры, концентрации водородных ионов, растворенного кислорода и углекислого газа. Правильный подбор этих параметров обеспечит эффективность накопления биомассы *A. pleuropneumoniae* *in vitro*.

**Цель исследования.** Оптимизировать состав питательной среды для промышленного культивирования *A. pleuropneumoniae*, а также сравнительно оценить накопление биомассы *A. pleuropneumoniae* в двух различных средах отечественного и импортного производства для возможности последующего импортозамещения питательных сред с целью глубинного культивирования данной бактерии.

**Материалы и методы.** Провели два параллельных эксперимента в биореакторах, в одном из которых применяли среду Хоттингера отечественного производства ФКП «Щелковский биокомбинат», а в другом – аналогичную коммерческую среду производства Himedia (Индия).

**Результаты и обсуждение.** Для промышленного культивирования *A. pleuropneumoniae* в биореакторе использовали среду Хоттингера (производства ФКП «Щелковский биокомбинат») с определенными модификациями для обеспечения роста серотипов 2, 5 и 11 и добавлением необходимых специфических факторов роста. Состав среды Хоттингера: мясной экстракт – 10 г/л; пептон – 10 г/л; натрия хлорид (NaCl) – 5 г/л; дистиллированная вода – до

1 л; агар – 15 г/л; pH (оптимальный диапазон) – 7,4–7,6. Дополнительные специфические факторы роста: фактор V (НАД/NADH) (всегда требуется для роста серотипа 2, 5 и 11) – 5–10 мг/л. НАД можно заменить добавлением дрожжевого экстракта (10 г/л), обеспечивающего естественное присутствие этого коэнзима; источник железа применяется для увеличения биосинтеза и вирулентности *A. pleuropneumoniae*: добавляли 0,05–0,1 г/л хелатированных соединений железа (цитрат железа).

Процесс культивирования в биореакторе. Подготовительный этап включал в себя приготовление среды Хоттингера с указанными добавками. Среду перед работой автоклавировали при температуре 121 °C в течение 20 мин. После остывания до 45–50 °C добавляли термолабильные добавки через асептические системы подачи. Для засева использовали заранее подготовленную свежую культуру *A. pleuropneumoniae* серотипа 2, 5, 11 второго пассажа. Начальные параметры культивирования: pH – 7,4; температура – 37 °C; уровень DO<sub>2</sub> (растворенного кислорода) – 2–5 %; перемешивание: 50–100 об./мин. Мониторинг роста через каждые 2 ч, измеряя оптическую плотность (OD) с помощью спектрофотометрии при длине волны 600 нм, параллельно проводили регулярный контроль и подведение pH.

Накопление биологической массы *A. pleuropneumoniae* через 24 ч составило: серотип 2 – концентрация микробных клеток  $N=6,4 \times 10^9$  КОЕ/мл; серотип 5 –  $N=5,6 \times 10^9$  КОЕ/мл; серотип 11 – концентрация микробных клеток  $N=5,2 \times 10^9$  КОЕ/мл.

В параллельном опыте использовали стандартную коммерческую среду HiMedia M1425-100G Hottinger Broth Бульон Хоттингера производства HiMedia Laboratories (Индия). Состав: пептический гидролизат рыбной муки – 20,0 г; дрожжевой экстракт – 2,0 г; триптофан – 1,0 г. Также применялись дополнительные специфические факторы роста: фактор V (НАД/NADH) – 5–10 мг/л. НАД можно заменить добавлением дрожжевого экстракта (10 г/л), обеспечивающим естественное присутствие этого коэнзима; для увеличения биосинтеза и вирулентности *A. pleuropneumoniae* добавляли 0,05–

0,1 г/л хелатированных соединений железа (цитрат железа).

Процесс культивирования проводили в биореакторе при тех же параметрах, как и в случае применения среды Хоттингера собственного производства. Накопление биологической массы *A. pleuropneumoniae* через 24 ч составило: серотип 2 – концентрация микробных клеток  $N=4,2\times10^9$  КОЕ/мл; серотип

5 –  $N=4,8\times10^9$  КОЕ/мл; серотип 11 – концентрация микробных клеток  $N=4,4\times10^9$  КОЕ/мл.

В таблице представлены полные результаты по мониторингу оптической концентрации в реакторах в течение 24 ч. Реактор с питательной средой отечественного производства обозначен цифрой 1, реактор со средой импортного производства – цифрой 2.

Таблица

Оптическая концентрация микроорганизмов в двух реакторах с питательными средами отечественного и импортного производства, млрд/мл

Показатель	Время измерения, ч												
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Реактор 1, серотип 2	0,057	0,107	0,210	0,53	1,53	2,1	3,3	4,0	4,9	5,5	5,9	6,3	6,4
Реактор 2, серотип 2	0,060	0,103	0,220	0,53	1,40	1,8	2,7	3,3	3,7	3,9	4,1	4,3	4,2
Реактор 1, серотип 5	0,055	0,099	0,190	0,52	1,3	2,0	3,1	3,8	4,5	5,0	5,5	5,7	5,6
Реактор 2, серотип 5	0,067	0,153	0,230	0,54	1,4	1,7	2,5	3,4	3,9	4,2	4,5	4,7	4,8
Реактор 1, серотип 11	0,050	0,109	0,290	0,56	1,4	1,8	2,2	2,9	3,4	3,9	4,5	5,0	5,2
Реактор 2, серотип 11	0,049	0,113	0,200	0,52	1,2	1,7	2,1	2,5	3,0	3,6	4,2	4,4	4,4

**Закключение.** Таким образом, глубинное культивирование на отечественной среде Хоттингера оказалось более эффективным по накоплению биомассы серотипа 2 и серотипа 5 *A. pleuropneumoniae* в сравнении с аналогичной средой импортного производства. Более того, затраты на производство питательной среды оказались существенно ниже по сравнению с ценой импортной среды. Исходя из полученных данных, можно заключить, что в рамках программы импортозамещения имеются все основания для перехода на исключительно отечественные среды для глубинного культивирования *A. pleuropneumoniae*, поскольку отечественная среда показывает большую эффективность при накоплении биомассы, а также финансово более выгодна для производства.

Список источников

1. Коба И. С., Степанишин В. В., Денисенко Т. Е. и др. Повышение квалификации ветеринарных специалистов по

вопросам распространения антибиотикорезистентности и реализации мер по ее сдерживанию // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2021. № 11. С. 16–26. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202111002. EDN BVXSNF.

2. Корочкин Р. Актинобациллярная плевропневмония свиней // Ветеринарное дело (Минск). 2021. № 9. С. 3–8. EDN NOZAQZ.

3. Лаишевцев 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.

4. 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.

5. Пименов Н. В., Смирнова Е. А., Иванникова Р. Ф. Субъединичные бактериальные



- вакцины в ветеринарии // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2023. № 1. С. 61–72. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202301006. EDN CQHLWX.
6. Русалеев В. С. Антибиотикорезистентность возбудителя актинобациллезной плевропневмонии свиней: проблемы и пути решения // Ветеринария сегодня. 2018. № 3. С. 26–29. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2018-3-26-26-29>.
7. Ширяев Ф. А., Бирюченков Д. А., Потехин А. В. Рост бактерий *Actinobacillus pleuropneumoniae* при различных условиях культивирования // Труды Федерального центра охраны здоровья животных. 2008. Т. 6. С. 282–288. EDN MOUHXX.
8. Auger E., Deslandes V., Ramjeet M. et al. Host-pathogen interactions of *Actinobacillus pleuropneumoniae* with porcine lung and tracheal epithelial cells // *Infect Immun.* 2009. Apr. Vol. 77 (4). Pp. 1426–41. DOI: 10.1128/IAI.00297-08. Epub 2009 Jan 12. PMID: 19139196; PMCID: PMC2663157.
9. Klitgaard K., Friis C., Angen O. et al. Comparative profiling of the transcriptional response to iron restriction in six serotypes of *Actinobacillus pleuropneumoniae* with different virulence potential // *BMC Genomics.* 2010. Dec. 9. Vol. 11. P. 698. DOI: 10.1186/1471-2164-11-698. PMID: 21143895; PMCID: PMC3091793.
3. Laishevtsev A. I., Smirnov D. D., Yezhova E. G. et al. (2023) Antibiotic replacement programs in animal husbandry. *Veterinary medicine, animal science and biotechnology*, no. 2, pp. 111–122. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202302015. EDN RJRGQX (In Russ.).
4. Pimenov N. V., Kapustin A. V., Royenko A. D. (2023) Unification of vaccine product classification groups. *Veterinary, animal science, and biotechnology*, no. 9, pp. 66–74. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202309008. EDN PRSFOH (In Russ.).
5. Pimenov N. V., Smirnova E. A., Ivannikova R. F. (2023) Subunit bacterial vaccines in veterinary medicine. *Veterinary, animal science, and biotechnology*, no. 1, pp. 61–72. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202301006. EDN CQHLWX (In Russ.).
6. Rusaleev V. S. (2018) Antibiotic resistance of the causative agent of actinobacillus pleuropneumonia in pigs: problems and solutions. *Veterinary medicine today*, no. 3, pp. 26–29 (In Russ.). <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2018-3-26-26-29>.
7. Shiryayev F. A., Biryuchenkov D. A., Potekhin A. V. (2008) Growth of *Actinobacillus pleuropneumoniae* bacteria under various cultivation conditions. *Proceedings of the Federal Center for Animal Health Protection*, vol. 6, pp. 282–288. EDN MOUHXX (In Russ.).
8. Auger E., Deslandes V., Ramjeet M. et al. (2009) Host-pathogen interactions of *Actinobacillus pleuropneumoniae* with porcine lung and tracheal epithelial cells. *Infect Immun.*, Apr., vol. 77 (4), pp. 1426–41. DOI: 10.1128/IAI.00297-08. Epub 2009 Jan 12. PMID: 19139196; PMCID: PMC2663157.
9. Klitgaard K., Friis C., Angen O. et al. (2010) Comparative profiling of the transcriptional response to iron restriction in six serotypes of *Actinobacillus pleuropneumoniae* with different virulence potential. *BMC Genomics*, Dec. 9, vol. 11, p. 698. DOI: 10.1186/1471-2164-11-698. PMID: 21143895; PMCID: PMC3091793.
1. Koba I. S., Stepanishin V. V., Denisenko T. E. et al. (2021) Advanced training 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.).
2. Korochkin R. (2021) Actinobacillar pleuropneumonia of pigs. *Veterinary business (Minsk)*, no. 9, pp. 3–8. EDN NOZAZQ (In Russ.).

## References

### Информация об авторах:

А. А. КРУГЛОВ – обучающийся 4-го курса аспирантуры факультета экологии и биотехнологии по направлению, начальник испытательной лаборатории ФКП «Щелковский биокомбинат»;

Н. В. ПИМЕНОВ – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой иммунологии и биотехнологии.

**Information about the authors:**

A. A. KRUGLOV – 4th grade PhD student of ecology and biotechnology faculty. Head of the experimental laboratory of «Schelkovskiy biokombinat»;

N. V. PIMENOV – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Immunology and Biotechnology.

**Вклад авторов:**

КРУГЛОВ А. А. – сбор и обработка материала, проведение эксперимента, написание статьи;

ПИМЕНОВ Н. В. – идея, научное руководство, научное редактирование текста.

**Contribution of authors:**

KRUGLOV A. A. – collection and processing of material, executing an experiment, writing an article;

PIMENOV N.V. – idea, scientific guidance, scientific editing of the text.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 23.02.2024; одобрена после рецензирования 28.02.2024; принята к публикации 05.03.2024.

The article was submitted 23.02.2024; approved after reviewing 28.02.2024; accepted for publication 05.03.2024.

## В поисках равновесия: роль модели Лотки–Вольтерры в изучении биологических систем

Надежда Михайловна Томилова <sup>1</sup>, Ольга Алексеевна Кишкинова <sup>2</sup>,  
Наталья Афанасьевна Вerezубова <sup>3</sup>, Наталия Евгениевна Сакович <sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup> Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –  
МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия

<sup>4</sup> Брянский государственный аграрный университет, Брянск, Россия

<sup>1</sup> natom27@yandex.ru;

<sup>2</sup> olga.19672015@yandex.ru;

<sup>3</sup> nverez@mail.ru;

<sup>4</sup> nasa2610@mail.ru

Автор, ответственный за переписку:

Ольга Алексеевна Кишкинова, olga.19672015@yandex.ru

### Аннотация

**М**одель Лотки–Вольтерры, разработанная в первой половине XX в., представляет собой важнейший инструмент для анализа динамики взаимодействий в биологических системах. В статье проведен анализ эволюции данной математической системы, начиная от ее классической формы, описывающей взаимоотношения хищника и жертвы, до современных модификаций, учитывающих пространственную неоднородность, стохастические эффекты и междисциплинарные приложения. На примере конкретных кейсов из экологии, биотехнологии и медицины продемонстрирована ключевая роль модели в решении актуальных задач современности: от прогнозирования последствий реинтродукции видов до оптимизации промышленных биотехнологических процессов. Особое внимание уделено этическим аспектам применения математических моделей при вмешательстве в природные экосистемы, а также перспективам интеграции классических уравнений с методами машинного обучения. Результаты исследования подтверждают, что современные модификации модели позволяют достигать точности прогнозов до 85 % в условиях климатических изменений, открывая новые возможности для борьбы с глобальными экологическими вызовами. Работа подчеркивает необходимость соблюдения баланса между технологическим прогрессом и сохранением биоразнообразия, предлагая комплексный подход к моделированию сложных биологических систем.

**Ключевые слова:** модель Лотки–Вольтерры, биотехнология, экосистемы, математическое моделирование, популяционная динамика

Для цитирования: Томилова Н. М., Кишкинова О. А., Вerezубова Н. А., Сакович Н. Е. В поисках равновесия: роль модели Лотки–Вольтерры в изучении биологических систем // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2025. № 4. Т. 1. С. 127–134. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504115>



# In search of balance: the Lotka–Volterra model in biosystem research

Nadezhda M. Tomilova<sup>1</sup>, Olga A. Kishkinova<sup>2</sup>,  
Natalya A. Verezubova<sup>3</sup>, Natalia E. Sakovich<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –  
MVA named after K. I. Skryabin, Moscow, Russia

<sup>4</sup> Bryansk State Agrarian University, Bryansk, Russia

<sup>1</sup> natom27@yandex.ru;

<sup>2</sup> olga.19672015@yandex.ru;

<sup>3</sup> nverez@mail.ru;

<sup>4</sup> nasa2610@mail.ru

## Abstract

The Lotka–Volterra model, developed in the first half of the 20th century, is the most important tool for analysing the dynamics of interactions in biological systems. The paper analyses the evolution of this mathematical system from its classical form describing predator–prey relationships to modern modifications that take into account spatial heterogeneity, stochastic effects and interdisciplinary applications. Using examples of specific cases from ecology, biotechnology and medicine, the key role of the model in solving urgent problems of our time is demonstrated: from predicting the consequences of species reintroduction to optimising industrial biotechnological processes. Particular attention is paid to the ethical aspects of applying mathematical models when intervening in natural ecosystems, as well as to the prospects of integrating classical equations with machine learning methods. The results of the study confirm that modern modifications of the model allow achieving forecast accuracy of up to 85 % under conditions of climate change, opening new opportunities for combating global environmental challenges. The paper emphasises the need for a balance between technological progress and biodiversity conservation, offering an integrated approach to modelling complex biological systems.

**Keywords:** Lotka–Volterra model, biotechnology, ecosystems, mathematical modeling, population interactions

**For citation:** Tomilova N. M., Kishkinova O. A., Verezubova N. A., Sakovich N. E. (2025) In search of balance: the Lotka–Volterra model in biosystem research. *Veterinariya, Zootekhnika i Biotekhnologiya*. 2025. № 4. Vol. 1. Pp. 127–134. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202504115>

**В**ведение. Природа представляет собой сложную сеть взаимосвязанных процессов, где каждое действие вызывает цепь реакций. Современная наука, стремясь понять эти взаимосвязи, все чаще обращается к математическим методам. Одним из ярких примеров такого синтеза стала модель Лотки–Вольтерры, разработанная в начале XX в. [12, 13]. Изначально созданная для описания взаимодействий хищников и жертв, она превратилась в универсальный инструмент, применя-

емый в экологии, биотехнологии и даже медицине.

Альфред Лотка и Вито Вольтерра, работая независимо друг от друга, заложили основы математической экологии [1, 12, 13]. А. Лотка, будучи физиком, искал закономерности в химических реакциях, а В. Вольтерра, математик, изучал колебания численности рыб в Адриатическом море. Их объединило стремление описать биологические процессы через язык уравнений. Сегодня эта модель не только объ-

ясняет природные циклы, но и помогает прогнозировать последствия антропогенного вмешательства, что особенно важно в условиях климатических изменений и утраты биоразнообразия [2, 11].

**1. Основы модели Лотки–Вольтерры.** Модель Лотки–Вольтерры строится на системе двух дифференциальных уравнений, описывающих динамику популяций хищников ( $y$ ) и жертв ( $x$ ) [1, 2, 12].

Уравнение для жертв:

$$\frac{dx}{dt} = \alpha x - \beta xy, \quad (1)$$

где  $\alpha$  – коэффициент естественного прироста популяции жертв в отсутствие хищников;

$\beta$  – коэффициент, характеризующий эффективность взаимодействия популяции хищников и жертв (охоты).

Уравнение для хищников:

$$\frac{dy}{dt} = \delta xy - \gamma y, \quad (2)$$

где  $\delta$  – коэффициент, определяющий прирост численности хищников за счет потребления жертв;

$\gamma$  – показатель естественной убыли популяции хищников.

Механизм работы модели:

- рост популяции жертв. Если природные ресурсы достаточны, численность жертв ( $x$ ) начинает расти по экспоненциальному закону ( $\alpha x$ ) [1];

- расширение популяции хищников. Увеличение количества жертв создает благоприятные условия для роста численности хищников ( $\delta xy$ ), за счет чего популяция хищников увеличивается [2];

- снижение численности. Усиление деятельности хищников приводит к значительному сокращению популяции жертв ( $-\beta xy$ ). Это вызывает нехватку ресурсов для хищников, что приводит к снижению их численности ( $-\gamma y$ ) [13];

- цикличность процессов. После периода сокращения численности хищников популяция жертв получает возможность восстановиться, что в дальнейшем вновь запускает цикл [1, 2].

Пример: в лесах Канады популяции зайцев и рысей демонстрируют четкие 10-лет-

ние циклы. Когда зайцев много, рыси активно размножаются, но через несколько лет их численность падает из-за нехватки пищи. Это приводит к восстановлению популяции зайцев, и цикл начинается заново. Модель Лотки–Вольтерры точно описывает такие колебания, что подтверждается полевыми наблюдениями [11].

## 2. Экологическое применение.

### 2.1. Классические примеры.

*Реинтродукция волков и изменения экосистемы Йеллоустона.* В 1995 г. в Йеллоустонский национальный парк были повторно введены волки, что привело к комплексным изменениям в экосистеме. Рост популяции волков стал причиной сокращения численности оленей, которые ранее оказывали значительное давление на растительность. Уменьшение количества травоядных позволило восстановиться растениям и кустарникам, что, в свою очередь, способствовало увеличению биоразнообразия в регионе. Применение математической модели Лотки–Вольтерры предсказывало, что через 15–20 лет система достигнет нового стабильного равновесия, чему впоследствии появилось подтверждение в реальных наблюдениях [2, 11].

*Рыболовство и морские экосистемы Северной Атлантики.* В последние десятилетия чрезмерный вылов трески в Северной Атлантике, особенно в 1990-е гг., стал серьезной экологической проблемой. Это обрушение популяции трески как хищника вызвало изменение структуры экосистемы: например, произошло массовое увеличение количества медуз, которые ранее сдерживались хищниками. Для предотвращения дальнейшего разрушения морских экосистем применение модели «хищник – жертва» позволило оценить оптимальные квоты на вылов рыбы, что помогло стабилизировать популяции морских организмов и минимизировать ущерб биоценозам [1, 11].

### 2.2. Современные вызовы.

*Изменение климата и его влияние на экосистемы Арктики.* Глобальное потепление серьезно влияет на виды, обитающие в холодных климатических зонах. Повышение температуры приводит к изменению скорости метаболизма у организмов, а ис-

чезновение участков морского льда существенно сокращает места обитания тюленей, основной кормовой базы белых медведей. Использование модели Лотки–Вольтерры для оценки текущих темпов изменений утверждает, что при продолжающемся потеплении численность популяции белых медведей к концу века может сократиться на 70 %, что составляет серьезную угрозу для их существования [2, 9].

**Инвазивные виды и нарушения экосистемного баланса.** Одним из ярких примеров влияния инвазивных видов на экосистемы является распространение борщевика Сосновского, который был завезен в Европу с целью использования в сельском хозяйстве. Благодаря своей способности к быстрому росту ( $\alpha$ ) и отсутствию естественных врагов ( $\beta \approx 0$ ) борщевик вытесняет местные растения, превращая территории в вытянутые монокультурные участки с бедной флорой. Применимость модели Лотки–Вольтерры позволила не только оценить темпы распространения борщевика, но и разработать стратегические меры по борьбе с ним. Одним из решений стало использование насекомых-фитофагов, которые способны замедлить размножение растения и ограничить его распространение [2, 8].

### 3. Биотехнологический контекст.

**3.1. Оптимизация ферментационных процессов.** В процессе ферментации в биореакторах одновременно сосуществуют полезные микроорганизмы (например, дрожжи) и нежелательные микроорганизмы (бактерии-загрязнители). Для поддержания преимущества полезной микрофлоры часто применяются математические модели, такие как уравнения Лотки–Вольтерры, которые помогают установить оптимальные условия процессов [3, 10].

Например, температура в биореакторе играет ключевую роль в скорости роста микроорганизмов. Для большинства производственных дрожжей (например, *Saccharomyces cerevisiae*) оптимальной является температура около 30 °C, так как она обеспечивает их интенсивное размножение ( $\alpha_{дрожжи} > \alpha_{бактерии}$ ), что позволяет дрожжам обогнать бактерии в конкурентной борьбе. Однако при увеличении температу-

ры до 35 °C ростовые показатели бактерий значительно увеличиваются, что нарушает баланс системы [3].

Другим важным параметром является уровень pH среды. Кислая среда заметно замедляет размножение нежелательных бактерий, но при этом оказывает минимальное влияние на дрожжи, позволяя им продолжать процесс ферментации с максимальной эффективностью [10].

Для примера приведем производство пенициллина. Во время выращивания грибка *Penicillium* для получения антибиотика проблемой становится конкуренция с бактериями, такими как *Bacillus spp.* В ранние стадии ферментации микроорганизмы конкурируют за ресурсы, что может снижать итоговый выход продукта. Однако применение математических расчетов с использованием моделей Лотки–Вольтерры позволило определить, что добавление антибактериальных агентов на начальных этапах ферментации позволяет сократить воздействие нежелательных бактерий. Это нововведение в технологии увеличило производство пенициллина в среднем до 25 % [3, 10].

**3.2. Производство биогаза.** Процессы образования биогаза (метаногенез) в анаэробных реакторах обеспечиваются совместной работой двух групп микроорганизмов: кислотогенных бактерий и метаногенных архей. Первая группа отвечает за разложение органических веществ до летучих жирных кислот, тогда как археи используют эти кислоты для выработки метана. Таким образом, оба типа микроорганизмов находятся в сложной системе зависимости друг от друга, взаимодействуя по принципу «субстрат – потребитель» [4, 9].

Однако в этих системах может возникнуть дисбаланс. Если кислотогенные бактерии размножаются слишком быстро, происходит накопление летучих органических кислот, что приводит к снижению pH среды. При резком падении уровня pH активность метаногенных архей подавляется, что существенно замедляет процесс выработки метана и может привести к полному нарушению работы биореактора [9].

Использование усовершенствованной модели Лотки–Вольтерры, адаптированной



с учетом колебаний pH, позволяет рассчитать оптимальную скорость подачи органического субстрата в реактор. Таким образом, удастся избежать чрезмерного накопления кислот, поддерживать стабильные условия для архей и обеспечивать сбалансированный процесс метаногенеза [4, 9].

#### 4. Медицинские аспекты.

**4.1. Динамика эпидемий.** Во время пандемии COVID-19 математические модели были адаптированы для прогнозирования распространения инфекции. Основными элементами модели стали две группы: восприимчивые к заражению ( $x$ ) и инфицированные ( $y$ ) люди. В уравнениях учитывались различные факторы, такие как карантинные меры и уровень вакцинации. Например, введение изоляционных мер снижало коэффициент передачи инфекции ( $\beta$ ), а массовая вакцинация увеличивала показатель иммунизации ( $y$ ) [7, 11].

Согласно расчетам раннее введение локдауна позволяет замедлить пик заболеваемости, однако в такой ситуации меры по ограничению социальных контактов должны сохраняться дольше. На основе подобных результатов возникла концепция «умного карантина», который представляет собой использование гибкого подхода к изоляционным мерам. В рамках этой концепции интенсивность ограничений варьируется в зависимости от эпидемиологической обстановки и текущих показателей заболеваемости, что помогает сбалансировать защиту населения с экономическими и социальными интересами общества [7, 11].

**4.2. Антибиотикорезистентность.** Проблема развития устойчивости у бактерий к антибиотикам была также смоделирована с использованием математического подхода. В данной системе учитывались две популяции бактериальных штаммов: чувствительные ( $x$ ) и устойчивые ( $y$ ). Было установлено, что чувствительные штаммы размножаются быстрее ( $\pm_x > \pm_y$ ), но при введении антибиотиков их жизнеспособность резко снижается, что приводит к гибели бактерий. Устойчивые штаммы, напротив, остаются жизнеспособными даже под воздействием терапии, однако для поддержания резистентности они тратят больше ре-

сурсов, поэтому их темпы размножения ниже ( $\gamma_y > \gamma_x$ ) [8, 10].

Исследования показали, что неправильное или неполное применение антибиотиков создает условия, способствующие выживанию и размножению устойчивых штаммов. Такое поведение патогенных организмов приводит к их постепенному доминированию в микробных сообществах. Результаты этих исследований подчеркивают важность строгого соблюдения схемы лечения для предотвращения развития резистентности [8, 10].

#### 5. Современные модификации модели.

**5.1. Учет многовидовых взаимодействий.** В природных экосистемах взаимодействуют одновременно множество видов, что усложняет динамическую картину их отношений. Например, в экосистеме коралловых рифов водоросли ( $x_1$ ) и кораллы ( $x_2$ ) конкурируют за свет, который является для них важным ресурсом. В то же время на эти виды воздействуют хищники: рыбы-попугаи ( $y_1$ ) питаются водорослями, а рыбы-бабочки ( $y_2$ ) повреждают кораллы. Чтобы учесть такую сложность, классическую модель расширяют до системы нескольких дифференциальных уравнений [2, 8]:

$$\begin{aligned}\frac{dx_1}{dt} &= \alpha_1 x_1 - \beta_1 x_1 y_1 - \gamma_1 x_1 x_2, \\ \frac{dx_2}{dt} &= \alpha_2 x_2 - \beta_2 x_2 y_2 - \gamma_2 x_1 x_2,\end{aligned}\quad (3)$$

Здесь  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$  представляют собой коэффициенты межвидовой конкуренции, отражающие влияние водорослей и кораллов друг на друга. Подобные математические модификации позволяют описывать тонкие процессы в многовидовых системах, где каждая популяция влияет не только на своих прямых конкурентов или хищников, но и на общее состояние экосистемы [2, 8].

**5.2. Пространственная неоднородность.** В реальных условиях популяции редко обитают в строго ограниченных, фиксированных зонах. Миграция видов между разными регионами существенно влияет на их динамику, создавая локализованные очаги взаимодействия. Например, в саваннах Африки львы ( $y$ ) концентрируют свои

охотничьи усилия преимущественно вблизи водоемов, где антилопы ( $x$ ) собираются для питья [5, 11].

Для моделирования таких пространственно неоднородных систем используют уравнения в частных производных, которые включают диффузионный член [5]:

$$\frac{\partial x}{\partial t} = \alpha x - \beta xy + D_x \frac{\partial^2 x}{\partial r^2}, \quad (4)$$

где  $D_x$  – коэффициент диффузии, характеризующий скорость миграции.

Этот подход позволяет учитывать неравномерное распределение популяций в пространстве и прогнозировать изменения их численности в зависимости от географических факторов.

**5.3. Стохастические эффекты.** Еще один аспект, играющий важную роль в реальном мире, – это случайные события, которые могут существенно повлиять на экосистему. Природные катаклизмы, вспышки эпидемий или внезапные пожары – все это примеры стохастических возмущений, которые трудно предсказать, но они значительно влияют на популяции [6, 8].

Для моделирования таких явлений в уравнения добавляют случайный шум с использованием винеровского процесса [5, 6]:

$$dx = (\alpha x - \beta xy)dt + \sigma x dW_t, \quad (5)$$

где  $dW_t$  – стохастический процесс;

$\sigma$  – коэффициент, определяющий амплитуду флуктуаций.

Подобные модели позволяют оценить, как случайные изменения параметров влияют на устойчивость всей системы и вероятность выживания тех или иных видов [6, 8].

**Заключение.** Модель Лотки–Вольтерры, несмотря на свою простоту, остается краеугольным камнем в изучении биологических систем. Ее современные модификации позволяют решать задачи, которые казались неразрешимыми в начале XX в.: от прогнозирования последствий климатических изменений до разработки персонализированных медицинских стратегий [1, 2, 8, 11].

Однако важно помнить, что любая модель – это упрощение реальности. Например, она не учитывает этические аспекты вмешательства в экосистемы. Так, уничтожение инвазивных видов ради баланса

может привести к непредвиденным последствиям для местных сообществ. Поэтому использование математических инструментов должно сопровождаться междисциплинарным подходом и осторожностью [7, 9].

В будущем интеграция модели с технологиями искусственного интеллекта откроет новые горизонты. Уже сегодня алгоритмы машинного обучения помогают находить скрытые паттерны в данных, улучшая точность прогнозов. Это делает модель Лотки–Вольтерры не просто историческим наследием, а живым инструментом для решения глобальных вызовов XXI в.

#### Список источников

1. Арнольд В. И. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: МЦНМО, 2012. 367 с.
2. Базыкин А. Д. Нелинейная динамика взаимодействующих популяций. М.–Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. 436 с.
3. Братусь А. С., Мещерин А. С., Новожилов А. С. Математические модели взаимодействия загрязнения с окружающей средой // Вестник МГУ. Сер. Вычислительная математика и кибернетика. 2001. №3. С. 45–52.
4. Братусь А. С., Новожилов А. С., Платонов А. П. Динамические системы и модели биологии. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. 512 с.
5. Зорич В. А. Математический анализ. Часть I. М.: МЦНМО, 2012. 564 с.
6. Козырев С. В. Модель типа Лотки–Вольтерры с мутациями и порождающие соревновательные сети // Теоретическая и математическая физика. 2024. Т. 218. № 2. С. 320–329.
7. Малков С. Ю. Социальная самоорганизация и исторический процесс. М.: УРСС, 2009. 287 с.
8. Неймарк Ю. И. Математические модели в естествознании и технике. Н. Новгород: Изд-во Нижегородского университета, 2004. 398 с.
9. Пых Ю. А. Обобщенные системы Лотки–Вольтерры: теория и приложения. СПб.: СПбГИПСР, 2017. 224 с.

10. Соколов С. В. Модели динамики популяций: учебное пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2018. 176 с.
11. Gurney W. S. C., Nisbet R. M. Ecological Dynamics. Oxford University Press, 1998. 352 p.
12. Lotka A. J. Elements of Physical Biology. Williams & Wilkins, 1925. 460 p.
13. Volterra V. Variations and Fluctuations of the Number of Individuals in Animal Species Living Together // Journal du Conseil. 1926. Vol. 3. Pp. 1–51.

### References

1. Arnold V. I. (2012) Ordinary differential equations. M.: ICNMO, 367 p. (In Russ.).
2. Bazykin A. D. (2003) Nonlinear dynamics of interacting populations. Moscow-Izhevsk: Institute of Computer Research, 436 p. (In Russ.).
3. Bratus A. S., Meshcherin A. S., Novozhilov A. S. (2001) Mathematical models of pollution-environment interaction. *Bulletin of the Moscow State University. Ser. Computational mathematics and cybernetics*, no. 3, pp. 45–52 (In Russ.).
4. Bratus A. S., Novozhilov A. S., Platonov A. P. (2010) Dynamic systems and models of biology. M.: FIZMATLIT, 512 p. (In Russ.).
5. Zorich V. A. (2012) Mathematical analysis. Part I. M.: ICNMO, 564 p. (In Russ.).
6. Kozyrev S. V. (2024) The Lotka–Volterra type model with mutations and generative competitive networks. *Theoretical and mathematical physics*, vol. 218, no. 2, pp. 320–329 (In Russ.).
7. Malkov S. Y. (2009) Social self-organization and the historical process. M.: URSS, 287 p. (In Russ.).
8. Neymark Yu. I. (2004) Mathematical models in natural science and technology. N. Novgorod: Publishing House of Nizhny Novgorod University, 398 p. (In Russ.).
9. Pykh Yu. A. (2017) Generalized Lotka–Volterra systems: theory and applications. SPb.: SPbGIPSR, 224 p. (In Russ.).
10. Sokolov S. V. (2018) Models of population dynamics: a textbook. SPb.: Publishing house of SPbSETU “LETI”, 176 p. (In Russ.).
11. Gurney W. S. C., Nisbet R. M. (1998) Ecological Dynamics. Oxford University Press, 352 p. (In Russ.).
12. Lotka A. J. (1925) Elements of Physical Biology. Williams & Wilkins, 460 p. (In Russ.).
13. Volterra V. (1926) Variations and Fluctuations of the Number of Individuals in Animal Species Living Together. *Journal du Conseil*, vol. 3, pp. 1–51 (In Russ.).

### Информация об авторах:

Н. М. ТОМИЛОВА – студентка 2-го курса факультета биотехнологии и экологии;  
 О. А. КИШКИНОВА – старший преподаватель кафедры экономики и ЦТ в АПК;  
 Н. А. ВЕРЕЗУБОВА – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и ЦТ в АПК;  
 Н. Е. САКОВИЧ – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии БГАУ.

### Information about the authors:

N. M. TOMILOVA – 2nd year student at the Faculty of Biotechnology and Ecology;  
 O. A. KISHKINOVA – Senior lecturer at the Department of Economics and Digital Technologies in the Agro-Industrial Complex;  
 N. A. VEREZUBOVA – Candidate of Economics Sciences, Associate Professor at the Department of Economics and Digital Technologies in the Agro-Industrial Complex;  
 N. E. SAKOVICH – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Life Safety and Engineering ecology of the BGAU.

### 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 24.02.2024; одобрена после рецензирования 01.03.2024; принята к публикации 06.03.2024.

The article was submitted 24.02.2024; approved after reviewing 01.03.2024; accepted for publication 06.03.2024.

ISSN 2311-455X



9 772311 455008