



ФГБУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ОХРАНЫ
ЗДОРОВЬЯ ЖИВОТНЫХ»

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ВЕТЕРИНАРНОМУ
И ФИТОСАНИТАРНОМУ НАДЗОРУ
(РОССЕЛЬХОЗНАДЗОР)

ВЕТЕРИНАРИЯ СЕГОДНЯ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

VETERINARY SCIENCE TODAY

ДЕКАБРЬ | DECEMBER

ТОМ 14 № 4 2025

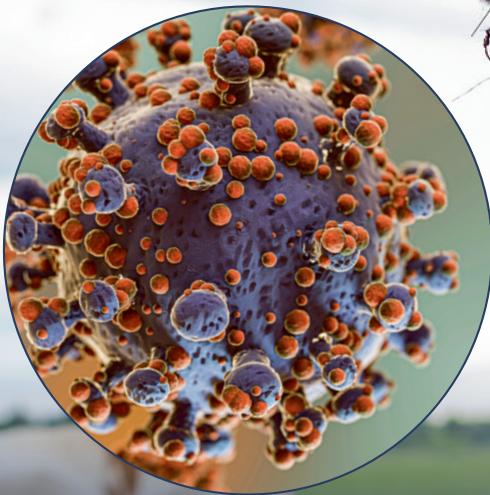
SCIENTIFIC JOURNAL

ISSN 2304-196X (Print)
ISSN 2658-6959 (Online)



veterinary.arriah.ru/jour
DOI 10.29326/2304-196X

БОЛЕЗНИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА



Ящур под контролем: официальное признание ВОЗЖ
статуса благополучия зоны «Западная Сибирь – Урал» как
итог совершенствования мер по надзору за заболеванием
на всей территории Российской Федерации

Динамика распространения
лейкоза крупного рогатого скота
в племенных хозяйствах
Республики Дагестан

ЦЕЛИ И ОБЛАСТЬ (ТЕМАТИЧЕСКИЙ ОХВАТ)

Миссией издания является представление информации об основных направлениях развития российской и мировой ветеринарной науки и практики и привлечение внимания научной общественности к актуальным проблемам и инновационным разработкам в области ветеринарии.

Журнал ориентирован на ученых, занимающихся фундаментальными и прикладными исследованиями в области общей и ветеринарной вирусологии, эпизоотологии, иммунологии, микологии, микотоксикологии, бактериологии, практикующих ветеринарных врачей и врачей ветеринарных лабораторий и государственных ветеринарных служб, преподавателей вузов ветеринарной, биологической, медицинской направленностей, аспирантов и студентов вузов и колледжей.

AIMS AND SCOPE

The mission of the publication is the delivery of information on basic development trends of veterinary science and practice and highlighting of vital issues and innovative developments in veterinary area for scientific community.

The journal is intended for scientists engaged in fundamental and applied research in the field of general and veterinary virology, epizootiology, immunology, mycology, micotoxicology, bacteriology, as well as practicing veterinarians and doctors of veterinary laboratories and state veterinary services, university-level teachers for veterinary, biological, medical specializations, graduate and postgraduate students.

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ВЕТЕРИНАРНОМУ
И ФИТОСАНИТАРНОМУ НАДЗОРУ
(РОССЕЛЬХОЗНАДЗОР)
ФГБУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ОХРАНЫ
ЗДОРОВЬЯ ЖИВОТНЫХ»

ISSN 2304-196X (Print)
ISSN 2658-6959 (Online)

ВЕТЕРИНАРИЯ СЕГОДНЯ

Veterinariā segodnīā

ПЕРИОДИЧНОСТЬ: 4 раза в год

ДЕКАБРЬ ТОМ 14 № 4 2025

Основан в 2012 г.

VETERINARY SCIENCE TODAY

FREQUENCY: 4 times a year

DECEMBER VOLUME 14 No. 4 2025

Published since 2012

Научный журнал «Ветеринария сегодня» входит в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук» по научным специальностям:

- 1.5.10 Вирусология (ветеринарные науки);
- 4.2.3 Инфекционные болезни и иммунология животных (ветеринарные науки).

Научный журнал «Ветеринария сегодня» включен в информационно-аналитическую систему РИНЦ, каталог журналов открытого доступа DOAJ, а также в список журналов, входящих в базу данных RSCI (Russian Science Citation Index).

Электронные версии журнала размещаются в полнотекстовом формате на сайте Научной электронной библиотеки (НЭБ) eLIBRARY.RU, в каталоге DOAJ и по адресу <https://veterinary.arriah.ru/jour>

Scientific Journal "Veterinary Science Today" is included in the scientometric system – Russian Science Citation Index (RSCI), Directory of Open Access Journals (DOAJ), as well as in the RSCI database.

Full-text e-versions of the Journal are published on the website of the scientific electronic library eLIBRARY.RU, DOAJ, and <https://veterinary.arriah.ru/jour>

Главный редактор: Грузев Константин Николаевич – д-р биол. наук, профессор, ФГБУ «ВНИИЭЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-3159-1969>; AuthorID: 304722; Scopus Author ID: 6506731135; e-mail: gruzdev@arriah.ru; тел.: 8 (4922) 45-37-96

Шеф-редактор: Мелано Юлия, Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор), г. Москва, Россия, e-mail: j.melano@ya.ru

Редакционная коллегия:

Бодбаатар Базарцэрэн – PhD в области ветеринарии, Монгольский университет естественных наук, г. Улан-Батор, Монголия; <https://orcid.org/0000-0002-6137-7990>; Scopus Author ID: 26634733300; ResearcherID: JRW-9905-2023

Василевич Федор Иванович – д-р вет. наук, профессор, академик РАН, ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К. И. Скрябина», г. Москва, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-0786-5317>; AuthorID: 285556; Scopus Author ID: 57190309524; ResearcherID: K-9491-2015

Глотов Александр Гаврилович – д-р вет. наук, профессор, член-корреспондент РАН, ФГБУ «Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН», пос. Краснообск, Новосибирская обл., Россия; <https://orcid.org/0000-0002-2006-0196>; AuthorID: 236129; Scopus Author ID: 7004340265; ResearcherID: L-7720-2017

Гринь Светлана Анатольевна – д-р биол. наук, профессор, член-корреспондент РАН, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности», г. Щелково, Россия; <https://orcid.org/0009-0000-8984-7002>; AuthorID: 563647; ResearcherID: B-2813-2018

Гулокин Михаил Иванович – д-р вет. наук, профессор, академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, ФГБНУ «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко», г. Москва, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-7489-6175>; AuthorID: 112679; Scopus Author ID: 56114346900; ResearcherID: V-4640-2017

Забережный Алексей Дмитриевич – д-р биол. наук, профессор, академик РАН, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности», г. Щелково, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-7635-2596>; AuthorID: 91643; Scopus Author ID: 6507196549; ResearcherID: V-7959-2017

Игоркин Алексей Сергеевич – канд. вет. наук, ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-5438-8026>; AuthorID: 721219; Scopus Author ID: 56469415600; ResearcherID: GZN-0688-2022

Ирза Виктор Николаевич – д-р вет. наук, доцент, ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-7489-1772>; AuthorID: 332278; Scopus Author ID: 24279315500

Кононов Александр Владимирович – д-р вет. наук, ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-5523-3261>; AuthorID: 768208; Scopus Author ID: 56411709300

Красочкин Петр Альбинович – д-р вет. наук, д-р биол. наук, профессор, УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Беларусь; <https://orcid.org/0000-0002-4641-4757>; AuthorID: 751960; Scopus Author ID: 6504022390

Кузьминова Елена Васильевна – д-р вет. наук, Краснодарский научно-исследовательский ветеринарный институт – обособленное структурное подразделение ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнике и ветеринарии», г. Краснодар, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-4744-0823>; AuthorID: 359696; Scopus Author ID: 57192088323; ResearcherID: AAO-7813-2020

Ломако Юрий Васильевич – канд. вет. наук, доцент, РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышепесского», г. Минск, Беларусь; <https://orcid.org/0000-0002-9611-8286>; AuthorID: 1049578; Scopus Author ID: 55996656700; ResearcherID: AAE-5001-2019

Макаров Владимир Владимирович – д-р биол. наук, профессор, ФГБУ «Центр ветеринарии», г. Москва, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-8464-6380>; AuthorID: 78150; Scopus Author ID: 7401689971

Махамат Нгурабе Ямтилина – д-р вет. наук, Комратский государственный университет, г. Комрат, Молдова; <https://orcid.org/0000-0002-2738-0408>; AuthorID: 1064174

Метлин Артем Евгеньевич – д-р вет. наук, Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций, г. Рим, Италия; <https://orcid.org/0000-0002-4283-0171>; AuthorID: 149714; Scopus Author ID: 6505942586; ResearcherID: Z-2189-2019

Мищенко Владимир Александрович – д-р вет. наук, профессор, ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-3751-2168>; AuthorID: 762858; Scopus Author ID: 7103128956; ResearcherID: AAU-7410-2021

Мищенко Наталья Владимировна – д-р биол. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет им. А. Г. и Н. Г. Столетовых», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-3643-3129>; AuthorID: 66095; Scopus Author ID: 7004534956; ResearcherID: AHB-4663-2022

Настасиевич Иван – PhD в области ветеринарии, Институт гигиены и технологии мяса, г. Белград, Сербия; <https://orcid.org/0000-0002-7141-269X>; SciProfiles: 2500444; Loop profile: 1914298; Scopus Author ID: 8630551700; ResearcherID: AGJ-7566-2022

Недосеков Виталий Владимирович – д-р вет. наук, профессор, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, Украина; <https://orcid.org/0000-0001-7581-7478>; AuthorID: 94733; Scopus Author ID: 57189580555; SciProfiles: 2357633; ResearcherID: ABE-7283-2020

Дизайн и верстка:**Ответственный редактор:****Редактор-координатор:****Редакторы-корректоры**

Editor-in-Chief: Konstantin N. Gruzdev – Dr. Sci. (Biology), Professor, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-3159-1969>; AuthorID: 304722; Scopus Author ID: 6506731135; e-mail: gruzdev@arriah.ru; Tel.: +7 (4922) 45-37-96

Editorial Director: Julia Melano, Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Surveillance (Rosselkhoznadzor), Moscow, Russia, e-mail: j.melano@ya.ru

Editorial Board:

Boldbaatar Bazartseren – PhD/DVM, Mongolian University of Life Sciences, Ulan Bator, Mongolia; <https://orcid.org/0000-0002-6137-7990>; Scopus Author ID: 2663473300; ResearcherID: JRW-9905-2023

Fedor I. Vasilevich – Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Professor, Academician of the RAS, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA n. a. K. I. Skryabin, Moscow, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-0786-5317>; AuthorID: 285556; Scopus Author ID: 57190309524; ResearcherID: K-9491-2015

Alexander G. Glotov – Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Professor, Corresponding Member of the RAS, Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-2006-0196>; AuthorID: 236129; Scopus Author ID: 7004340265; ResearcherID: L-7720-2017

Svetlana A. Grin – Dr. Sci. (Biology), Professor, Corresponding Member of the RAS, All-Russian Research and Technological Institute of Biological Industry, Schelkovo, Russia; <https://orcid.org/0009-0000-8984-7002>; AuthorID: 563647; ResearcherID: B-2813-2018

Mikhail I. Gulyukin – Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Professor, Academician of the RAS, Honorary Scientist of the Russian Federation, Federal Scientific Centre VIEV, Moscow, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-7489-6175>; AuthorID: 112679; Scopus Author ID: 56114346900; ResearcherID: V-4640-2017

Alexei D. Zaberezhny – Dr. Sci. (Biology), Professor, Academician of the RAS, All-Russian Research and Technological Institute of Biological Industry, Schelkovo, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-7635-2596>; AuthorID: 91643; Scopus Author ID: 6507196549; ResearcherID: V-7959-2017

Alexey S. Igolkin – Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-5438-8026>; AuthorID: 721219; Scopus Author ID: 56469415600; ResearcherID: GZN-0688-2022

Viktor N. Irza – Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Associate Professor, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-7489-1772>; AuthorID: 332278; Scopus Author ID: 24279315500

Aleksandr V. Kononov – Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-5523-3261>; AuthorID: 768208; Scopus Author ID: 56411709300

Petr A. Krasochko – Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Dr. Sci. (Biology), Professor, The Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Belarus; <https://orcid.org/0000-0002-4641-4757>; AuthorID: 751960; Scopus Author ID: 6504022390

Elena V. Kuzminova – Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Krasnodar Research Veterinary Institute – Detached Unit Krasnodar Research Centre for Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Krasnodar, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-4744-0823>; AuthorID: 359696; Scopus Author ID: 57192088323; ResearcherID: AAO-7813-2020

Yuriy V. Lamaka – Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Associate Professor, Research Republican Unitary Enterprise The Institute of Experimental Veterinary Medicine n. a. S. N. Vysheslavsky, Minsk, Belarus; <https://orcid.org/0000-0002-9611-8286>; AuthorID: 1049578; Scopus Author ID: 55996656700; ResearcherID: AAE-5001-2019

Vladimir V. Makarov – Dr. Sci. (Biology), Professor, Center of Veterinary, Moscow, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-8464-6380>; AuthorID: 78150; Scopus Author ID: 7401689971

Mahamat Nguerabe Yamtitinga – Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Comrat State University, Comrat, Moldova; <https://orcid.org/0000-0002-2738-0408>; AuthorID: 1064174

Artem Ye. Metlin – Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy; <https://orcid.org/0000-0002-4283-0171>; AuthorID: 149714; Scopus Author ID: 6505942586; ResearcherID: Z-2189-2019

Vladimir A. Mishchenko – Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Professor, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-3751-2168>; AuthorID: 762858; Scopus Author ID: 7103128956; ResearcherID: AAU-7410-2021

Natalia V. Mishchenko – Dr. Sci. (Biology), Associate Professor, Vladimir State University, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-3643-3129>; AuthorID: 66095; Scopus Author ID: 7004534956; ResearcherID: AHB-4663-2022

Ivan Nastasijevic – PhD/DVM, Institute of Meat Hygiene and Technology, Belgrade, Serbia; <https://orcid.org/0000-0002-7141-269X>; SciProfiles: 2500444; Loop profile: 1914298; Scopus Author ID: 8630551700; ResearcherID: AGJ-7566-2022

Vitalii V. Nedosekov – Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine; <https://orcid.org/0000-0001-7581-7478>; AuthorID: 94733; Scopus Author ID: 5718958055; SciProfiles: 2357633; ResearcherID: ABE-7283-2020

Executive Editor: Tatiana Nikeshina, Cand. Sci. (Biology),

Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia, e-mail: nikeshina@arriah.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0959-5915>; AuthorID: 768521; Tel.: +7 (4922) 26-15-12, ext. 22-27

Cover photo: Clara Bastian / GettyImages

Ivan N. Nikitin – Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Kazan State Academy of Veterinary Medicine n. a. N. E. Bauman, Kazan, Tatarstan, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-3981-0882>; AuthorID: 768437; Scopus Author ID: 58616318800; ResearcherID: F-5330-2019

Vadim G. Pyushchikov – Dr. Sci. (Agricultural Science), Professor, Agrarian and Technological Institute, RUDN University, Moscow, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-2057-4602>; AuthorID: 410076; Scopus Author ID: 35410040100; ResearcherID: V-4141-2017

Valery P. Pronin – Dr. Sci. (Biology), Professor, Federal Research Centre for Virology and Microbiology, Volginsky, Vladimir Region, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-6240-3062>; AuthorID: 666636; Scopus Author ID: 57878337900; ResearcherID: C-3433-2014

Larisa B. Prokhvatilova – Cand. Sci. (Biology), Associate Professor, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-9560-0724>; AuthorID: 17346898000; ResearcherID: JAC-6920-2023

Olga V. Pruntova – Dr. Sci. (Biology), Professor, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-3143-7339>; AuthorID: 416163; Scopus Author ID: 6504372679

Rustam K. Ravilov – Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Professor, Kazan State Agricultural University, Kazan, Tatarstan, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-7210-7470>; AuthorID: 417736; Scopus Author ID: 6506697664; ResearcherID: Q-1810-2015

Vladimir S. Rusaleev – Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Professor, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-4972-6326>; AuthorID: 731801; Scopus Author ID: 57219163783

Irina P. Savchenkova – Dr. Sci. (Biology), Professor, Federal Scientific Centre VIEV, Moscow, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-3560-5045>; AuthorID: 116034; Scopus Author ID: 6506749368; ResearcherID: D-3777-2014

Marko Samardžija – PhD/DVM, Professor, University of Zagreb, Faculty of Veterinary Medicine, Zagreb, Croatia; <https://orcid.org/0000-0003-0402-3173>; Scopus Author ID: 8410731800; ResearcherID: ACB-2749-2022; SciProfiles: 652922

Alexander A. Sidorchuk – Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Professor, Moscow, Russia; <https://orcid.org/508887>; Scopus Author ID: 57191965356

Marijana Sokolovic – PhD/DVM, Croatian Veterinary Institute, Poultry Centre, Zagreb, Croatia; <https://orcid.org/0000-0003-3373-7415>; Scopus Author ID: 21835149800; SciProfiles: 1947001; ResearcherID: Y-8635-2019

Sergey K. Starov – Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Senior Researcher, Deputy Editor-in-Chief, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/596191>; Scopus Author ID: 6507314336

Alexander M. Subotsin – Dr. Sci. (Biology), Professor, The Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Belarus; <https://orcid.org/0000-0002-2449-0097>; AuthorID: 709795

Suleiman M. Suleymanov – Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Professor, Honorary Scientist of the Russian Federation, Voronezh State Agrarian University n. a. Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-0461-9885>; AuthorID: 80671; Scopus Author ID: 57204718558

Sergei V. Fedotov – Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia; <https://orcid.org/460625>; Scopus Author ID: 58822775800

Ilya A. Chvala – Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-1659-3256>; AuthorID: 705819; Scopus Author ID: 57204228517; SciProfiles: 2392489; ResearcherID: K-5603-2016

Alexey G. Shakhev – Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Professor, Corresponding Member of the RAS, All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy, Voronezh, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-6177-8858>; AuthorID: 605505; Scopus Author ID: 7005636727; ResearcherID: AAA-8731-2020

Irina A. Shkaratova – Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Professor, Corresponding Member of the RAS, Ural Research Veterinary Institute – UrFASCR, UrB of RAS, Yekaterinburg, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-0025-3545>; AuthorID: 482688; Scopus Author ID: 57192078535; ResearcherID: DAAD-3416-2022

Erdenebaatar Janchividjorj – PhD/DVM, Professor, Institute of Veterinary Medicine, Ulan Bator, Mongolia; <https://orcid.org/6602798556>

Design and composition:

Orlova Daria

Managing Editor:

Elena Guseva

Coordinating Editor:

Iana Vlasova

Content editors:

Julia Nurmukhametova-Mikhailova,

Maria Ryaguzova

Proof-readers:

Olesya Brazhnikova, Karina Tulaeva

The Journal "Veterinary Science"

Today" is registered in the

Federal Service for Supervision

of Communications, Information

Technology, and Mass Media Federal

Service, Registration Certificate

No FS 77-49033, March 21, 2012.

Circulation: 1175. Price: unregulated

Veterinary Science Today Journal

can be subscribed through

the Ural-Press subscription agency:

Subscription code – 83862;

127015, Moscow, Novodmitrovskaya str.,

5a, str. 4; +7 (499) 700-05-07,

fax: 789-86-36 add. 3777;

e-mail: moscow@uralpress.ru

Founder: Federal Centre for Animal Health, 600901,

Vladimir Oblast, Vladimir, Yur'evets, ul. Gvardeyskaya, 6

Publisher: Veinard, 129626, Moscow,

102 Prospect Mira, bld. 31, office 12

Editorial Staff Office: Federal Centre for Animal

Health, 600901, Vladimir Oblast, Vladimir,

Yur'evets, ul. Gvardeyskaya, 6

Printing Office: Grand Prix, 152900,

Yaroslavl Oblast, Rybinsk, Lugovaya str., 7

Approved for print:

December 12, 2025

Issued:

December 26, 2025

© Federal Centre

for Animal Health,

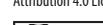
scientific editing,

proofreading of articles, 2025



Creative Commons

Attribution 4.0 License



Содержание

ОБЗОРЫ | БОЛЕЗНИ МЕЛКИХ ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ

- 326** Хламидиоз кошек (обзор)
И. С. Цыганов, С. В. Щербинин, Т. С. Галкина, К. Н. Груздев

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ | ЯЩУР

- 337** Ящур под контролем: официальное признание ВОЗЖ статуса благополучия зоны «Западная Сибирь – Урал» как итог совершенствования мер по надзору за заболеванием на всей территории Российской Федерации
А. А. Шмелев, В. В. Никифоров, С. Н. Фомина, А. Н. Спиридонов, И. А. Чвала

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ | БОЛЕЗНИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

- 344** Динамика распространения лейкоза крупного рогатого скота в племенных хозяйствах Республики Дагестан
Ш. А. Гунашев, Н. Р. Будулов, Г. Х. Азаев, М. М. Микаилов, Э. А. Яникова

- 353** Иммунологический контроль эффективности аэрозольной фитотерапии острой катаральной бронхопневмонии у телят
Е. В. Куликов, Н. Ю. Родионова, П. А. Руденко, Е. Д. Сотникова, И. Е. Прозоровский, К. В. Шепелева, Ю. А. Ватников, О. О. Новиков

- 362** Сезонная и возрастная динамика фасциолеза буйволов в равнинной зоне Республики Дагестан
С. Ш. Кабардиев, К. А. Карпущенко

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ | БОЛЕЗНИ МЕЛКОГО РОГАТОГО СКОТА

- 372** Рекомбинантные антигены в серологической диагностике трансграничных и эмерджентных инфекций рогатого скота
Н. А. Тенитилов, Н. А. Ярыгина, А. В. Сприггин

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ | БОЛЕЗНИ СВИНЕЙ

- 383** Изменение иммунологических показателей крови у поросят на доращивании под воздействием биологически активной добавки на основе лизата бактерий
Э. Ф. Садыхов, С. В. Федотов

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ | БОЛЕЗНИ ПТИЦ

- 391** Серологический мониторинг ньюкаслской болезни в Российской Федерации в 2023–2024 гг.
М. А. Волкова, Ир. А. Чвала, П. С. Ярославцева, М. А. Кулагина, О. С. Осипова, Н. А. Гусева, Д. Б. Андрейчук

- 401** Изучение инфекционного процесса у кур при различных способах заражения вирусом ньюкаслской болезни генотипа VII
М. А. Вершинина, Н. В. Мороз, С. В. Фролов, Д. Л. Долгов, Е. В. Курненкова, Л. О. Щербакова

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ | ВЕТЕРИНАРНАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ

- 410** Антибиотикорезистентность бактериальных патогенов, циркулирующих на молочнотоварном предприятии Свердловской области
Н. А. Безбородова, М. Н. Исакова, О. В. Соколова, В. Д. Зубарева, Ч. Р. Юсупова, А. Н. Васильева

- 418** Индикация бактерий *Listeria monocytogenes* при оценке микробиологической контаминации сырья и продуктов животного происхождения
Л. Н. Логацкая, О. В. Прутнова, Т. В. Жбанова

- 426** Изучение видового состава микроорганизмов производственной среды животноводческих помещений
А. Н. Новиков, П. В. Аржаков, Т. С. Дудоладова, Е. А. Кособоков

Contents

REVIEWS | DISEASES OF SMALL PETS

- 326** Feline chlamydiosis (review)
I. S. Tsyganov, S. V. Shcherbinin, T. S. Galkina, K. N. Gruzdev

ORIGINAL ARTICLES | FOOT-AND-MOUTH DISEASE

- 337** FMD under control: enhanced FMD surveillance in the Russian Federation results in the WOAH Official Recognition of Zone Western Siberia – Urals as FMD-free
A. A. Shmelev, V. V. Nikiforov, S. N. Fomina, A. N. Spiridonov, I. A. Chvala

ORIGINAL ARTICLES | BOVINE DISEASES

- 344** Spread dynamics of bovine leukosis on breeding farms in the Republic of Dagestan
Sh. A. Gunashev, N. R. Budulov, G. H. Azaev, M. M. Mikailov, E. A. Yanikova
- 353** Immunological control of aerosol phytotherapy of acute catarrhal bronchopneumonia for its effectiveness in calves
E. V. Kulikov, N. Yu. Rodionova, P. A. Rudenko, E. D. Sotnikova, I. E. Prozorovsky, K. V. Shepeleva, Yu. A. Vatnikov, O. O. Novikov
- 362** Seasonal and age-related dynamics of buffalo fascioliasis in the Dagestan lowlands
S. Sh. Kabardiev, K. A. Karpushchenko

ORIGINAL ARTICLES | SMALL RUMINANTS DISEASES

- 372** Recombinant antigens in serological diagnostics of transboundary and emerging bovine infections
N. A. Tenitilov, N. A. Yarygina, A. V. Sprygin

ORIGINAL ARTICLES | PORCINE DISEASES

- 383** Effect of bacterial lysate-based bioactive supplement on immunological blood parameters in grower pigs
E. F. Sadikhov, S. V. Fedotov

ORIGINAL ARTICLES | AVIAN DISEASES

- 391** Serological monitoring of Newcastle disease in the Russian Federation in 2023–2024
M. A. Volkova, Ir. A. Chvala, P. S. Yaroslavtseva, M. A. Kulagina, O. S. Osipova, N. A. Guseva, D. B. Andreychuk
- 401** Investigating the infectious process in chickens infected with Newcastle disease virus genotype VII via different routes
M. A. Vershinina, N. V. Moroz, S. V. Frolov, D. L. Dolgov, E. V. Kurnenkova, L. O. Scherbakova

ORIGINAL ARTICLES | VETERINARY MICROBIOLOGY

- 410** Antibiotic resistance of bacterial pathogens circulating on a dairy farm in Sverdlovsk Oblast
N. A. Bezborodova, M. N. Isakova, O. V. Sokolova, V. D. Zubareva, Ch. R. Yusupova, A. N. Vasiliyeva
- 418** Detection of *Listeria monocytogenes* while testing food raw materials and products of animal origin for microbiological contamination
L. N. Logatskaya, O. V. Pruntyova, T. V. Zhbanova
- 426** Study of microbial species composition in the production environment of livestock facilities
A. N. Novikov, P. V. Arzhakov, T. S. Dudoladova, E. A. Kosobokov



<https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-326-336>
УДК 619:616.98:579.882.11:636.8(048)



Хламидиоз кошек (обзор)

И. С. Цыганов, С. В. Щербинин, Т. С. Галкина, К. Н. Груздев

ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ»), ул. Гвардейская, 6, мкр. Юрьевец, г. Владимир, 600901, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Хламидиоз кошек – болезнь, вызываемая *Chlamydia felis*, характеризуется конъюнктивитом (одно- или двухсторонним), слезотечением, поражением респираторного и репродуктивного трактов. Данный возбудитель относится к грамотрицательным бактериям со строго облигатным внутриклеточным паразитизмом, однако в начале 40-х гг. ХХ века хламидии считали промежуточным звеном между вирусами и бактериями. До 1960-х гг. из-за малых размеров и неспособности развиваться на искусственных питательных средах хламидии классифицировали как вирусы. Необычный цикл развития, состоящий из двух фаз, позволяет возбудителю долгое время персистировать в организме животного или человека без клинических проявлений. Лечение хламидиоза должно быть системным и затрагивать как этиологическую терапию (применение антибиотиков), так и симптоматическую. Иммунитет против хламидиоза слабый, клеточный иммунитет имеет большее значение, чем гуморальный. В настоящее время на рынке представлены аттенуированные и инактивированные вакцины, позволяющие защитить от клинического проявления болезни, но не от заражения. Распространен хламидиоз практически повсеместно, при этом заметна тенденция к росту выявляемости из года в год.

Цель исследования. Актуализация и систематизация данных по хламидиозу кошек, вызываемому *Chlamydia felis*.

Результаты. В статье обзреваются данные о распространенности хламидиоза кошек в мире. Рассмотрены биологические свойства описываемого инфекционного агента, клинические признаки хламидиоза кошек и патологический-анатомическая картина, приведены данные об иммунитете, освещаются меры контроля болезни.

Заключение. *Chlamydia felis* является распространенным патогеном, способным поражать не только кошек и других животных, но и человека, то есть имеющим зоонозный потенциал. Сложный цикл развития, наличие способности обходить иммунитет хозяина, продолжительная персистенция в организме усложняет его эрадикацию. Длительный курс лечения и переход в хроническую форму снижают качество жизни животных-компаньонов и создают угрозу передачи патогена человеку. Для разработки схем успешного лечения и профилактики хламидиоза требуется более детальное практическое изучение *Chlamydia felis*.

Ключевые слова: обзор, хламидиоз кошек, *Chlamydia felis*, кошки

Благодарности: Работа выполнена за счет средств ФГБУ «ВНИИЗЖ» в рамках тематики научно-исследовательских работ «Ветеринарное благополучие».

Для цитирования: Цыганов И. С., Щербинин С. В., Галкина Т. С., Груздев К. Н. Хламидиоз кошек (обзор). *Ветеринария сегодня*. 2025; 14 (4): 326–336.
<https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-326-336>

Конфликт интересов: Груздев К. Н. является главным редактором журнала «Ветеринария сегодня», но никакого отношения к решению опубликовать эту статью не имеет. Рукопись прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляли.

Для корреспонденции: Цыганов Илья Сергеевич, аспирант, ветеринарный врач лаборатории профилактики болезней мелких домашних животных ФГБУ «ВНИИЗЖ», ул. Гвардейская, 6, мкр. Юрьевец, г. Владимир, 600901, Россия, cyanov@arriah.ru

Feline chlamydiosis (review)

Ilya S. Tsyganov, Sergey V. Shcherbinin, Tatyana S. Galkina, Konstantin N. Gruzdev

Federal Centre for Animal Health, ul. Gvardeyskaya, 6, Yur'evets, Vladimir 600901, Russia

ABSTRACT

Introduction. Feline chlamydiosis is a disease caused by *Chlamydia felis*, it is characterized by conjunctivitis (unilateral or bilateral), lacrimation and lesions of the respiratory and reproductive tracts. This pathogen is a gram-negative bacterium with a strictly obligate intracellular parasitic nature. In the early 1940s, *Chlamydia* were considered an intermediate link between viruses and bacteria. Until the 1960s, *Chlamydia* were classified as viruses due to their small size and inability to grow on artificial nutrient media. Their unique two-phase developmental cycle allows the pathogen to persist in the body of an animal or human for a long time without clinical manifestations. Treatment of chlamydiosis must be systemic, addressing both etiological therapy (use of antibiotics) and symptomatic therapy. Immunity against chlamydiosis is weak, with cellular immunity being more important than humoral immunity. Currently, both attenuated and inactivated vaccines are available on the market, which can protect against the clinical manifestation of the disease but not against infection. Chlamydiosis is a globally widespread disease, with detection rates showing a consistent year-on-year increase.

Objective. To review and systematize current data on feline chlamydiosis caused by *Chlamydia felis*.

Results. The article reviews global prevalence data of feline chlamydiosis. It examines the biological properties of the infectious agent, the clinical signs of the disease, and the pathological findings. Data on immunity are presented, and disease control measures are discussed.

Conclusion. *Chlamydia felis* is a worldwide spread pathogen capable of infecting not only cats and other animals but also humans, which indicates its zoonotic potential. Such factors as complex life cycle, adeptness at host immune evasion and ability to establish persistent infections hinder its effective eradication. The required extended treatment regimens and propensity for chronic infections compromise companion animal welfare and pose a risk of transmission to humans. A more profound understanding of *Chlamydia felis* pathogenesis is essential for developing effective treatment and prevention strategies.

Keywords: review, feline chlamydiosis, *Chlamydia*, cats

Acknowledgements: The study was funded by the Federal Centre for Animal Health as a part of research activities "Veterinary Welfare".

For citation: Tsyanov I. S., Shcherbinin S. V., Galkina T. S., Gruzdev K. N. Feline chlamydiosis (review). *Veterinary Science Today*. 2025; 14 (4): 326–336. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-326-336>

Conflict of interests: Gruzdev K. N. is the editor-in-chief of the "Veterinary Science Today" journal, but was not involved into the decision making process related to this article publication. The manuscript has passed the review procedure accepted in the journal. The authors did not declare any other conflicts of interests.

For correspondence: Ilya S. Tsyanov, Postgraduate Student, Veterinarian, Laboratory for Pets Diseases Prevention, Federal Centre for Animal Health, ul. Gvardeyskaya, 6, Yur'evets, Vladimir 600901, Russia, cyanov@arriah.ru

ВВЕДЕНИЕ

Хламидиоз кошек – контагиозная болезнь кошачьих (*Felidae*) с симптомами поражения глаз и органов респираторного тракта, вызываемая бактерией рода *Chlamydia*. Данная болезнь может вызываться разными видами хламидий, такими как *C. pneumoniae*, *C. psittaci*, *C. abortus*, но основной является *Chlamydia felis* (ранее известная как *Chlamydophila felis*, до этого классифицированная как *Chlamydia psittaci variant felis*). Опираясь на историческую классификацию *C. felis* и *C. psittaci* как представителей одного и того же вида, можно предположить, что предыдущие обусловленные *C. psittaci* случаи регистрировались у домашних кошек, но не отличались от случаев, вызванных *C. felis*, из-за ограничений молекулярной диагностики того времени. Несмотря на то что *C. psittaci* и *C. felis* обладают разной избирательностью к хозяевам и вызывают разные симптомокомплексы болезни, эти патогены тесно связаны [1, 2, 3, 4, 5]. Эталонным штаммом *C. felis* является штамм FP Baker [6, 7, 8, 9, 10, 11]. Хламидия данного вида также является патогеном, способным вызывать инфекционный процесс у человека [12, 13, 14]. Что касается видовой принадлежности, *C. felis* способна бессимптомно инфицировать собак, при этом манифестация конъюнктивита у последних – редкое явление, однако сероконверсия к данному патогену происходит [13]. Следовательно, видна потенциальная роль собак в зоонозной передаче хламидий, что делает *C. felis* важной нозоединицей, подлежащей диагностике и у собак. У людей *C. felis* способна вызывать симптомы кератоконъюнктивита, фолликулярного конъюнктивита, патологии дыхательных путей, гепатосplenомегалии, гломерулонефрита и эндокардита [15, 16, 17, 18, 19, 20]. Также сообщалось, что *C. felis* была обнаружена в мазках с конъюнктивы у взрослой евразийской рыси с односторонним поражением глаз [21].

В начале 40-х гг. XX века хламидии считали промежуточным звеном между вирусами и бактериями. До 1960-х гг. из-за малых размеров и неспособности развиваться на искусственных питательных средах их классифицировали как вирусы. В начале XXI века, после секвенирования генома, данный возбудитель был отнесен к бактериям [22, 23]. Первые упоминания о заражении кошек хламидиями с симптомами поражения глаз и дыхательной системы были в 1971 г. [17].

Актуальность данной работы состоит в представлении биологии возбудителя *C. felis*, описании особенности болезни, вызванной данным патогеном, которая распространена практически повсеместно среди безнадзорных и домашних кошек (*Felis catus*). Этому способствует низкий уровень культуры содержания домашних животных, бесконтрольное их разведение, рост

численности безнадзорных особей. Данная тема представляет большой интерес для изучения возможностей оздоровления домашних и племенных животных в век значительных экономических затрат на содержание и лечение животных-компаньонов, а также для снижения риска заболевания хламидиозом людей. Хламидийная инфекция охватывает все континенты, поэтому ее диагностика и профилактика играют важную роль.

Новизна статьи определяется анализом современной информации об эпизоотической ситуации по хламидиозу кошек, клинических признаках и патолого-анатомических изменениях, средствах диагностики и вакцинопрофилактики хламидиоза.

Целью данного обзора является актуализация и систематизация данных по хламидиозу кошек, вызываемому *C. felis*.

ЭПИЗООТИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ

Информация об эпизоотической ситуации по хламидиозу кошек не отражает реального распространения данной болезни. Сведения о частоте случаев хламидиоза кошек, вызванного *C. felis*, из различных географических регионов получены на основании результатов молекулярных исследований. Так, в США за 2014 г. количество положительных на наличие *C. felis* кошек составило 24% [24]. В Китае за период с ноября 2022 по октябрь 2023 г. доля ПЦР-положительных проб от кошек была равна 15,75% [25]. В европейских странах за последние 20 лет лидерами по выявляемости *C. felis* были: Словакия (45,16%), Венгрия (33,3%), Польша (25%), Италия (20%), Швейцария (16%) и Швеция (15,3%) [9, 13, 26, 27]. В России в период с 2018 по сентябрь 2019 г. доля положительных на *C. felis* результатов составила 11,2% [28]; отдельно по Москве за 2019 г. – 7,2% [29]. По некоторым данным, бактерии данного вида обнаруживались примерно у 26,3% бездомных кошек в Японии [26]. Полученные сведения, без учета выборки и темпов диагностических мероприятий, демонстрируют высокую заболеваемость кошек хламидиозом. Случаи, вызванные *C. felis*, характеризуются энзоотичностью, и эпизоотологические исследования, проведенные в разных странах, указывают на наличие данного патогена у 23% кошек, страдающих от конъюнктивита. Более высокие показатели заболеваемости наблюдаются у кошек, содержащихся в группах, приютах для животных [2].

БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОЗБУДИТЕЛЯ

Chlamydia felis – грамотрицательная кокковидная бактерия со строго облигатно внутриклеточным паразитизмом, относится к семейству *Chlamydaceae*, роду *Chlamydia* (рис.). Размер зависит от фазы цикла

развития, который проходит в два этапа: неинфекционные ретикулярные тельца (диаметр от 0,5 до 1,6 мкм) и инфекционные элементарные тельца (диаметр от 0,2 до 0,6 мкм) [7, 30].

Все изоляты хламидий, выделенные начиная с 1942 г. от кошек с симптомами поражения верхних дыхательных путей, первоначально были сгруппированы в вид *C. psittaci*. Позже, на основе последовательности 16S rPHK, представителей существовавшего на тот момент семейства *Chlamydiaceae* разделили на два рода: *Chlamydia* и *Chamydophila*, а возбудитель хламидиоза кошачьих отнесли к роду *Chamydophila* [8, 22, 30, 31]. В 2009 г. после полногеномного секвенирования хламидий было принято решение о включении четырех семейств в порядок *Chlamydiales* и объединении всех патогенных хламидий в семейство *Chlamydiaceae*, в рамках которого выделен единственный род *Chlamydia* [11].

УСТОЙЧИВОСТЬ ВОЗБУДИТЕЛЯ К ФАКТОРАМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ДЕЗИНФЕКТАНТАМ

При нагревании хламидий до 55, 70 и 75 °C гибель наступает через 45, 2, и 1 мин соответственно. Низкие температуры обладают консервирующими эффектом.

Дезинфицирующие средства, такие как растворы формальдегида, хлорамина, фенола и другие, в стандартных концентрациях эффективны против хламидий [28, 32]. Низкие значения pH губительны, оптимальное значение pH среды 7,0–7,4. Хламидии сохраняются в течение 2–3 дней в водопроводной воде комнатной температуры, чувствительны к действию ультрафиолета [33].

МОЛЕКУЛЯРНО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОЗБУДИТЕЛЯ

Возбудитель хламидиоза имеет одну кольцевую хромосому с размером генома чуть больше 1,166 млн пар нуклеотидов, содержание гуанин-цитозиновых пар составляет 39,1–39,4%. Также содержит криптическую (скрытую) плазмиду *pCf1* размером около 7,6 тыс. пар нуклеотидов с восемью генами [31, 34].

Геном хламидий высококонсервативен, компактен, и эта особенность характерна и для *C. felis* [20, 35]. В связи с внутриклеточным образом жизни у хламидий произошло сокращение генома, что является адаптацией, а не деградацией [22]. Оболочка хламидий состоит из трех слоев: внутренней билипидной мембраны, межмембранный структуры (периплазматическое

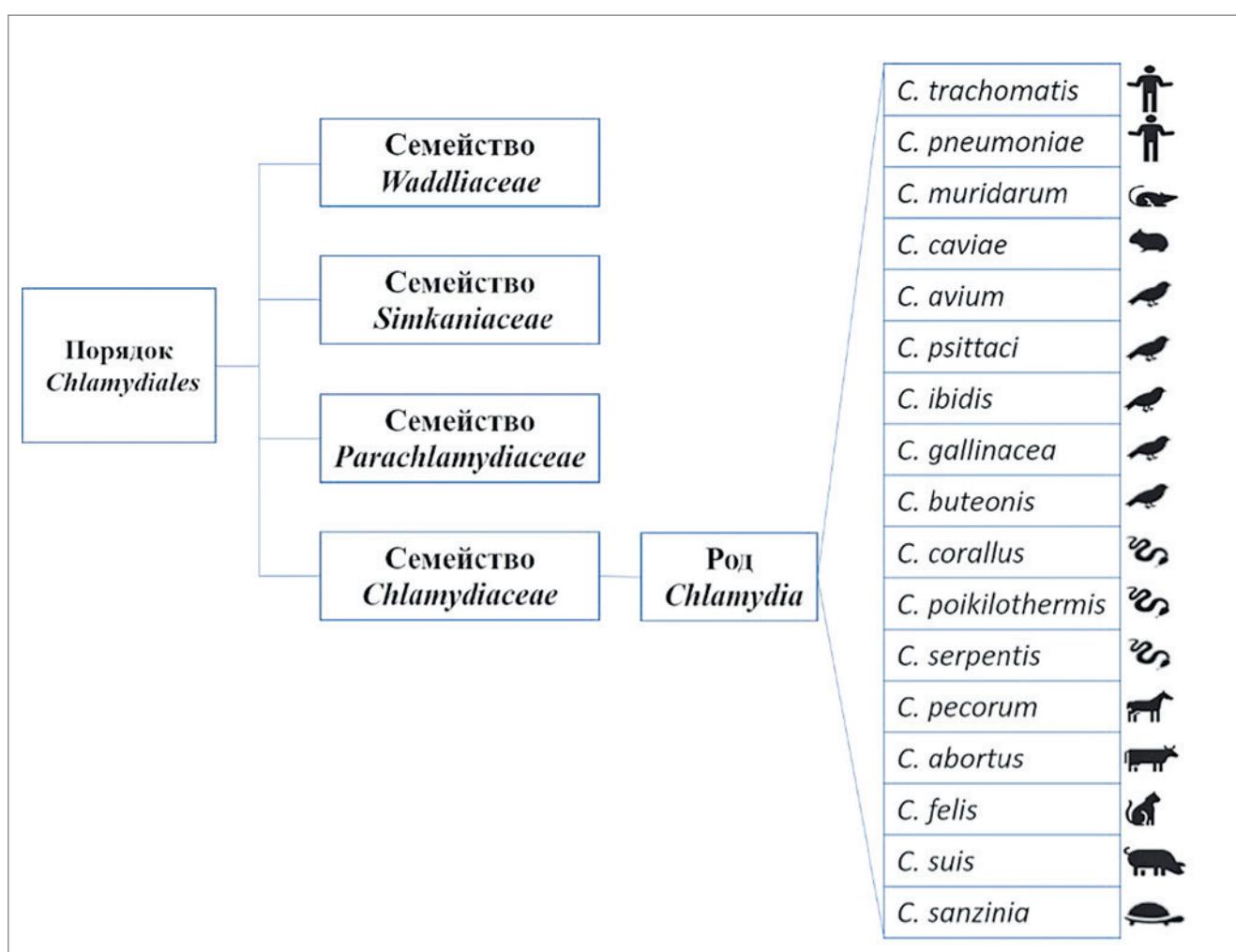


Рис. Классификация хламидий по данным анализа последовательности генов 16S и 23S rPHK на 2019 г. [32].

Иконками на рисунке изображены первичные хозяева штаммов хламидий, однако стоит учитывать тот факт, что представители рода *Chlamydia* являются полигостальными микроорганизмами

Fig. Phylogenetic classification of *Chlamydia* species according to 16S and 23S rRNA gene sequence analysis as of 2019 [32].

Icons indicate the primary host species for each strain, though all members of the *Chlamydia* genus are considered polyhostal

пространство) и наружной липополисахаридной мембранны с включениями главного белка внешней мембраны (MOMP – major outer membrane protein) и полиморфных белков внешней мембраны (POMP – polymorphic outer membrane protein, pmp1, pmp7, pmp13 и другие), а также белков, богатых цистеином. В число POMP входят внешние мембранные белки OMP1 и OMP2. Эти белки участвуют в адгезии возбудителя на эпителиальных клетках хозяина [31, 34, 33, 36]. Белки MOMP и OMP2 содержат родо-, видо- и типоспецифические эпитопы, что обуславливает возможность появления перекрестных реакций. Белок MOMP (он же OmpA – outer membrane protein A) обнаруживается как у элементарных, так и у ретикулярных телец и выполняет функции как адгезина, так и порина [31, 35, 37]. Белки внешней мембрани являются высококонсервативными между изолятами [38].

В оболочке хламидий отсутствует пептидогликан, но присутствует полипептид, который совместно с ковалентно связанными с ним липопротеинами и липополисахаридами, а также белками внешней мембрани обеспечивает механическую прочность оболочки [26, 31, 39]. Экспериментальные данные показывают, что полиморфные мембранные белки (pmp) обладают множеством биологических и иммунных функций, включая уклонение от иммунного ответа хозяина, индукцию воспалительных и иммунных реакций, тканевой тропизм. Гены rmp демонстрируют высокий уровень внутри- и межвидовой гетерогенности в их аминокислотных последовательностях и размерах, но их можно идентифицировать по присутствию консервативных аминокислотных последовательностей GGA(I, L, V) и FxxN, повторяющихся в N-концевой области и C-концевом транслокационном блоке / β-домене [40, 41, 42]. Количество генов rmp у разных видов хламидий варьируется от 9 до 21, у *C. felis* их обнаружено 12. Степень схожести между нуклеотидными последовательностями rmp высокая, несинонимичные однонуклеотидные полиморфизмы (SNPs) ограничены одним участком в каждом из генов rmp1, rmp9 и rmp20. Можно предположить, что гены rmp *C. felis* высококонсервативны между штаммами из разных географических регионов [9, 37, 41, 42]. Вероятно, rmp1 и rmp7 представляют собой иммуно-доминантные белки [42].

Гены криптической плазиды были найдены у кошек с тяжелыми клиническими симптомами хламидийной инфекции. Криптическая плазида часто связана с вирулентностью хламидий [18, 43]. Плазиды содержат некодирующую РНК и восемь открытых рамок считывания (ORF1–8), функции пяти из них достаточно изучены. Анализ нуклеотидных последовательностей открытых рамок считывания показал, что белки, кодируемые ORF1 (pgp7) и ORF2 (pgp8), являются гомологами интегразы и рекомбиназы соответственно и отвечают за регуляцию репликации плазиды, а ORF3 (pgp1) является аналогом хеликазы DnaB и участвует в разматывании двойных нитей ДНК при их репликации. ORF4 кодирует белок pgp2, его функция пока не определена. Одной из основных рамок является ORF5, кодирующая белок pgp3, который может быть маркером хламидийных инфекций. ORF6 кодирует белок pgp4, содержащий 101–102 аминокислоты, а ORF7 и ORF8 – белки pgp5 и pgp6 соответственно, которые могут участвовать в репликации плазид. Плазиды кодируют различные белки, участвующие в репликации самой плазиды,

но не установлено, влияют ли они на коммуникацию с клеткой хозяина; было лишь продемонстрировано, что белок pgp3 продуцируется в цитозоль клеток, инфицированных хламидиями. Роль плазид еще не до конца изучена, хотя было показано, что наиболее важными для плазид являются гены pgp1 (ORF3), pgp2 (ORF4), pgp6 (ORF8) и pgp8 (ORF2), а менее важными – pgp3 (ORF5), pgp5 (ORF7) и pgp7 (ORF1) [43].

Хламидии имеют узконаправленный секреторный аппарат III типа (T3SS), который дает возможность этим бактериям вводить вирулентные факторы прямо в цитозоль клетки-мишени чувствительного организма, что приводит к нарушению механизмов адаптивного иммунного ответа (препятствие слиянию фагосомы с лизосомой клетки хозяина) [32, 33]. Секретируемые эффекторы III типа включают в себя транслоцированный актин-восстановливающий фосфопротеин (TARP), необходимый на начальном этапе инфекции, семейство белков мембрани включения (внутренние компартменты), необходимых для развития этого включения, и эффекторный хламидийный внешний белок N (CopN), участвующий в позднем нарушении активности секреции III типа. Среди других ключевых факторов – белки, играющие центральную роль в развитии хламидий и регуляции генов, например гистоноподобные белки HctA и HctB; белки, богатые цистеином (OmpA и OmpB); белки, ответственные за проницаемость внешней мембрани для питательных веществ (OmpA и PorB), а также глобальный фактор регуляции генов Euo [11].

При сравнении генома *C. felis* с другими представителями рода *Chlamydia* было установлено, что 795 генов у них являются общими, а 47 генов характерны только для *C. felis*. Также выявлено, что ортологичные гены демонстрируют сходную дивергентную картину, кроме 14 генов, которые накопили больше всего мутаций, отсюда следует, что эти гены *C. felis* могут участвовать в эволюционной адаптации [31]. Существует разнобразие штаммов *C. felis*, которые отличаются по своей вирулентности [5, 8].

Хламидии отличаются особым циклом развития, который состоит из двух фаз: внеклеточная и внутриклеточная. При внеклеточной фазе возбудитель представлен элементарными тельцами (ЭТ), являющимися инфекционными. При внутриклеточной фазе патоген представляет из себя неинфекционные ретикулярные тельца (РТ) [8, 26, 32]. ЭТ, ответственные за заражение клеток-мишеней, защищены трехслойной оболочкой, что в совокупности с шаровидной формой придает устойчивость к физическим и химическим факторам во внеклеточной среде. РТ также сферические, но имеют сетчатую структуру, из-за чего обладают полиморфностью и тонкой оболочкой [14, 17, 32]. Кратко цикл репродукции состоит из последовательных этапов: 1) адсорбция на рецепторах клетки хозяина; 2) проникновение ЭТ в клетку посредством эндоцитоза и пребывание в фагосоме; 3) подавление слияния фагосом с лизосомами; 4) дифференцировка ЭТ в РТ; 5) размножение РТ путем бинарного деления; 6) дифференцировка РТ в ЭТ; 7) выход ЭТ из клетки с ее лизисом [44].

Цикл начинается с контакта восприимчивой клетки хозяина с патогеном, в ходе которого ЭТ адгезируют к сиаловой кислоте на мемbrane клеток, в последующем проникая внутрь цитоплазмы. Внутри клетки ЭТ образуют внутрицитоплазматические включения, которые локализуются вблизи ядра клетки хозяина, аппарата

Гольджи и эндоплазматической сети. Из-за малого набора ферментов метаболическая активность ЭТ осуществляется за счет резервов клетки хозяина, получая необходимые метаболиты и аденоzinтрифосфат (АТФ) для репликации. Внутри включений ЭТ переходят в РТ, которые проходят последовательные этапы внутриклеточной репликации при помощи бинарного деления. После репликации РТ дифференцируются в ЭТ, которые выходят из клетки хозяина путем лизиса или экструзии, что позволяет им распространяться по организму. Весь цикл занимает от 48 до 72 ч [8, 17, 30, 31, 32, 33, 45].

В настоящий момент выделяют еще одну стадию цикла развития хламидий, которая возникает в стрессовых условиях, таких как использование β -лактамных антибиотиков (пенициллинов, цефалоспоринов, карбапенемов), – стадию персистенции (латентная форма, или неинфекционные аберрантные тельца, АТ). Они не трансформируются в ЭТ и представляют собой внутриклеточную неразмножающуюся форму. АТ не имеют МОМР и секрецируют в большом количестве стрессовые протеины (Chsp60 – chlamydial heat shock protein 60, белки теплового шока массой 60 кД), которые могут приводить к персистенции инфекции, что способствует хроническому воспалению. Латентная форма обратима, если причина стресса будет устранена. АТ вернутся к форме РТ, начнут фазу репликации и продолжат развитие, превращаясь в ЭТ [31, 45]. РТ отличаются от ЭТ, так как они ориентированы на усвоение питательных веществ и участвуют в процессе репликации, что может привести к их асинхронной дифференциации обратно в ЭТ. Последние способны длительное время сохраняться в межклеточном пространстве нефагоцитированными. Между хозяином и возбудителем существует постоянное противоборство, и некоторые клинические хламидийные инфекции могут протекать без проявления симптомов в течение нескольких месяцев [17, 31, 33].

Хламидии обладают эпителиотропностью. Размножение хламидий в эпителиальных клетках приводит к разрушению эпителиального слоя с образованием рубцов и спаек. При длительной персистенции в эпителиальных клетках возбудитель может попадать в кровь и гематогенно – в паренхиматозные органы и лимфоидные ткани. *C. felis* поражает глаза и верхние дыхательные пути (нос или горло) кошек [8, 33]. Возбудитель чаще всего обитает в местах содержания нескольких кошек, приютах, питомниках. Основным переносчиком патогена являются больные кошки, однако собаки тоже могут являться резервуаром для *C. felis*. Передача возбудителя происходит главным образом при контакте с инфицированным материалом, например с выделениями из глаз [46]. Есть данные, что животные могут заразиться при половом контакте. У кошек возбудитель локализуется в шейке матки, у котов инфицированы семенники, и возбудитель выделяется во время эякуляции [47]. Было доказано, что *C. felis* можно выделить из ректальных и вагинальных мазков, отобранных от больных хламидийным конъюнктивитом кошек при естественном и экспериментальном заражении, но возможность передачи возбудителя при половом контакте не ясна, вероятно, кишечник и репродуктивные органы могут являться местами персистенции инфекции [8, 35]. Экспериментальная глазная инфекция кошек привела к выделению хламидий из влагалища и прямой кишки в 50 и 40% случаев

соответственно, демонстрируя, что *C. felis* не ограничивается слизистой оболочкой конъюнктивы [35].

ПАТОГЕНЕЗ И КЛИНИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ

Инкубационный период варьирует от 5 до 15 дней [32]. Инфекция, вызываемая *C. felis*, приводит к развитию острого или хронического конъюнктивита у кошек. Начальным симптомом является одностороннее поражение глаз, которое может прогрессировать на второй глаз, вызывая двухсторонний конъюнктивит. Также в числе клинических проявлений односторонняя или двухсторонняя эпифора, гиперемия мигательной перепонки, блефароспазм, мукоидные/слизистые/серозные/серозно-гнойные выделения, воспаление и хемоз конъюнктивальных оболочек. Данные симптомы сохраняются в течение 22–45 дней. При этом легкая форма конъюнктивита может длиться несколько месяцев [9, 35, 46, 48, 49]. Клинические симптомы со стороны респираторной системы обычно минимальны [48, 49]. У некоторых кошек может наблюдаться снижение веса. Также возможны лихорадка, снижение или потеря аппетита, вялость, чихание, серозные истечения из носа, увеличение подчелюстных лимфатических узлов [8, 32, 35]. Состояние большинства кошек остается удовлетворительным, но у незначительного числа животных возникают серьезные нарушения дыхания, сильные хрипы, что при отсутствии лечения может привести к летальному исходу от отека легких или асфиксии из-за недостаточно развитого дыхания через рот. В случае генерализованной инфекции, что бывает редко, патоген с током крови распространяется практически по всем органам, в суставы, к головному и спинному мозгу, что с большой вероятностью приводит к летальному исходу [8, 17, 32]. У большинства кошек без лечения развивается хронический (слабая гиперемия конъюнктивы, формирование скудного отделяемого во внутренних уголках глаз) или фолликулярный конъюнктивит [32, 35]. Выделения из глаз прекращаются через 60 дней, но отсутствие клинических симптомов не является гарантией выздоровления, хламидийная инфекция может сохраняться в течение нескольких месяцев и протекать бессимптомно [17, 35]. Ко-инфекция, вызванная сочетанием *C. felis* с другими возбудителями (калицивирус кошек, вирус герпеса кошек первого типа, микоплазмы), увеличивает тяжесть болезни и продолжительность выделения хламидий во внешнюю среду. Хламидийная инфекция может проявляться перитонитом [8, 50]. При экспериментальном заражении кошек хламидии обнаруживались в мазках с конъюнктивы в течение 8 мес. после инфицирования, что позволяет предположить длительный период бессимптомного носительства. Аэрозольное и пероральное введение патогена кошкам приводило к развитию патологии верхних дыхательных путей и легкой формы гастрита. Также выявлена связь между хламидийной инфекцией и хромотой у больных кошек, которая проявлялась через две недели после возникновения конъюнктивита у 10 из 19 инфицированных особей, однако этот факт требует более детального исследования [8, 17, 35]. Кроме того, при экспериментальном инокулировании возбудителя в половые пути развивался хронический сальпингит с последующим распространением на яйцевод [46]. Литературные данные расходятся в описании нарушений со стороны репродуктивной функции: высказывалось предположение о том, что патоген является причиной абортов

или замершей беременности у кошек. У некоторых авторов имеются косвенные доказательства того, что *C. felis* может вызвать аборт, неонатальную смертность и бесплодие, но определенных причинно-следственных связей не установлено [8, 10]. Бесплодие, abortionы животных являются наиболее серьезным последствием хронической формы хламидиоза [40]. Считается, что некоторые метаболиты (изолейцин) могут выступать в качестве ингибиторов роста хламидий и способствовать латентному течению хламидийной инфекции [32]. Несмотря на то что хламидиоз может протекать без явных симптомов и обычно не приводит к летальному исходу, инфицированное животное остается носителем, способным передавать возбудитель [51].

ПАТОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ ХЛАМИДИОЗЕ

При вскрытии отмечаются следующие патолого-анатомические изменения: гиперемия и увеличение размеров печени и селезенки, лимфатических узлов; признаки пневмонии и перикардита; кровоизлияния на серозных оболочках и под капсулой почек; поражения пищеварительного тракта. Наиболее характерные изменения наблюдаются в тканях легких, средостенных и бронхиальных лимфатических узлах [32, 47]. На макроскопическом уровне видны следующие явления: серозный конъюнктивит, гиперплазия лимфоидных узелков селезенки, катаральный бронхит, субтотальная и тотальная интерстициальная пневмония и пневмосклероз, гиперплазия и серозный лимфаденит регионарных лимфоузлов. При гистологическом исследовании морфологическими критериями хламидийной инфекции на микроскопическом уровне являются: интерстициальная пневмония, пневмосклероз, фибринозно-гнойная плевропневмония, интерстициальная бронхопневмония (утолщение интерстициальных альвеолярных перегородок из-за инфильтрации воспалительных клеток и эксудата в бронхиальной ткани), гиперплазия и серозный лимфаденит средостенных и бронхиальных лимфатических узлов, гиперплазия лимфоидных узелков селезенки, слизистой оболочки кишечника, венозная гиперемия печени и почек, жировая и зернистая дистрофия печени. Также наблюдается резкое полнокровие органов с явлениями диапедеза вокруг капилляров и гиперплазия островковых отделов, секрецирующих инсулин в поджелудочной железе. Слабо выраженные внешние клинические симптомы могут сочетаться с серьезными дегенеративными, деструктивными изменениями во внутренних органах и тканях [17, 41, 52].

ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА ХЛАМИДИОЗА

Лабораторная диагностика основывается на прямом выявлении возбудителя в материале и определении противохламидийных антител посредством серологических реакций (иммуноферментный анализ, реакция связывания комплемента, реакция длительного связывания комплемента). Серологические реакции в диагностике хламидиоза являются скрининговыми, требующими дальнейшего подтверждения другими методами. Существуют лабораторные методы, позволяющие выявлять РТ и ЭТ. Они включают в себя цитологический (данный анализ не требует специального оборудования, но его чувствительность и специфичность достаточно низкая), иммунологический (прямой и непрямой иммунофлюоресцентный анализ, иммуноферментный анализ), культу-

ральный (считается золотым стандартом, но трудоемкий и длительный, используется в научной практике), молекулярно-биологический (полимеразная цепная реакция – наиболее чувствительный быстрый и надежный) методы [33, 53, 54]. Молекулярный анализ наиболее достоверен для постановки окончательного диагноза «хламидиоз кошек», поскольку заболевание может иметь различные клинические проявления, протекать в субклинической форме (бактерионосительство) [51].

Из-за неспособности хламидий расти на искусственных питательных средах для их культивирования используют 6–7-суточные эмбрионы кур категории SPF (specific pathogen free), которые заражают в желточный мешок. Гибель эмбриона в первые двое суток после инфицирования считается неспецифической. Период инкубации длится до 13 дней, что является основным недостатком. Культивирование на куриных эмбрионах до 1965 г. было единственным методом изоляции и размножения хламидий, однако впоследствии применение клеточных культур упростило данную процедуру [17, 55]. Для сокращения сроков культивирования до 48–72 ч используют чувствительные культуры клеток, в частности для выращивания *C. felis* применяются такие линии клеток, как Vero (перевиваемая линия клеток почки африканской зеленой мартышки *Chlorocebus aethiops*), McCoy (гибридная линия синовиальных клеток человека и фибробластов мыши), CrFK (перевиваемая культура клеток почки кошки), BHK-21 (клеточная линия из почки новорожденного сирийского хомячка), HeLa (клетки раковой опухоли шейки матки человека), L929 (клеточная линия фибробластов мыши) [17, 42, 50]. Для повышения адсорбции и проникновения хламидий в клетку используют центрифугирование или физико-химические способы снижения резистентности культур клеток. Например, поликатионы (DEAE-декстран – диэтиламиноэтидекстран) применяют для обработки монослоя перед заражением культур клеток, они нейтрализуют анионную поверхность хламидий, создавая условия для контакта. После контакта в питательную среду добавляют антиметаболиты, которые замедляют метаболизм клеток, но не влияют на хламидии, и косвенным путем стимулируют их репродукцию. Чаще всего хламидии культивируют на культурах клеток, обработанных циклогексимидом или аналогами (L-цистеин гидрохлорид, гидрокортизон, колхицин) [56]. Для выделения бактерий используют конъюнктивальные, ректальные, вагинальные смывы, помещаемые во время транспортировки в специальную среду, начать исследование биологического материала необходимо не позднее 24 ч после отбора, заморозка и оттаивание на *C. felis* может действовать губительно [50].

ЛЕЧЕНИЕ И ПРОФИЛАКТИКА ХЛАМИДИОЗА

В связи с системным течением хламидиоза местная терапия является неэффективной [8]. Длительным курсом применяются такие антибиотики, как доксициклин, азитромицин, амоксициллин, местное лечение назначается дополнительно. Для профилактики можно использовать мелатонин, серотонин или их производные. По некоторым данным, мелатонин ингибирует начальное прогрессирование цикла развития хламидий, препятствует возникновению внутриклеточной инфекции и превращению ЭТ в РТ [57]. Также в качестве

терапии можно использовать хламидийные бактериофаги как альтернативу антибиотикам, тем самым решая проблему антибиотикорезистентности. В частности, антибиотики не способны подавлять хламидийные ЭТ, которые являются метаболически инертными и сложно поддаются эрадикации [42]. Хламидиофаги провоцируют торможение цикла развития и задерживают переход РТ в ЭТ, таким образом снижая возможность заражения других клеток. Хламидийные бактериофаги имеются только у шести видов, включая *C. felis* [43].

Вакцинация для профилактики хламидийной инфекции обычно начинается с 8–9-недельного возраста с последующей ревакцинацией через 2–4 недели и далее ежегодно. Следует отметить, что информация о продолжительности иммунитета ограничена. На рынке доступны живые аттенуированные и инактивированные адьювантные вакцины. Достоверных данных для сравнения их эффективности нет. Вакцины эффективны в протективном отношении от клинических симптомов болезни, но не от возникновения инфекции. Они снижают репликацию хламидий в организме и уменьшают клинические проявления инфекции. По рекомендации WSAVA (World Small Animal Veterinary Association) вакцинация против хламидиоза, вызываемого *C. felis*, является дополнительной и рекомендована в случаях, когда существует риск заражения (самовыгул), в рамках мероприятий по борьбе с данной болезнью, при скученном содержании животных, в приютах, а также животным, участвующим в выставках и племенном разведении [30, 50, 58]. Не выявлено сильной и убедительной зависимости между уровнем специфических антител и устойчивостью вакцинированных кошек к заражению *C. felis* [50].

Иммунитет против возбудителя хламидийной инфекции слабый или непродолжительный и не защищает от повторного инфицирования. У кошек с возрастом появляется устойчивость к заражению. В ответ на инфицирование хламидиями задействуется как гуморальный, так и клеточный иммунитет [8]. Считается, что клеточный иммунитет играет решающую роль в защите организма от данного патогена. Белки MOMP и POMP являются мишениями для защитных иммунных реакций организма. Котята изначально защищены антителами на 9–12 недель при получении молозива от переболевших кошек [8, 30].

На начальной стадии инфекционного процесса в иммунный ответ вовлечены полиморфноядерные лимфоциты. Ведущее значение в защите от хламидиоза занимает поликлональная активация В-лимфоцитов. Тем не менее главенствующая роль в иммунной защите от хламидиоза принадлежит Т-хелперам, которые активируют фагоцитарную активность макрофагов [59].

Одним из ключевых факторов патогенности хламидий является протеасомный белок CPAF (chlamydial protease / proteasome-like activity factor), который подавляет активацию нейтрофилов. В присутствии CPAF индуцируется экспрессия антиапоптотического белка дифференцировки клеток миелоидного лейкоза (Mcl-1), который способствует деградации проапоптотических молекул, таких как BCL-2-подобный белок 11 (Bim). Таким образом, *Chlamydia* препятствует апоптозу клеток-хозяев, что приводит к длительному периоду персистенции, то есть репликации внутри клеток-хозяев. CPAF разрушает основной комплекс гистосовместимости (МНС), препятствуя презентации антигена к Т-клеткам. Кроме того, представители рода *Chlamydia* увеличивают экспрессию PD-L1 (лиганд программируемой клеточной смерти 1)

в клетках-хозяевах. Связывание PD-L1 с рецептором PD-1 (программируемая клеточная смерть 1) на поверхности Т-клеток представляет собой негативный сигнал, подавляющий активацию Т-клеточного рецептора (TCR) [60]. Таким образом, хламидия является бактерией, хорошо приспособленной ко многим защитным механизмам организма хозяина, что усложняет процесс ее элиминации и подтверждает необходимость в разработке эффективных методов профилактики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ современных научных данных о хламидиозе кошек позволяет заключить, что сведения об эпизотической ситуации не отражают реального распространения данной болезни. *C. felis* является патогеном, способным поражать не только кошек, но и других животных, а также человека.

Сложный цикл развития, наличие способности преодолевать иммунитет хозяина, длительная персистенция в организме усложняют его эрадикацию. Диагностика хламидиоза затруднена в связи с низкой устойчивостью возбудителя вне организма, наиболее чувствительным методом является ПЦР. Длительный курс лечения, переход в хроническое течение и регулярные рецидивы снижают качество жизни животных-компаньонов, а терапия требует высоких экономических затрат.

Профилактика заключается в своевременной вакцинации, иммунитет против возбудителя хламидийной инфекции слабый или непродолжительный и не защищает от повторного инфицирования. При этом клеточный иммунитет имеет большее значение, чем гуморальный. Отсюда складывается необходимость в превентивных мерах по защите животных от болезни.

Для целей разработки схем успешного лечения и профилактики хламидиоза кошек требуется более детальное изучение *C. felis*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sostaric-Zuckermann I. C., Borel N., Kaiser C., Grabarevic Z., Pospischil A. *Chlamydia* in canine or feline coronary arteriosclerotic lesions. *BMC Research Notes*. 2011; 4:350. <https://doi.org/10.1186/1756-0500-4-350>
2. Sibitz C., Rudnay E. C., Wabnegger L., Spergser J., Apfaltrer P., Nell B. Detection of *Chlamydophila pneumoniae* in cats with conjunctivitis. *Veterinary Ophthalmology*. 2011; 14 (Suppl. 1): 67–74. <https://doi.org/10.1111/j.1463-5224.2011.00919.x>
3. Fukushi H., Hirai K. Genetic diversity of avian and mammalian *Chlamydia psittaci* strains and relation to host origin. *Journal of Bacteriology*. 1989; 171 (5): 2850–2855. <https://doi.org/10.1128/jb.171.5.2850-2855.1989>
4. Sanderson H., Vasquez M., Killion H., Vance M., Sondgeroth K., Fox J. Fatal *Chlamydia psittaci* infection in a domestic kitten. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 2021; 33 (1): 101–103. <https://doi.org/10.1177/1040638720966960>
5. Lewin A. C., Hicks S. K., Carter R. T. A review of evidence-based management of infectious ocular surface disease in shelter-housed domestic cats. *Veterinary Ophthalmology*. 2023; 26 (Suppl. 1): 47–58. <https://doi.org/10.1111/vop.13063>
6. Chan I., Dowsey A., Lait P., Tasker S., Blackwell E., Helps C. R., Barker E. N. Prevalence and risk factors for common respiratory pathogens within a cohort of pet cats in the UK. *Journal of Small Animal Practice*. 2023; 64 (9): 552–560. <https://doi.org/10.1111/jsap.13623>
7. Longbottom D., Coulter L. J. Animal chlamydioses and zoonotic implications. *Journal of Comparative Pathology*. 2003; 128 (4): 217–244. <https://doi.org/10.1053/jcpa.2002.0629>

8. Sykes J. E. Feline chlamydiosis. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*. 2005; 20 (2): 129–134. <https://doi.org/10.1053/j.ctsp.2004.12.018>
9. Halánová M., Sulinová Z., Čisláková L., Trbolová A., Páleník L., Weissová T., et al. *Chlamydophila felis* in cats – are the stray cats dangerous source of infection? *Zoonoses and Public Health*. 2011; 58 (7): 519–522. <https://doi.org/10.1111/j.1863-2378.2011.01397.x>
10. Fontbonne A. Infertility in queens: Clinical approach, experiences and challenges. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2022; 24 (9): 825–836. <https://doi.org/10.1177/1098612x221118752>
11. Sachse K., Bavoil P. M., Kaltenboeck B., Stephens R. S., Kuo C.-C., Rosselló-Móra R., Horn M. Emendation of the family *Chlamydiaceae*: proposal of a single genus, *Chlamydia*, to include all currently recognized species. *Systematic and Applied Microbiology*. 2015; 38 (2): 99–103. <https://doi.org/10.1016/j.syapm.2014.12.004>
12. Wu S.-M., Huang S.-Y., Xu M.-J., Zhou D.-H., Song H.-Q., Zhu X.-Q. *Chlamydia felis* exposure in companion dogs and cats in Lanzhou, China: A public health concern. *BMC Veterinary Research*. 2013; 9:104. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-9-104>
13. Ulbert Á. B., Juhász H., Karácsony Z., Bencze K., Deim Z., Burián K., Terhes G. The occurrence of *Chlamydia felis* in cats and dogs in Hungary. *Pathogens*. 2024; 13 (9):771. <https://doi.org/10.3390/pathogens13090771>
14. Hughes L., Visser S., Heddema E., de Smet N., Linssen T., Wijdh R. J., Huis in't Veld R. Zoonotic transmission of *Chlamydia felis* from domestic cats: A case series of chronic follicular conjunctivitis in humans. *New Microbes and New Infections*. 2024; 59:101412. <https://doi.org/10.1016/j.nmni.2024.101412>
15. Jazi S., Mokhtari A., Kahrizsangi A. E. Molecular detection of *Chlamydia psittaci* and *Chlamydia felis* in human keratoconjunctivitis cases. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*. 2020; 23 (1): 130–137. <https://doi.org/10.15547/bjvm.2124>
16. Wons J., Meiller R., Bergua A., Bogdan C., Geißdörfer W. Follicular conjunctivitis due to *Chlamydia felis* – case report, review of the literature and improved molecular diagnostics. *Frontiers in Medicine*. 2017; 4:105. <https://doi.org/10.3389/fmed.2017.00105>
17. Chen J., Long J., Zhou H., Huang C., Zhu Y., Wang R., et al. Isolation and characterization of *Chlamydia felis* and its pathogenesis in cats. *Veterinary Microbiology*. 2024; 295:110128. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2024.110128>
18. Miyashita N., Fukano H., Mouri K., Fukuda M., Yoshida K., Kobashi Y., et al. Community-acquired pneumonia in Japan: a prospective ambulatory and hospitalized patient study. *Journal of Medical Microbiology*. 2005; 54 (4): 395–400. <https://doi.org/10.1099/jmm.0.45920-0>
19. Corsaro D., Venditti D. Detection of novel *Chlamydiae* and *Legionellales* from human nasal samples of healthy volunteers. *Folia Microbiologica*. 2015; 60 (4): 325–334. <https://doi.org/10.1007/s12223-015-0378-y>
20. Laroucau K., Di Francesco A., Vorimore F., Thierry S., Pinoret J. L., Bertin C., et al. Multilocus variable-number tandem-repeat analysis scheme for *Chlamydia felis* genotyping: comparison with multilocus sequence typing. *Journal of Clinical Microbiology*. 2012; 50 (6): 1860–1866. <https://doi.org/10.1128/jcm.00417-12>
21. Marti I., Pisano S. R. R., Wehrle M., Meli M. L., Hofmann-Lehmann R., Ryser-Degiorgis M. P. Severe conjunctivitis associated with *Chlamydia felis* infection in a free-ranging Eurasian lynx (*Lynx lynx*). *Journal of Wildlife Diseases*. 2019; 55 (2): 522–525. <https://doi.org/10.7589/2018-05-142>
22. Luu L. D. W., Kasimov V., Phillips S., Myers G. S. A., Jelocnik M. Genome organization and genomics in *Chlamydia*: whole genome sequencing increases understanding of chlamydial virulence, evolution, and phylogeny. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 2023; 13:1178736. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2023.1178736>
23. Федорова В. А. Геномные и постгеномные технологии в изучении и диагностике хламидиозов. *Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине – 2020: сборник статей Всероссийской школы-семинара (Саратов, 18–19 ноября 2020 г.)*. Саратов: Саратовский источник; 2020; 19–22. <https://elibrary.ru/gjgjai>
24. McManus C. M., Levy J. K., Andersen L. A., McGorray S. P., Leutenegger C. M., Gray L. K., et al. Prevalence of upper respiratory pathogens in four management models for unowned cats in the Southeast United States. *The Veterinary Journal*. 2014; 201 (2): 196–201. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2014.05.015>
25. Ju H., Yang D., Jin J., Wang J., Li X., Yang X., et al. Spectrum detection and analysis of the epidemiological characteristics of infectious pathogens in the feline respiratory tract. *Archives of Virology*. 2024; 169 (9):177. <https://doi.org/10.1007/s00705-024-06093-5>
26. Ohya K., Takahara Y., Kuroda E., Koyasu S., Hagiwara S., Sakamoto M., et al. *Chlamydophila felis* CF0218 is a novel TMH family protein with potential as a diagnostic antigen for diagnosis of *C. felis* infection. *Clinical and Vaccine Immunology*. 2008; 15 (10): 1606–1615. <https://doi.org/10.1128/cvi.00134-08>
27. Kiełbowicz Z., Płoneczka-Janeczko K., Bania J., Bierowiec K., Kiełbowicz M. Characteristics of the bacterial flora in the conjunctival sac of cats from Poland. *Journal of Small Animal Practice*. 2015; 56 (3): 203–206. <https://doi.org/10.1111/jsap.12304>
28. Коняев С. В. Распространенность возбудителей респираторных инфекций кошек и собак в России. *Российский ветеринарный журнал*. 2020; (1): 9–13. <https://doi.org/10.32416/2500-4379-2020-2020-1-9-13>
29. Струговщиков А. Ю., Пудовкин Н. А., Салаутин В. В. Особенности распространения хламидийной инфекции в городе Москва. *Международный вестник ветеринарии*. 2020; (2): 21–25. <https://elibrary.ru/qikmft>
30. Gruffydd-Jones T., Addie D., Belák S., Boucraut-Baralon C., Egberink H., Frymus T., et al. *Chlamydophila felis* infection: ABCD guidelines on prevention and management. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2009; 11 (7): 605–609. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2009.05.009>
31. Azuma Y., Hirakawa H., Yamashita A., Cai Y., Rahman M. A., Suzuki H., et al. Genome sequence of the cat pathogen, *Chlamydophila felis*. *DNA Research*. 2006; 13 (1): 15–23. <https://doi.org/10.1093/dnare/dsi027>
32. Федорова В. А., Ляпина А. М., Хижнякова М. А., Зайцев С. С., Салтыков Ю. В., Субботина И. А. и др. Хламидиозы животных и человека. М.: Наука; 2019. 135 с. <https://doi.org/10.7868/9785020402492>
33. Borel N., Polkinghorne A., Pospischil A. A review on chlamydial diseases in animals: still a challenge for pathologists? *Veterinary Pathology*. 2018; 55 (3): 374–390. <https://doi.org/10.1177/0300985817751218>
34. Ravichandran K., Anbazhagan S., Karthik K., Angappan M., Dhayananth B. A comprehensive review on avian chlamydiosis: a neglected zoonotic disease. *Tropical Animal Health and Production*. 2021; 53 (4):414. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02859-0>
35. Bressan M., Rampazzo A., Kuratli J., Marti H., Pesch T., Borel N. Occurrence of *Chlamydiaceae* and *Chlamydia felis pmp9* typing in conjunctival and rectal samples of Swiss stray and pet cats. *Pathogens*. 2021; 10 (8):951. <https://doi.org/10.3390/pathogens10080951>
36. Вафин Р. Р., Равилов Р. Х., Гаффаров Х. З., Равилов А. З., Исахаков Г. М., Бакиров И. Х. Сравнительная характеристика штаммов хламидий по *omp1*-гену. *Ветеринарная практика*. 2007; (3): 54–59. <https://elibrary.ru/knpdjej>
37. Harley R., Herring A., Egan K., Howard P., Gruffydd-Jones T., Azuma Y., et al. Molecular characterisation of 12 *Chlamydophila felis* polymorphic membrane protein genes. *Veterinary Microbiology*. 2007; 124 (3–4): 230–238. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2007.04.022>
38. Di Francesco A., Baldelli R. Feline chlamydiosis in Italy: PCR amplification and analysis of the *ompA* and *groEL*-homolog genes. *New Microbiologica*. 2002; 25 (3): 341–344. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12173777/>

39. Семенов В. М., Семенов Д. М., Хворик Д. Ф., Козин В. М., Бажин Ю. А., Дмитраченко Т. И. и др. Хламидийная инфекция. Витебск: ВГМУ; 2006. 205 с. <https://elibrary.ru/emcwop>
40. Альдяков А. В., Конанова Т. Е. Хламидиоз у кошек. *Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021; (2): 53–57. <https://elibrary.ru/nsylpm>
41. Равилов А. З., Гаффаров Х. З., Равилов Р. Х. Хламидиоз животных. Казань: Фэн; 2004. 368 с.
42. Klose S. M., De Souza D. P., Devlin J. M., Bushell R., Brownling G. F., Vaz P. K. A „plus one“ strategy impacts replication of felid alphaherpesvirus 1, *Mycoplasma* and *Chlamydia*, and the metabolism of coinfected feline cells. *mSystems*. 2024; 9 (10): e00852–24. <https://doi.org/10.1128/msystems.00852-24>
43. Pawlikowska-Warych M., Śliwa-Dominiak J., Deptuła W. Chlamydial plasmids and bacteriophages. *Acta Biochimica Polonica*. 2015; 62 (1): 1–6. https://doi.org/10.18388/abp.2014_764
44. Гладин Д. П., Королюк А. М., Дробот И. В., Кириллова Н. П., Козлова Н. С., Анненкова И. Д. Хламидии и хламидиозы. *Российские биомедицинские исследования*. 2021; 6 (4): 37–46. <https://elibrary.ru/olcqbo>
45. Elwell C., Mirrashidi K., Engel J. *Chlamydia* cell biology and pathogenesis. *Nature Reviews Microbiology*. 2016; 14 (6): 385–400. <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2016.30>
46. Cheong H. C., Lee C. Y. Q., Cheok Y. Y., Tan G. M. Y., Looi C. Y., Wong W. F. *Chlamydiaceae*: diseases in primary hosts and zoonosis. *Microorganisms*. 2019; 7 (5):146. <https://doi.org/10.3390/microorganisms7050146>
47. Лисовая В. В., Савченко А. Патоморфологическая характеристика хламидиоза у котов. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Іжницького*. 2017; 19 (77): 11–14. [\(на украинском\)](https://elibrary.ru/ytalpz)
48. Caspe S. G., Hill H. Chlamydiosis in animals. *Animals*. 2024; 14 (21):3130. <https://doi.org/10.3390/ani14213130>
49. Nguyen D., Barrs V. R., Kelman M., Ward M. P. Feline upper respiratory tract infection and disease in Australia. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2019; 21 (10): 973–978. <https://doi.org/10.1177/1098612x18813248>
50. Диагностика и профилактика инфекционных болезней собак и кошек: руководство для практикующих ветеринарных врачей. Под ред. Т. И. Алипера. М.: ЗооВетКнига; 2017. 300 с.
51. Wasissa M., Lestari F. B., Nururrozi A., Tjahajati I., Indarjulianto S., Salasia S. I. O. Investigation of chlamydophilosis from naturally infected cats. *Journal of Veterinary Science*. 2021; 22 (6): e67. <https://doi.org/10.4142/jvs.2021.22.e67>
52. Лисовая В. В., Савченко А. Гистологические изменения у котов при хламидиозе. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Іжницького*. 2017; 19 (78): 158–161. [\(на украинском\)](https://elibrary.ru/zswrst)
53. Mills D. Diagnosis of *Chlamydophila felis* by conjunctival cytology in shelter cats. *BSAVA Congress Proceedings*. 2016; 527. <https://www.bsavalibrary.com/content/chapter/10.22233/9781910443446.ch66sec5>
54. Белова Е. В., Капустина Т. А., Маркина А. Н., Парилова О. В. Лабораторная диагностика респираторного хламидиоза. *Сибирское медицинское обозрение*. 2019; (1): 5–16. <https://doi.org/10.20333/2500136-2019-1-5-16>
55. Scidmore M. A. Cultivation and laboratory maintenance of *Chlamydia trachomatis*. *Current Protocols in Microbiology*. 2006; 11A.1.1–11A.1.25. <https://doi.org/10.1002/9780471729259.mc11a01s00>
56. Зур Н. В., Миронов А. Ю., Аleshkin В. А., Афанасьев С. С., Рубальская Е. Е., Афанасьев М. С., Рубальский Е. О. Актуальные аспекты лабораторной диагностики урогенитальной хламидийной инфекции. *Астраханский медицинский журнал*. 2016; 11 (2): 16–32. <https://elibrary.ru/wfaqab>
57. Rahman M. A., Azuma Y., Fukunaga H., Murakami T., Sugi K., Fukushi H., et al. Serotonin and melatonin, neurohormones for homeostasis, as novel inhibitors of infections by the intracellular parasite *Chlamydia*. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 2005; 56 (5): 861–868. <https://doi.org/10.1093/jac/dki331>
58. Squires R. A., Crawford C., Marcondes M., Whitley N. 2024 guidelines for the vaccination of dogs and cats – compiled by the Vaccination Guidelines Group (VGG) of the World Small Animal Veterinary Association (WSAVA). *Journal of Small Animal Practice*. 2024; 65 (5): 277–316. <https://doi.org/10.1111/jsap.13718>
59. Медова Е. В., Пивоваренко Е. А. Разрешающая способность методов прижизненной диагностики хламидийной инфекции в популяции плотоядных в условиях урбанизированных территорий. *Ветеринарная патология*. 2005; (4): 132–134. <https://elibrary.ru/hsqenl>
60. Wong W. F., Chambers J. P., Gupta R., Arulanandam B. P. *Chlamydia* and its many ways of escaping the host immune system. *Journal of Pathogens*. 2019; 2019:8604958. <https://doi.org/10.1155/2019/8604958>

REFERENCES

- Sostaric-Zuckermann I. C., Borel N., Kaiser C., Grabarevic Z., Pospischil A. *Chlamydia* in canine or feline coronary arteriosclerotic lesions. *BMC Research Notes*. 2011; 4:350. <https://doi.org/10.1186/1756-0500-4-350>
- Sibitz C., Rudnay E. C., Wabnegger L., Spergser J., Apfalter P., Nell B. Detection of *Chlamydophila pneumoniae* in cats with conjunctivitis. *Veterinary Ophthalmology*. 2011; 14 (Suppl. 1): 67–74. <https://doi.org/10.1111/j.1463-5224.2011.00919.x>
- Fukushi H., Hirai K. Genetic diversity of avian and mammalian *Chlamydia psittaci* strains and relation to host origin. *Journal of Bacteriology*. 1989; 171 (5): 2850–2855. <https://doi.org/10.1128/jb.171.5.2850-2855.1989>
- Sanderson H., Vasquez M., Killion H., Vance M., Sondgeroth K., Fox J. Fatal *Chlamydia psittaci* infection in a domestic kitten. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 2021; 33 (1): 101–103. <https://doi.org/10.1177/1040638720966960>
- Lewin A. C., Hicks S. K., Carter R. T. A review of evidence-based management of infectious ocular surface disease in shelter-housed domestic cats. *Veterinary Ophthalmology*. 2023; 26 (Suppl. 1): 47–58. <https://doi.org/10.1111/vop.13063>
- Chan I., Dowsey A., Lait P., Tasker S., Blackwell E., Helps C. R., Barker E. N. Prevalence and risk factors for common respiratory pathogens within a cohort of pet cats in the UK. *Journal of Small Animal Practice*. 2023; 64 (9): 552–560. <https://doi.org/10.1111/jsap.13623>
- Longbottom D., Coulter L. J. Animal chlamydioses and zoonotic implications. *Journal of Comparative Pathology*. 2003; 128 (4): 217–244. <https://doi.org/10.1053/jcpa.2002.0629>
- Sykes J. E. Feline chlamydiosis. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*. 2005; 20 (2): 129–134. <https://doi.org/10.1053/j.ctsp.2004.12.018>
- Halánová M., Sulinová Z., Čisláková L., Trbolová A., Páleník L., Weissová T., et al. *Chlamydophila felis* in cats – are the stray cats dangerous source of infection? *Zoonoses and Public Health*. 2011; 58 (7): 519–522. <https://doi.org/10.1111/j.1863-2378.2011.01397.x>
- Fontbonne A. Infertility in queens: Clinical approach, experiences and challenges. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2022; 24 (9): 825–836. <https://doi.org/10.1177/1098612x221118752>
- Sachse K., Bavoil P. M., Kaltenboeck B., Stephens R. S., Kuo C.-C., Rosselló-Móra R., Horn M. Emendation of the family *Chlamydiaceae*: proposal of a single genus, *Chlamydia*, to include all currently recognized species. *Systematic and Applied Microbiology*. 2015; 38 (2): 99–103. <https://doi.org/10.1016/j.syapm.2014.12.004>
- Wu S.-M., Huang S.-Y., Xu M.-J., Zhou D.-H., Song H.-Q., Zhu X.-Q. *Chlamydia felis* exposure in companion dogs and cats in Lanzhou, China: A public health concern. *BMC Veterinary Research*. 2013; 9:104. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-9-104>
- Ulbert Á. B., Juhász H., Karácsony Z., Bencze K., Deim Z., Burián K., Terhes G. The occurrence of *Chlamydia felis* in cats and dogs in Hungary. *Pathogens*. 2024; 13 (9):771. <https://doi.org/10.3390/pathogens13090771>

14. Hughes L., Visser S., Heddema E., de Smet N., Linssen T., Wijdh R. J., Huis in't Veld R. Zoonotic transmission of *Chlamydia felis* from domestic cats; A case series of chronic follicular conjunctivitis in humans. *New Microbes and New Infections*. 2024; 59:101412. <https://doi.org/10.1016/j.nmni.2024.101412>
15. Jazi S., Mokhtari A., Kahrizsangi A. E. Molecular detection of *Chlamydia psittaci* and *Chlamydia felis* in human keratoconjunctivitis cases. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*. 2020; 23 (1): 130–137. <https://doi.org/10.15547/bjvm.2124>
16. Wons J., Meiller R., Bergua A., Bogdan C., Geißdörfer W. Follicular conjunctivitis due to *Chlamydia felis* – case report, review of the literature and improved molecular diagnostics. *Frontiers in Medicine*. 2017; 4:105. <https://doi.org/10.3389/fmed.2017.00105>
17. Chen J., Long J., Zhou H., Huang C., Zhu Y., Wang R., et al. Isolation and characterization of *Chlamydia felis* and its pathogenesis in cats. *Veterinary Microbiology*. 2024; 295:110128. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2024.110128>
18. Miyashita N., Fukano H., Mouri K., Fukuda M., Yoshida K., Kobashi Y., et al. Community-acquired pneumonia in Japan: a prospective ambulatory and hospitalized patient study. *Journal of Medical Microbiology*. 2005; 54 (4): 395–400. <https://doi.org/10.1099/jmm.0.45920-0>
19. Corsaro D., Venditti D. Detection of novel *Chlamydiae* and *Legionellales* from human nasal samples of healthy volunteers. *Folia Microbiologica*. 2015; 60 (4): 325–334. <https://doi.org/10.1007/s12223-015-0378-y>
20. Laroucau K., Di Francesco A., Vorimore F., Thierry S., Pinoret J. L., Bertin C., et al. Multilocus variable-number tandem-repeat analysis scheme for *Chlamydia felis* genotyping: comparison with multilocus sequence typing. *Journal of Clinical Microbiology*. 2012; 50 (6): 1860–1866. <https://doi.org/10.1128/jcm.00417-12>
21. Marti I., Pisano S. R. R., Wehrle M., Meli M. L., Hofmann-Lehmann R., Ryser-Degiorgis M. P. Severe conjunctivitis associated with *Chlamydia felis* infection in a free-ranging Eurasian lynx (*Lynx lynx*). *Journal of Wildlife Diseases*. 2019; 55 (2): 522–525. <https://doi.org/10.7589/2018-05-142>
22. Luu L. D. W., Kasimov V., Phillips S., Myers G. S. A., Jelocnik M. Genome organization and genomics in *Chlamydia*: whole genome sequencing increases understanding of chlamydial virulence, evolution, and phylogeny. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 2023; 13:1178736. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2023.1178736>
23. Feodorova V. A. Genomnye i postgenomnye tekhnologii v izuchenii i diagnostike khlamidiozov = Genomic and postgenomic technologies in the study and diagnosis of chlamydial infections. *Metody kompyuternoi diagnostiki v biologii i meditsine – 2020: sbornik statei Vserossiiskoi shkoly-seminara (Saratov, 18–19 noyabrya 2020 g.) = Methods of computer diagnostics in biology and medicine – 2020: proceedings of the All-Russian school-seminar (Saratov, November 18–19, 2020)*. Saratov: Saratovskii istochnik; 2020; 19–22. <https://elibrary.ru/jgggai> (in Russ.)
24. McManus C. M., Levy J. K., Andersen L. A., McGorray S. P., Leutenegger C. M., Gray L. K., et al. Prevalence of upper respiratory pathogens in four management models for unowned cats in the Southeast United States. *The Veterinary Journal*. 2014; 201 (2): 196–201. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2014.05.015>
25. Ju H., Yang D., Jin J., Wang J., Li X., Yang X., et al. Spectrum detection and analysis of the epidemiological characteristics of infectious pathogens in the feline respiratory tract. *Archives of Virology*. 2024; 169 (9):177. <https://doi.org/10.1007/s00705-024-06093-5>
26. Ohya K., Takahara Y., Kuroda E., Koyasu S., Hagiwara S., Sakamoto M., et al. *Chlamydophila felis* CF0218 is a novel TMH family protein with potential as a diagnostic antigen for diagnosis of *C. felis* infection. *Clinical and Vaccine Immunology*. 2008; 15 (10): 1606–1615. <https://doi.org/10.1128/cvi.00134-08>
27. Kiełbowicz Z., Płoneczka-Janeczko K., Bania J., Bierowiec K., Kielbowicz M. Characteristics of the bacterial flora in the conjunctival sac of cats from Poland. *Journal of Small Animal Practice*. 2015; 56 (3): 203–206. <https://doi.org/10.1111/jsap.12304>
28. Konyaev S. V. Prevalence of causative agents of respiratory infections in cats and dogs in Russia. *Russian Veterinary Journal*. 2020; (1): 9–13. <https://doi.org/10.32416/2500-4379-2020-2020-1-9-13> (in Russ.)
29. Strugovschikov A. Yu., Pudovkin N. A., Salautin V. V. Features of the spread of *Chlamydia* infection in Moscow. *International Bulletin of Veterinary Medicine*. 2020; (2): 21–25. <https://elibrary.ru/qikmft> (in Russ.)
30. Gruffydd-Jones T., Addie D., Belák S., Boucraut-Baralon C., Egberink H., Frymus T., et al. *Chlamydophila felis* infection: ABCD guidelines on prevention and management. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2009; 11 (7): 605–609. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2009.05.009>
31. Azuma Y., Hirakawa H., Yamashita A., Cai Y., Rahman M. A., Suzuki H., et al. Genome sequence of the cat pathogen, *Chlamydophila felis*. *DNA Research*. 2006; 13 (1): 15–23. <https://doi.org/10.1093/dnares/dsi027>
32. Feodorova V. A., Lyapina A. M., Khizhnyakova M. A., Zaitev S. S., Saltykov Y. V., Subbotina I. A., et al. *Chlamydia* of animals and humans. Moscow: Nauka; 2019. 135 p. <https://doi.org/10.7868/9785020402492> (in Russ.)
33. Borel N., Polkinghorne A., Pospischil A. A review on chlamydial diseases in animals: still a challenge for pathologists? *Veterinary Pathology*. 2018; 55 (3): 374–390. <https://doi.org/10.1177/0300985817751218>
34. Ravichandran K., Anbazhagan S., Karthik K., Angappan M., Dhayananth B. A comprehensive review on avian chlamydiosis: a neglected zoonotic disease. *Tropical Animal Health and Production*. 2021; 53 (4):414. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02859-0>
35. Bressan M., Rampazzo A., Kuratli J., Marti H., Pesch T., Borel N. Occurrence of *Chlamydiaceae* and *Chlamydia felis* pmp9 typing in conjunctival and rectal samples of Swiss stray and pet cats. *Pathogens*. 2021; 10 (8):951. <https://doi.org/10.3390/pathogens10080951>
36. Vafin R. R., Ravilov R. H., Gaffarov H. Z., Ravilov A. Z., Iskhakov G. M., Bakirov I. H. Comparative characteristic of the strains of khlamidiosis on the *omp1*-gene. *Veterinarnaya praktika*. 2007; (3): 54–59. <https://elibrary.ru/knpdej> (in Russ.)
37. Harley R., Herring A., Egan K., Howard P., Gruffydd-Jones T., Azuma Y., et al. Molecular characterisation of 12 *Chlamydophila felis* polymorphic membrane protein genes. *Veterinary Microbiology*. 2007; 124 (3–4): 230–238. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2007.04.022>
38. Di Francesco A., Baldelli R. Feline chlamydiosis in Italy: PCR amplification and analysis of the *ompA* and *groEL*-homolog genes. *New Microbiologica*. 2002; 25 (3): 341–344. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12173777>
39. Semenov V. M., Semenov D. M., Khvorik D. F., Kozin V. N., Bashin Yu. A., Dmitrachenko T. I., et al. *Chlamydia* infection. Vitebsk: Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University; 2006. 205 p. <https://elibrary.ru/emcwop> (in Russ.)
40. Aldyakov A. V., Konanova T. E. Chlamidiosis in cats. *Vestnik Chuvash State Agricultural Academy*. 2021; (2): 53–57. <https://elibrary.ru/nsylpm> (in Russ.)
41. Ravilov A. Z., Ghaffarov Kh. Z., Ravilov R. H. Chlamydiosis in animals. Kazan: Fen; 2004. 368 p. (in Russ.)
42. Klose S. M., De Souza D. P., Devlin J. M., Bushell R., Browning G. F., Vaz P. K. A “plus one” strategy impacts replication of felid alphaherpesvirus 1, *Mycoplasma* and *Chlamydia*, and the metabolism of coinfecting feline cells. *mSystems*. 2024; 9 (10): e00852-24. <https://doi.org/10.1128/msystems.00852-24>
43. Pawlikowska-Warych M., Śliwa-Dominiak J., Deptuła W. Chlamydial plasmids and bacteriophages. *Acta Biochimica Polonica*. 2015; 62 (1): 1–6. https://doi.org/10.18388/abp.2014_764
44. Gladin D. P., Korolyuk A. M., Drobot I. V., Kirillova N. P., Kozlova N. S., Annenkova I. D. *Chlamydia* and chlamydiosis. *Russian Biomedical Research*. 2021; 6 (4): 37–46. <https://elibrary.ru/olcqbo> (in Russ.)

45. Elwell C., Mirrashidi K., Engel J. *Chlamydia* cell biology and pathogenesis. *Nature Reviews Microbiology*. 2016; 14 (6): 385–400. <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2016.30>
46. Cheong H. C., Lee C. Y. Q., Cheok Y. Y., Tan G. M. Y., Looi C. Y., Wong W. F. *Chlamydiaeae*: diseases in primary hosts and zoonosis. *Microorganisms*. 2019; 7 (5):146. <https://doi.org/10.3390/microorganisms7050146>
47. Lisova V., Savchenko A. Pathomorphological characteristics of chlamydiosis in cats. *Scientific Messenger LNUVMBT named after S. Z. Gzhytskyi*. 2017; 19 (77): 11–14. <https://elibrary.ru/ytalpz> (in Ukrainian)
48. Caspe S. G., Hill H. Chlamydiosis in animals. *Animals*. 2024; 14 (21):3130. <https://doi.org/10.3390/ani14213130>
49. Nguyen D., Barrs V. R., Kelman M., Ward M. P. Feline upper respiratory tract infection and disease in Australia. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2019; 21 (10): 973–978. <https://doi.org/10.1177/1098612x18813248>
50. Diagnosis and prevention of infectious diseases in dogs and cats: a guide for veterinary practitioners. Ed. by T. I. Aliper. Moscow: Zoovetkniga; 2017. 300 p. (in Russ.)
51. Wasissa M., Lestari F. B., Nururrozi A., Tjahajati I., Indarjulianto S., Salasia S. I. O. Investigation of chlamydophilosis from naturally infected cats. *Journal of Veterinary Science*. 2021; 22 (6): e67. <https://doi.org/10.4142/jvs.2021.22.e67>
52. Lisova V., Savchenko A. Histological changes in cats at chlamydiosis. *Scientific Messenger LNUVMB*. 2017; 19 (78): 158–161. <https://elibrary.ru/zswrst> (in Ukrainian)
53. Mills D. Diagnosis of *Chlamydophila felis* by conjunctival cytology in shelter cats. *BSAVA Congress Proceedings*. 2016; 527. <https://www.bsavabulary.com/content/chapter/10.22233/9781910443446.ch66sec5>
54. Belova E. V., Kapustina T. A., Markina A. N., Parilova O. V. Laboratory diagnostics of respiratory chlamydia. *Siberian Medical Review*. 2019; (1): 5–16. <https://doi.org/10.20333/2500136-2019-1-5-16> (in Russ.)
55. Scidmore M. A. Cultivation and laboratory maintenance of *Chlamydia trachomatis*. *Current Protocols in Microbiology*. 2006; 11A.1.25. <https://doi.org/10.1002/9780471729259.mc11a01s00>
56. Zur N. V., Mironov A. Yu., Aleshkin V. A., Afanasjev S. S., Rubalskaya E. E., Afanasjev M. S., Rubalskii E. O. Actual aspects of laboratory diagnostics of urogenital chlamydial infections. *Astrakhan Medical Journal*. 2016; 11 (2): 16–32. <https://elibrary.ru/wfaqab> (in Russ.)
57. Rahman M. A., Azuma Y., Fukunaga H., Murakami T., Sugi K., Fukushi H., et al. Serotonin and melatonin, neurohormones for homeostasis, as novel inhibitors of infections by the intracellular parasite *Chlamydia*. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 2005; 56 (5): 861–868. <https://doi.org/10.1093/jac/dki331>
58. Squires R. A., Crawford C., Marcondes M., Whitley N. 2024 guidelines for the vaccination of dogs and cats – compiled by the Vaccination Guidelines Group (VGG) of the World Small Animal Veterinary Association (WSAVA). *Journal of Small Animal Practice*. 2024; 65 (5): 277–316. <https://doi.org/10.1111/jsap.13718>
59. Medova E. V., Pivovarenko E. A. Razreshayushchaya sposobnost' metodov prizhiznennoi diagnostiki khlamidiinoi infektsii v popul'yatsii plotoyadnykh v usloviyakh urbanizirovannykh territorii = Sensitivity of ante-mortem diagnostic methods for chlamydial infection in carnivore populations within urban environments. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2005; (4): 132–134. <https://elibrary.ru/hsqenl> (in Russ.)
60. Wong W. F., Chambers J. P., Gupta R., Arulanandam B. P. *Chlamydia* and its many ways of escaping the host immune system. *Journal of Pathogens*. 2019; 2019:8604958. <https://doi.org/10.1155/2019/8604958>

*Поступила в редакцию / Received 10.06.2025**Поступила после рецензирования / Revised 07.08.2025**Принята к публикации / Accepted 23.09.2025*

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Цыганов Илья Сергеевич, аспирант, ветеринарный врач лаборатории профилактики болезней мелких домашних животных, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0009-0001-0702-3024>, cyganov@arriah.ru

Щербинин Сергей Владимирович, канд. вет. наук, научный сотрудник информационно-аналитического центра ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-6434-0683>, sherbinin@arriah.ru

Галкина Татьяна Сергеевна, канд. вет. наук, заведующий лабораторией профилактики болезней мелких домашних животных, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-9494-8537>, galkina_ts@arriah.ru

Груздев Константин Николаевич, д-р биол. наук, профессор, главный научный сотрудник информационно-аналитического центра ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-3159-1969>, gruzdev@arriah.ru

Ilya S. Tsyanov, Postgraduate Student, Veterinarian, Laboratory for Pets Diseases Prevention, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0009-0001-0702-3024>, cyanov@arriah.ru

Sergey V. Shcherbinin, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Researcher, Information and Analysis Centre, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-6434-0683>, sherbinin@arriah.ru

Tatyana S. Galkina, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Head of Laboratory for Pets Diseases Prevention, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-9494-8537>, galkina_ts@arriah.ru

Konstantin N. Gruzdev, Dr. Sci. (Biology), Professor, Chief Researcher, Information and Analysis Centre, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-3159-1969>, gruzdev@arriah.ru

Вклад авторов: Цыганов И. С. – концепция обзора, проведение поисково-аналитической работы, подготовка текста статьи; Щербинин С. В. – проведение поисково-аналитической работы, подготовка текста статьи, редактирование статьи; Галкина Т. С. – научное руководство, редактирование статьи; Груздев К. Н. – научное консультирование, редактирование текста статьи.

Contribution of the authors: Tsyanov I. S. – review conceptualization, investigation, original draft writing; Shcherbinin S. V. – investigation, original draft writing, draft editing; Galkina T. S. – supervision, draft editing; Gruzdev K. N. – supervision, draft editing.



<https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-337-343>

УДК 619:616.98:578.835.2:616-036.22(470)



Ящур под контролем: официальное признание ВОЗЖ статуса благополучия зоны «Западная Сибирь – Урал» как итог совершенствования мер по надзору за заболеванием на всей территории Российской Федерации

А. А. Шмелев, В. В. Никифоров, С. Н. Фомина, А. Н. Спиридовон, И. А. Чвала

ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ»), ул. Гвардейская, 6, мкр. Юрьевец, г. Владимир, 600901, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. К числу основополагающих угроз, оказывающих влияние на состояние мировой эпизоотической обстановки и на межгосударственные экономические взаимоотношения, относится ящур – заболевание, подлежащее обязательной нотификации во Всемирную организацию здравоохранения животных (ВОЗЖ). Большая часть территории Российской Федерации (50 субъектов и 2 города федерального значения) в 2016 г. была признана ВОЗЖ зоной, свободной от ящура без вакцинации. Еще 4 зонам нашей страны в период с 2021 по 2023 г. присвоен статус свободы от ящура с вакцинацией. На конец 2024 г. официальное признание данного статуса отсутствовало лишь для 10 субъектов Российской Федерации, входящих в зону «Западная Сибирь – Урал».

Цель исследования. Описательный анализ эпизоотической обстановки по ящуру в Российской Федерации в период с 2021 по 2024 г.; аргументация успешности системного подхода Россельхознадзора к регионализации в соответствии с положениями Кодекса здоровья наземных животных ВОЗЖ.

Материалы и методы. Для сбора и последующего анализа информационных материалов по эпизоотической ситуации по ящуру в России использованы различные источники, в том числе архивные материалы СССР, ветеринарная отчетность и статистические данные ВОЗЖ.

Результаты. Проведен анализ эпизоотической ситуации по ящуру в 10 субъектах Российской Федерации, граничащих с Республикой Казахстан, с акцентом на меры контроля, регионализации и зонирования по ящуру. Рассматривается статусное распределение административных субъектов Российской Федерации и исторические данные о вспышках заболевания. Описаны нормативные действия и регламентирующие меры, реализуемые Федеральной службой по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор) в отношении регулирования зоосанитарного статуса по ящуру в регионах с учетом проводимых профилактических мероприятий. Изучена последовательность этих мероприятий и их результаты в динамике совершенствования надзорных мер по ящуру.

Заключение. 29 мая 2025 г. на 92-й Генеральной сессии Всемирной ассамблеи делегатов ВОЗЖ зона «Западная Сибирь – Урал» официально признана зоной, свободной от ящура с вакцинацией. Это решение завершает структурирование регионов Российской Федерации на шесть зон. Статусы благополучия ВОЗЖ подтверждают эффективность профилактических и надзорных мер, что важно для глобальной эпизоотической стабильности. Эти достижения – результат совместной работы Россельхознадзора и подведомственного Федерального центра охраны здоровья животных.

Ключевые слова: ящур, надзор, регионализация, зонирование, ВОЗЖ, анализ, статус благополучия

Благодарности: Работа выполнена в рамках государственного задания по теме «Сбор и анализ эпизоотологических данных для оценки статусов благополучия субъектов Российской Федерации и страны в целом, в том числе для получения и поддержания статусов в соответствии с требованиями Кодекса наземных животных ВОЗЖ». Авторы выражают благодарность сотрудникам информационно-аналитического центра ФГБУ «ВНИИЗЖ»: А. К. Караполову, канд. вет. наук, заведующему сектором, и Ф. И. Коренному, канд. геогр. наук, старшему научному сотруднику.

Для цитирования: Шмелев А. А., Никифоров В. В., Фомина С. Н., Спиридовон А. Н., Чвала И. А. Ящур под контролем: официальное признание ВОЗЖ статуса благополучия зоны «Западная Сибирь – Урал» как итог совершенствования мер по надзору за заболеванием на всей территории Российской Федерации. Ветеринария сегодня. 2025; 14 (4): 337–343. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-337-343>

Конфликт интересов: Чвала И. А. является членом редколлегии журнала «Ветеринария сегодня», но никакого отношения к решению опубликовать эту статью не имеет. Рукопись прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляли.

Для корреспонденции: Никифоров Виктор Викторович, канд. вет. наук, заведующий референтной лабораторией диагностики ящура, ФГБУ «ВНИИЗЖ», ул. Гвардейская, 6, мкр. Юрьевец, г. Владимир, 600901, Россия, nikiforov@arriah.ru

FMD under control: enhanced FMD surveillance in the Russian Federation results in the WOAH Official Recognition of Zone Western Siberia – Urals as FMD-free

Alexey A. Shmelev, Viktor V. Nikiforov, Svetlana N. Fomina, Artem N. Spiridonov, Ilya A. Chvala

Federal Centre for Animal Health, ul. Gvardeyskaya, 6, Yur'evets, Vladimir 600901, Russia

ABSTRACT

Introduction. Foot-and-mouth disease is one of the key threats to global animal welfare and international economic relations. Like any other transboundary animal disease, it shall be notified to the World Organisation for Animal Health (WOAH) in accordance with the relevant international standards. By 2016, the largest part of the territory of the Russian Federation

© Шмелев А. А., Никифоров В. В., Фомина С. Н., Спиридовон А. Н., Чвала И. А., 2025

(i.e. 50 subjects and 2 federal cities) had been recognized by the WOAH as an FMD-free zone without vaccination. From 2021 to 2023, 4 more zones of the country were granted the status of freedom from foot-and-mouth disease with vaccination. At the end of 2024, only 10 subjects of the Russian Federation, all located within zone Western Siberia – Urals, lacked official recognition.

Objective. Descriptive analysis of the animal health situation in the Russian Federation from 2021 to 2024: substantiating success of the Rosselkhoznadzor's systematic approach to regionalization in accordance with the WOAH Terrestrial Animal Health Code.

Materials and methods. Various information sources were used to collect and analyze materials on the animal health situation in Russia, including the USSR archives, veterinary reports, and the WOAH statistics.

Results. FMD situation was analyzed in 10 subjects of the Russian Federation bordering on the Republic of Kazakhstan, with an emphasis on FMD control measures, regionalization and zoning. This section focuses on distribution of statuses across Russia's administrative subjects and the historical records on the disease outbreaks. It also outlines regulatory and surveillance measures implemented by the Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Surveillance (the Rosselkhoznadzor) to manage the FMD status in various regions, taking into account the prophylactic measures implemented in place. The paper describes these measures and their results step-by-step, showing a dynamic improvement of the FMD surveillance system.

Conclusion. On 29 May 2025, at the 92nd WOAH General Session of the World Assembly of Delegates, Zone Western Siberia – Urals was officially recognized as a foot-and-mouth disease-free zone with vaccination. This decision completes the process of structuring the territory of the Russian Federation into 6 zones. The WOAH-granted disease-freedom statuses confirm efficacy of the preventive and surveillance measures, which is crucial to ensure global epizootic stability. These accomplishments result from the efforts jointly taken by the Rosselkhoznadzor and its subordinate institution the Federal Centre for Animal Health.

Keywords: foot-and-mouth disease, surveillance, regionalization, zoning, WOAH, analysis, FMD-free status

Acknowledgements: This work was completed as part of a state assignment on the topic: "Collection and analysis of epizootiological data to assess animal health statuses of the Subjects of the Russian Federation and the country as a whole, with the aim of being granted statuses in compliance with the WOAH Terrestrial Animal Health Code and with the aim of maintaining these statuses". The authors express their gratitude to experts of the Information and Analysis Centre of the Federal Centre for Animal Health: A. K. Karaulov, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Head of Sector; and F. I. Korennoy, Cand. Sci. (Geography), Senior Researcher.

For citation: Shmelev A. A., Nikiforov V. V., Formina S. N., Spiridonov A. N., Chvala I. A. FMD under control: enhanced FMD surveillance in the Russian Federation results in the WOAH Official Recognition of Zone Western Siberia – Urals as FMD-free. *Veterinary Science Today*. 2025; 14 (4): 337–343. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-337-343>

Conflict of interests: Chvala I. A. is a member of the editorial board of the "Veterinary Science Today" journal, but was not involved into the decision making process related to this article publication. The manuscript has passed the review procedure accepted in the journal. The authors did not declare any other conflicts of interests.

For correspondence: Viktor V. Nikiforov, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Head of Reference Laboratory for FMD Diagnosis, Federal Centre for Animal Health, ul. Gvardeyskaya, 6, Yur'evets, Vladimir 600901, Russia, nikiforov@arriah.ru

ВВЕДЕНИЕ

В свете последних глобальных событий Российской Федерацией активно инициируется формирование новых внешнеэкономических отношений с зарубежными государствами. В связи с этим наблюдается существенное увеличение количества связанных с торговлей мясо-молочной продукцией импортно-экспортных операций с рядом стран, в число которых входят Китай, Казахстан, Монголия и другие [1, 2]. Динамика развития международной торговли способствует расширению ассортимента и объема поставок животноводческой продукции, однако в то же время порождает риск заноса особо опасных инфекционных заболеваний животных [3, 4, 5]. К числу основополагающих угроз, оказывающих влияние на состояние мировой эпизоотической обстановки и межгосударственные экономические взаимоотношения, относится ящур – заболевание, подлежащее обязательной нотификации во Всемирную организацию здравоохранения животных (ВОЗЖ) [6, 7, 8].

Риск распространения ящура, помимо импорта животных и продукции животноводческого назначения, обусловлен миграцией диких парнокопытных, обитающих на территории Монголии, Казахстана, Турции [9, 10, 11, 12]. Данные виды животных представляют собой естественный резервуар вируса ящура в природных экосистемах, что дополнительно усложняет эпизоотическую обстановку в указанных регионах [13].

Исходя из информации, представленной ВОЗЖ, ситуация с эпизоотией ящура сохраняется на высоком уровне [14]. В связи с этим повышенные меры контроля со стороны ветеринарных служб являются необходимым элементом профилактической работы, направленной на минимизацию риска заноса ящура [15, 16, 17, 18].

Большая часть территории Российской Федерации, охватывающая 50 субъектов и 2 города федерального значения (гг. Москва и Санкт-Петербург), в 2016 г. была признана ВОЗЖ как «зона, свободная от ящура без вакцинации» [19].

С 2020 по 2024 г. Российская Федерация систематически направляла в ВОЗЖ материалы досье для пересмотра статусов зон, признанных благополучными по ящуру с проведением вакцинации.

Системная работа Россельхознадзора и специалистов ФГБУ «ВНИИЗЖ» позволили ВОЗЖ признать статус свободы от ящура с вакцинацией для следующих зон:

- зона I «ЮГ», включающая 13 субъектов Южного и Северо-Кавказского федеральных округов (2021 г.);
- зона III «Восточная Сибирь» – республики Бурятия, Тыва и Кош-Агачский район Алтайского края (2022 г.);
- зона IV «Сахалин», в состав которой входят Сахалинская область и Курильские острова (2021 г.);
- зона V «Дальний Восток», охватывающая Амурскую область, Еврейскую автономную область, а также Забайкальский, Приморский и Хабаровский края (2023 г.).

На конец 2024 г. официальное признание статуса ВОЗЖ «зона, свободная от ящура» отсутствовало лишь для 10 субъектов Российской Федерации. Данная территория включает приграничные с Республикой Казахстан субъекты, относящиеся к зоне II «Западная Сибирь – Урал», где применяется профилактическая вакцинация против ящура (рис.).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В рамках оценки эпизоотической ситуации по ящуру на территории Российской Федерации были использованы различные источники информации. В частности, архивные материалы СССР – документы установленной формы № 3-вет «Журнал для записи эпизоотического состояния района (города)»; данные государственной ветеринарной отчетности – сведения о зарегистрированных случаях заболеваний ящуром среди животных в отдельных субъектах Российской Федерации, а также информация о выполненных вакцинациях против болезни. Анализировались статистические данные, характеризующие эпизоотическое положение по ящуру на территории страны, собранные и верифицированные через официальные сообщения, опубликованные на ресурсе ВОЗЖ.

Сбор сведений об очагах инфекции на территории субъектов, относящихся к зоне II «Западная Сибирь – Урал», осуществлялся посредством анализа архивных источников и официальных отчетов. Были рассмотрены изменения административных статусов субъектов в пределах зоны II

«Западная Сибирь – Урал» на основе решений, принятых Федеральной службой по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор), что сопровождалось анализом эффективности мероприятий по мониторингу и контролю возбудителя.

Для определения критериев статуса эпизоотического благополучия и оценки соответствия ветеринарным нормативам применялся Кодекс здоровья наземных животных ВОЗЖ в редакциях 2019 и 2024 гг. (далее – Кодекс ВОЗЖ).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На основании проведенного анализа архивных сведений СССР, данных государственной ветеринарной отчетности Российской Федерации было установлено, что последние очаги ящура в зоне II «Западная Сибирь – Урал» были зарегистрированы в следующих субъектах:

Тюменская область – в 1949 г.;

Республика Алтай (Усть-Канский, Усть-Коксинский, Шебалинский, Онгудайский, Чемальский, Майминский, Чойский, Улаганский и Турочакский районы) – в 1966 г.;

Самарская область – в 1970 г.;

Омская область – в 1972 г.;

Челябинская и Новосибирская области – в 1973 г.;

Курганская область – в 1974 г.;

Алтайский край – в 1974 г.;

Саратовская область – в 1984 г.;

Оренбургская область – в 2021 г.

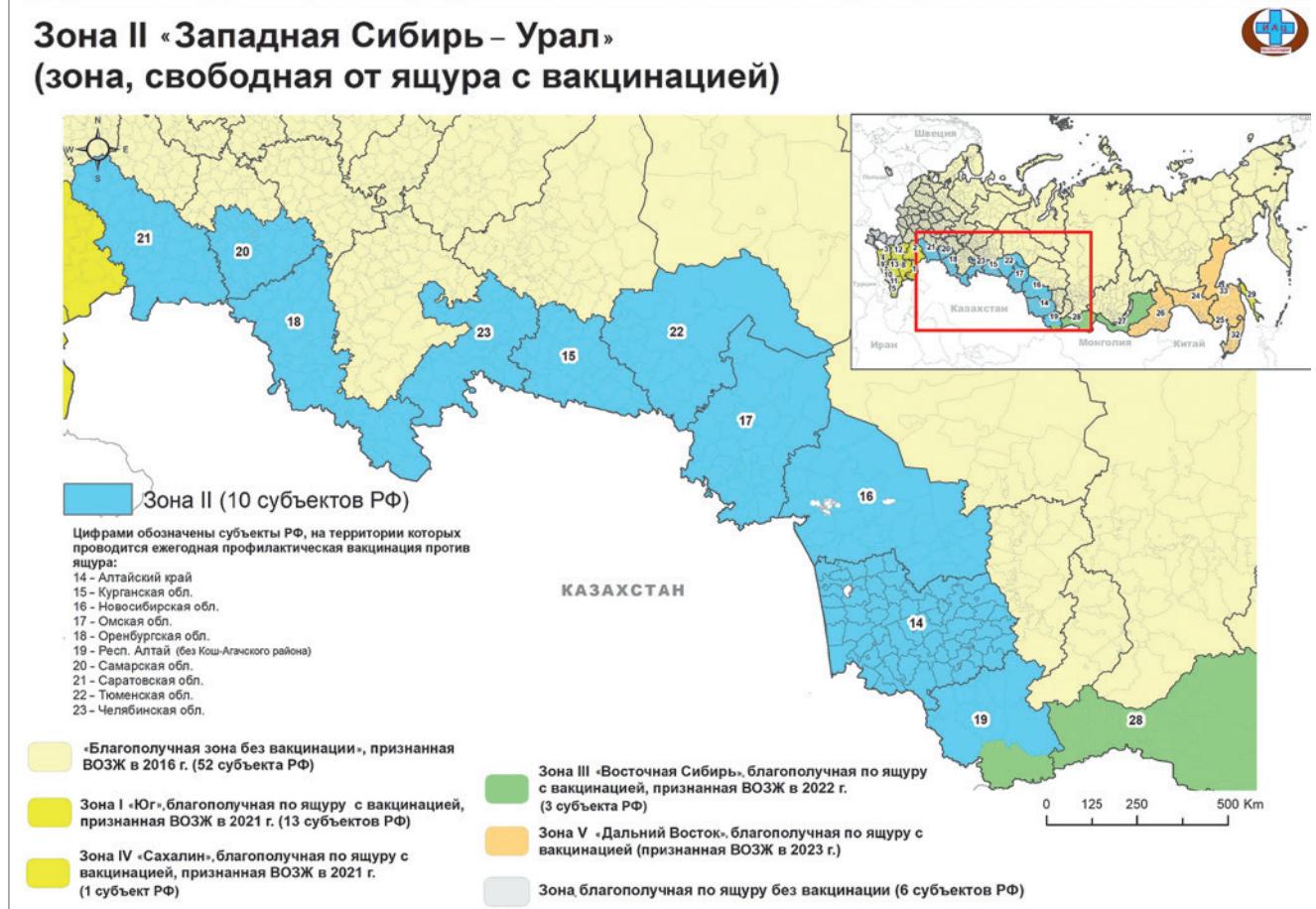


Рис. Картографическая информация по административному делению зоны II «Западная Сибирь – Урал» (предоставлена сотрудниками информационно-аналитического центра ФГБУ «ВНИИЗЖ»)

Fig. Map of zone II Western Siberia – Urals administrative devision (provided by the Federal Centre for Animal Health Information and Analysis Center)

Основным методом искоренения ящура на территории бывшего СССР являлось применение системных профилактических мероприятий, включающих использование вакцинальных препаратов и реализацию стратегии полного санитарного убоя восприимчивых животных в очагах заболевания.

Наряду с этим проводилась кольцевая вакцинация, которая дополнялась введением жестких ограничений на перемещение животных и животноводческой продукции, что позволяло снизить риск последующего распространения заболевания.

Данные мероприятия выполнялись в соответствии с положениями «Инструкции о мероприятиях по предупреждению и ликвидации заболевания животных ящуром», разработанной на основании детального анализа эпизоотологических данных, а также практического опыта специалистов, что обеспечивало научное обоснование используемых мер и методик.

Для минимизации риска заноса инфекции на территорию Российской Федерации определенные территориальные образования, а именно Челябинская, Курганская, Тюменская, Омская, Новосибирская области, Алтайский край и Республика Алтай, были отнесены к зоне ежегодной профилактической противоящурной иммунизации. Это решение позволило обеспечить своевременное проведение необходимых профилактических мероприятий, снизив вероятность эпизоотических вспышек за счет создания условий для быстрого реагирования и контроля за распространением ящура. Таким образом, системный подход, основанный на профилактических мерах и строгом санитарном контроле, занял ключевую роль в обеспечении безопасности животноводческой отрасли и стабильности эпизоотической ситуации в регионе.

Проведение противоящурной вакцинации в указанных областях осуществлялось до 2019 г. включительно. В 2019 г. в целях выполнения распоряжения министра сельского хозяйства Российской Федерации, а также в контексте реализации национального проекта «Международная кооперация и экспорт» вакцинация восприимчивых животных против ящура была законодательно прекращена, что соответствовало изменениям в нормативно-правовом регулировании ветеринарного контроля.

В 2017–2021 гг. указанные 10 субъектов Российской Федерации граничили с зонами Республики Казахстан, официально признанными ВОЗЖ свободными от ящура без применения вакцинации. В этой связи в 2020 г. 10 регионов России вошли в состав зоны, благополучной по ящиру, в которой «в последние 12 месяцев не проводится специфическая вакцинопрофилактика ящура, очаги и признаки инфекции за последние 12 месяцев отсутствовали, завоз вакцинированного скота с момента прекращения вакцинации не осуществлялся, надзор за болезнью и инфекцией исполняется согласно положениям Кодекса ВОЗЖ и существует регламентная база по раннему выявлению, профилактике и борьбе с ящуром» (ст. 8.8.2 Кодекса ВОЗЖ).

В августе 2021 г. в ВОЗЖ было подано «Досье о результатах контроля и надзора за ящуром на территории Российской Федерации» (далее – Досье) для зоны II «Приуралье – Западная Сибирь», благополучной по ящиру без вакцинации, с целью присвоения официального статуса. Однако в декабре 2021 г. Досье было отозвано из-за вспышки, вызванной вирусом ящура типа О, на территории Оренбургской области. В связи с обнаружением очага ящура 29 декабря 2021 г. указом губернатора Оренбургской области были введены ограничительные мероприятия на территории Карагачского сельсовета Беляевского района Оренбургской области [20]. Поголовье восприимчивых животных, содержащихся на территории неблагополучного пункта и угрожаемой зоны, подвергнуто вакцинации с применением инактивированной сорбированной моновалентной вакцины против вируса ящура типа О.

Указом губернатора Оренбургской области ограничительные мероприятия по ящуру были отменены 14 февраля 2022 г.

На основании письма Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору от 28 декабря 2021 г. с января 2022 г. была возобновлена противоящурная вакцинация крупного и мелкого рогатого скота на территории 10 субъектов РФ, граничащих с Республикой Казахстан, в целях снижения риска заноса ящура на территорию данных регионов, а при возникновении вспышки болезни – для предотвращения дальнейшего распространения заболевания.

Для оценки полевой эффективности противоящурной вакцинации ВОЗЖ рекомендует проведение мониторинговых исследований с целью определения уровня иммунного фона в поголовье вакцинированных животных. Согласно руководству ВОЗЖ, уровень иммунитета в популяции крупного и мелкого рогатого скота должен быть не менее 80%.

Программа постvakцинального мониторинга предусматривает проведение серии систематизированных исследований сывороток крови вакцинированных животных, направленных на объективную оценку иммунного статуса в отношении вируса ящура, а также на обнаружение возможной скрытой циркуляции данного патогена среди восприимчивого поголовья. Данные мероприятия выполняются в соответствии с ежегодно утверждаемым приказом Россельхознадзора. Исследования в ФГБУ «ВНИИЗЖ» проводятся с применением стандартизованных методик лабораторного анализа, среди которых выделяется метод иммуноферментного анализа (ИФА), позволяющий количественно определить параметры иммунного ответа с установлением уровня популяционного постvakцинального иммунитета.

В связи со вспышкой ящура на территории Оренбургской области, а также с началом кампании по вакцинации против ящура на территории зоны II «Приуралье – Западная Сибирь» 29 декабря 2021 г. Россельхознадзором было принято решение, согласно которому статус 10 субъектов, входящих в состав зоны, был изменен на «неблагополучный по ящуру с вакцинацией».

В январе и июне 2022 г. ВОЗЖ был приостановлен официальный статус зон, свободных от ящура без вакцинации, на территории Казахстана (в том числе зон, граничащих с регионами Российской Федерации) в связи со вспышкой ящура в Карагандинской области и применением профилактической вакцинации [20]. Учитывая данные обстоятельства, решением Россельхознадзора от 22 декабря 2022 г. «Об установлении статусов регионов Российской Федерации по заразным болезням животных и условиях перемещения подконтрольных госветнадзору товаров» 10 приграничных с Казахстаном субъектов РФ были разделены на три изолированные зоны посредством применения установленных нормативных требований по регионализации:

- зона II «Саратов – Самара», благополучная по ящиру с вакцинацией, включающая 2 субъекта РФ;
- зона VI «Приуралье – Западная Сибирь», имеющая статус благополучной по ящиру с вакцинацией, включающая 7 субъектов РФ;
- зона без статуса ВОЗЖ по ящиру с вакцинацией, включающая 1 субъект РФ (Оренбургская область), созданная в соответствии с положениями статьи 8.8.5 Кодекса ВОЗЖ.

Изолированная зона II «Саратов – Самара» и зона VI «Приуралье – Западная Сибирь» созданы на основании:

- отсутствия регистрации вспышек ящура и признаков заражения вирусом ящура в течение не менее последних 24 мес.;

- отсутствия случаев трансмиссии вируса ящура за последние 12 мес.;
- надзора, проводимого за ящуром в соответствии с положениями статей 8.8.40–8.8.42 Кодекса ВОЗЖ;
- рутинной вакцинации против ящура всего восприимчивого поголовья животных (крупного и мелкого рогатого скота) вакциной, соответствующей требованиям главы 3.1.8 «Руководства по диагностическим тестам и вакцинам для наземных животных», с января 2022 г.;
- выполнения требований ВОЗЖ к импорту и соблюдения требований к перемещению живых животных и животноводческой продукции;
- особенностей хозяйственной деятельности животноводческих предприятий данных районов (самодостаточное и независимое функционирование как по кормовой базе, так и по переработке).

В августе 2023 г. в ВОЗЖ было подано два досье о результатах контроля и надзора за ящуром на территории Российской Федерации для зоны II «Саратов – Самара» и для зоны VI «Приуралье – Западная Сибирь», благополучных по ящиру с вакцинацией, с целью получения официального статуса ВОЗЖ.

Рассмотрев предоставленную в досье информацию, научная комиссия сделала вывод о том, что представленная заявка не удовлетворяет в полной мере требованиям, изложенным в главе 8.8 Кодекса ВОЗЖ.

Перед повторной подачей заявки необходимо было выполнить ряд рекомендаций научной комиссии:

- представить актуализированные данные о принятии и реализации национального законодательства с целью расширения дефиниции случая ящура;
- представить данные, включая количественные показатели, с целью объективной оценки эффективности применяемой законодательной базы;
- проводить постоянный мониторинг состояния популяционного иммунитета всех вакцинированных видов животных. Особое внимание следует уделять территориям, где уровень иммунитета в популяции опускается ниже 80%, а также областям, характеризующимся повышенным риском заноса ящура. В данном контексте рекомендуется, чтобы систематизированный сбор и анализ данных проводились с целью оценки динамики показателей иммунной защиты, что позволило бы выработать корректирующие меры при необходимости;

– включить в исследования, направленные на постvakцинальный мониторинг, возрастную категорию 6–12 мес. Данная возрастная группа характеризуется меньшим количеством ранее проведенных иммунизаций, что делает ее ключевым индикатором эффективности реализуемой стратегии вакцинации. По результатам исследования необходимо провести сегрегацию данных по возрастным группам, что обеспечит возможность получения надежных и детализированных показателей иммунного ответа, а также позволит выявить группы, требующие дополнительной защиты с точки зрения формирования адекватного уровня иммунитета;

– пересмотреть существующую схему проведения серологического обследования. В частности, необходимо обеспечить, чтобы параметры тестов, в том числе чувствительность и специфичность, основывались на обнаружении антител к неструктурным белкам вируса в популяциях вакцинированных животных. Такая методическая корректировка позволит гарантировать высокую степень достоверности диагностических исследований, а также обеспечить оптимальную репрезентативность выборок, покрывающих всю популяцию, что, в свою очередь, будет способствовать повышению точности мониторинга эпизоотической обстановки [21];

– провести расследование по вопросам выявления животных с реакцией на неструктурные белки вируса ящура. В рамках данного исследования необходимо осуществить отбор проб для проведения серологического анализа с целью последующего контроля животных, что предусмотрено в статье 8.8.42 Кодекса ВОЗЖ;

– уделить внимание разделению животных и контроля за их перемещениями, а также продуктов между зонами, имеющими различный зоосанитарный статус и статус по вакцинации. Такая мера позволит снизить риск эпизоотического распространения ящура и обеспечить сохранность биобезопасности страны.

По итогам выполнения рекомендаций «Научной комиссии ВОЗЖ по болезням животных» о критериях надзора за ящуром, анализа данных, представленных из 10 субъектов Российской Федерации, 6 мая 2024 г. Россельхознадзором было принято решение «Об установлении статусов регионов Российской Федерации по заразным болезням животных и условиям перемещения подконтрольных государственного надзора товаров», согласно которому сформирована единая зона II «Западная Сибирь – Урал», благополучная по ящиру с вакцинацией, в рамках 10 регионов Российской Федерации, граничащих с Казахстаном: Саратовская, Самарская, Оренбургская, Челябинская, Курганская, Новосибирская, Омская, Тюменская области, Алтайский край и Республика Алтай (за исключением Кош-Агачского района).

Данное решение было принято на основании статьи 8.8.4 Кодекса ВОЗЖ и базировалось на ряде предварительных критериев:

- отсутствие регистрации вспышек ящура и признаков заражения вирусом ящура в течение не менее последних 24 мес.;
- отсутствие случаев трансмиссии вируса ящура за последние 24 мес.;
- надзор за ящуром, проводимый в соответствии с положениями статей 8.8.43–8.8.45 Кодекса ВОЗЖ в течение последних 24 мес.;
- обязательная систематическая иммунизация против ящура целевой популяции животных с января 2022 г. для достижения адекватного охвата вакцинацией и популяционного иммунитета;
- выполнение требований Кодекса ВОЗЖ к импорту и соблюдение требований к перемещению живых животных и животноводческой продукции в страну или зону;
- соблюдение соответствующих положений пункта 2 статьи 1.4.6 Кодекса ВОЗЖ.

Таким образом, указанные мероприятия, регулирующие изменение статуса зоны, свидетельствуют о системном подходе к контролю за заразными болезнями животных в Российской Федерации. Принятые Россельхознадзором решения о регионализации в 2022–2024 гг. основаны на критериях, предусмотренных Кодексом ВОЗЖ, что позволяет обеспечить соблюдение международных стандартов в области ветеринарного надзора и контроля за заболеванием, а также способствует реализации preventивных мер как на национальном, так и на региональном уровне.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

29 мая 2025 г. в рамках проведения 92-й Генеральной сессии Всемирной ассамблеи делегатов ВОЗЖ было принято решение о присвоении территории Российской Федерации, названной зоной II «Западная Сибирь – Урал», официального статуса «зона, свободная от ящура с вакцинацией».

Данное решение было принято в контексте комплексной реструктуризации региональных образований Российской Федерации, подразделенных на шесть отдельных зон, при этом пять из вышеуказанных зон уже обладали

установленным официальным статусом ВОЗЖ с точки зрения отсутствия ящура.

Присвоение статуса ВОЗЖ зоне II «Западная Сибирь – Урал», географически расположенной вдоль границы с Казахстаном, представляет собой индикатор международного признания безопасного и благоприятного состояния территории Российской Федерации, что соответствует критериям, изложенным в Кодексе ВОЗЖ. Это решение подтверждает высокий уровень эпизоотологического контроля за заболеванием, что, в свою очередь, свидетельствует о результативности профилактических мер и организации надзорных мероприятий в пределах страны.

С 2013 по 2025 г. Россельхознадзор осуществлял системное проведение поэтапных мероприятий, направленных на формирование и получение официального признания статуса «благополучия по ящуру» для всей страны. Это достигалось посредством модернизации и внедрения комплекса профилактических мер, а также последовательного выполнения комплекса мероприятий, регламентированных решением Россельхознадзора «Об установлении статусов регионов Российской Федерации по заразным болезням животных и условиям перемещения подконтрольных госветнадзору товаров». Все это позволило добиться высокого уровня контроля за заболеванием, что подтверждается официальными статусами, отражающими успешную реализацию профилактических стратегий.

Установленные статусы благополучия служат объективным показателем того, что уровень контроля за инфекционным заболеванием достиг значительных успехов. Наряду с этим они демонстрируют эффективность профилактических и организационных мероприятий, способствующих реализации безопасной торговли животноводческой продукцией.

Полученные результаты имеют важное значение для поддержания глобальной эпизоотической стабильности, а также для минимизации риска возникновения новых очагов инфекции в масштабах регионального и международного уровней.

Наличие в Российской Федерации зон, признанных ВОЗЖ свободными от ящура, оказывает существенное влияние на расширение экспортных возможностей предприятий агропромышленного комплекса, находящихся на данных территориях. В связи с этим применение комплекса мер направлено не только на достижение нормативного статуса, но и на повышение конкурентоспособности национальной продукции на международном рынке.

Получение статусов ВОЗЖ для зон, признанных свободными от ящура как с вакцинацией, так и без ее применения, является результатом длительной многоступенчатой интенсивной работы специалистов Россельхознадзора, а также подведомственного ФГБУ «ВНИИЗЖ». Проводимые мероприятия позволили ежегодно подтверждать статус ВОЗЖ по ящуру для всей территории Российской Федерации, что подкреплено данными, полученными на основе статистических обзоров, и результатами эпизоотологического мониторинга.

В результате проведенных систематизированных и последовательных мероприятий, направленных на совершенствование контроля за инфекцией, были достигнуты значимые улучшения в области эпизоотической безопасности.

Присвоенный зоне II «Западная Сибирь – Урал» статус ВОЗЖ свидетельствует не только об эффективности реализованных профилактических мероприятий, но и отражает высокий уровень международного признания надлежащей организации ветеринарных и исследовательских служб.

Таким образом, принятые меры, направленные на получение статуса ВОЗЖ, способствуют не только достиже-

нию внутренней эпизоотической стабильности, но и дают возможность России успешно конкурировать на мировом рынке торговых операций, связанных с продукцией животноводства.

Данный опыт можно использовать в качестве модели для дальнейшего совершенствования профилактических программ, которые позволяют обеспечить высокую степень защиты от инфекционных заболеваний, соответствующую международным стандартам и рекомендациям ВОЗЖ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный центр развития экспорта продукции АПК Минсельхоза России (Agroexport). Статистика. Экспорт АПК РФ 2021 год. <https://aemch.ru/services-and-statistics/statistics/stat2021>
2. Федеральная таможенная служба. Справочные и аналитические материалы. Данные по таможенной статистике внешней торговли Российской Федерации в разрезах товаров, стран, временных периодов. <https://customs.gov.ru/statistic>
3. Singh C. P., Verma A. K., Pal B. C. Prevalence of protected animals against foot and mouth disease in Uttar Pradesh. *The Haryana Veterinarian*. 2008; 47: 107–109. <https://www.luvias.edu.in/haryana-veterinarian/archive-2008.php?AM4>
4. Singh R., Pandey A. B., Chandra D. K., Singh K. P., Mehrotra M. L. Epidemiology of malignant form of foot-and-mouth disease in susceptible cattle and buffalo population of Punjab and Uttar Pradesh. *The Indian Journal of Animal Sciences*. 2008; 78 (1): 3–7. <https://epubs.icar.org.in/index.php/IJAnS/article/view/3315>
5. Wang J., Chen J., Zhang S., Ding Y., Wang M., Zhang H., et al. Risk assessment and integrated surveillance of foot-and-mouth disease outbreaks in Russia based on Monte Carlo simulation. *BMC Veterinary Research*. 2021; 17:268. <https://doi.org/10.1186/s12917-021-02967-x>
6. Бурова О. А., Захарова О. И., Яшин И. В., Хайбрахманова С. Ш., Жучкова О. В., Гребнев Н. А., Блохин А. А. Ящур: факторы риска и меры контроля (обзор). *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2023; 24 (3): 346–358. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.3.346-358>
7. Контроль экономически значимых болезней животных. *Аграрная наука*. 2020; (7–8): 12–13. <https://elibrary.ru/enbxf>
8. Jamal S. M., Belsham G. J. Foot-and-mouth disease: past, present and future. *Veterinary Research*. 2013; 44:116. <https://doi.org/10.1186/1297-9716-44-116>
9. Rahman A. U., Dhama K., Ali Q., Raza M. A., Chaudhry U., Shabbir M. Z. Foot and mouth disease in a wide range of wild hosts: a potential constraint in disease control efforts worldwide particularly in disease-endemic settings. *Acta Tropica*. 2020; 210:105567. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105567>
10. Fukai K., Kawaguchi R., Nishi T., Ikezawa M., Yamada M., Seeyo K. B., Morioka K. Risk of transmission of foot-and-mouth disease by wild animals: infection dynamics in Japanese wild boar following direct inoculation or contact exposure. *Veterinary Research*. 2022; 53:86. <https://doi.org/10.1186/s13567-022-01106-0>
11. Никифоров В. В., Майорова Т. К., Карапулов А. К., Спиридовон А. Н., Саввин А. В. Восприимчивость и роль диких животных при ящуре. *Ветеринария сегодня*. 2014; (1): 35–40. <https://elibrary.ru/tzlmpr>
12. Bolortsetseg S., EnkhTUvshin S., Nyamsuren D., Weisman W., Fine A., Yang A., Joly D. O. Serosurveillance for foot-and-mouth disease in Mongolian gazelles (*Procapra gutturosa*) and livestock on the Eastern Steppe of Mongolia. *Journal of Wildlife Diseases*. 2012; 48 (1): 33–38. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-48.1.33>
13. World Organisation for Animal Health. Terrestrial Animal Health Code. <https://sont.woah.org/portal/tool/?tab=0&panel=content-navigation&le=en>
14. The Spread of Pathogens Through International Trade. *OIE Scientific and Technical Review*. Ed. by S. C. MacDiarmid. 2011; 30 (1): 1–370. <http://dx.doi.org/10.20506/rst.issue.30.1.46>
15. Chen R. T., Orenstein W. A. Epidemiologic methods in immunization programs. *Epidemiologic Reviews*. 1996; 18 (2): 99–117. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.epirev.a017931>
16. The Progressive Control Pathway for FMD control (PCP-FMD). Principles, Stage Descriptions and Standards. 2012. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/eufmd/docs/PCP/PCP_en.pdf
17. Sumption K., Domenech J., Ferrari G. Progressive control of FMD on a global scale. *Veterinary Record*. 2012; 170 (25): 637–639. <https://doi.org/10.1136/vr.e4180>
18. The Global Foot and Mouth Disease Control Strategy. Strengthening animal health systems through improved control of major diseases. 2012. <https://www.fao.org/4/an390e/an390e.pdf>
19. Nikiforov V. V., Noskov S. A., Sprygin A. V., Alhussen M. A., Krylova A. S., Erofeeva T. V., et al. The presence of two distinct lineages of the foot-and-mouth disease virus type A in Russia in 2013–2014 has significant implications for the epidemiology of the virus in the region. *Viruses*. 2025; 17 (1):8. <https://doi.org/10.3390/v17010008>
20. Nikiforov V., Shcherbakov A., Chvala I., Kremenchugskaya S., Korennoy F., Mayorova T., et al. Insights into the molecular epidemiology of foot-and-mouth disease virus in Russia, Kazakhstan, and Mongolia in terms of O/ME-SA/Ind-2001e sublineage expansion. *Viruses*. 2023; 15 (3):598. <https://doi.org/10.3390/v15030598>

21. Яковлева А. С., Щербаков А. В. Обнаружение антител к неструктурным белкам вируса ящура (обзор). *Ветеринария сегодня*. 2023; 12 (3): 190–196. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2023-12-3-190-196>

REFERENCES

1. Federal Center for Development of Agricultural Exports under the Ministry of Agriculture of the Russian Federation (Agroexport). Statistics. Export of the agro-industrial complex of the Russian Federation in 2021. <https://aemcx.ru/services-and-statistics/statistics/stat2021> (in Russ.)
2. Federal Customs Service. Reference and analytical materials. Customs statistics on the foreign trade of the Russian Federation, broken down by commodities, countries, and time periods. <https://customs.gov.ru/statistic> (in Russ.)
3. Singh C. P., Verma A. K., Pal B. C. Prevalence of protected animals against foot and mouth disease in Uttar Pradesh. *The Haryana Veterinarian*. 2008; 47: 107–109. <https://www.luvas.edu.in/haryana-veterinarian/archive-2008.php?AM4>
4. Singh R., Pandey A. B., Chandra D. K., Singh K. P., Mehrotra M. L. Epidemiology of malignant form of foot-and-mouth disease in susceptible cattle and buffalo population of Punjab and Uttar Pradesh. *The Indian Journal of Animal Sciences*. 2008; 78 (1): 3–7. <https://pubs.icer.org.in/index.php/IJAnS/article/view/3315>
5. Wang J., Chen J., Zhang S., Ding Y., Wang M., Zhang H., et al. Risk assessment and integrated surveillance of foot-and-mouth disease outbreaks in Russia based on Monte Carlo simulation. *BMC Veterinary Research*. 2021; 17:268. <https://doi.org/10.1186/s12917-021-02967-x>
6. Burrova O. A., Zakharkova O. I., lashin I. V., Khaibakhmanova S. Sh., Zhuchkova O. V., Grebnev N. A., Blokhin A. A. Foot and mouth disease: risk factors and control measures (review). *Agricultural Science Euro-North-East*. 2023; 24 (3): 346–358. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.3.346–358> (in Russ.)
7. The control of economically significant animal diseases. *Agrarian Science*. 2020; (7–8): 12–13. <https://elibrary.ru/embxuf> (in Russ.)
8. Jamal S. M., Belsham G. J. Foot-and-mouth disease: past, present and future. *Veterinary Research*. 2013; 44:116. <https://doi.org/10.1186/1297-9716-44-116>
9. Rahman A. U., Dhama K., Ali Q., Raza M. A., Chaudhry U., Shabir M. Z. Foot and mouth disease in a wide range of wild hosts: a potential constraint in disease control efforts worldwide particularly in disease-endemic settings. *Acta Tropica*. 2020; 210:105567. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105567>
10. Fukai K., Kawaguchi R., Nishi T., Ikezawa M., Yamada M., Seeyo K. B., Morioka K. Risk of transmission of foot-and-mouth disease by wild animals: infection dynamics in Japanese wild boar following direct inoculation or contact exposure. *Veterinary Research*. 2022; 53:86. <https://doi.org/10.1186/s13567-022-01106-0>
11. Nikiforov V. V., Mayorova T. K., Karaulov A. K., Spiridonov A. N., Savvin A. V. Susceptibility to foot and mouth disease and role of wild animals. *Veterinary Science Today*. 2014; (1): 35–40. <https://elibrary.ru/tzlmpr>
12. Bolortsetseg S., Enkhтуvshin S., Nyamsuren D., Weisman W., Fine A., Yang A., Joly D. O. Serosurveillance for foot-and-mouth disease in Mongolian gazelles (*Procapra gutturosa*) and livestock on the Eastern Steppe of Mongolia. *Journal of Wildlife Diseases*. 2012; 48 (1): 33–38. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-48.1.33>
13. World Organisation for Animal Health. Terrestrial Animal Health Code. <https://sont.woah.org/portal/tool/?tab=0&panel=content-navigation&le=en>
14. The Spread of Pathogens through International Trade. *OIE Scientific and Technical Review*. Ed. by S. C. MacDiarmid. 2011; 30 (1): 1–370. <http://dx.doi.org/10.20506/rst.issue.30.1.46>
15. Chen R. T., Orenstein W. A. Epidemiologic methods in immunization programs. *Epidemiologic Reviews*. 1996; 18 (2): 99–117. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.epirev.a017931>
16. The Progressive Control Pathway for FMD control (PCP-FMD). Principles, Stage Descriptions and Standards. 2012. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/eufmd/docs/PCP/PCP_en.pdf
17. Sumption K., Domenech J., Ferrari G. Progressive control of FMD on a global scale. *Veterinary Record*. 2012; 170 (25): 637–639. <https://doi.org/10.1136/vr.e4180>
18. The Global Foot and Mouth Disease Control Strategy. Strengthening animal health systems through improved control of major diseases. 2012. <https://www.fao.org/4/an390e/an390e.pdf>
19. Nikiforov V. V., Noskov S. A., Sprygin A. V., Alhussen M. A., Krylova A. S., Erofeeva T. V., et al. The presence of two distinct lineages of the foot-and-mouth disease virus type A in Russia in 2013–2014 has significant implications for the epidemiology of the virus in the region. *Viruses*. 2025; 17 (1):8. <https://doi.org/10.3390/v17010008>
20. Nikiforov V., Shcherbakov A., Chvala I., Kremenchugskaya S., Korennoy F., Mayorova T., et al. Insights into the molecular epidemiology of foot-and-mouth disease virus in Russia, Kazakhstan, and Mongolia in terms of O/ME-SA/Ind-2001e sublineage expansion. *Viruses*. 2023; 15 (3):598. <https://doi.org/10.3390/v15030598>
21. Yakovleva A. S., Scherbakov A. V. Detection of antibodies to non-structural proteins of foot-and-mouth disease virus (review). *Veterinary Science Today*. 2023; 12 (3): 190–196. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2023-12-3-190-196>

Поступила в редакцию / Received 29.09.2025
Поступила после рецензирования / Revised 10.11.2025
Принята к публикации / Accepted 24.11.2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Шмелев Алексей Андреевич, младший научный сотрудник референтной лаборатории диагностики ящура, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-6425-9765>, shmelev_aa@arriah.ru

Alexey A. Shmelev, Junior Researcher, Reference Laboratory for FMD Diagnosis, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-6425-9765>, shmelev_aa@arriah.ru

Никифоров Виктор Викторович, канд. вет. наук, заведующий референтной лабораторией диагностики ящура, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-3390-3209>, nikiforov@arriah.ru

Viktor V. Nikiforov, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Head of Reference Laboratory for FMD Diagnosis, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-6425-9765>, shmelev_aa@arriah.ru

Фомина Светлана Николаевна, канд. вет. наук, ведущий научный сотрудник референтной лаборатории диагностики ящура, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-2122-9096>, fomina@arriah.ru

Svetlana N. Fomina, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Leading Researcher, Reference Laboratory for FMD Diagnosis, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-2122-9096>, fomina@arriah.ru

Спиридонов Артем Николаевич, канд. вет. наук, руководитель информационно-аналитического центра, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; spiridonov@arriah.ru

Artem N. Spiridonov, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Head of Information and Analysis Centre, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; spiridonov@arriah.ru

Чвала Илья Александрович, канд. вет. наук, заместитель директора по НИР, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-1659-3256>, chvala@arriah.ru

Ilya A. Chvala, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Deputy Director for Research, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-1659-3256>, chvala@arriah.ru

Вклад авторов: Шмелев А. А. – формирование идеи, развитие ключевых целей и задач, подготовка текста рукописи; Никифоров В. В. – формирование идеи, развитие ключевых целей и задач, подготовка текста рукописи; Фомина С. Н. – формирование идеи, развитие ключевых целей и задач; Спиридонов А. Н. – формирование идеи; Чвала И. А. – формирование идеи, развитие ключевых целей и задач.

Contribution of the authors: Shmelev A. A. – generating the concept, developing key goals and objectives, preparing the manuscript; Nikiforov V. V. – generating the concept, developing key goals and objectives, preparing the manuscript; Fomina S. N. – generating the concept, developing key goals and objectives, preparing the manuscript; Spiridonov A. N. – generating the concept; Chvala I. A. – generating the concept, developing key goals and objectives.



<https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-344-352>
УДК 19:616.98:578.828.11:616-07:636.081(470.67)

Динамика распространения лейкоза крупного рогатого скота в племенных хозяйствах Республики Дагестан

Ш. А. Гунашев^{1,2}, Н. Р. Будулов¹, Г. Х. Азаев², М. М. Микаилов^{1,2}, Э. А. Яникова¹

¹ Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан» (Прикаспийский зональный НИВИ – филиал ФГБНУ «ФАНЦ РД», ул. Дахадаева, 88, г. Махачкала, 367000, Республика Дагестан, Россия)

² ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет имени М. М. Джамбулатова» (ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ), ул. Магомета Гаджиева, 180, г. Махачкала, 367032, Республика Дагестан, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Проблема лейкоза крупного рогатого скота в племхозах Республики Дагестан стала актуальной еще с середины 60-х годов XX века. В связи с тем, что в те годы охват плановыми серологическими исследованиями не превышал 1–2% имеющегося поголовья восприимчивых животных, ясного представления о масштабах распространения лейкоза не было.

Цель исследования. Анализ современной ситуации по распространению лейкоза крупного рогатого скота в племенных хозяйствах Республики Дагестан.

Материалы и методы. Инфицированных вирусом лейкоза животных выявляли с помощью реакции иммунной диффузии в агаровом геле (РИД). Противоэпизоотические мероприятия оценивали с учетом новых «Ветеринарных правил осуществления профилактических, диагностических, ограничительных и иных мероприятий, установления и отмены карантина и иных ограничений, направленных на предотвращение распространения и ликвидацию очагов лейкоза крупного рогатого скота», утвержденных приказом Минсельхоза России от 24 марта 2021 г. № 156.

Результаты. Зараженность животных вирусом лейкоза крупного рогатого скота в ретроспективе за 2009–2017 гг. варьировала от 0,1 до 77,3%. С принятием подпрограммы «Профилактика и ликвидация лейкоза крупного рогатого скота в хозяйствах Республики Дагестан» (2018–2020 гг.) в рамках республиканской целевой программы за последние семь лет увеличился охват поголовья серологическими исследованиями более чем в 5,7 раза, частота выявления новых случаев серопозитивных животных снизилась с 23,6 до 0,1% в 2024 г.

Заключение. Эпизоотологический анализ показал неоднородную структуру и динамику распространения лейкозного процесса среди крупного рогатого скота. Реализуемая в условиях Республики Дагестан система мер по предупреждению и ликвидации заболевания крупного рогатого скота лейкозом позволила добиться устойчивой стабилизации эпизоотической обстановки и сократить уровень зараженности животных в племенных хозяйствах. Благодаря проводимой ветеринарной службой планомерной работе по ликвидации вирусной инфекции племхозы сегодня полностью благополучны по лейкозу. Оздоровительная работа, включающая применение серологической диагностики и немедленной выбраковки РИД-позитивных животных, продолжается.

Ключевые слова: лейкоз, вирус лейкоза крупного рогатого скота, распространение, племенные хозяйства, серологические и гематологические исследования, оздоровительные мероприятия, Республика Дагестан

Благодарности: Работа выполнена в рамках государственного задания FNMN-2024-0016 «Внедрить эффективную комплексную систему борьбы с наиболее распространенными социально значимыми болезнями сельскохозяйственных животных, туберкулезом, лейкозом и бруцеллезом, в условиях Прикаспийского региона, на основе усовершенствованных способов диагностики».

Для цитирования: Гунашев Ш. А., Будулов Н. Р., Азаев Г. Х., Микаилов М. М., Яникова Э. А. Динамика распространения лейкоза крупного рогатого скота в племенных хозяйствах Республики Дагестан. *Ветеринария сегодня*. 2025; 14 (4): 344–352. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-344-352>

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для корреспонденции: Яникова Эльмира Арслановна, канд. вет. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории инфекционной патологии сельскохозяйственных животных Прикаспийского зонального НИВИ – филиала ФГБНУ «ФАНЦ РД», ул. Дахадаева, 88, г. Махачкала, 367000, Республика Дагестан, Россия, vetmedservis@mail.ru

Spread dynamics of bovine leukosis on breeding farms in the Republic of Dagestan

Shakhrudin A. Gunashev^{1,2}, Nurdin R. Budulov¹, Gadzhimagomed H. Azaev², Mikail M. Mikailov^{1,2}, Elmira A. Yanikova¹

¹ Caspian Regional Research Veterinary Institute – Branch of Dagestan Agriculture Science Center, ul. Dakhadaeva, 88, Makhachkala 367000, Republic of Dagestan, Russia

² Dagestan State Agricultural University named after M. M. Dzhambulatov, ul. Magometa Gadzhieva, 180, Makhachkala 367032, Republic of Dagestan, Russia

ABSTRACT

Introduction. The problem of bovine leukosis on breeding farms in the Republic of Dagestan has been a pressing issue since the mid-1960s. Due to the fact that the coverage of planned serological testing did not exceed 1–2% of the existing population of susceptible animals, there was no clear understanding of the scale of leukosis spread.

Objective. Analysis of the current situation regarding the spread of bovine leukosis on breeding farms in the Republic of Dagestan.

© Гунашев Ш. А., Будулов Н. Р., Азаев Г. Х., Микаилов М. М., Яникова Э. А., 2025

Materials and methods. Animals infected with the bovine leukemia virus were identified using the agar gel immunodiffusion test (AGID). Animal disease control measures were assessed in accordance with the new "Veterinary Rules for the Implementation of Preventive, Diagnostic, Restrictive and Other Measures as well as for the Imposition and Release of Quarantine and Other Restrictions Aimed at Containing Bovine Leukosis as well as at Eradicating its Outbreaks" approved by Order No. 156 of the Ministry of Agriculture of Russia of March 24, 2021.

Results. The bovine leukemia virus infection rate in animals in the period 2009–2017 ranged from 0.1 to 77.3%. With the adoption of the subprogram "Prevention and Eradication of Bovine Leukosis on Farms in the Republic of Dagestan" (2018–2020) under the republican target program, serological testing coverage has increased by more than 5.7 times over the past seven years, and the detection rate of new seropositive animals has decreased from 23.6 to 0.1% in 2024.

Conclusion. Epizootiological analysis revealed a heterogeneous structure and dynamics of the bovine leukosis spread in cattle. The system of measures aimed at prevention and eradication of bovine leukosis in cattle implemented in the Republic of Dagestan has led to sustainable stabilization of the disease situation and a reduction in the infection rate in animals on breeding farms. Owing to the veterinary service's systematic efforts to eradicate the viral infection, breeding farms are now completely free from bovine leukosis. Health improvement work, including the use of serological diagnostics and immediate culling of AGID-positive animals, continues.

Keywords: bovine leukosis (BL), bovine leukemia virus (BLV), spread, breeding farms, serological and hematological testing, health improvement measures, Republic of Dagestan

Acknowledgements: This work was performed as part of the state assignment FNMN-2024-0016 "To implement an effective comprehensive system for control of the most common socially significant livestock diseases, tuberculosis, leukosis and brucellosis, in the Caspian Sea region, based on improved diagnostic methods".

For citation: Gunashev Sh. A., Budulov N. R., Azaev G. H., Mikailov M. M., Yanikova E. A. Spread dynamics of bovine leukosis on breeding farms in the Republic of Dagestan. *Veterinary Science Today*. 2025; 14 (4): 344–352. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-344-352>

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interests.

For correspondence: Elmira A. Yanikova, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Leading Researcher, Laboratory of Infectious Pathology of Farm Animals, Caspian Regional Research Veterinary Institute – Branch of Dagestan Agriculture Science Center, ul. Dakhadaeva, 88, Makhachkala 367000, Republic of Dagestan, Russia, vetmedservis@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ

Лейкоз крупного рогатого скота – хроническое инфекционное заболевание, возбудителем которого является РНК-содержащий опухолеродный вирус семейства *Retroviridae*, рода *Deltaretrovirus* [1, 2, 3, 4]. Источником заболевания являются больные и зараженные вирусом лейкоза крупного рогатого скота (ВЛКРС) животные [5]. Распространению инфекции способствуют несвоевременная диагностика, несоблюдение ветеринарно-санитарных требований при закупках скота для племенных и производственных целей, совместное содержание зараженных и здоровых животных [6, 7, 8, 9].

Заболевание крупного рогатого скота (КРС) лейкозом причиняет значительный экономический ущерб сельскохозяйственным предприятиям различных форм собственности, в основном племенным, который складывается из недополучения молока и приплода вследствие преждевременной выбраковки больных лейкозом коров, убоя быков-производителей, утилизации туш больных животных, сдачи на мясо племенного молодняка от больных коров-матерей, перевода племенных животных в категорию товарных в случае их инфицирования ВЛКРС, выбраковки инфицированного вирусом молодняка, а также из расходов на проведение ветеринарно-санитарных и зоотехнических мероприятий в процессе оздоровления неблагополучных по лейкозу хозяйств и пунктов. Помимо ущерба и огромных затрат на ветеринарно-гигиенические мероприятия, лейкоз негативно влияет на общекономические показатели производства животноводческой продукции [10, 11, 12, 13].

Присутствие носителей вируса лейкоза в племенных хозяйствах, где сконцентрирован ценный генофонд КРС, является потенциальной угрозой распространения инфекции с животными, реализуемыми в благополучные по заболеванию хозяйства [14, 15, 16].

Проблема лейкоза КРС в племенных хозяйствах Республики Дагестан стала актуальной еще с середины 60-х гг. XX века. Впервые тестирование на лейкоз, проведенное учеными Дагестанской научно-исследовательской ветеринарной станции гематологическими и патоморфологическими методами, позволило выявить 14,0–19,1% больных коров. Кроме того, в то время на мясокомбинатах отмечались частые случаи обнаружения туш с изменениями, характерными для лейкоза, что указывало на широкое распространение заболевания [17].

В скотоводческих хозяйствах с 1988 г. начала внедряться комплексная прижизненная диагностика лейкоза КРС с помощью реакции иммунной диффузии (РИД) [18, 19, 20, 21], позволившая разработать оптимальные варианты профилактики и ликвидации заболевания, вызываемого ВЛКРС. В связи с тем, что в те годы охват плановыми серологическими исследованиями не превышал 1–2% имеющегося поголовья восприимчивых животных, ясного представления о масштабах распространения лейкоза и вирусной инфекции не было.

Цель исследования – анализ современной ситуации по распространению лейкоза КРС в племенных хозяйствах Республики Дагестан.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в условиях лаборатории инфекционной патологии сельскохозяйственных животных Прикаспийского зонального НИВИ – филиала ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан».

В работе изучили и статистически обработали данные отчетности Комитета по ветеринарии Республики Дагестан, республиканской и районных ветеринарных лабораторий, полученные при эпизоотологическом мониторинге лейкоза КРС в племенных хозяйствах в 2002 и 2009–2024 гг.

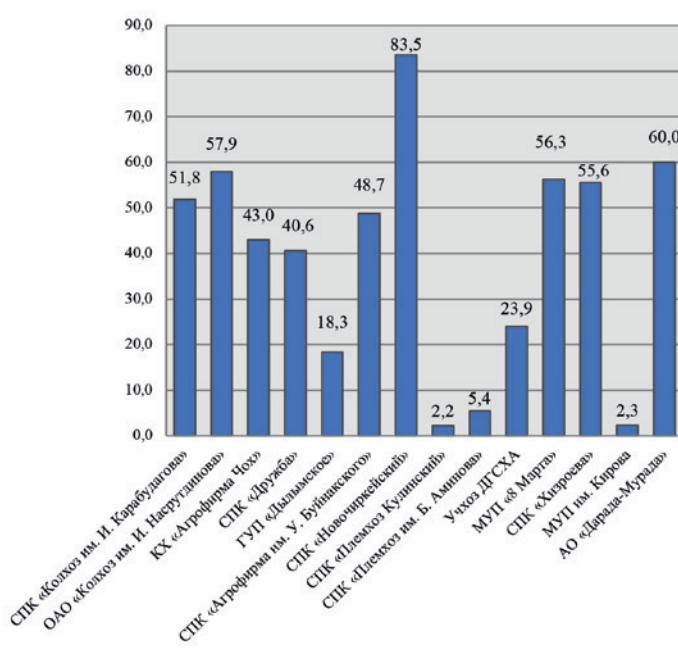


Рис. 1. Инфицированность животных ВЛКРС в племенных хозяйствах Дагестана в 2002 г. (%)

Fig. 1. The bovine leukemia virus infection rate on the breeding farms in the Republic of Dagestan in 2002 (%)

В лабораториях ветеринарного назначения серологические и гематологические тестирования проводились согласно «Методическим указаниям по диагностике лейкоза крупного рогатого скота»¹, эпизоотологические – в соответствии с «Методическими рекомендациями по эпизоотологическому исследованию при лейкозе крупного рогатого скота»².

Результативность профилактических и противоэпизоотических мероприятий оценивали с учетом новых «Ветеринарных правил осуществления профилактических, диагностических, ограничительных и иных мероприятий, установления и отмены карантина и иных ограничений, направленных на предотвращение распространения и ликвидацию очагов лейкоза крупного рогатого скота», утвержденных приказом Минсельхоза России от 24 марта 2021 г. № 156³.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Предварительную оценку эпизоотической обстановки по лейкозу КРС в племенных хозяйствах Дагестана проводили в 2002 г. По официальной статистической информации, на 1 января 2002 г. в регионе имелось 14 племенных хозяйств с общей численностью КРС 13 411 гол., в том числе коров – 4955 гол. Результаты исследований по распространению лейкоза и инфекции ВЛКРС в племхозах Дагестана представлены на рисунках 1 и 2.

Установлено, что ареал распространения лейкозной инфекции в начале анализируемого периода был широкий. Лейкоз в племенных хозяйствах республики характеризовался различной степенью инфицированности восприимчивых животных ВЛКРС (от 2,2% в СПК «Племхоз Кулинский» до 83,5% в СПК «Новочиркейский») и заболеваемости (от 2,3% в СПК «Дружба» до 19,0% в СПК «Новочиркейский») при среднем значении этих показателей 32,2 и 10,4% соответственно.

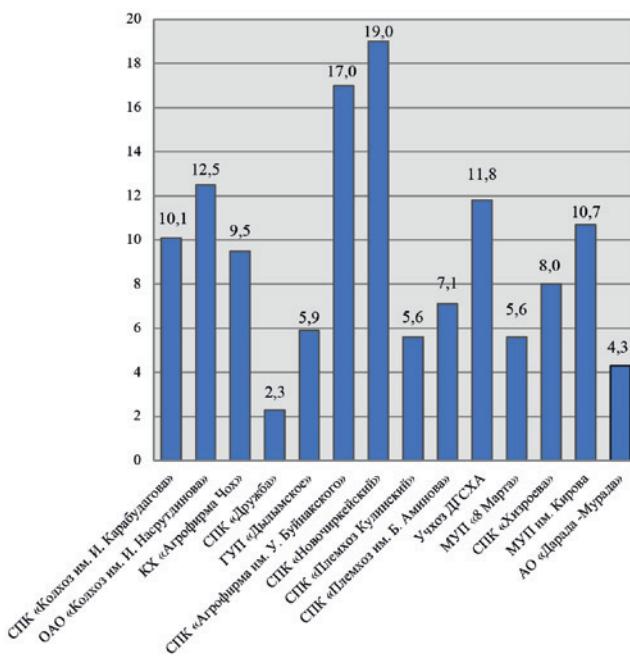


Рис. 2. Заболеваемость КРС лейкозом в племенных хозяйствах Дагестана в 2002 г. (%)

Fig. 2. The bovine leukemia incidence rate on the breeding farms in the Republic of Dagestan in 2002 (%)

Хоз Кулинский» до 83,5% в СПК «Новочиркейский») и заболеваемости (от 2,3% в СПК «Дружба» до 19,0% в СПК «Новочиркейский») при среднем значении этих показателей 32,2 и 10,4% соответственно.

Охват животных серологическими исследованиями на лейкоз составил 37,9%, гематологическими – 25,8% от общего числа КРС, подвергнутого тестированию.

При сравнительной оценке эпизоотологических показателей определено, что интенсивность эпизоотического процесса инфекции, вызываемой ВЛКРС, в племхозах была выше, чем в товарных и личных подсобных хозяйствах: 29,7; 24,7 и 7,9% соответственно [22].

Таким образом, возникла необходимость определить степень пораженности скота ВЛКРС и тяжесть лейкозной патологии на племпредприятиях путем диагностических исследований. С этой целью в 2009–2017 гг. ежегодно в среднем на 11–19 предприятиях изучали динамику инфицированности животных вирусом лейкоза (табл. 1).

За девятилетний период было обследовано 33 838 животных, у которых в 7977 случаях (23,6%) в РИД выявили специфические к ВЛКРС антитела. Гематологическому исследованию было подвергнуто 1950 коров, из них 606 (31,1%) оказались больны лейкозом.

Инфицированность вирусом лейкоза в племхозах оставалась высокой. Наименьшее число животных-вирусоносителей установлено в 2012 г. – 7,2%, в остальные годы варьировало от 10,1 до 37,1%. По данным гематологических исследований, количество больных лейкозом животных находилось в высоких пределах – от 15,9 до 67,5%.

Установлено, что племхозы ООО «Вымпел-1», СПК «АгроФирма Сивух», СПК «Им. А. Даниялова» были благополучны по лейкозной инфекции; в КФХ «Бозторгай», ООО «Курбансервис», МУП им. Кирова,

¹ <https://docs.cntd.ru/document/1200118749>

² <https://elibrary.ru/ucvzwj>

³ <https://docs.cntd.ru/document/603433105>

Таблица 1**Динамика инфицированности КРС вирусом лейкоза в племенных хозяйствах Республики Дагестан в 2009–2017 гг.****Table 1****Dynamics of bovine leukemia virus infection on the breeding farms in the Republic of Dagestan in 2009–2017**

Племенные хозяйства	Выявлено носителей ВЛКРС, %									Всего за 9 лет, %
	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	
АО «Кизлярагрокомплекс»	47,6	37,9	0	–	–	–	0	12,6	44,1	39,9
ООО «Племпредприятие Элита»	–	54,1	–	–	–	–	–	11,5	–	27,0
ООО «Аверьяновка»	–	51,4	48,2	–	–	–	–	–	–	50,8
ООО «Агрофирма «Молочник»	22,5	–	–	–	–	–	–	–	–	22,5
ОАО «Мареневка»	–	64,2	–	–	–	–	–	–	–	64,2
СПК «Хизроева»	60,7	60,8	81,5	–	–	70,0	–	90,8	0	62,2
СПК «Колхоз Красный Партизан»	76,1	90,5	92,3	0	94,2	0	69,7	93,0	0	77,3
ООО НПФ «Племсервис»	–	–	–	–	–	–	–	76,7	0	27,1
СПК племхоз «Уркарахский»	2,0	0,5	0	0	0	0	15,8	7,8	7,6	1,8
КХ «Агрофирма Чох»	38,4	13,6	52,8	–	38,9	48,0	64,7	61,3	64,9	48,0
СХК «Агрофирма «Согратль»	–	–	–	–	–	–	–	45,4	36,9	40,9
СПК «Агрофирма им. У. Буйнакского»	34,5	–	0	–	–	0	24,9	55,8	26,9	35,3
СПК «Новочиркеский»	58,3	–	–	–	–	–	–	–	40,0	53,1
СПК «Племхоз Кулинский»	11,7	14,0	–	21,4	14,7	–	1,9	0	0	6,5
СПК «Племхоз им. Б. Аминова	–	14,3	–	8,2	–	4,8	2,0	1,9	2,2	6,8
АО «Дараада-Мурада»	52,7	79,1	58,5	0	20,0	–	62,4	–	–	51,6
ПК «Мурад»	–	68,5	–	34,2	–	–	35,3	8,2	24,0	41,2
МУП им. Кирова	0	0	0,6	–	–	–	–	–	–	0,2
СПК «Дружба»	12,7	49,5	32,1	–	2,2	3,6	0	13,0	9,4	15,5
СПК «Новая жизнь»	–	25,4	21,9	22,0	18,9	21,6	21,8	16,3	32,8	23,1
ГУП «Дылыымское»	0	40,3	14,8	0,3	6,9	1,4	0	1,7	0	8,5
ООО «Вымпел-1»	–	–	–	–	–	–	–	–	0	0
СПК «Агрофирма Сивух»	–	0	0	0	–	0	–	–	–	0
СПК «Им. А. Даниялова»	0	0	0	–	0	–	0	–	0	0
МУСХП «Таловка»	0	84,8	38,3	–	–	–	–	–	–	42,2
КФХ «Бозторгай»	–	–	–	0	–	0	0,6	–	0	0,1
ООО «Курбансервис»	–	–	–	–	0,7	–	0	0	0	0,1
ООО «ООРХ «Дагестанское»	–	–	72,9	–	81,8	–	0	–	–	46,1
Всего за год, %	29,0	37,1	35,1	7,2	18,3	10,1	22,6	23,2	13,5	23,6

«–» – данные о статусе племенного хозяйства отсутствовали (there was no data on the status of the breeding farm).

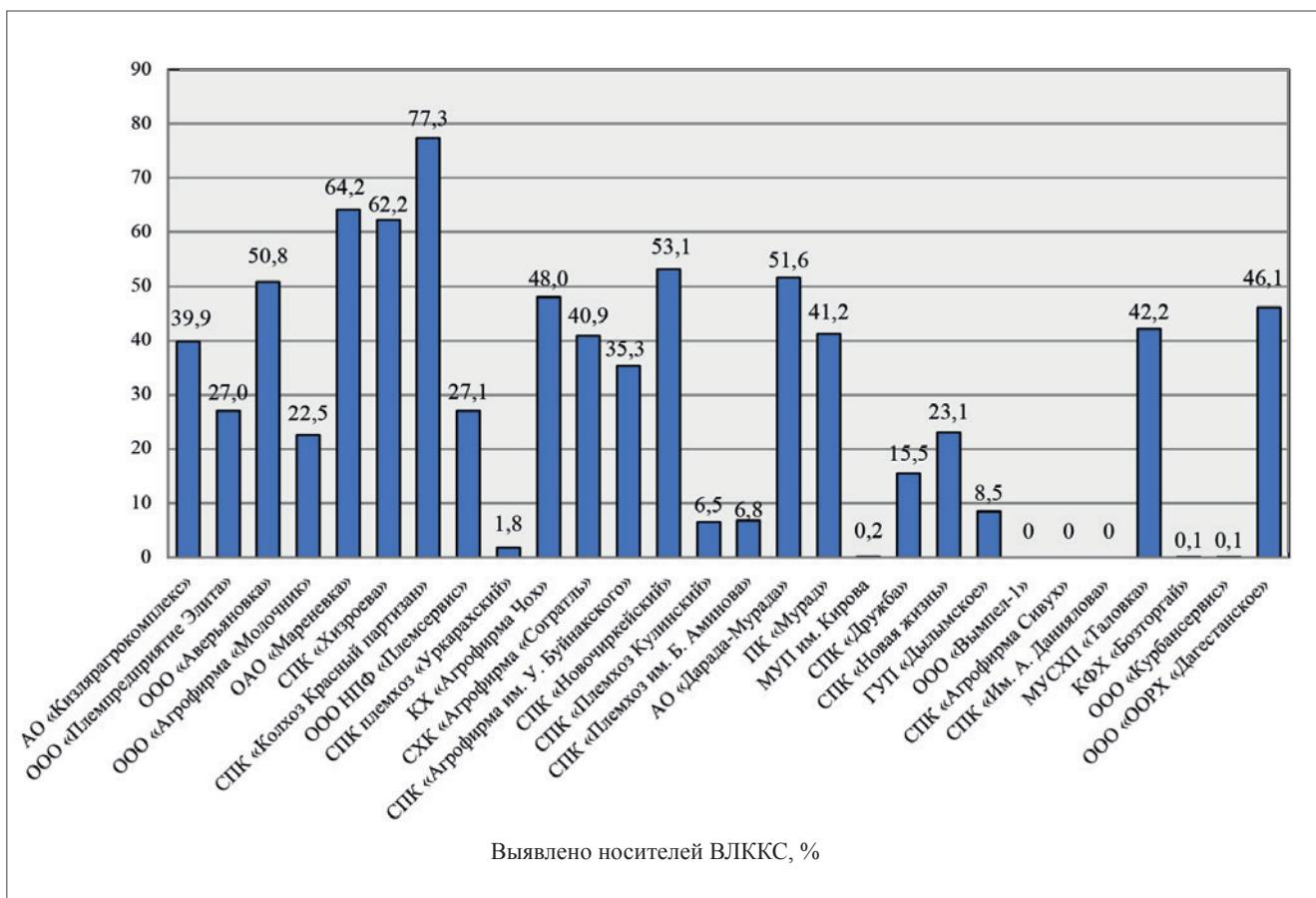


Рис. 3. Инфицированность КРС вирусом лейкоза в племенных хозяйствах Республики Дагестан в 2009–2017 гг. (%)

Fig. 3. The bovine leukemia virus infection rate on the breeding farms in the Republic of Dagestan in 2009–2017 (%)

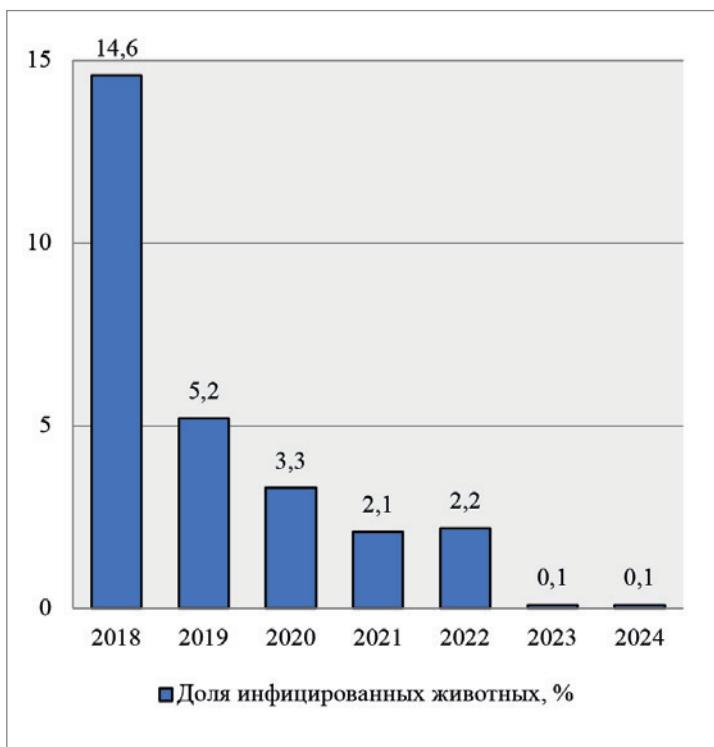


Рис. 4. Динамика инфицированности ВЛКРС в племенных хозяйствах Республики Дагестан в период с 2018 по 2024 г.

Fig. 4. Dynamics of bovine leukemia virus infection on the breeding farms in the Republic of Dagestan in 2018–2014

СПК племхоз «Уркарахский», СПК «Племхоз Кулинский», СПК «Племхоз им. Б. Аминова», ГУП «Дылыымское» уровень инфицированности не превышал 10%; в СПК «Дружба», ООО «АгроФирма «Молочник», СПК «Новая жизнь», ООО «Племпредприятие Элита», ООО НПФ «Племсервис» уровень инфицированности находился в пределах от 10 до 30%, в оставшихся племхозах инфицированность составила от 35,3 до 77,3% (рис. 3).

Впервые в 2009 г. ограничения по лейкозу КРС официально были введены в 17 хозяйствах всех форм собственности, из них 9 – в племхозах. В 2013 г. был выявлен еще 1 неблагополучный пункт среди племхозов, при этом оздоровлено 2. Длительное время (на 01.01.2019) племенные хозяйства СПК «АгроФирма им. У. Буйнакского», СПК «Колхоз Красный Партизан», ООО НПФ «Племсервис», СПК «Племхоз Кулинский», СПК «Племхоз им. Б. Аминова», СПК «Дружба», ГУП «Дылыымское», СПК «Новая жизнь» оставались неблагополучными по лейкозной инфекции [23, 24, 25].

Оценивая эпизоотическую ситуацию, важно отметить, что степень интенсивности лейкозной эпизоотии в различных племенных хозяйствах Республики Дагестан отличалась. Основная причина широкого распространения лейкоза КРС объясняется продолжительным неблагополучием племенных хозяйств, отсутствием противолейкозных мероприятий и малым охватом поголовья скота диагностическими (серологическими, гематологическими) исследованиями. Показатель охвата поголовья серологическими тестированиями в 2009–2017 гг. составил всего 17,5–21,6%.

Таблица 2

Серологические исследования КРС на лейкоз в племенных хозяйствах Республики Дагестан в 2018–2024 гг.

Table 2

Serological testing of cattle for bovine leukemia on the breeding farms in the Republic of Dagestan in 2018–2024

№ п/п*	2018 г.			2019 г.			2020 г.			2021 г.			2022 г.			2023 г.			2024 г.		
	иссл.	+	%	иссл.	+	%	иссл.	+	%	иссл.	+	%	иссл.	+	%	иссл.	+	%	иссл.	+	%
1	2474	705	28,5	6633	488	7,4	6062	128	2,1	6192	98	1,6	2449	216	8,8	470	13	2,8	619	11	1,8
2	51	34	66,7	851	29	3,4	1221	255	20,9	813	78	9,6	2264	23	1,0	1548	0	0	—	—	—
3	—	—	—	150	91	60,7	533	1	0,2	807	70	8,7	1223	37	3,0	1457	0	0	—	—	—
4	422	18	4,3	1927	96	5,0	1505	83	5,5	2017	63	3,1	1383	20	1,4	1295	0	0	1377	0	0
5	511	102	20,0	1067	83	7,8	1273	51	4,0	1751	77	4,4	831	46	5,5	897	0	0	1457	0	0
6	144	5	3,5	785	4	0,5	415	8	1,9	492	4	0,8	520	11	2,1	660	0	0	510	0	0
7	58	1	1,7	130	1	0,8	158	3	1,9	232	3	1,3	130	0	0	623	0	0	—	—	—
8	67	22	32,8	197	0	0	365	0	0	526	0	0	778	20	2,6	—	—	—	350	0	0
9	640	28	4,4	1131	83	7,3	1376	0	0	1115	9	0,8	1534	0	0	1553	0	0	1060	0	0
10	361	7	1,9	630	5	0,8	700	9	1,3	315	3	1,0	553	0	0	553	0	0	580	0	0
11	1009	71	7,0	2028	18	0,9	1167	0	0	1192	0	0	1171	0	0	1643	0	0	1646	0	0
12	1010	0	0	890	0	0	1185	0	0	1368	0	0	1667	0	0	1809	0	0	2005	0	0
13	221	44	19,9	306	50	16,3	363	57	15,7	172	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	161	5	3,1	395	2	0,5	196	5	2,6	180	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	250	31	12,4	317	50	15,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	942	4	0,4	905	0	0	875	0	0	1002	0	0	1045	0	0	1296	0	0
17	199	49	24,6	506	49	9,7	403	0	0	65	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	198	38	19,2	565	2	0,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	114	9	7,9	243	2	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	267	0	0	271	0	0
20	168	5	3,0	830	6	0,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	505	0	0	1054	0	0
22	—	—	—	—	—	—	86	0	0	270	0	0	114	0	0	126	0	0	140	0	0
23	—	—	—	—	—	—	353	1	0,3	555	2	0,4	767	0	0	1768	0	0	832	0	0
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	280	0	0	344	0	0	419	0	0
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	261	0	0	320	0	0	—	—	—
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	253	0	0
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	756	0	0
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	230	0	0
Всего	8058	1174	14,6	20 523	1063	5,2	18 266	601	3,3	18 937	407	2,1	16 927	373	2,2	16 883	13	0,1	14 855	11	0,1

* № п/п (племхозы/plemkhozes): 1 – АО «Кизлярагрокомплекс» (Kizlyaragrocomplex), 2 – АО «Дарада-Мурада» (Darada-Murada), 3 – ПК «Мурад» (Murad), 4 – КХ «Агрофирма Чох» (Agrofirma Chokh), 5 – СХК «Агрофирма «Сограть» (Agrofirma "Sograt"), 6 – СПК «Колхоз Красный Партизан» (Kolkhoz Krasny Partizan), 7 – СПК «Алхас Кули» (Alkhass Kuli), 8 – 000 НПФ «Племсервис» (Plemservise), 9 – СПК «Племхоз Кулинский» (Kulinsky Plemkhoz), 10 – СПК «Племхоз им. Б. Аминова» (Plemkhoz named after B. Aminov), 11 – СПК «Агрофирма им. У. Буйнакского» (Agrofirma named after U. Buynaksky), 12 – 000 «Курбансервис» (Kurbanservice), 13 – СПК «Новая жизнь» (Novaya Zhizn), 14 – ГУП «Дылыымское» (Dylymskoye), 15 – СПК «Дружба» (Druzhba), 16 – 000 «Вымпел-1» (Vympel-1), 17 – 000 «Аверьяновка» (Averyanovka), 18 – СПК «Новочиркеский» (Novochirkessky), 19 – СПК племхоз «Уркарахский» (Plemkhoz Urkarakhsky), 20 – СПК «Хизроева» (Khizroeva), 21 – КФХ «Иман» (Iman), 22 – СПК «Уллучай» (Ulluchai), 23 – СПК «Месед» (Mesed), 24 – СПА «Отгонник» (Otgonnik), 25 – КФХ «Косуля» (Kosulya), 26 – СПК «Агрофирма-Цовкра-2» (Agrofirma-Tsovakra-2), 27 – 000 «Чиркейский экопродукт» (Chirkeysky ecoproduct), 28 – 000 «Чох-Агропродукт» (Chokh-Agroproduct); иссл. – количество исследованных на ВЛКРС животных, гол. (number of animals tested for bovine leukemia, head); «+» – количество инфицированных ВЛКРС животных, гол. (number of animals infected with bovine leukemia virus, head); «–» – данные о статусе племенного хозяйства отсутствовали (no data on the status of the breeding farm).

Следует отметить, что количество племенных хозяйств в регионе в зависимости от состояния эпизоотической обстановки часто менялось. Из-за ограничительных мероприятий по лейкозу некоторые племенные хозяйства переводили в товарные.

Таким образом, в племенных хозяйствах региона до 2017 г. складывалась напряженная эпизоотическая ситуация по лейкозной инфекции. Практически во всех племенных стадах было установлено наличие в популяции КРС гематологически больных лейкозом и зараженных ВЛКРС животных. За исключением СПК «Племхоз Кулинский» и СПК «Племхоз им. Б. Аминова», находящихся в высокогорной зоне Дагестана, все остальные племенные хозяйства были неблагополучными по лейкозу.

Наиболее ценный генофонд КРС в Дагестане сконцентрирован в племенных хозяйствах, где лейкозная инфекция также имела широкое распространение. Поэтому в последующие годы главной задачей, стоящей перед ветеринарной службой региона, стало оздоровление племенных хозяйств от лейкозной инфекции.

Широкомасштабная системная работа в этом направлении в республике началась с принятием Плана мероприятий по профилактике и борьбе с лейкозом КРС⁴ и подпрограммы «Профилактика и ликвидация лейкоза крупного рогатого скота в хозяйствах Республики Дагестан» в рамках республиканской целевой программы⁵, действие которой продлено до конца текущего года. Оздоровление неблагополучных по лейкозу хозяйств (стад) заключается в выбраковке и сдаче на убой всех серопозитивных особей, выявленных при проведении плановых лабораторных исследований.

Следует отметить, что с 2019 г. серологическими исследованиями на лейкоз охвачено практически все восприимчивое поголовье КРС, имеющееся в племенных хозяйствах. Динамика снижения инфицированности вирусом лейкоза КРС в племенных хозяйствах в 2018–2024 гг. представлена в таблице 2 и на рисунке 4.

За семилетний период лабораториями государственной ветеринарной службы на функционирующих 28 племенных предприятиях региона в РИД подвергнуто исследованию 114 449 проб сыворотки крови КРС. Средний уровень инфицированности животных составил 3,2%. Гематологические исследования на выявление больных лейкозом животных в последние годы в республике не проводят, так как все зараженное ВЛКРС поголовье сдают на убой без передержки.

Анализируя динамику распространения вирусной инфекции в племхозах, определили, что зараженность восприимчивых животных ВЛКРС сокращается (рис. 4). В частности, в 2018 г. среди обследованного поголовья носительство вируса лейкоза составляло 14,6%; в 2019 г. – 5,2%; в 2020 г. – 3,3%; в 2021 г. – 2,1%; в 2022 г. – 2,2%; в 2023 г. – 0,1%. В 2024 г. в племхозах Республики Дагестан выявлено только 11 гол. (0,1%) РИД-положительных животных из 14 855 исследованных на лейкоз, что свидетельствует о стабильности и эффективности оздоровительных мероприятий. Инфицированные ВЛКРС животные принадлежали ООО «Племпредприятие Элита», входящему в состав АО «Кизлярагрокомплекс».

⁴ <https://docs.cntd.ru/document/450340001>

⁵ <https://docs.cntd.ru/document/550147549>

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эпизоотологический анализ показал неоднородную структуру и динамику распространения и течения лейкозного процесса у КРС. Реализуемая в условиях Республики Дагестан система мер по предупреждению и ликвидации заболевания КРС лейкозом позволила добиться устойчивой стабилизации эпизоотической обстановки и сократить уровень зараженности ВЛКРС животных в племенных хозяйствах. Благодаря проводимой ветеринарной службой планомерной работе по ликвидации вирусной инфекции племхозы сегодня полностью благополучны по лейкозу. Оздоровительная работа, включающая применение серологической диагностики и немедленной выбраковки РИД-позитивных животных, продолжается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гулюкин М. И., Гулюкин А. М., Донченко А. С., Донченко Н. А., Барсуков Ю. И., Логинов С. И. и др. Анализ эпизоотической ситуации по лейкозу крупного рогатого скота в Сибирском федеральном округе. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2021; 51 (4): 67–75. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-4-8>
- Донник И. М., Петропавловский М. В., Макутина В. А., Гулюкин М. И., Барсуков Ю. И. Современная ситуация по распространению лейкоза крупного рогатого скота в Российской Федерации. *Ветеринария*. 2024; (11): 18–22. <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2024.27.11.18-22>
- Pluta A., Rola-Luszczak M., Hoffmann F. G., Donnik I., Petropavlovskiy M., Kuźmak J. Genetic variability of bovine leukemia virus: evidence of dual infection, recombination and quasi-species. *Pathogens*. 2024; 13 (2):178. <https://doi.org/10.3390/pathogens13020178>
- Схатум А. К., Басова Н. Ю., Староселов М. А., Пачина В. В., Тихонов С. В. Эпизоотическая ситуация по лейкозу крупного рогатого скота в хозяйствах Краснодарского края. *Ветеринария Кубани*. 2019; (3): 10–13. <https://doi.org/10.33861/2071-8020-2019-3-10-13>
- Benitez O. J., Roberts J. N., Norby B., Bartlett P. C., Takeshima S. N., Watanuki S., et al. Breeding bulls as a potential source of bovine leukemia virus transmission in beef herds. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2019; 254 (11): 1335–1340. <https://doi.org/10.2460/javma.254.11.1335>
- Апалькин В. А., Гулюкин М. И., Петров Н. И. Лейкоз крупного рогатого скота. СПб.: Петролазер; 2005. 100 с.
- Donnik I., Ponomareva O., Chernykh O., Lysenko A., Mikailov M., Gunashev Sh., et al. Improving diagnostic and eliminating techniques of bovine leukemia in the Russian Federation. *Journal of Pharmaceutical Research International*. 2021; 33 (60B): 3078–3084. <https://doi.org/10.9734/jpri/2021/v33i60B34908>
- Донник И. М., Пономарева О. И., Кривонос Р. А., Лысенко А. А., Коцаев А. Г., Черных О. Ю. и др. Ликвидация лейкоза крупного рогатого скота в условиях промышленного производства. *Ветеринария Кубани*. 2021; (2): 3–8. <https://elibrary.ru/busyro>
- Зубова Т. В., Плешков В. А., Миронов А. Н. Современные методы и опыт борьбы с лейкозом крупного рогатого скота. *В мире научных открытий*. 2018; 10 (5): 119–131. <https://doi.org/10.12731/wsd-2018-5-119-131>
- Тазаян А. Н., Тамбиков Т. С., Васильев А. В. Мониторинг эпизоотической ситуации по лейкозу крупного рогатого скота в Ростовской области. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2022; (8). <https://doi.org/10.23670/IJR.2022.122.51>
- Mohammadabadi M. R., Soflaei M., Mostafavi H., Honarmand M. Using PCR for early diagnosis of bovine leukemia virus infection in some native cattle. *Genetics and Molecular Research*. 2011; 10 (4): 2658–2663. <https://geneticsmr.com/wp-content/uploads/2024/04/gmr2658.pdf>
- Гулюкин М. И., Барабанов И. И., Иванова Л. А., Степанова Т. В., Козырева Н. Г., Симонян Г. А. и др. Мониторинг эпизоотической ситуации по лейкозу крупного рогатого скота в товарных и племенных хозяйствах Российской Федерации за 2014 и 2015 годы. *Ветеринария и кормление*. 2016; (4): 5–41. <https://elibrary.ru/wfizoz>
- Kuczewski A., Orsel K., Barkema H. W., Mason S., Erskine R., Van der Meer F. Invited review: bovine leukemia virus – transmission, control, and eradication. *Journal of Dairy Science*. 2021; 104 (6): 6358–6375. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18925>
- Гулюкин М. И., Забережный А. Д., Юрков К. П., Шабейкин А. А., Барабанов И. И., Степанова Т. В., Лопунов С. В. Научно-обоснованная модель противовирусных мероприятий при лейкозе крупного рогатого скота. *Ветеринария и кормление*. 2018; (1): 4–7. <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2018-1-1>

15. Зюзгина С. В., Зиновьева О. Е., Нурлыгаянова Г. А. Анализ лабораторной диагностики вируса лейкоза крупного рогатого скота в Северо-Кавказском федеральном округе за период с 2019 по 2021 гг. *Горное сельское хозяйство*. 2022; (3): 72–75. <https://doi.org/10.25691/GSH.2022.3.017>
16. Чопик Т. Н. Эпизоотология лейкоза крупного рогатого скота в племенных хозяйствах Краснодарского края. *Вестник ветеринарии*. 2003; (3): 18–20. <https://elibrary.ru/juswpp>
17. Будулов Н. Р., Устарханов П. Д., Салихов Ю. С., Мустафаев А. Р. Эпизоотическая обстановка по лейкозу крупного рогатого скота в сельхозпредприятиях Дагестана. *Вестник ветеринарии*. 2004; (3): 7–12. <https://elibrary.ru/jusxgd>
18. Polat M., Takeshima Sn., Aida Y. Epidemiology and genetic diversity of bovine leukemia virus. *Virology Journal*. 2017; 14:209. <https://doi.org/10.1186/s12985-017-0876-4>
19. Shettigar P. T., Samagh B. S., Lobinowich E. M. Control of bovine leukemia virus infection in dairy herds by agar gel immunodiffusion test and segregation of reactors. *Canadian Journal of Veterinary Research*. 1989; 53 (1): 108–110. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1255525>
20. Choi K. Y., Liu R. B., Buehring G. C. Relative sensitivity and specificity of agar gel immunodiffusion, enzyme immunoassay, and immunoblotting for detection of anti-bovine leukemia virus antibodies in cattle. *Journal of Virological Methods*. 2002; 104 (1): 33–39. [https://doi.org/10.1016/S0166-0934\(02\)00040-X](https://doi.org/10.1016/S0166-0934(02)00040-X)
21. Marawan M. A., Alouffi A., El Tokhy S., Badawy S., Shirani I., Dawood A., et al. Bovine leukaemia virus: current epidemiological circumstance and future prospective. *Viruses*. 2021; 13 (11):2167. <https://doi.org/10.3390/v13112167>
22. Кабардиев С. Ш., Будулов Н. Р., Гайдарбекова Х. М., Рагимова Т. Т. Эпизоотическая ситуация по лейкозу крупного рогатого скота в племенных хозяйствах Дагестана. *Ветеринарная патология*. 2008; (2): 67–68. <https://elibrary.ru/oedzf>
23. Будулов Н. Р., Нуратинов Р. А. Эпизоотологический мониторинг лейкоза и туберкулеза крупного рогатого скота в хозяйствах Республики Дагестан. *Ветеринарная патология*. 2007; (2): 123–127. <https://elibrary.ru/oejnt>
24. Шихрагимов Э. М., Устарханов П. Д., Будулов Н. Р. Гистологические изменения при некоторых формах проявления лейкоза крупного рогатого скота в Дагестане. *Вестник ветеринарии*. 2012; (2): 65–70. <https://elibrary.ru/rpcyhn>
25. Будулов Н. Р., Юсупов О. Ю., Салихов Ю. С., Шихрагимов Э. М. Мониторинг лейкоза крупного рогатого скота в племенных хозяйствах Республики Дагестан. *Ветеринарная патология*. 2020; (2): 25–30. <https://doi.org/10.25690/VETPAT.2020.72.2.007>
- REFERENCES**
- Gulyukin M. I., Gulyukin A. M., Donchenko A. S., Donchenko N. A., Barsukov Yu. I., Loginov S. I., et al. Analysis of the epizootic situation of cattle leukemia in the Siberian Federal District. *Siberian Herald of Agricultural Science*. 2021; 51 (4): 67–75. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-4-8> (in Russ.)
 - Donnik I. M., Petropavlovskiy M. V., Makytna V. A., Gulyukin M. I., Barsukov Yu. I. The current bovine leukemia spread situation in the Russian Federation. *Veterinariya*. 2024; (11): 18–22. <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2024.27.11.18-22> (in Russ.)
 - Pluta A., Rola-Luszczak M., Hoffmann F.G., Donnik I., Petropavlovskiy M., Kužmak J. Genetic variability of bovine leukemia virus: evidence of dual infection, recombination and quasi-species. *Pathogens*. 2024; 13 (2):178. <https://doi.org/10.3390/pathogens13020178>
 - Skhatum A. K., Basova N.Yu., Staroselov M. A., Pachina V.V., Tikhonov S.V. Epizootic situation on bovine leucose in farms of Krasnodar region. *Veterinaria Kubani*. 2019; (3): 10–13. <https://doi.org/10.33861/2071-8020-2019-3-10-13> (in Russ.)
 - Benitez O. J., Roberts J. N., Norby B., Bartlett P. C., Takeshima S. N., Watanuki S., et al. Breeding bulls as a potential source of bovine leukemia virus transmission in beef herds. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2019; 254 (11): 1335–1340. <https://doi.org/10.2460/javma.254.11.1335>
 - Apalkin V. A., Gulyukin M. I., Petrov N. I. Bovine Leukosis. Saint Petersburg: Petrolazer; 2005. 100 p. (in Russ.)
 - Donnik I., Ponomareva O., Chernykh O., Lysenko A., Mikailov M., Guناسhev Sh., et al. Improving diagnostic and eliminating techniques of bovine leukemia in the Russian Federation. *Journal of Pharmaceutical Research International*. 2021; 33 (60B): 3078–3084. <https://doi.org/10.9734/jpri/2021/v33i60B34980>
 - Donnik I. M., Ponomareva O. I., Krivonos R. A., Lysenko A. A., Koschkaev A. G., Chernykh O. Yu., et al. Elimination of bovine leukemia in industrial production conditions. *Veterinaria Kubani*. 2021; (2): 3–8. <https://elibrary.ru/bycjpo> (in Russ.)
 - Zubova T. V., Pleshkov V. A., Mironov A. N. Modern methods and experience of struggle against leukemia of cattle. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2018; 10 (5): 119–131. <https://doi.org/10.12731/wsd-2018-5-119-131> (in Russ.)
 - Tazayan A. N., Tambiev T. S., Vasilev A. V. Monitoring of the epizootic situation with cattle leukemia in the Rostov Oblast. *International Research Journal*. 2022; (8). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.122.51> (in Russ.)
 - Mohammadabadi M. R., Soflaei M., Mostafavi H., Honarmand M. Using PCR for early diagnosis of bovine leukemia virus infection in some native cattle. *Genetics and Molecular Research*. 2011; 10 (4): 2658–2663. <https://geneticsmr.com/wp-content/uploads/2024/04/gmr2658.pdf>
 - Gulyukin M., Barabanov I., Ivanova L., Stepanova T., Kozireva N., Simonian G., et al. Monitoring of epidemiologic situation with Bovine Leukemia in production and breeding herds of Russian Federation in 2014–2015. *Veterinaria i kormlenie*. 2016; (4): 5–41. <https://elibrary.ru/wfizoz> (in Russ.)
 - Kuczewski A., Orsel K., Barkema H. W., Mason S., Erskine R., Van der Meer F. Invited review: bovine leukemia virus – transmission, control, and eradication. *Journal of Dairy Science*. 2021; 104 (6): 6358–6375. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18925>
 - Gulyukin M. I., Zaberezhny A. D., Yurov K. P., Shabeykin A. A., Barabanov I. I., Stepanova T. V., Lupunov S. V. Scientifically sound model of an epizootic measures in the bovine leukemia. *Veterinaria i kormlenie*. 2018; (1): 4–7. <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2018-1-1> (in Russ.)
 - Zyuzgina S. V., Zinovieva O. E., Nurlygayanova G. A. Analysis of laboratory diagnosis of bovine leukemia virus in the North Caucasus Federal District from 2019 to 2021. *Mining agriculture*. 2022; (3): 72–75. <https://doi.org/10.25691/GSH.2022.3.017> (in Russ.)
 - Chopik T. N. Epizootiologiya leikoza krupnogo rogatogo skota v plennyykh khozyaistvakh Krasnodarskogo kraya = Epizootiology of bovine leukosis on breeding farms in Krasnodar Krai. *Vestnik veterinarii*. 2003; (3): 18–20. <https://elibrary.ru/juswpp> (in Russ.)
 - Budulov N. R., Ustarkhanov P. D., Salikhov Yu. S., Mustafayev A. R. Epizooticheskaya obstanovka po leikozi krupnogo rogatogo skota v sel'khozpredpriyatiyah Dagestan = Bovine leukosis situation on farms in the Republic of Dagestan. *Vestnik veterinarii*. 2004; (3): 7–12. <https://elibrary.ru/jusxgd> (in Russ.)
 - Polat M., Takeshima Sn., Aida Y. Epidemiology and genetic diversity of bovine leukemia virus. *Virology Journal*. 2017; 14:209. <https://doi.org/10.1186/s12985-017-0876-4>
 - Shettigar P. T., Samagh B. S., Lobinowich E. M. Control of bovine leukemia virus infection in dairy herds by agar gel immunodiffusion test and segregation of reactors. *Canadian Journal of Veterinary Research*. 1989; 53 (1): 108–110. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1255525>
 - Choi K. Y., Liu R. B., Buehring G. C. Relative sensitivity and specificity of agar gel immunodiffusion, enzyme immunoassay, and immunoblotting for detection of anti-bovine leukemia virus antibodies in cattle. *Journal of Virological Methods*. 2002; 104 (1): 33–39. [https://doi.org/10.1016/S0166-0934\(02\)00040-X](https://doi.org/10.1016/S0166-0934(02)00040-X)
 - Marawan M. A., Alouffi A., El Tokhy S., Badawy S., Shirani I., Dawood A., et al. Bovine leukaemia virus: current epidemiological circumstance and future prospective. *Viruses*. 2021; 13 (11):2167. <https://doi.org/10.3390/v13112167>
 - Kabardiev S. Sh., Budulov N. R., Gaydarbekova H. M., Ragimova T. T. Ehpizooticheskaya situatsiya po leikozi krupnogo rogatogo skota v plennyykh khozyaistvakh Dagestan = Bovine leukosis situation on breeding farms in the Republic of Dagestan. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2008; (2): 67–68. <https://elibrary.ru/oedszf> (in Russ.)
 - Budulov N. R., Nuratinov R. A. Ehpizootologicheskii monitoring leikoza i tuberkuleza krupnogo rogatogo skota v khozyaistvakh Respubliki Dagestan = Monitoring of epidemiologic situation with bovine leukosis and tuberculosis on breeding farms in the Republic of Dagestan. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2007; (2): 123–127. <https://elibrary.ru/oejnt> (in Russ.)
 - Shikhragimov E. M., Ustarkhanov P. D., Budulov N. R. Histological changes by some bovine leukosis types in Dagestan. *Vestnik veterinarii*. 2012; (2): 65–70. <https://elibrary.ru/rpcyhn> (in Russ.)
 - Budulov N. R., Yusupov O. Yu., Salikhov Yu. S., Shikhragimov E. M. Monitoring of cattle leukosis in the breeding farms of the Dagestan Republic. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2020; (2): 25–30. <https://doi.org/10.25690/VETPAT.2020.72.2.007> (in Russ.)

Поступила в редакцию / Received 29.05.2025
Поступила после рецензирования / Revised 01.07.2025
Принята к публикации / Accepted 25.09.2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Гунашев Шахрудин Алиевич, канд. вет. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории инфекционной патологии сельскохозяйственных животных, Прикаспийский зональный НИВИ – филиал ФГБНУ «ФАНЦ РД»; доцент кафедры эпизоотологии ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала, Республика Дагестан, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-4804-2755>, sgunashev@mail.ru

Будулов Нурдин Рагимханович, д-р вет. наук, главный научный сотрудник лаборатории инфекционной патологии сельскохозяйственных животных, Прикаспийский зональный НИВИ – филиал ФГБНУ «ФАНЦ РД», г. Махачкала, Республика Дагестан, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-4974-7917>, budulov1951@mail.ru

Азаев Гаджимагомед Халилович, канд. вет. наук, доцент кафедры эпизоотологии ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала, Республика Дагестан, Россия; <https://orcid.org/0009-0001-9233-6905>, azavet@mail.ru

Микаилов Микаил Муслимович, канд. вет. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории инфекционной патологии сельскохозяйственных животных, Прикаспийский зональный НИВИ – филиал ФГБНУ «ФАНЦ РД»; доцент кафедры эпизоотологии Дагестанский ГАУ, г. Махачкала, Республика Дагестан, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-9620-431X>, mikail.mikailov1981@mail.ru

Яникова Эльмира Арслановна, канд. вет. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории инфекционной патологии сельскохозяйственных животных Прикаспийского зонального НИВИ – филиала ФГБНУ «ФАНЦ РД», г. Махачкала, Республика Дагестан, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-5561-2499>, vetmedservis@mail.ru

Shakhrudin A. Gunashev, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Leading Researcher, Laboratory of Infectious Pathology of Farm Animals, Caspian Regional Research Veterinary Institute – Branch of Dagestan Agriculture Science Center; Associate Professor, Department of Epizootiology, Dagestan State Agricultural University named after M. M. Dzhambulatov, Makhachkala, Republic of Dagestan, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-4804-2755>, sgunashev@mail.ru

Nurdin R. Budulov, Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Chief Researcher, Laboratory of Infectious Pathology of Farm Animals, Caspian Regional Research Veterinary Institute – Branch of Dagestan Agriculture Science Center, Makhachkala, Republic of Dagestan, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-4974-7917>, budulov1951@mail.ru

Gadzhimagomed H. Azaev, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Associate Professor, Department of Epizootiology, Dagestan State Agricultural University named after M. M. Dzhambulatov, Makhachkala, Republic of Dagestan, Russia; <https://orcid.org/0009-0001-9233-6905>, azavet@mail.ru

Mikail M. Mikailov, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Leading Researcher, Laboratory of Infectious Pathology of Farm Animals, Caspian Regional Research Veterinary Institute – Branch of Dagestan Agriculture Science Center; Associate Professor, Department of Epizootiology, Dagestan State Agricultural University named after M. M. Dzhambulatov, Makhachkala, Republic of Dagestan, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-9620-431X>, mikail.mikailov1981@mail.ru

Elmira A. Yanikova, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Leading Researcher, Laboratory of Infectious Pathology of Farm Animals, Caspian Regional Research Veterinary Institute – Branch of Dagestan Agriculture Science Center, Makhachkala, Republic of Dagestan, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-5561-2499>, vetmedservis@mail.ru

Вклад авторов: Гунашев Ш. А. – создание и подготовка рукописи, анализ и интерпретация полученных данных; Будулов Н. Р. – научное руководство, разработка концепции, разработка методологии исследования; Азаев Г. Х. – проведение поисково-аналитической работы; Микаилов М. М. – мониторинг/проверка информации, валидация результатов; Яникова Э. А. – редактирование статьи.

Contribution of the authors: Gunashev Sh. A. – creation and preparation of the manuscript, analysis and interpretation of the obtained data; Budulov N. R. – scientific supervision, development of the concept, development of the research methodology; Azaev G. H. – conducting search and analytical work; Mikailov M. M. – monitoring/verification of information, validation of results; Yanikova E. A. – editing of the article.

<https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-353-361>

УДК 619:616.24-002.153:636.22/.28.053.2:615.32



Иммунологический контроль эффективности аэрозольной фитотерапии острой катаральной бронхопневмонии у телят

Е. В. Куликов, Н. Ю. Родионова, П. А. Руденко, Е. Д. Сотникова, И. Е. Прозоровский, К. В. Шепелева, Ю. А. Ватников, О. О. Новиков

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН), ул. Миклухо-Маклая, 6, г. Москва, 117198, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Респираторные заболевания широко распространены в животноводческих хозяйствах, особенно среди высокопродуктивных животных, при этом достаточно тяжело они протекают у молодняка. Возникновение неспецифической бронхопневмонии у телят связано с комплексом причин, включающим прежде всего условно-патогенную микробиоту дыхательных путей, которая при неблагоприятных условиях может стать патогенной, а также скученность содержания, несбалансированное кормление, стресс, сквозняки, шум, влияние негативных факторов окружающей среды, а также снижение резистентности и иммунной реактивности новорожденных животных.

Цель исследования. Проведение иммунологического контроля эффективности аэрозольной фитотерапии острой катаральной бронхопневмонии телят.

Материалы и методы. Исследование провели на 1–3-месячных телятах, больных острой катаральной бронхопневмонией ($n = 60$). Было сформировано три опытные группы по 20 особей в каждой. У больных животных до начала терапии, а также на 7-е и 12-е сут после лечения отбирали кровь для проведения иммунологических исследований.

Результаты. Установлено, что аэрозольное применение фитопрепарата «Экстракт зверобоя продырявленного» в комплексном лечении телят с острой катаральной бронхопневмонией продемонстрировало более высокую эффективность по сравнению с остальными двумя схемами. В опытной группе, где использовали фитотерапию, общее клиническое улучшение наблюдали уже на $(4,90 \pm 0,64)$ сут, что на 47,0% быстрее, чем в группе, где лечение животных проводили по общепринятой в хозяйстве схеме. При этом у телят указанной группы аппетит восстанавливался быстрее, они лучше поедали корм, шерсть становилась гладкой и блестящей, показатели клеточного и гуморального иммунитета на 12-е сут, а уровень провоспалительных цитокинов уже на 7-е сут приближались к референсным показателям клинически здоровых животных.

Заключение. Все три терапевтические схемы при борьбе с острой катаральной бронхопневмонией показали относительную эффективность, однако аэрозольное применение фитопрепарата «Экстракт зверобоя продырявленного» в комплексном лечении больных телят продемонстрировало наилучшие результаты, о чем свидетельствуют значительные позитивные сдвиги в клеточном и гуморальном звене иммунитета, а также снижение уровня провоспалительных цитокинов.

Ключевые слова: бронхопневмония, терапия, аэрозольная обработка, фитопрепараты, зверобой продырявленный, телята

Благодарности: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-26-00091 (<https://rscf.ru/project/24-26-00091>).

Для цитирования: Куликов Е. В., Родионова Н. Ю., Руденко П. А., Сотникова Е. Д., Прозоровский И. Е., Шепелева К. В., Ватников Ю. А., Новиков О. О. Иммунологический контроль эффективности аэрозольной фитотерапии острой катаральной бронхопневмонии у телят. *Ветеринария сегодня*. 2025; 14 (4): 353–361. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-353-361>

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для корреспонденции: Руденко Павел Анатольевич, д-р вет. наук, профессор департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института РУДН, ул. Миклухо-Маклая, 6, г. Москва, 117198, Российская Федерация, pavelrudenko76@yandex.ru

Immunological control of aerosol phytotherapy of acute catarrhal bronchopneumonia for its effectiveness in calves

Evgeny V. Kulikov, Natalia Yu. Rodionova, Pavel A. Rudenko, Elena D. Sotnikova, Ivan E. Prozorovsky, Kristina V. Shepeleva,

Yury A. Vatnikov, Oleg O. Novikov

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, ul. Miklukho-Maklaya, 6, Moscow 117198, Russia

ABSTRACT

Introduction. Respiratory diseases are widespread on livestock farms, especially in high-yielding animals, and they are particularly severe in young animals. Non-specific bronchopneumonia in calves is caused by a combination of factors including opportunistic respiratory microbiota, which can become pathogenic under unfavorable conditions, overcrowding, nutritional imbalances, stress, drafts, noise, other environmental stressors as well as compromised immunity in newborn animals.

© Куликов Е. В., Родионова Н. Ю., Руденко П. А., Сотникова Е. Д., Прозоровский И. Е., Шепелева К. В., Ватников Ю. А., Новиков О. О., 2025

Objective. Immunological control of aerosol phytotherapy of acute catarrhal bronchopneumonia for its effectiveness in calves.

Materials and methods. One – three month-old calves with acute catarrhal bronchopneumonia ($n = 60$) were used for the study. The calves were divided into three test groups, 20 calves per group. Blood samples were collected from the diseased animals before the start of treatment, as well as on day 7 and 12 after treatment and used for immunological tests.

Results. Aerosol administration of *Hypericum perforatum* extract, herbal product, in the complex treatment of calves with acute catarrhal bronchopneumonia demonstrated high efficacy compared to two other treatment regimens. In the test group receiving phytotherapy overall clinical improvement was observed as early as on (4.90 ± 0.64) day, which was 47.0% faster than in the group where animals were treated according to the treatment regime routinely used on the farm. Furthermore, the calves in this group demonstrated a faster recovery of appetite, consumed feed more readily, their coats became smooth and shiny, and their cellular and humoral immunity levels, as well as their pro-inflammatory cytokine levels reached the reference levels of clinically healthy animals by day 12 and day 7, respectively.

Conclusion. While all three regimens for acute catarrhal bronchopneumonia were effective, the aerosolized *Hypericum perforatum* extract produced the best results. Calves receiving this treatment showed the most significant improvements in cellular and humoral immunity, along with the reduction in pro-inflammatory cytokine levels.

Keywords: bronchopneumonia, therapy, aerosol treatment, herbal products, *Hypericum perforatum*, calves

Acknowledgments: This work has been supported by the grants the Russian Science Foundation (project No. 24-26-00091, <https://rscf.ru/project/24-26-00091>).

For citation: Kulikov E. V., Rodionova N. Yu., Rudenko P. A., Sotnikova E. D., Prozorovsky I. E., Shepeleva K. V., Vatnikov Yu. A., Novikov O. O. Immunological control of aerosol phytotherapy of acute catarrhal bronchopneumonia for its effectiveness in calves. *Veterinary Science Today*. 2025; 14 (4): 353–361. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-353-361>

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interests.

For correspondence: Pavel A. Rudenko, Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Professor of the Department of Veterinary Medicine, Agrarian and Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, ul. Miklukho-Maklaya, 6, Moscow 117198, Russia, pavelrudenko76@yandex.ru

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время респираторные заболевания широко распространены в хозяйствах, особенно среди высокопродуктивных животных, при этом достаточно тяжело они протекают у молодняка [1, 2, 3, 4]. Экономические потери в животноводческой отрасли при респираторных патологиях формируются прежде всего из-за падежа животных, снижения продуктивности у больных или выздоровевших, существенного замедления их роста и развития, а также затрат на их лечение и профилактику заболевания [5, 6, 7]. Бронхопневмония телят регистрируется практически во всех регионах страны и занимает второе место среди всех патологий в хозяйствах, уступая только желудочно-кишечным заболеваниям, при этом достигая 30% случаев в нозологическом профиле всех патологий [8, 9]. Этиологические факторы возникновения неспецифической бронхопневмонии у телят представляют собой комплекс причин, включая прежде всего условно-патогенную микробиоту дыхательных путей, которая при неблагоприятных условиях может стать патогенной, скученность содержания, несбалансированное кормление, стресс, сквозняки, шум, влияние негативных факторов окружающей среды, а также снижение резистентности и иммунной реактивности новорожденных животных [10, 11, 12, 13].

В условиях производства в целях профилактики и при борьбе с факторными заболеваниями, в том числе и бронхопневмонией у телят, широко используют в качестве антимикробных препаратов антибиотики, которые чаще всего назначают эмпирически [14, 15, 16]. При этом эмпирическое и бесконтрольное их использование зачастую приводит к мутациям и приобретению устойчивости к ним микроорганизмов. Антибиотики могут накапливаться в тканях организма и животноводческой продукции, что приводит к формированию резистентности к ним микробиоты их конечного потребителя – человека. Кроме того, имеет место кумулятивный и токсический эффекты при использовании таких препаратов, что может приводить к возникновению полиорганной недостаточности у животных. Поэтому поиск альтернативных средств борьбы со множественноустойчивыми патогенными бактериями является актуальной задачей [17, 18, 19].

Результаты исследования иммунной системы больных респираторными болезнями телят достаточно противоречивы и в большинстве случаев свидетельствуют о ее дисфункции и снижении ответной реакции [20, 21]. В этой связи иммунобиологическая реактивность организма играет одну из ключевых ролей в формировании и прогрессировании различных инфекционных заболеваний, в том числе и острой катаральной бронхопневмонии у телят. Поэтому иммунологический скрининг в динамике проведения терапии патологий респираторного тракта больных животных может быть ключевым аспектом контроля его эффективности, являясь, на наш взгляд, актуальным направлением исследований, требующим своевременного и грамотного решения.

Цель работы – провести иммунологический контроль эффективности аэрозольной фитотерапии острой катаральной бронхопневмонии телят в условиях животноводческих ферм.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-26-00091 (<https://rscf.ru/project/24-26-00091>) на базе животноводческих ферм ООО «Бабаево» Собинского района Владимирской области и ООО «Дельта-Ф» Сергиево-Посадского городского округа Московской области с однотипными условиями содержания и кормления животных.

Объектом исследования служили телята в возрасте от 1 до 3 мес., больные острой катаральной

бронхопневмонией ($n = 60$). По мере заболевания телят рандомно распределяли в опытные группы, помещали в отдельные изоляторы и проводили лечение согласно представленным схемам. Было сформировано три опытные группы животных (₁O, ₂O и ₃O) по 20 больных бронхопневмонией телят в каждой. Лечение животных 1-й опытной группы (₁O) проводили по общепринятой в хозяйствах схеме, которая включала аэрозольную обработку животных в помещении с помощью промышленного генератора холодного тумана «Хайфог» с использованием раствора йодтриэтиленгликоля (3 мл/м³ помещения + глицерин, 10% от общего объема раствора) 1 раз в сутки в течение 30 мин на протяжении 7 дней. В качестве антибактериальной терапии животным группы ₁O внутримышечно 1 раз в сутки трехкратно применяли «Пенстреп-400» (1 мл/10 кг). В помещении, где содержались телята 2-й опытной группы (₂O), также 1 раз в сутки в течение 30 мин на протяжении 7 дней проводили аэрозольную обработку животных с помощью промышленного генератора холодного тумана «Хайфог» с применением раствора йодтриэтиленгликоля (3 мл/м³ помещения + глицерин, 10% от общего объема раствора). В качестве антибактериальной терапии на основании ранее проведенных микробиологических исследований и определения чувствительности изолированных патогенов к антибиотикам был назначен препарат из группы фторхинолонов «Марфлоксин», 10%-й раствор (8 мг/кг), который применяли трехкратно 1 раз в сутки. Животным 3-й опытной группы (₃O) аэрозольную обработку в помещении проводили экспериментально ранее подобранным фитопрепаратом «Экстракт зверобоя продырявленного», который также обладал высокой антибактериальной активностью

по отношению к инициаторам бронхопневмонии у телят [22]. Помимо этого, также трехкратно 1 раз в сутки применяли фторхинолоновый препарат «Марфлоксин», 10%-й раствор (8 мг/кг).

У больных животных (по 10 гол. из каждой группы) до начала терапии, а также на 7-е и 12-е сут после лечения отбирали кровь для проведения иммунологических исследований. Общее количество Т-лимфоцитов определяли методом спонтанного розеткообразования общепринятыми методами. При этом исследовали чувствительность и резистентность Т-клеток к теофиллину. Количество Т-супрессоров определяли как разницу между количеством Т-хелперов и общим числом Т-лимфоцитов. Иммунорегуляторный индекс (ИРИ) рассчитывался по соотношению Т-хелперов к Т-супрессорам. Число NK-клеток подсчитывали как разницу между суммой Т-лимфоцитов и В-лимфоцитов от общего их количества методом комплементарного розеткообразования. Структуру циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) определяли по молекулярной массе. Уровень провоспалительных интерлейкинов ИЛ-1 α , ИЛ-6, ИЛ-8, ФНО-1 α (фактор некроза опухоли) измеряли методом твердофазного иммуноферментного анализа. В качестве контроля использовали кровь клинически здоровых телят ($n = 10$), которую отбирали однократно в первый день исследования.

Все манипуляции с животными выполняли в соответствии с Европейской конвенцией ETS № 123.

Результаты статистически обрабатывали с использованием программы STATISTICA 7.0 (StatSoft, США). Перед проведением оценивали нормальность распределения с помощью тестов Шапиро – Уилка. При нормальном распределении

Таблица 1

Показатели клеточного звена иммунитета телят с острой катаральной бронхопневмонией в процессе лечения

Table 1

Cellular immunity indicators in calves with acute catarrhal bronchopneumonia during the treatment

Показатели	Здоровые телята ($n = 10$)	Группы	Больные бронхопневмонией телята		
			до лечения ($n = 10$)	7-е сут ($n = 10$)	12-е сут ($n = 10$)
Т-лимфоциты общие, %	50,40 ± 1,49	₁ O	39,80 ± 1,31	40,50 ± 1,20	43,60 ± 1,21*↑
		₂ O	39,30 ± 1,49	43,40 ± 1,35	48,20 ± 1,33***↑
		₃ O	39,10 ± 1,04	46,30 ± 1,34***↑	50,80 ± 1,58***↑
Т-хелперы, %	35,50 ± 0,98	₁ O	12,30 ± 0,89	15,90 ± 0,94*↑	22,60 ± 1,21***↑
		₂ O	11,90 ± 0,69	22,30 ± 1,31***↑	32,80 ± 1,03***↑
		₃ O	12,80 ± 0,87	27,10 ± 1,36***↑	36,90 ± 1,71***↑
Т-супрессоры, %	14,90 ± 1,01	₁ O	27,50 ± 1,12	24,60 ± 1,08	21,00 ± 1,94**↓
		₂ O	27,40 ± 1,37	21,10 ± 1,58**↓	15,40 ± 0,79***↓
		₃ O	26,30 ± 1,36	19,20 ± 1,15***↓	14,70 ± 1,27***↓
NK-клетки, %	25,10 ± 1,41	₁ O	41,50 ± 1,81	40,30 ± 1,69	35,80 ± 1,34*↓
		₂ O	42,50 ± 1,51	35,60 ± 1,38**↓	28,10 ± 1,59***↓
		₃ O	42,00 ± 1,81	29,00 ± 2,03***↓	25,00 ± 1,50***↓

↑ – достоверное увеличение показателей (significant increase in indicators); ↓ – достоверное снижение показателей (significant decrease in indicators);

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ в сравнении с показателями до начала терапии (as compared to the indicators before treatment).

количественных переменных для сравнения двух групп использовали ANOVA-тест. Достоверность различий между показателями до и после лечения животных оценивали по Манну – Уитни ($* p < 0,05$; $** p < 0,01$; $*** p < 0,001$).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Оптимальные результаты лечения заболевания достигаются только при динамическом мониторинге состояния животных при использовании различных терапевтических схем и своевременной корректировке проводимой терапии. В этом контексте было проведено исследование сравнительной эффективности трех различных схем терапии острой катаральной бронхопневмонии у телят с регулярным наблюдением за состоянием животных.

Следует отметить, что у представителей опытной группы ₁О общее клиническое улучшение наблюдалось на $(9,25 \pm 0,91)$ сут, при этом за время терапии возникло 6 случаев осложнений. В результате лечения 18 (90,0%) телят выздоровели, а 2 (10,0%) животных погибли. В опытной группе ₂О общее клиническое улучшение наступило уже на $(7,20 \pm 0,61)$ сут, и все 20 (100,0%) животных выздоровели. Терапевтические исследования в опытной группе ₃О показали, что общее клиническое улучшение наступило на $(4,90 \pm 0,64)$ сут, то есть на 47,0% быстрее по сравнению с первой группой, и также все 20 (100,0%) телят выздоровели.

Тяжесть течения любого инфекционного заболевания, а также выздоровление животного зависят не только от наличия микрофлоры и ее вирулентности, но и прежде всего от степени резистентности и реактивности макроорганизма, что определяется состоянием иммунной системы. Показатели клеточного звена имму-

нитета телят с острой катаральной бронхопневмонией в процессе лечения представлены в таблице 1.

Из приведенных данных видно, что при общепринятом в опытных хозяйствах лечении (опытная группа ₁O) на 7-е сут регистрировали лишь достоверное повышение Т-хелперов на 29,27%: с $(12,30 \pm 0,89)$ до $(15,90 \pm 0,94)\% (*\uparrow)$. Терапия животных группы ₂O на 7-е сут сопровождалась более значительными сдвигами клеточного звена иммунитета: рост уровня Т-хелперов в 1,87 раза, с $(11,90 \pm 0,69)$ до $(22,30 \pm 1,31)\% (**\uparrow)$, на фоне снижения уровня Т-супрессоров в 1,30 раза ($**\downarrow$) и NK-клеток в 1,19 раза ($**\downarrow$). Необходимо отметить, что наиболее значимые позитивные сдвиги показателей клеточного звена иммунитета отмечали у телят опытной группы ₃O: увеличение Т-клеток общих на 18,41%, с $(39,10 \pm 1,04)$ до $(46,30 \pm 1,34)\% (**\uparrow)$, и Т-хелперов на 111,72%, с $(12,80 \pm 0,87)$ до $(27,10 \pm 1,36)\% (**\uparrow)$, на фоне существенного снижения в сыворотке крови уровня Т-супрессоров в 1,37 раза, с $(26,30 \pm 1,36)$ до $(19,20 \pm 1,15)\%$, и NK-клеток в 1,45 раза, с $(42,00 \pm 1,81)$ до $(29,00 \pm 2,03)\%$, при сравнении с показателями до начала терапии. На 12-е сут после начала терапии во всех опытных группах отмечали дальнейшие позитивные сдвиги анализов клеточного звена иммунитета, однако лишь у животных из опытной группы ₃O они приближались к референсным значениям здоровых животных. Так, у телят группы ₃O по сравнению с показателями до начала лечения наблюдали высокодостоверное увеличение Т-лимфоцитов общих на 29,92% и Т-хелперов на 188,28% при значительном снижении Т-супрессоров и NK-клеток в 1,79 и 1,68 раза соответственно.

Одним из основных лабораторных показателей удовлетворительного состояния иммунной системы, позволяющих дать объективную оценку напряженности

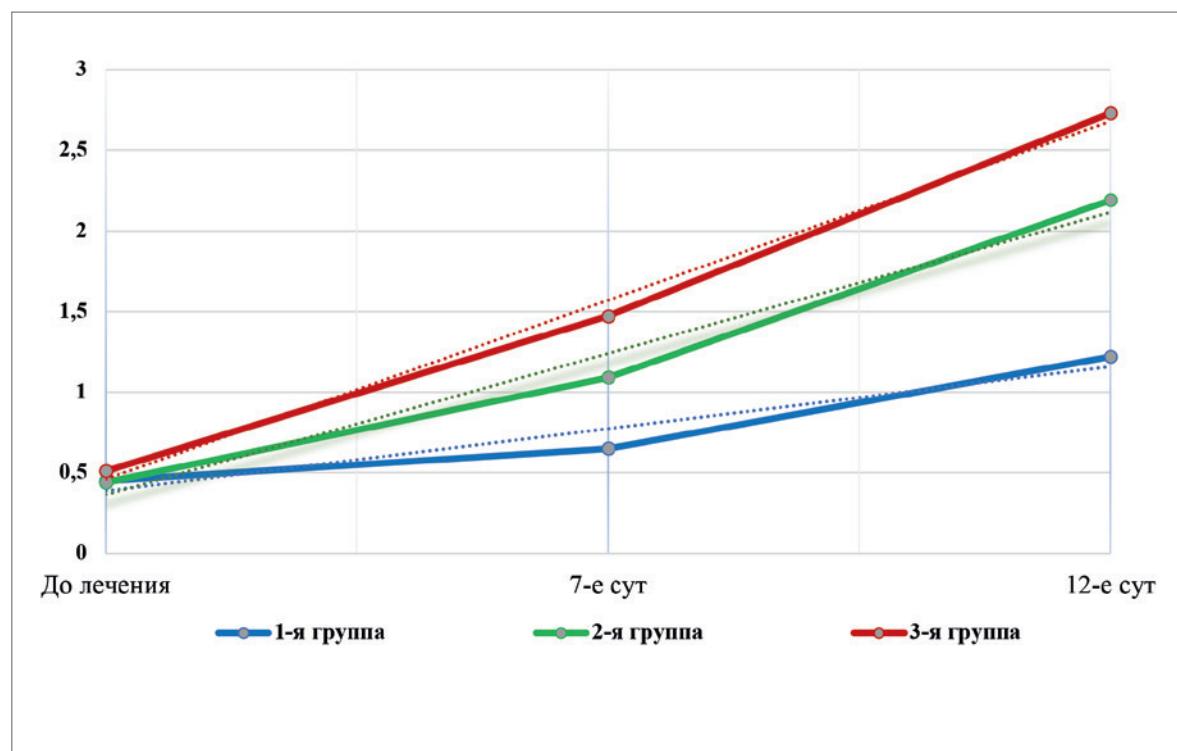


Рис. Уровень значений иммунорегуляторного индекса у телят с острой катаральной бронхопневмонией в процессе лечения

Fig. The immunoregulatory index in calves with acute catarrhal bronchopneumonia during the treatment

Таблица 2

Показатели гуморального звена иммунитета телят с острой катаральной бронхопневмонией в процессе лечения

Table 2

Humoral immunity indicators in calves with acute catarrhal bronchopneumonia during the treatment

Показатели	Здоровые телята (n = 10)	Группы	Больные бронхопневмонией телята		
			до лечения (n = 10)	7-е сут (n = 10)	12-е сут (n = 10)
В-клетки общие, %	24,50 ± 0,85	₁ 0	18,70 ± 0,66	19,20 ± 0,64	20,60 ± 0,52*↑
		₂ 0	18,20 ± 0,81	21,00 ± 0,64*↑	23,70 ± 0,77***↑
		₃ 0	18,90 ± 0,84	24,70 ± 0,88***↑	24,20 ± 0,55***↑
ЦИК общие, ед. опт. пл.	229,10 ± 4,34	₁ 0	464,60 ± 9,68	436,40 ± 8,63*↓	397,20 ± 7,70***↓
		₂ 0	459,70 ± 10,83	403,00 ± 8,03***↓	292,30 ± 6,38***↓
		₃ 0	481,40 ± 10,37	290,70 ± 11,26***↓	228,80 ± 3,88***↓
ЦИК крупные, ед. опт. пл.	34,80 ± 0,81	₁ 0	51,50 ± 1,43	49,40 ± 1,62	43,10 ± 2,07**↓
		₂ 0	53,60 ± 1,17	47,30 ± 1,34**↓	34,80 ± 0,51***↓
		₃ 0	60,10 ± 1,53	36,00 ± 0,73***↓	33,20 ± 0,61***↓
ЦИК средние, ед. опт. пл.	67,10 ± 1,53	₁ 0	98,80 ± 3,24	93,10 ± 2,96	83,40 ± 2,05***↓
		₂ 0	97,10 ± 3,14	79,60 ± 2,33***↓	71,60 ± 2,17***↓
		₃ 0	97,80 ± 3,36	75,80 ± 1,58***↓	68,60 ± 1,68***↓
ЦИК мелкие, ед. опт. пл.	127,20 ± 3,83	₁ 0	314,30 ± 10,35	293,90 ± 9,61	270,70 ± 7,94**↓
		₂ 0	309,00 ± 8,58	276,10 ± 6,74**↓	185,90 ± 5,97***↓
		₃ 0	323,50 ± 8,31	178,90 ± 10,94***↓	127,00 ± 3,49***↓

↑ – достоверное увеличение показателей (significant increase in indicators); ↓ – достоверное снижение показателей (significant decrease in indicators);

* p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001 в сравнении с показателями до начала терапии (as compared to the indicators before treatment).

иммунного ответа, является ИРИ. Динамика изменений ИРИ у телят с острой катаральной бронхопневмонией представлена на рисунке.

Установлено, что клиническая манифестация острой катаральной бронхопневмонии сопровождается существенным снижением уровня ИРИ у животных всех опытных групп. Стоит отметить, что на 7-е сут терапии регистрировали увеличение ИРИ у телят опытной группы ₁О на 44,44% (*↑), группы ₂О – на 143,73% (***)↑, у животных группы ₃О наблюдалась наиболее существенный рост данного показателя – на 188,24% (***)↑ при сравнении с исходными данными. На 12-е сут лечения у животных всех опытных групп отмечали высокодостоверный (***)↑ рост ИРИ: у телят группы ₁О – в 2,71 раза, с (0,45 ± 0,04) до (1,22 ± 0,18) усл. ед.; группы ₂О – в 4,98 раза, с (0,44 ± 0,03) до (2,19 ± 0,16) усл. ед.; группы ₃О – в 5,35 раза, с (0,51 ± 0,05) до (2,73 ± 0,32) усл. ед., который приближался к референсным значениям.

Данные, приведенные в таблице 2, наглядно демонстрируют изменения показателей гуморального звена иммунитета телят с острой катаральной бронхопневмонией в процессе лечения.

Показано, что возникающие при острой катаральной бронхопневмонии существенные сдвиги гуморального звена иммунитета у телят сопровождаются снижением В-лимфоцитов общих на фоне значительного роста уровня ЦИК, который происходит преимущественно за счет наиболее патогенных среднемолекулярных

и мелкомолекулярных фракций. На 7-е сут терапии существенные позитивные сдвиги наблюдали лишь у животных опытной группы ₃О: увеличение В-клеток общих на 30,69%, с (18,90 ± 0,84) до (24,70 ± 0,88)% (***)↑, на фоне значительного снижения общих ЦИК на 39,61%, с (481,40 ± 10,37) до (290,70 ± 11,26) ед. опт. пл. (***)↓, за счет понижения уровня крупномолекулярных ЦИК на 40,10%, с (60,10 ± 1,53) до (36,00 ± 0,73) ед. опт. пл. (***)↓, среднемолекулярных ЦИК – на 22,49%, с (97,80 ± 3,36) до (75,80 ± 1,58) ед. опт. пл. (***)↓, и мелкомолекулярных ЦИК – на 44,70%, с (323,50 ± 8,31) до (178,90 ± 10,94) ед. опт. пл. (***)↓, при сравнении с исходными данными. Установлено, что на 12-е сут терапии у телят всех опытных групп регистрировали позитивные сдвиги искомых иммунологических анализов, однако лишь у животных группы ₃О показатели гуморального звена иммунитета приближались к референсным показателям клинически здоровых телят: увеличение В-лимфоцитов общих в 1,28 раза, с (18,90 ± 0,84) до (24,20 ± 0,55)% (***)↑, снижение ЦИК общих – в 2,10 раза, с (481,40 ± 10,37) до (228,80 ± 3,88) ед. опт. пл. (***)↓, ЦИК крупных – в 1,81 раза, с (60,10 ± 1,53) до (33,20 ± 0,61) ед. опт. пл. (***)↓, ЦИК средних – в 1,43 раза, с (97,80 ± 3,36) до (68,60 ± 1,68) ед. опт. пл. (***)↓, и ЦИК мелких – в 2,55 раза, с (323,50 ± 8,31) до (127,00 ± 3,49) ед. опт. пл. (***)↓, при сравнении с показателями до начала терапии.

В настоящее время признана важная роль цитокинов в регуляции иммунного ответа организма

Таблица 3

Уровень провоспалительных цитокинов в сыворотке крови телят с острой катаральной бронхопневмонией в процессе лечения

Table 3

Pro-inflammatory cytokine levels in sera from the calves with acute catarrhal bronchopneumonia during the treatment

Показатели	Здоровые телята (n = 10)	Группы	Больные бронхопневмонией телята		
			до лечения (n = 10)	7-е сут (n = 10)	12-е сут (n = 10)
ИЛ-1 α , пг/мл	17,35 ± 0,41	$_1^0$	37,50 ± 0,92	29,42 ± 0,61***↓	24,47 ± 0,74***↓
		$_2^0$	35,97 ± 1,22	22,54 ± 0,51***↓	19,67 ± 0,29***↓
		$_3^0$	36,55 ± 1,21	19,08 ± 0,31***↓	18,11 ± 0,27***↓
ИЛ-6, пг/мл	13,14 ± 0,47	$_1^0$	46,55 ± 1,14	37,51 ± 1,13***↓	25,03 ± 0,65***↓
		$_2^0$	44,68 ± 1,36	26,78 ± 1,23***↓	17,74 ± 0,52***↓
		$_3^0$	45,11 ± 1,31	15,39 ± 0,38***↓	13,48 ± 0,45***↓
ИЛ-8, пг/мл	12,51 ± 0,50	$_1^0$	30,67 ± 0,87	24,19 ± 1,23***↓	14,19 ± 0,47***↓
		$_2^0$	30,04 ± 0,83	20,65 ± 0,48***↓	16,28 ± 0,40***↓
		$_3^0$	30,67 ± 0,77	13,67 ± 0,25***↓	12,06 ± 0,33***↓
ФНО-1 α , пг/мл	44,55 ± 0,92	$_1^0$	93,20 ± 2,05	82,43 ± 1,37***↓	55,18 ± 1,41***↓
		$_2^0$	94,40 ± 1,96	58,35 ± 1,18***↓	44,04 ± 0,51***↓
		$_3^0$	94,14 ± 1,68	46,23 ± 1,13***↓	41,66 ± 0,45***↓

↑ – достоверное увеличение показателей (significant increase in indicators); ↓ – достоверное снижение показателей (significant decrease in indicators);

* p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001 в сравнении с показателями до начала терапии (as compared to the indicators before treatment).

при воспалительных процессах и инфекционных заболеваниях. Цитокины представляют собой относительно небольшие белки, которые обеспечивают коммуникацию между клетками и формируют самостоятельную систему регуляции основных функций организма, в первую очередь поддерживая гомеостаз при воздействии микробных агентов и повреждении тканей. На уровне всего организма цитокины связывают воедино иммунную, нервную, эндокринную, кроветворную и другие системы, позволяя им организовывать комплексное противодействие антигенам и регулировать защитные реакции [20].

Представленные в таблице 3 данные свидетельствуют о том, что при клинической манифестации острой респираторной патологии у телят возникает цитокиновый штурм, который сопровождается усиленным синтезом провоспалительных цитокинов при сравнении с показателями клинически здоровых животных. Установлено, что уже на 7-е сут терапии у животных всех опытных групп наблюдалось резкое понижение уровня интерлейкинов, причем у животных группы $_3^0$ данные показатели приближались к референсным значениям. Так, в исследуемых сыворотках крови на 7-е сут отмечали существенное снижение (***)↓ у телят группы $_1^0$: ИЛ-1 α – в 1,27 раза, ИЛ-6 – в 1,24 раза, ИЛ-8 – в 1,27 раза, ФНО-1 α – в 1,13 раза; у животных группы $_2^0$: ИЛ-1 α – в 1,60 раза, ИЛ-6 – в 1,67 раза, ИЛ-8 – в 1,45 раза, ФНО-1 α –

в 1,62 раза; у телят группы $_3^0$ регистрировали наиболее значимые позитивные сдвиги: ИЛ-1 α – в 1,92 раза, с (36,55 ± 1,21) до (19,08 ± 0,31) пг/мл, ИЛ-6 – в 2,93 раза, с (45,11 ± 1,31) до (15,39 ± 0,38) пг/мл, ИЛ-8 – в 2,24 раза, с (30,67 ± 0,77) до (13,67 ± 0,25) пг/мл, и ФНО-1 α – в 2,04 раза, с (94,14 ± 1,68) до (46,23 ± 1,13) пг/мл, при сравнении с показателями до начала лечения. Следует отметить, что на 12-е сут лечения у животных отмечали дальнейшее снижение уровня провоспалительных цитокинов, которое на фоне стандартной терапии в группе $_1^0$ сопровождалось уменьшением количества ИЛ-1 α лишь в 1,53 раза, ИЛ-6 – в 1,86 раза, ИЛ-8 – в 2,16 раза, а ФНО-1 α – в 1,69 раза. В сыворотках крови телят из групп $_2^0$ и $_3^0$ отмечали более значительные сдвиги интерлейкинов: ИЛ-1 α – в 1,83 и 2,02 раза, ИЛ-6 – в 2,52 и 3,35 раза, ИЛ-8 – в 1,85 и 2,54 раза, ФНО-1 α – в 2,14 и 2,26 раза соответственно – при сравнении с исходными данными.

Таким образом, лечение животных всех трех опытных групп при острой катаральной бронхопневмонии показало достаточную эффективность. Однако наилучшие результаты были достигнуты при аэрозольном применении фитопрепарата «Экстракт зверобоя прорыженного» в сочетании с антибактериальной терапией, о чем свидетельствуют значительные позитивные сдвиги в клеточном и гуморальном звене иммунитета, а также снижение уровня провоспалительных цитокинов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Аэрозольное применение фитопрепарата «Экстракт зверобоя продырявленного» в комплексном лечении больных телят с острой катаральной бронхопневмонией показало достаточно высокую эффективность при сравнении с другими схемами. При этом в опытной группе ₃ О клиническое выздоровление наступало уже на $(4,90 \pm 0,64)$ сут терапии, что на 4,35 сут быстрее, чем у животных группы ₁ О; у телят раньше появлялся аппетит, животные лучше поедали корм, шерстный покров становился гладким и блестящим, а иммунологические показатели сыворотки крови на 12-е сут приближались к референсным значениям клинически здоровых животных. При традиционном лечении (группа ₁ О) на 7-е сут регистрировали лишь повышение Т-хелперов на 29,27%. Терапия животных группы ₃ О на 7-е сут сопровождалась более значительными сдвигами клеточного звена иммунитета: рост уровня Т-хелперов в 1,87 раза на фоне снижения уровня Т-супрессоров в 1,30 раза и NK-клеток в 1,19 раза. Наиболее значимые позитивные сдвиги показателей клеточного иммунитета отмечали у телят группы ₃ О: увеличение Т-клеток общих на 18,41% и Т-хелперов на 111,72% на фоне снижения уровня Т-супрессоров и NK-клеток в 1,37 и 1,45 раза соответственно. На 12-е сут во всех группах отмечали дальнейшие позитивные сдвиги анализаторов клеточного иммунитета, однако лишь у животных группы ₃ О они приближались к референсным значениям. Так, у телят группы ₃ О наблюдали увеличение Т-лимфоцитов общих и Т-хелперов на 29,92 и 188,28% при снижении Т-супрессоров и NK-клеток в 1,79 и 1,68 раза соответственно. На 7-е сут терапии регистрировали также увеличение значения ИРИ в группе ₁ О на 44,44%, в группе ₂ О – на 143,73%, в группе ₃ О – на 188,24%. На 12-е сут лечения у животных всех опытных групп отмечали высокодостоверный рост ИРИ (у телят группы ₁ О – в 2,71 раза, группы ₂ О – в 4,98 раза, группы ₃ О – в 5,35 раза), который приближался к референсным показателям. Определено, что возникающие при острой катаральной бронхопневмонии существенные сдвиги гуморального звена иммунитета у телят сопровождаются снижением В-лимфоцитов общих на фоне значительного роста уровня ЦИК, который происходит преимущественно за счет наиболее патогенных среднемолекулярных и мелкомолекулярных фракций. При клинической манифестиации острой респираторной патологии у телят возникает цитокиновый штурм, который сопровождается усиленным синтезом провоспалительных цитокинов. На 7-е сут терапии у животных всех опытных групп наблюдали резкое падение уровня интерлейкинов, причем у животных группы ₃ О данные показатели приближались к референсным значениям: ИЛ-1 α уменьшился в 1,92 раза, ИЛ-6 – в 2,93 раза, ИЛ-8 – в 2,24 раза и ФНО-1 α – в 2,04 раза. На 12-е сут лечения у животных отмечали дальнейшее снижение уровня провоспалительных цитокинов, которое на фоне стандартной терапии в группе ₁ О сопровождалось уменьшением количества ИЛ-1 α лишь в 1,53 раза, ИЛ-6 – в 1,86 раза, ИЛ-8 – в 2,16 раза, а ФНО-1 α – в 1,69 раза. В сыворотках крови телят из групп ₂ О и ₃ О отмечали более значительные сдвиги интерлейкинов: ИЛ-1 α – в 1,83 и 2,02 раза, ИЛ-6 – в 2,52 и 3,35 раза, ИЛ-8 – в 1,85 и 2,54 раза, ФНО-1 α – в 2,14 и 2,26 раза соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sustronck B., Deprez P., Van Loon G., Coghe J., Muylle E. Efficacy of the combination sodium ceftiofur-flumethasone in the treatment of experimental *Pasteurella haemolytica* bronchopneumonia in calves. *Journal of Veterinary Medicine Series A*. 1997; 44 (3): 179–187. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.1997.tb01099.x>
2. Rudenko A., Glamazdin I., Lutsay V., Sysoeva N., Tresnitskiy S., Rudenko P. Parasitocenoses in cattle and their circulation in small farms. *E3S Web of Conferences: XV International Scientific Conference on Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry "State and Prospects for the Development of Agribusiness – INTERAGROMASH 2022"* (Rostov-on-Don, May 25–27, 2022). EDP Sciences; 2022; 363:03029. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202236303029>
3. Haydock L. A. J., Fenton R. K., Smerek D., Renaud D. L., Caswell J. L. Bronchopneumonia with interstitial pneumonia in feedlot cattle: Epidemiologic characteristics of affected animals. *Veterinary Pathology*. 2023; 60 (2): 226–234. <https://doi.org/10.1177/03009858221146096>
4. Kalaeva E., Kalaev V., Chernitskiy A., Alhamed M., Safonov V. Incidence risk of bronchopneumonia in newborn calves associated with intrauterine dislementosis. *Veterinary World*. 2020; 13 (5): 987–995. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.987-995>
5. Nishi Y., Tsukano K., Otsuka M., Tsuchiya M., Suzuki K. Relationship between bronchoalveolar lavage fluid and plasma endotoxin activity in calves with bronchopneumonia. *Journal of Veterinary Medical Science*. 2019; 81 (7): 1043–1046. <https://doi.org/10.1292/jvms.18-0643>
6. Boccardo A., Ossola M., Pavesi L. F., Rainieri S., Gazzola A., Sala L., et al. An on-farm observational study on the prevalence and associated factors of bacteremia in preweaned dairy calves diagnosed with bronchopneumonia by thoracic ultrasonography. *BMC Veterinary Research*. 2025; 21:258. <https://doi.org/10.1186/s12917-025-04707-x>
7. Родионова Н. Ю., Куликов Е. В., Сотникова Е. Д., Прозоровский И. Е., Ватников Ю. А., Руденко Б. Б., Руденко П. А. Характеристика микробиоты кишечного тракта у телят с различными формами острой катаральной бронхопневмонии. *Ветеринария сегодня*. 2024; 13 (3): 275–281. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-3-275-281>
8. Сергеева Н. Н., Дедкова А. И. Эффективность различных схем лечения бронхопневмонии телят. *Вестник аграрной науки*. 2021; (5): 64–68. <https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2021.5.64>
9. Горпинченко Е. А., Лифенцова М. Н., Заико К. С., Ратников А. Р. Фармакопрофилактика неспецифической бронхопневмонии телят с использованием аэрозолей. *Ветеринарная патология*. 2021; (3): 24–33. <https://elibrary.ru/pzwww>
10. Haydock L. A. J., Fenton R. K., Sergejewich L., Veldhuizen R. A. W., Smerek D., Ojkic D., Caswell J. L. Bronchopneumonia with interstitial pneumonia in beef feedlot cattle: Characterization and laboratory investigation. *Veterinary Pathology*. 2023; 60 (2): 214–225. <https://doi.org/10.1177/03009858221146092>
11. Berman J., Francoz D., Abdallah A., Dufour S., Buczinski S. Development and validation of a clinical respiratory disease scoring system for guiding treatment decisions in veal calves using a Bayesian framework. *Journal of Dairy Science*. 2022; 105 (12): 9917–9933. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21695>
12. Hunter R. P., Brown S. A., Rollins J. K., Nelligan D. F. The effects of experimentally induced bronchopneumonia on the pharmacokinetics and tissue depletion of gentamicin in healthy and pneumonic calves. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*. 1991; 14 (3): 276–292. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2885.1991.tb00838.x>
13. Ватников Ю. А., Руденко П. А., Руденко А. А., Куликов Е. В., Кузнецов В. И., Селезнев С. Б. Клинико-терапевтическое значение микробиоты при гнойно-воспалительных процессах у животных. *Международный вестник ветеринарии*. 2021; (1): 286–291. <https://doi.org/10.17238/issn2072-2419.2021.1.286>
14. Chauhan A. S., George M. S., Chatterjee P., Lindahl J., Grace D., Kakkar M. The social biography of antibiotic use in smallholder

- dairy farms in India. *Antimicrobial Resistance and Infection Control.* 2018; 7:60. <https://doi.org/10.1186/s13756-018-0354-9>
15. Khan D. A., Hamdani S. D. A., Iftikhar S., Malik S. Z., Zaidi N. us S. S., Gul A., et al. Pharmacoinformatics approaches in the discovery of drug-like antimicrobials of plant origin. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics.* 2022; 40 (16): 7612–7628. <https://doi.org/10.1080/07391102.2021.1894982>
 16. Ilić K., Jakovljević E., Skodrić-Trifunović V. Social-economic factors and irrational antibiotic use as reasons for antibiotic resistance of bacteria causing common childhood infections in primary healthcare. *European Journal of Pediatrics.* 2012; 171 (5): 767–777. <https://doi.org/10.1007/s00431-011-1592-5>
 17. Hoque R., Ahmed S. M., Naher N., Islam M. A., Rousham E. K., Islam B. Z., Hassan S. Tackling antimicrobial resistance in Bangladesh: A scoping review of policy and practice in human, animal and environment sectors. *PLoS ONE.* 2020; 15 (1):e0227947. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227947>
 18. Grudlewska-Buda K., Skowron K., Bauza-Kaszewska J., Budzyńska A., Wiktorczyk-Kapischke N., Wilk M., et al. Assessment of antibiotic resistance and biofilm formation of *Enterococcus* species isolated from different pig farm environments in Poland. *BMC Microbiology.* 2023; 23:89. <https://doi.org/10.1186/s12866-023-02834-9>
 19. Chetri S. *Escherichia coli:* An arduous voyage from commensal to antibiotic-resistance. *Microbial Pathogenesis.* 2025; 198:107173. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2024.107173>
 20. Kovačić M., Fratrić N., Arsić A., Mojsilović S., Drvenica I., Marković D., et al. Structural characteristics of circulating immune complexes in calves with bronchopneumonia: Impact on the quiescent leukocytes. *Research in Veterinary Science.* 2020; 133: 63–74. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.09.004>
 21. Buač M., Mojsilović S., Mišić D., Vuković D., Savić O., Valčić O., et al. Circulating immune complexes of calves with bronchopneumonia modulate the function of peripheral blood leukocytes: *In vitro* evaluation. *Research in Veterinary Science.* 2016; 106: 135–142. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2016.04.002>
 22. Родионова Н. Ю., Руденко П. А., Сотникова Е. Д., Прозоровский И. Е., Шопинская М. И., Кротова Е. А., Семенова В. И. Чувствительность к антибиотикам и фитобиотикам инициаторов острой катаральной бронхопневмонии у телят. *Вестник Российской университете дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство.* 2024; 19 (2): 358–369. <https://elibrary.ru/ghbnxr>
- ## REFERENCES
1. Sustronck B., Deprez P., Van Loon G., Coghe J., Muylle E. Efficacy of the combination sodium ceftiofur-flumethasone in the treatment of experimental *Pasteurella haemolytica* bronchopneumonia in calves. *Journal of Veterinary Medicine Series A.* 1997; 44 (3): 179–187. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.1997.tb01099.x>
 2. Rudenko A., Glamazdin I., Lutsay V., Sysoeva N., Tresnitskiy S., Rudenko P. Parasitocenoses in cattle and their circulation in small farms. *E3S Web of Conferences: XV International Scientific Conference on Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry "State and Prospects for the Development of Agribusiness – INTER-AGROMASH 2022"* (Rostov-on-Don, May 25–27, 2022). EDP Sciences; 2022; 363:03029. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202236303029>
 3. Haydock L. A. J., Fenton R. K., Smerek D., Renaud D. L., Caswell J. L. Bronchopneumonia with interstitial pneumonia in feedlot cattle: Epidemiologic characteristics of affected animals. *Veterinary Pathology.* 2023; 60 (2): 226–234. <https://doi.org/10.1177/03009858221146096>
 4. Kalaeva E., Kalaev V., Chernitskiy A., Alhamed M., Safonov V. Incidence risk of bronchopneumonia in newborn calves associated with intrauterine disease. *Veterinary World.* 2020; 13 (5): 987–995. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.987-995>
 5. Nishi Y., Tsukano K., Otsuka M., Tsuchiya M., Suzuki K. Relationship between bronchoalveolar lavage fluid and plasma endotoxin activity in calves with bronchopneumonia. *Journal of Veterinary Medical Science.* 2019; 81 (7): 1043–1046. <https://doi.org/10.1292/jvms.18-0643>
 6. Boccardo A., Ossola M., Pavesi L. F., Rainieri S., Gazzola A., Sala L., et al. An on-farm observational study on the prevalence and associated factors of bacteremia in preweaned dairy calves diagnosed with bronchopneumonia by thoracic ultrasonography. *BMC Veterinary Research.* 2025; 21:258. <https://doi.org/10.1186/s12917-025-04707-x>
 7. Rodionova N. Yu., Kulikov E. V., Sotnikova E. D., Prozorovskiy I. E., Vatnikov Yu. A., Rudenko V. B., Rudenko P. A. Characteristics of the intestinal tract microbiota in calves with various forms of acute catarhal bronchopneumonia. *Veterinary Science Today.* 2024; 13 (3): 275–281. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-3-275-281>
 8. Sergejeva N. N., Dedkova A. I. The efficacy of different treatment schemes for bronchopneumonia of calves. *Bulletin of Agrarian Science.* 2021; (5): 64–68. <https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2021.5.64> (in Russ.)
 9. Gorpichenko E. A., Lifentsova M. N., Zaiko K. S., Ratnikov A. R. Pharmacoprophylaxis of calves non-specific bronchopneumonia by using aerosols. *Russian Journal of Veterinary Pathology.* 2021; (3): 24–33. <https://elibrary.ru/pzwww> (in Russ.)
 10. Haydock L. A. J., Fenton R. K., Sergejewich L., Veldhuizen R. A. W., Smerek D., Ojkic D., Caswell J. L. Bronchopneumonia with interstitial pneumonia in beef feedlot cattle: Characterization and laboratory investigation. *Veterinary Pathology.* 2023; 60 (2): 214–225. <https://doi.org/10.1177/03009858221146092>
 11. Berman J., Francoz D., Abdallah A., Dufour S., Buczinski S. Development and validation of a clinical respiratory disease scoring system for guiding treatment decisions in veal calves using a Bayesian framework. *Journal of Dairy Science.* 2022; 105 (12): 9917–9933. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21695>
 12. Hunter R. P., Brown S. A., Rollins J. K., Nelligan D. F. The effects of experimentally induced bronchopneumonia on the pharmacokinetics and tissue depletion of gentamicin in healthy and pneumonic calves. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics.* 1991; 14 (3): 276–292. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2885.1991.tb00838.x>
 13. Vatnikov Yu. A., Rudenko P. A., Rudenko A. A., Kulikov E. V., Kuznetsov V. I., Seleznev S. B. Clinical and therapeutic significance of microbiota in purulent-inflammatory processes in animals. *International Bulletin of Veterinary Medicine.* 2021; (1): 286–291. <https://doi.org/10.17238/issn2072-2419.2021.1.286> (in Russ.)
 14. Chauhan A. S., George M. S., Chatterjee P., Lindahl J., Grace D., Kakkar M. The social biography of antibiotic use in smallholder dairy farms in India. *Antimicrobial Resistance and Infection Control.* 2018; 7:60. <https://doi.org/10.1186/s13756-018-0354-9>
 15. Khan D. A., Hamdani S. D. A., Iftikhar S., Malik S. Z., Zaidi N. us S. S., Gul A., et al. Pharmacoinformatics approaches in the discovery of drug-like antimicrobials of plant origin. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics.* 2022; 40 (16): 7612–7628. <https://doi.org/10.1080/07391102.2021.1894982>
 16. Ilić K., Jakovljević E., Skodrić-Trifunović V. Social-economic factors and irrational antibiotic use as reasons for antibiotic resistance of bacteria causing common childhood infections in primary healthcare. *European Journal of Pediatrics.* 2012; 171 (5): 767–777. <https://doi.org/10.1007/s00431-011-1592-5>
 17. Hoque R., Ahmed S. M., Naher N., Islam M. A., Rousham E. K., Islam B. Z., Hassan S. Tackling antimicrobial resistance in Bangladesh: A scoping review of policy and practice in human, animal and environment sectors. *PLoS ONE.* 2020; 15 (1):e0227947. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227947>
 18. Grudlewska-Buda K., Skowron K., Bauza-Kaszewska J., Budzyńska A., Wiktorczyk-Kapischke N., Wilk M., et al. Assessment of antibiotic resistance and biofilm formation of *Enterococcus* species isolated from different pig farm environments in Poland. *BMC Microbiology.* 2023; 23:89. <https://doi.org/10.1186/s12866-023-02834-9>
 19. Chetri S. *Escherichia coli:* An arduous voyage from commensal to antibiotic-resistance. *Microbial Pathogenesis.* 2025; 198:107173. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2024.107173>
 20. Kovačić M., Fratrić N., Arsić A., Mojsilović S., Drvenica I., Marković D., et al. Structural characteristics of circulating immune

complexes in calves with bronchopneumonia: Impact on the quiescent leukocytes. *Research in Veterinary Science*. 2020; 133: 63–74. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.09.004>

21. Buač M., Mojsilović S., Mišić D., Vuković D., Savić O., Valčić O., et al. Circulating immune complexes of calves with bronchopneumonia modulate the function of peripheral blood leukocytes: *In vitro* evaluation. *Research in Veterinary Science*. 2016; 106: 135–142. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2016.04.002>

22. Rodionova N. Y., Rudenko P. A., Sotnikova E. D., Prozorovskiy I. E., Shopinskaya M. I., Krotova E. A., Semenova V. I. Sensitivity of the initiators of acute catarrhal bronchopneumonia in calves to antibiotics and phytobiotics. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2024; 19 (2): 358–369. <https://elibrary.ru/ghbnxr> (in Russ.)

Поступила в редакцию / Received 17.05.2025

Поступила после рецензирования / Revised 24.06.2025

Принята к публикации / Accepted 27.09.2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Куликов Евгений Владимирович, канд. биол. наук, доцент департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института РУДН, г. Москва, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-6936-2163>, kulikov-ev@rudn.ru

Родионова Наталья Юрьевна, ассистент департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института РУДН, г. Москва, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-8728-2594>, sapego-nyu@rudn.ru

Руденко Павел Анатольевич, д-р вет. наук, профессор департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института РУДН, г. Москва, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-0418-9918>, pavelrudenko76@yandex.ru

Сотникова Елена Дмитриевна, канд. биол. наук, доцент департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института РУДН, г. Москва, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-1253-1573>, sotnikova-ed@rudn.ru

Прозоровский Иван Ежиевич, ассистент департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института РУДН, г. Москва, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-1849-3849>, prozorovskiy-ie@rudn.ru

Шепелева Кристина Викторовна, ассистент департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института РУДН, г. Москва, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-1105-2602>, shepeleva-kv@rudn.ru

Ватников Юрий Анатольевич, д-р вет. наук, профессор, директор департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института РУДН, г. Москва, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-0036-3402>, vatnikov-yua@rudn.ru

Новиков Олег Олегович, профессор, д-р фарм. наук, профессор департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института РУДН, г. Москва, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-3145-6783>, novikov_oo@pfur.ru

Evgeny V. Kulikov, Cand. Sci. (Biology), Associate Professor, Department of Veterinary Medicine, Agrarian and Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-6936-2163>, kulikov-ev@rudn.ru

Natalia Yu. Rodionova, Assistant, Department of Veterinary Medicine, Agrarian and Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-8728-2594>, sapego-nyu@rudn.ru

Pavel A. Rudenko, Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Professor, Department of Veterinary Medicine, Agrarian and Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-0418-9918>, pavelrudenko76@yandex.ru

Elena D. Sotnikova, Cand. Sci. (Biology), Associate Professor, Department of Veterinary Medicine, Agrarian and Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-1253-1573>, sotnikova-ed@rudn.ru

Ivan E. Prozorovsky, Assistant, Department of Veterinary Medicine, Agrarian and Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-1849-3849>, prozorovskiy-ie@rudn.ru

Kristina V. Shepeleva, Assistant, Department of Veterinary Medicine, Agrarian and Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-1105-2602>, shepeleva-kv@rudn.ru

Yury A. Vatnikov, Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Professor, Director of the Department of Veterinary Medicine, Agrarian and Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-0036-3402>, vatnikov-yua@rudn.ru

Oleg O. Novikov, Professor, Dr. Sci. (Pharmacy), Professor of the Department of Veterinary Medicine, Agrarian and Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-3145-6783>, novikov_oo@pfur.ru

Вклад авторов: Куликов Е. В. – визуализация результатов; Родионова Н. Ю. – методология, проведение экспериментов; Руденко П. А. – концептуализация, валидация, планирование исследования; Сотникова Е. Д. – анализ и обобщение; Прозоровский И. Е. – статистические расчеты; Шепелева К. В. – анализ и обобщение; Ватников Ю. А. – помощь в оформлении статьи; Новиков О. О. – анализ и обобщение.

Contribution of the authors: Kulikov E. V. – visualization of results; Rodionova N. Yu. – methodology, performing the experiments; Rudenko P. A. – conceptualization, validation, study design; Sotnikova E. D. – analysis and generalization; Prozorovsky I. E. – statistical calculations; Shepeleva K. V. – analysis and generalization; Vatnikov Yu. A. – assistance in paper preparation; Novikov O. O. – analysis and generalization.



<https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-362-371>
УДК 619:616.995.122.21:636.293.2(470.67)



Сезонная и возрастная динамика фасциолеза буйволов в равнинной зоне Республики Дагестан

С. Ш. Кабардиев, К. А. Карпушенко

Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан» (Прикаспийский зональный НИВИ – филиал ФГБНУ «ФАНЦ РД», ул. Дахадаева, 88, г. Махачкала, 367000, Республика Дагестан, Россия)

РЕЗЮМЕ

Введение. В равнинных областях Северного Кавказа наблюдается высокая распространенность фасциолеза среди взрослого поголовья буйволов, показатели инвазированности варьируют от 37 до 46%. Сезонная и возрастная динамика зараженности буйволов фасциолами в данном регионе остается невыясненной.

Цель исследования. Изучение сезонной и возрастной динамики фасциолеза буйволов, содержащихся в равнинной зоне Республики Дагестан.

Материалы и методы. Материалом для исследования служили 240 проб фекалий буйволов (в возрасте от года и старше), 20 экземпляров печени и 1428 экземпляров моллюсков семейства прудовиков: *Lymnaea palustris*, *Lymnaea stagnalis*, *Lymnaea auricularia* и *Lymnaea truncatula*. С целью изучения распространения фасциолеза в равнинном Бабаюртовском районе проведены исследования с использованием прижизненных (копроовоскопия) и посмертных (гельминтологическое вскрытие печени и желчного пузыря) обнаружения паразитов.

Результаты. Установлена высокая степень инвазии взрослых буйволов в равнинной зоне республики. Данный факт объясняется кумулятивным характером заражения, то есть накоплением паразитов в организме животных. Сезонность оказывает значительное влияние на зараженность буйволов фасциолезом. Экстенсивность инвазии достигала пика в декабре (60%) и была минимальной в июне (40%). В период с августа по ноябрь наблюдался заметный рост экстенсивности и интенсивности инвазии, что, по-видимому, связано с увеличением численности промежуточных хозяев паразита на пастбищах в это время года. Взрослые буйволы, обитающие на равнинах, чаще всего и более интенсивно заражались фасциолами. В результате проведенных исследований по инвазированности моллюсков *L. palustris*, *L. stagnalis*, *L. auricularia* и *L. truncatula* установлено, что только малый и обыкновенный прудовики были заражены личинками фасциол, в то время как другие виды лимнейд оказались свободны от этой трематодозной инвазии.

Заключение. Изучение краевой эпизоотологии фасциолеза буйволов позволит более успешно бороться с данным зоонозным биогельминтозом с учетом особенностей местности и видового состава возбудителей. Знание особенностей жизненного цикла трематод также является важной составляющей в проведении мероприятий по борьбе и профилактике паразитарных болезней.

Ключевые слова: Республика Дагестан, равнинная зона, фасциолез, *Fasciola hepatica*, буйвол, зараженность, экстенсивность и интенсивность инвазии, сезонность, возрастная динамика

Благодарности: Работа выполнена в соответствии с ЕГИСУ 1022040700659-8-4.3.1 «Усовершенствовать существующие меры борьбы и профилактики с особо опасными инвазионными болезнями сельскохозяйственных животных и птиц, с учетом эпизоотологических особенностей паразитов, в условиях Прикаспийского региона России».

Для цитирования: Кабардиев С. Ш., Карпущенко К. А. Сезонная и возрастная динамика фасциолеза буйволов в равнинной зоне Республики Дагестан. Ветеринария сегодня. 2025; 14 (4): 362–371. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-362-371>

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для корреспонденции: Кабардиев Садруддин Шамшитович, д-р вет. наук, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией по изучению инвазионных болезней сельскохозяйственных животных и птиц, Прикаспийский зональный НИВИ – филиал ФГБНУ «ФАНЦ РД», ул. Дахадаева, 88, г. Махачкала, 367000, Республика Дагестан, Россия, pznivii05@mail.ru

Seasonal and age-related dynamics of buffalo fascioliasis in the Dagestan lowlands

Sadrudin Sh. Kabardiev, Karine A. Karpushchenko

Caspian Regional Research Veterinary Institute – Branch of Dagestan Agriculture Science Center, ul. Dakhadaeva, 88, Makhachkala 367000, Republic of Dagestan, Russia

ABSTRACT

Introduction. Fascioliasis is highly prevalent in the North Caucasus lowlands, infecting 37–46% of adult buffaloes; however, the critical drivers of infection – seasonality and host age – are poorly understood.

Objective. Investigating seasonal and age-related fascioliasis dynamics in buffaloes kept in the lowland zones of the Republic of Dagestan.

Materials and methods. To investigate the spread of fascioliasis in the lowland Babayurt region, a total of 240 fecal samples from buffaloes aged one year and older, 20 liver samples, and 1,428 pond snails (*Lymnaea palustris*, *Lymnaea stagnalis*, *Lymnaea auricularia*, and *Lymnaea truncatula*) were collected. Parasites were detected using both antemortem (coproscopy) and postmortem (helminthological autopsy of the liver and gallbladder) methods.

Results. A high prevalence of fascioliasis was established in adult buffaloes of the lowland zone, a phenomenon attributable to the cumulative nature of parasitic infection. Infection rates demonstrated significant seasonal variation, peaking in December (60%) and reaching a minimum in June (40%). A marked increase in both prevalence and intensity of infection was observed from August to November, likely driven by a seasonal rise in the population of infected intermediate hosts on pastures. Among the gastropods studied (*L. palustris*, *L. stagnalis*, *L. auricularia*, and *L. truncatula*), larval stages of fasciola were found exclusively in the dwarf and great pond snails, confirming their role as the key intermediate hosts in this region.

Conclusion. Understanding the regional epizootiology of buffalo fascioliasis is crucial for developing effective control strategies against this zoonosis. Our findings, which elucidate the local dynamics of the parasite's life cycle, provide a foundation for targeted prevention measures tailored to the specific conditions of the area.

Keywords: Republic of Dagestan, lowlands, fascioliasis, *Fasciola hepatica*, buffalo, infestation rate, invasion prevalence and intensity, seasonality, age-related dynamics

Acknowledgments: The work was conducted in compliance with Unified Governmental Information System of Recording (EGISU) 1022040700659-8-4.3.1 "Improvement of current measures used to control and prevent highly dangerous invasive diseases of agricultural animals and poultry in the Russian Caspian Region".

For citation: Kabardiev S. Sh., Karpushchenko K. A. Seasonal and age-related dynamics of buffalo fascioliasis in the Dagestan lowlands. *Veterinary Science Today*. 2025; 14 (4): 362–371. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-362-371>

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interests.

For correspondence: Sadruddin Sh. Kabardiev, Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Chief Researcher, Head of the Laboratory for the Study of Invasive Diseases of Farm Animals and Poultry, Caspian Regional Research Veterinary Institute – Branch of Dagestan Agriculture Science Center, ul. Dakhadaeva, 88, Makhachkala 367000, Republic of Dagestan, Russia, pznivi05@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ

Животноводство – одна из важнейших отраслей сельского хозяйства, и его успешное развитие критически важно для экономики страны. Распространение инфекционных и инвазионных заболеваний сельскохозяйственных животных является существенным фактором, сдерживающим развитие отрасли [1, 2].

Особую проблему представляют трематодозы, в частности фасциолез, вызываемый трематодой *Fasciola hepatica* (печеночный сосальщик). Этот гельминт широко распространен и паразитирует у широкого круга млекопитающих, включая сельскохозяйственных и диких животных Российской Федерации и других стран. Паразитирование *F. hepatica* ослабляет иммунную систему хозяина, повышая его восприимчивость к вирусным и бактериальным инфекциям, которые могут привести к летальному исходу [3, 4, 5, 6].

Очевидно, что эпизодические и неполные обработки скота от гельминтов не позволяют существенно снизить заболеваемость фасциолезом. Эффективность дегельминтизации напрямую зависит от природно-климатических условий конкретной местности, биологии фасциолы и особенностей ее развития в моллюсках, а также производственных факторов, таких как время начала выпаса скота, его продолжительность и количество осадков. Оптимальные условия окружающей среды стимулируют пролиферацию моллюсков-прудовиков, что способствует их инвазии личинками фасциолы. Это, в свою очередь, приводит к высокой интенсивности заражения сельскохозяйственных животных трематодозами. Следовательно, применяемые в настоящее время профилактические и терапевтические стратегии против фасциолеза не всегда обеспечивают уничтожение половозрелого паразита у скота [7, 8, 9, 10, 11].

Фасциолез – паразитарное заболевание, широко распространенное среди крупного рогатого скота на юге России, особенно на Северном Кавказе. В некоторых хозяйствах этого региона зараженность скота может достигать 54,7%. В южных областях часто встречается одновременное инвазирование скота разными видами фасциол (*F. hepatica* и *F. gigantica*). Исследования в Калмыкии показали, что зараженность крупного рогатого скота фасциолами составляет в среднем 17,8% с вариативностью от 15,9 до 20,8%. Наиболее высокая инвазированность у животных наблюдается в зимний период, с возрастом увеличивается как сама зараженность, так и количество выделяемых яиц гельминтов. Пик инвазированности приходится на возраст 6 лет [12].

В Кабардино-Балкарии также отмечается значительное распространение фасциолеза среди продуктивных животных. По данным гельмитоовоскопии, зараженность крупного рогатого скота составляет 48,2%, в среднем 47,7 яиц фасциол в 1 грамме фекалий. Гельминтологические вскрытия показали инвазированность 52,3% животных со средней интенсивностью инвазии (ИИ) – 99,8 экземпляра на голову (экз/гол). Зароженность взрослого скота наблюдается круглогодично, варьируя от 52,5% в августе до 76,6% в феврале. Исследования показали, что ИИ фасциолами у сельскохозяйственных животных в Кабардино-Балкарии значительно варьирует в зависимости от времени года. В частности, наблюдается разное соотношение между взрослыми трематодами и молодыми фасциолами [13, 14, 15].

Основным видом фасциол, поражающих скот в регионе, является *F. hepatica* (78,3%). Однако в орошаемых районах наблюдается увеличение доли *F. gigantica* (с 6,4 до 30,3%). У молодняка крупного рогатого скота первые яйца фасциол в фекалиях обнаруживаются в июле, после чего экстенсивность инвазии (ЭИ) возрастает.

В целом зараженность фасциолами среди молодняка составляет 22,7%. По данным С. Б. Черкесова и А. К. Ошхунова, развитие яиц *F. hepatica* и *F. gigantica* в условиях Кабардино-Балкарии происходит с середины марта до середины ноября. Зимой яйца, находящиеся на открытом воздухе, погибают, но в воде сохраняют жизнеспособность до 38,1% [16].

Исследования в Кабардино-Балкарии показали, что летне-осенний период является наиболее благоприятным для размножения моллюсков *Lymnaea auricularia* и *Lymnaea truncatula*, которые являются промежуточными хозяевами фасциол. В это время зараженность моллюсков личинками паразита достигает 3,8–9,5%. Распределение моллюсков зависит от ландшафта: *L. truncatula* предпочитает горные и предгорные районы, *L. auricularia* – орошаемые земли. Важно отметить, что адолоскарии фасциол обладают высокой устойчивостью к неблагоприятным условиям, сохраняя жизнеспособность на растениях пастбищ и в сене в течение зимы. Однако инсоляция быстро уничтожает адолоскарии, инфицированные на растениях. В организме животных паразиты обнаруживаются на всех стадиях онтогенеза в течение года. Сезонная динамика популяции паразитов характеризуется доминированием взрослых форм в печени и желчном пузыре в зимне-весенний период и преобладанием преимагинальных стадий трематод в летне-осенний период [17, 18].

Аналогичная ситуация с гельминтозами отмечается и у крупного рогатого скота на Северном и Центральном Кавказе. В январе у взрослых продуктивных животных наблюдался пик инвазированности фасциолами (70,7%). В конце июля были обнаружены первые случаи заражения молодняка крупного рогатого скота. Высокая reproductive способность фасциол, особенно летом, способствует широкому распространению инвазии [19].

Исследования выявили различную степень инвазированности фасциолами среди сельскохозяйственных и диких животных в Чеченской Республике. У овец зараженность составила 33,2% (ИИ – 8–59 экз/гол), коз – 8,1% (ИИ – 3–11 экз/гол), крупного рогатого скота – 19,2% (ИИ – 12–108 экз/гол), буйволов – 13,4% (ИИ – 5–42 экз/гол), лошадей – 4,8% (ИИ – 3–7 экз/гол), зайцев – 5,7% (ИИ 2–3 экз/гол) и косуль – 0,9% (ИИ – 3 экз/гол). Наряду с *F. gigantica* у этих животных обнаружена трематода *F. hepatica*. В равнинных районах Чечни доминирует *F. gigantica*, в то время как в горных районах преобладает *F. hepatica*. Исследователи также установили следующие показатели зараженности фасциолами у сельскохозяйственных животных: крупный рогатый скот – 28% (ИИ – 14–117 экз/гол), овцы – 34,8% (ИИ – 9–243 экз/гол), козы – 26,6% (ИИ – 5–24 экз/гол) и буйволы – 23,3% (ИИ – 21–84 экз/гол) [7, 20].

Фасциолез у буйволов в регионе Северного Кавказа изучен недостаточно. Заболевание, вызываемое трематодой *F. hepatica*, широко распространено среди жвачных животных, проявляясь как в виде рассеянных, так и локальных очагов. Выявлены стабильные, долго-срочно существующие очаги инвазии трематодами, локализованные в специфических природных зонах. Недостаточный уровень ведения животноводства и отсутствие ротации пастбищ также способствуют распространению *F. hepatica* среди жвачных. Анализ научных данных показывает, что этот гельминт наиболее часто встречается у взрослых особей крупного и мелкого рогатого скота в районах с повышенной влажностью [21].

С возрастом у крупного рогатого скота восприимчивость к заражению *F. hepatica* значительно возрастает из-за повторных инвазий. У взрослых животных, длительное время находящихся на пастбищах, в печени обнаруживают как взрослых, так и молодых особей паразита [22, 23, 24].

Изучение сезонных изменений в зараженности жвачных фасциолами критически важно для определения оптимального времени проведения дегельминтизации.

В Центральном регионе России наблюдается повышенный риск инвазирования жвачных данным видом трематод в периоды высокой влажности, характерные для весеннего и осеннего сезонов. Наиболее благоприятные условия для развития личиночных стадий паразита складываются в весенне-летний и осенний периоды, когда оптимальный диапазон температуры воды составляет 12–30 °C. Отклонение от данного температурного режима приводит к замедлению или прекращению развития личиночных стадий паразита в организме моллюска-хозяина. Помимо температуры, важными факторами, влияющими на жизненный цикл печеночного сосальщика, являются влажность воздуха и уровень солнечной радиации [25, 26, 27, 28, 29].

Распространенность фасциолеза у буйволов варьирует в зависимости от возрастной группы, при этом взрослые животные заражаются чаще, чем молодняк. Половозрелые особи *F. hepatica* могут сохранять жизнеспособность в организме скота до четырех лет. Высокая ИИ чаще наблюдается у взрослых животных, постоянно пасущихся на неблагополучных по фасциолезу пойменных пастбищах [30].

Интенсивность жизненного цикла трематод зависит от численности и плотности, популяции моллюсков-лимнеид, ИИ и абиотических факторов, таких как гидротермический режим (количество осадков, влажность и температура) в период вегетации. Быстрое размножение паразита представляет собой комплексную экологическую проблему, оказывающую негативное влияние на продовольственную безопасность населения региона [31, 32, 33].

Сообщество пресноводных биотопов Северного Кавказа включает 10 видов моллюсков: *Lymnaea truncatula*, *Lymnaea auricularia*, *Galba oblonga*, *Lymnaea peregra*, *Physa fontinalis*, *Lymnaea stagnalis*, *Physa acuta*, *Succinea putris*, *Planorbis planorbis* и *Lymnaea ovata*. Из них *L. truncatula* является obligатным промежуточным хозяином трематоды *F. hepatica*. Распространение *L. truncatula* охватывает широкий спектр естественных и антропогенных водоемов, ИИ *L. truncatula* личинками *F. hepatica* варьирует от 3,05 до 27,14% (среднее значение 13,10%) в зависимости от биотопа. Отмечена параллельная изменчивость морфологических признаков *L. truncatula*, коррелирующая с типом водоема. Наибольшая восприимчивость к инвазии наблюдается у моллюсков третьей возрастной группы [34, 35].

Анализ литературных данных свидетельствует о корреляции между плотностью популяций моллюсков и уровнем их паразитарной инвазии. Установлено, что высокая концентрация моллюсков в поселениях связана с повышенной распространенностью паразитарных инфекций. Трематоды, будучи паразитами моллюсков, оказывают значительное влияние на их популяцию, выполняя функцию естественного контроля численности. Кроме того, они модифицируют структуру и функционирование экосистем, в частности, путем трансформации

трофических связей. Сложность жизненного цикла троматод обуславливает актуальность проблемы заражения моллюсков, что создает риски для продовольственной безопасности на региональном и национальном уровнях [36].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В период с марта 2023 по март 2024 г. в равнинной зоне Республики Дагестан проводилось исследование по изучению зараженности буйволов разных возрастных групп фасциолезом. Для этого у буйволов были взяты образцы фекалий, которые исследовали различными методами.

Копроовоскопическому исследованию методом флотации были подвергнуты пробы фекалий от 240 животных, разделенных на 4 группы (по 60 гол. в каждой) по следующим возрастным категориям: телята в возрасте до одного года, молодняк – до 2 лет, взрослые особи – от 2 до 5 лет и животные – старше 5 лет.

Все исследуемые животные содержались на пастбищах, характеризующихся неблагоприятной эпизоотической обстановкой по паразитарным заболеваниям и расположенных в непосредственной близости от населенных пунктов.

Возрастную динамику инвазированности буйволов *F. hepatica* изучали с использованием прижизненных (копроовоскопия) и посмертных (гельминтологическое вскрытие печени и желчного пузыря по К. И. Скрябину) методов обнаружения паразитов.

Интенсивность инвазирования фасциолами определяли осенью с помощью гельминтологического вскрытия печени и желчного пузыря 20 буйволов разного возраста (по 5 гол. из каждой группы).

Сезонная динамика развития *F. hepatica* изучалась путем копроовоскопических исследований по методу Н. В. Демидова.

Изучение распространения биотопов, где обитают промежуточные хозяева фасциол, проводили ежемесячно на пастбищах (площадью 5–7 га). Было обследовано три биотопа площадью от 5 до 10 м². При этом в 34 водоемах было собрано и исследовано 1428 экземпляров моллюсков семейства *Lymnaeidae*: *L. palustris*, *L. stagnalis*, *L. auricularia* и *L. truncatula*. Идентификация моллюсков осуществлялась с использованием определителя Н. Д. Круглова¹.

В течение пастбищного периода ежемесячно осуществлялся мониторинг зараженности моллюсков личинками фасциол. Для выявления паразитов применялся компрессорный метод с последующей микроскопией и количественной оценкой инвазированности.

В начале пастбищного периода проводили полевые выезды в места выпаса буйволов, а также обследование и сбор лимнейд для определения видового состава и плотности заселения популяции моллюсков, выявляя места обитания промежуточного хозяина *F. hepatica* в естественных биотопах. Прудовиков собирали пинцетом и помещали в пластиковые емкости.

При изучении моллюсков для извлечения тела из раковины использовали остроконечные ножницы. Если раковина была слишком прочной, особенно у крупных экземпляров, ее разбивали молотком. Важно отметить,

что при этом из моллюска выделялась жидкость, которая могла содержать личиночные стадии гельминтов, такие как церкарии и редии.

Чтобы избежать загрязнения рабочего места и облегчить наблюдение за паразитами, вскрытие моллюсков проводили в чашке Петри, на часовом стекле или в кювете. Тело моллюска разделяли на отдельные части и органы, которые затем исследовали под микроскопом с использованием компрессорного метода (между двумя стеклами).

Мелких моллюсков часто исследовали целиком, не извлекая из раковины. В этом случае церкарии, если они присутствовали, самостоятельно покидали тело моллюска и активно двигались в окружающей жидкости, что облегчало их обнаружение.

Статистическая обработка данных осуществлялась с помощью вариационной статистики (по Н. А. Плохинскому) и программного обеспечения «Биометрия».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В Бабаюртовском районе паразитологические исследования выявили широкое распространение фасциолеза среди взрослых буйволов, характеризовавшегося высокой степенью зараженности и большим количеством паразитов в организме.

Результаты исследований показывают, что при постоянном водном балансе мелководных водоемов в равнинном поясе региона температурный фактор предопределяет биологическую активность паразитарной системы *F. hepatica* и непрерывность их эпизоотологического процесса на стадии «яйцо – мириацидий». Жизненный цикл печеночного сосальщика показан на рисунке 1.

Цикл развития паразита начинается с полового размножения взрослой формы, мариты, которая обитает в теле человека или крупного рогатого скота. Этих животных называют основными хозяевами *F. hepatica*. В результате размножения образуются яйца, которые затем выходят во внешнюю среду вместе с фекалиями.

Для того чтобы яйцо продолжило свое развитие, ему необходимо попасть в воду. Там из яйца появляется ресничатая личинка, известная как мириацидий.

Следующий этап развития мириацидия – это поиск и проникновение в промежуточного хозяина, которым является малый прудовик. Внутри этого моллюска происходит сложный процесс бесполого размножения. Мириацидий сначала превращается в спороцисту, которая затем начинает делиться, порождая множество редий.

Исследования подтвердили широкую распространенность фасциолеза среди буйволов, обитающих в равнинной местности региона.

Установлена прямая связь между возрастом животных и степенью их зараженности (экстенсивностью и интенсивностью) печеночным сосальщиком. Результаты представлены в таблице 1.

Зараженность фасциолами у разных возрастных групп животных составила: у телят (до 1 года) – 18,3%, у молодняка (до 2 лет) – 23,3%, у буйволов (от 2 до 5 лет) – 36,7%, а у животных старше 5 лет – 48,3%.

Интенсивность инвазии, определяемая путем подсчета количества яиц гельминтов в грамме фекалий, также увеличивалась с возрастом: у телят она составила ($58,6 \pm 9,9$), у молодняка – ($88,5 \pm 9,2$), у буйволов от 2 до 5 лет – ($127,6 \pm 8,7$), у животных старше 5 лет – ($166,4 \pm 9,3$) экз./гол. В среднем по всей популяции буйволов зараженность фасциолами была на уровне 31,7%, а среднее количество паразитов в организме – ($112,3 \pm 9,2$) экз./гол.

¹ Круглов Н. Д. Моллюски семейства прудовиков (*Lymnaeidae*, *Gastropoda*, *Pulmonata*) Европы и Северной Азии (особенности экологии и паразитологическое значение). Смоленск: СГПУ; 2005. 507 с. <https://djvu.online/file/tffRyg0rOq4jg>

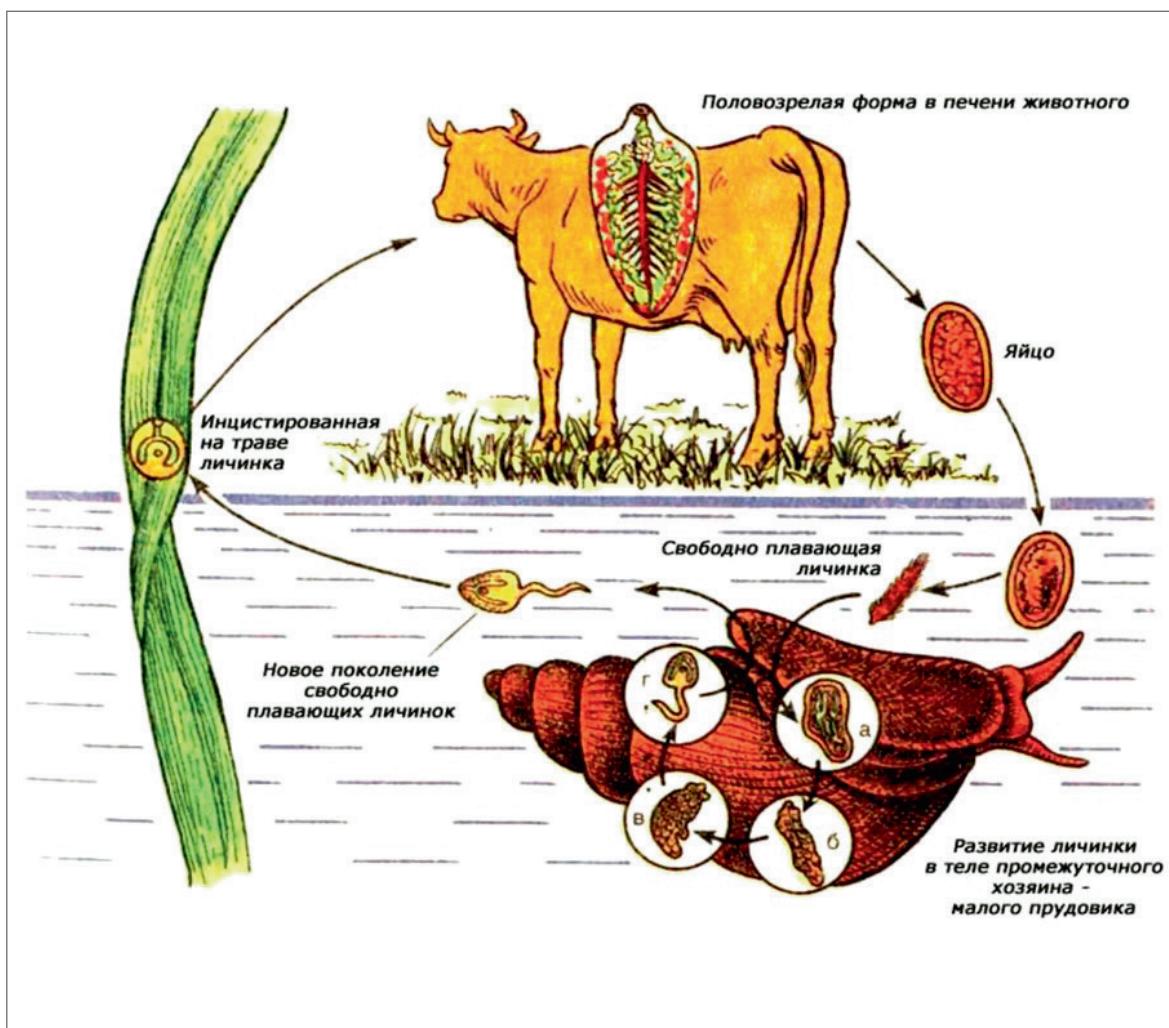


Рис. 1. Цикл развития печеночного сосальщика: а – спороцист, б – материнская редия, в – дочерняя редия, г – церкарий (<https://cf.ppt-online.org/files1/slide/1/1ENITcnlv6jgQrHozwLKRdtWZB7qFMVeh4S2yfOu9C/slide-9.jpg>)

Fig. 1. Common liver fluke life cycle: a – sporocyst; б – mother redia; в – daughter redia; г – cercaria (<https://cf.ppt-online.org/files1/slide/1/1ENITcnlv6jgQrHozwLKRdtWZB7qFMVeh4S2yfOu9C/slide-9.jpg>)

Подтверждена прямая зависимость между возрастом буйволов и степенью инвазированности фасциолами, достигающей максимальных значений (48,3%) у взрослых особей. Интенсивность инвазии у взрослых буйволов почти в три раза (в 2,8 раза) выше, чем у телят.

Результаты патолого-анатомического исследования буйволов различных возрастных групп показали, что наименьшая зараженность была у молодняка младше

1 года: ЭИ – 20,0% и ИИ – $(14,6 \pm 2,3)$ экз/гол, а самая высокая – у животных старше 5 лет: ЭИ – 60,0% и ИИ – $(132,4 \pm 9,8)$ экз/гол (табл. 2).

При изучении сезонной динамики заражения скота *F. hepatica* установлено, что у обследованных животных в марте и апреле паразиты отсутствовали. В июне и августе средняя паразитарная нагрузка на одно животное составила $(19,7 \pm 2,1)$ и $(21,8 \pm 2,4)$ экз/гол. В октябре

Таблица 1

Инвазированность буйволов фасциолами в зависимости от возраста (по данным копроовоскопии)

Table 1

Prevalence of fasciola infection in buffaloes by age group, determined by coproscopy

Показатели	Возраст буйволов				
	до 1 года	до 2 лет	от 2 до 5 лет	старше 5 лет	Всего
Исследовано, гол.	60	60	60	60	240
Инвазировано, гол.	11	14	22	29	76
ЭИ, %	18,3	23,3	36,7	48,3	31,7
Количество яиц <i>F. hepatica</i> , экз/гол	$58,6 \pm 9,9$	$88,5 \pm 9,2$	$127,6 \pm 8,7$	$166,4 \pm 9,3$	$112,3 \pm 9,2$

Таблица 2

Инвазированность буйволов фасциолами в зависимости от возраста (по данным посмертного гельминтологического вскрытия печени)

Table 2

Prevalence of fasciola infection in buffaloes by age group, determined by postmortem helminthological autopsy of the liver

Показатели	Возраст буйволов				
	до 1 года	до 2 лет	от 2 до 5 лет	старше 5 лет	Всего
Исследовано, гол.	5	5	5	5	20
Инвазировано, гол.	1	2	3	3	9
ЭИ, %	20,0	40,0	60,0	60,0	45,0
Количество <i>F. hepatica</i> , экз/гол	14,6 ± 2,3	46,7 ± 8,5	92,7 ± 9,9	132,4 ± 9,8	71,6 ± 7,6

количество обнаруженных фасциол увеличилось до $(49,6 \pm 3,5)$ экз/гол. В декабре зафиксировано максимальное значение данного показателя – $(67,1 \pm 6,4)$ экз/гол (рис. 2).

Исследования, проведенные в Бабаюртовском районе, показали, что пастбищные угодья, расположенные в пойме реки Терек, характеризуются наличием небольших водоемов со стоячей или медленно текущей водой, образованных ручьями. В этих водоемах обитают *L. rastellus* (болотный прудовик), *L. stagnalis* (обыкновенный прудовик), *L. auricularia* (ушковый прудовик) и *L. truncatula* (малый прудовик).

В ходе обследования пастбищных угодий зафиксировано наличие мочажин – небольших, не подверженных пересыханию водоемов, формирующихся за счет разгрузки подземных вод. Морфометрические характеристики мочажин варьируют: площадь – от 4 м^2 , дно представлено илистыми отложениями, глубина водного слоя колеблется в пределах 3–25 см. В данной среде встречались различные виды беспозвоночных и других обитателей водоемов. В исследуемых биотопах отмечено доминирование прудовика малого. Плотность его

популяции в мочажинах колебалась в пределах от 50 до 70 особей на 1 м^2 . Флористический состав мочажин представлен преимущественно *Elytrigia repens*, *Plantago lanceolata* и представителями рода *Carex*.

Присутствие домашнего скота на данных территориях подтверждалось наличием следов от копыт и экскрементов. Благодаря близости к мочажинам и ручьям в следах от копыт животных образовывались лужи. В таких лужах плотность популяции малого прудовика достигала 60 и более особей на 1 м^2 , здесь также встречались и другие виды моллюсков.

В местах наибольшей концентрации моллюсков были определены следующие параметры окружающей среды: pH воды и грунта (с использованием лакмусового индикатора) находился в диапазоне 7,0–7,7, а температура воды, обусловленная небольшой глубиной водоемов, колебалась в пределах 17–22 °C, приближаясь к температуре воздуха.

В результате проведенных исследований малакофауны водных источников, расположенных на территории пастбищ, установлены промежуточные хозяева возбудителей фасциолеза буйволов. Из всех

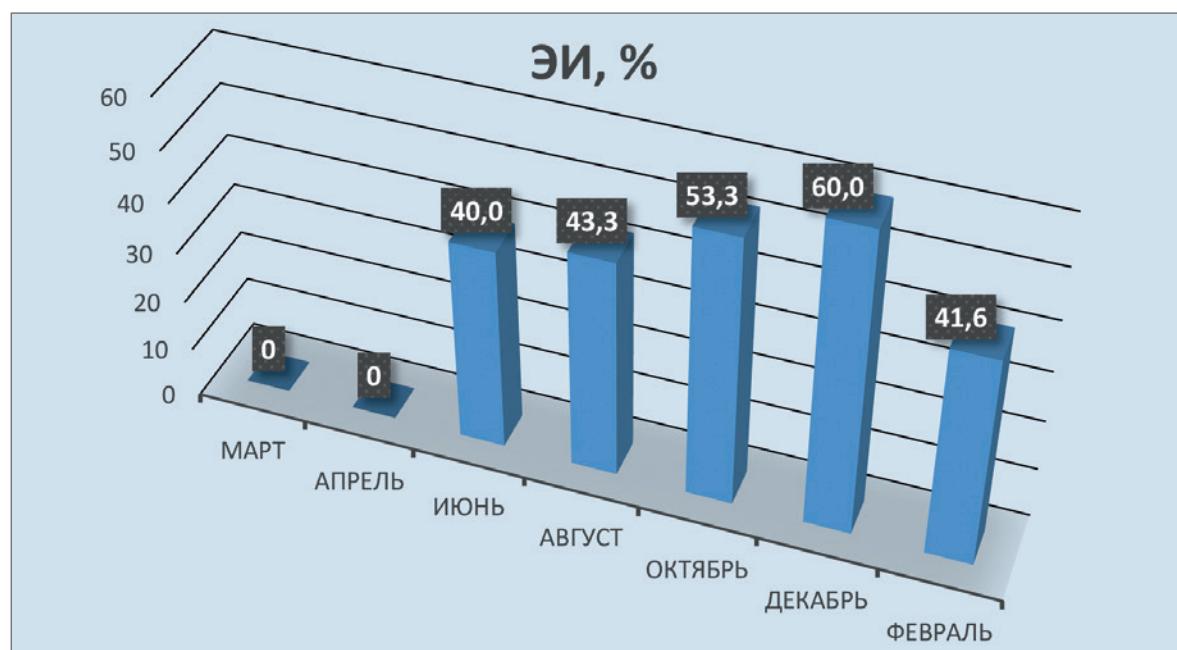


Рис. 2. Сезонность заражения буйволов фасциолами в равнинной зоне Республики Дагестан (данные копроовоскопии)
Fig. 2. Seasonal prevalence of fascioliasis in buffaloes of the Dagestan lowlands (coproscopy results)

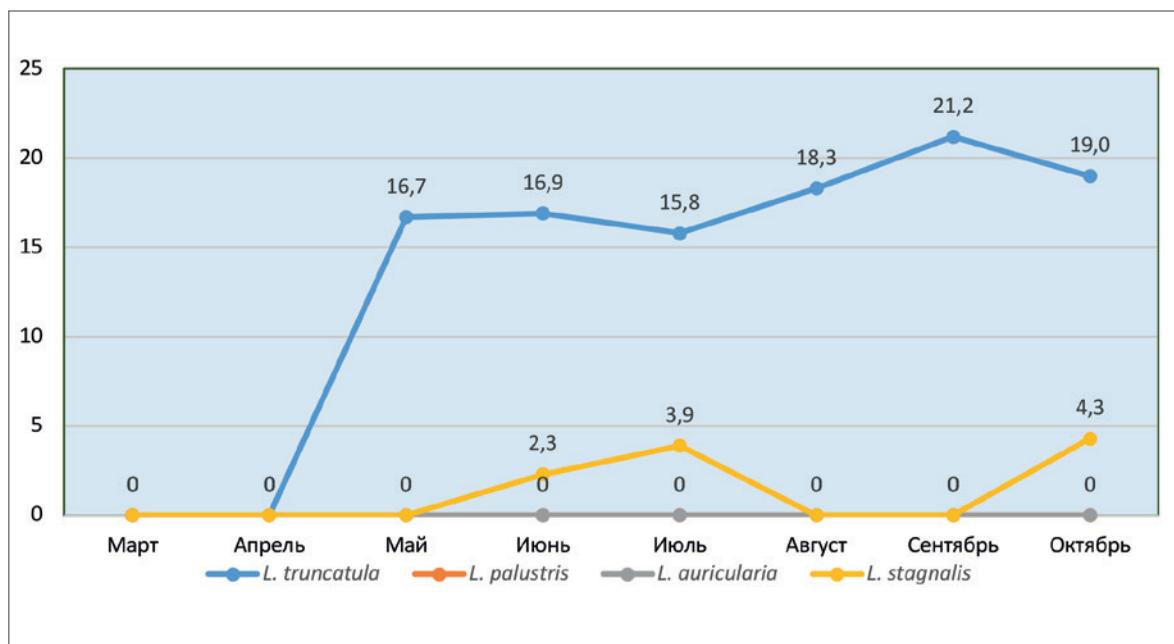


Рис. 3. Зараженность разных видов лимнеид *F. hepatica* в период с марта по октябрь 2023 г. (%)

Fig. 3. Prevalence of *F. hepatica* infection in limnaeid snails, March – October 2023 (%)

обследованных лимнеид только у *L. truncatula* и *L. stagnalis* были обнаружены личинки *F. hepatica*. Другие виды лимнеид не были инвазированы этими трематодами. Результаты представлены на рисунке 3.

В редких случаях обнаруживались личинки эхиностоматид, которые отличались от личинок фасциол большей подвижностью и размерами.

В период с мая по октябрь регистрировали инвазированность малых прудовиков редиями и церкариями фасциол, что свидетельствует о частичной перезимовке личинок в теле моллюска. Наиболее интенсивное заражение малого прудовика наблюдалось в сентябре.

Установлено, что максимальная численность популяции малых прудовиков в пойменных биотопах приходится на август – сентябрь. В этот же период отмечается пик зараженности этих моллюсков личинками *F. hepatica*, что создает благоприятные условия для поддержания и распространения фасциолеза в окружающей среде.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлена прямая зависимость между возрастом буйволов и экстенсивностью фасциолезной инвазии. У взрослых животных ЭИ составляет 48,3%, ИИ – в 2,8 раза выше, чем у молодняка.

Исследования показали, что доля зараженных животных с возрастом повышается. Так, у телят до года ЭИ составляла 18,3%, ИИ – $(58,6 \pm 9,9)$ экз/гол; до 2 лет – 23,3%, ИИ – $(88,5 \pm 9,2)$ экз/гол; буйволов до 5 лет – 36,7%, ИИ – $(127,6 \pm 8,7)$ экз/гол; животных старше 5 лет – 48,3%, ИИ – $(166,4 \pm 9,3)$ экз/гол.

Результаты исследования печени 20 животных показали, что общая инвазированность составляет 45,0%. Однако у молодняка до 1 года зараженность составляла всего 20,0%, в то время как у буйволов более старшего возраста этот показатель достигал 60,0%. Более того, с возрастом ИИ увеличивалась, достигая максимальных значений у взрослых животных (в среднем $(132,4 \pm 9,8)$ экз/гол).

Взрослые буйволы, пасущиеся на равнинных территориях, демонстрировали стабильно высокий уровень инвазированности личинками *F. hepatica* в течение всего года. Ключевым фактором является кумулятивный эффект, когда с возрастом происходит накопление фасциол в организме животных.

Сезонные наблюдения показали отсутствие паразитов у буйволов в марте и апреле. Затем в июне и августе средняя паразитарная нагрузка на особь составила $(19,7 \pm 2,1)$ и $(21,8 \pm 2,4)$ экз/гол. Зараженность печеночным сосальщиком значительно возрастает в период с августа по октябрь, достигая $(49,6 \pm 3,5)$ экз/гол, что, вероятно, связано с увеличением численности моллюсков – промежуточных хозяев паразита на пастбищах. Пик инвазированности пришелся на декабрь, когда среднее количество паразита достигло $(67,1 \pm 6,4)$ экз/гол.

Наибольшая концентрация моллюсков наблюдалась в водоемах со слабым течением, старых мелиоративных каналах, лужах и небольших пересыхающих летом водоемах. В этих местах обитает множество видов моллюсков, в том числе малый прудовик (*L. truncatula*), плотность популяции которого достигала 70 особей на 1 м².

Результаты мониторинга зараженности моллюсков видов *L. palustris*, *L. stagnalis*, *L. auricularia* и *L. truncatula* личинками фасциол показали, что только малый и обыкновенный прудовики были инвазированы фасциолами в личиночной стадии, в то время как другие виды лимнеид не имели признаков наличия этой инвазии. В отдельных случаях были обнаружены личинки эхиностоматид, которые отличались от личинок фасциол более высокой подвижностью и вытянутой формой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ксенофонтов М. Ю., Поскачей М. А., Сапова Н. Н., Козин Д. Е. Сценарное прогнозирование как инструмент разработки стратегии развития сельского хозяйства. *Проблемы прогнозирования*. 2008; (5): 3–19. <https://elibrary.ru/jrgked>

2. Маслова В., Счастливцева Л., Тяпкин Н. Регулирование рынка животноводческой продукции. АПК: экономика, управление. 2007; (8): 46–50. <https://elibrary.ru/iaucnl>
3. Кононова Т. А., Наумов М. М., Стасенкова Ю. В., Леонидова Ю. П. Эпизоотологическая характеристика развития фасциолеза жвачных животных. Молодежная наука – развитию агропромышленного комплекса: материалы IV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Курск, 15 ноября 2023 г.). Курск: Курский ГАУ; 2024; 398–402. <https://elibrary.ru/vfdawu>
4. Беспалова Н. С., Григорьева Н. А., Возгорькова Е. О. Пастбищные гельминтозы крупного рогатого скота в Центральном Черноземье России. Таврический научный обозреватель. 2016; (5): 271–273. <https://elibrary.ru/wckxun>
5. Лопатина О. М. Фасциолез крупного рогатого скота – опасный зооноз. Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2009; (2): 53–56. <https://elibrary.ru/levoxl>
6. Горюхов В. В., Кленова И. Ф., Пузанова Е. В. Распространение фасциолеза крупного рогатого скота в России по статистическим данным в период 2012–2016 годов. Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. 2018; 19: 142–145. <https://elibrary.ru/ytegcd>
7. Хуклаева М. Г. Эпизоотология фасциолеза жвачных животных в Чеченской Республике. Российский паразитологический журнал. 2009; (4): 63–66. <https://elibrary.ru/ladvez>
8. Кабардиев С. Ш., Биттиров А. М., Алиев А. Ю., Айгубова С. А. Фасциолезная инвазия как санитарно-гигиеническая угроза населению и животноводству в субъектах Прикаспийского региона России. Гигиена и санитария. 2023; 102 (2): 121–125. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-2-121-125>
9. Фиапшева А. Б., Малкандуева М. И., Чилаев С. Ш. Биогеография и экология трематод рода *Fasciola* у крупного рогатого скота в горной зоне Кабардино-Балкарской Республики. Вестник КрасГАУ. 2008; (5): 254–256. <https://elibrary.ru/jwuwzb>
10. Датченко О. О., Титов Н. С., Ермаков В. В. Влияние фасциолеза на ветеринарно-санитарные качества продуктов убоя крупного рогатого скота. Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2018; 3 (2): 32–35. <https://elibrary.ru/xpbvov>
11. Мусаев М. Б., Халиков М. С. Способ применения комплекса триклабендазола «Триклифасцид» для лечения и профилактики фасциолеза сельскохозяйственных животных. Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. 2023; 24: 331–336. <https://doi.org/10.31016/978-5-6048555-6-0.2023.24.331-336>
12. Дурдусов С. Д., Лазарев Г. М. Паразитарные болезни жвачных аридной зоны юга России. Элиста: Джангар; 1999. 320 с.
13. Биттиров А. М., Шемякова С. А., Лайпанов Б. К., Болатчиев К. Х., Аркелова М. Р., Биттиров И. А. Фасциолез в субъектах Северного Кавказа как вероятная биологическая, эпидемиологическая и эпизоотическая угроза населению и животноводству. Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2021; (7): 63–71. <https://elibrary.ru/uyvrco>
14. Биттиров А. М., Кагермазов Ц. Б., Калабеков А. А., Биттирова А. А., Эльдарова Л. Х., Мусаев З. Г. Общность и количество видов гельминтов человека и животных в регионе Северного Кавказа. Аграрная Россия. 2015; (12): 40–41. <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2015-12-40-41>
15. Биттиров А. М. Паразитарные зоонозы как проблема санитарии и гигиены в мире и в Российской Федерации. Гигиена и санитария. 2018; 97 (3): 208–212. <https://elibrary.ru/urpuuy>
16. Черкесов С. Б., Ошхунов А. К. Сезонная и возрастная динамика дикроцелиоза и фасциолеза яков в Кабардино-Балкарской Республике. Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. 2009; 10: 416–418. https://vniigis.ru/1_dlya_failov/TPB/Vniigis_2009_konferenciya.pdf
17. Шихалиева М. А., Атабиева Ж. А., Колодий И. В., Биттиров А. М., Сарбашева М. М., Бичиева М. М., Биттиров А. М. Структура паразитоценозов равнинного пояса региона Северного Кавказа. Ветеринарная патология. 2012; (2): 109–113. <https://elibrary.ru/pbgbul>
18. Атабиева Ж. А., Бичиева М. М., Колодий И. В., Биттиров А. М., Шихалиева М. А., Сарбашева М. М., Жекамухова М. З. Прогнозирование эпизоотической и эпидемической ситуации по зоонозным инвазиям на юге России. Ветеринарная патология. 2012; (1): 119–122. <https://elibrary.ru/oyrsbz>
19. Рехвиашвили Э. И. Плодовитость трематод жвачных животных. В кн.: Экологическая паразитология. Иваново; 1998; 23–24.
20. Хуклаева М. Г., Атаев А. М., Ахмедрабаданов Х. А. Зараженность домашних и диких животных фасциолами в Чеченской Республике. Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. 2007; 8: 378–379.
21. Сарбашева М. М., Биттиров А. М., Ардавова Ж. М., Аришева Б. М., Биттиров А. М. Улучшение санитарно-паразитологического состояния объектов окружающей среды в Кабардино-Балкарской Республике. Российский паразитологический журнал. 2010; (4): 98–100. <https://elibrary.ru/neetlx>
22. Атабиева Ж. А., Биттирова А. А., Сарбашева М. М., Шихалиева М. А., Биттиров А. М., Жекамухова М. З. и др. Экологовидовой состав фауны эндопаразитов и эпидемиологическая характеристика зоонозов в Кабардино-Балкарской Республике. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. 2012; 10: 142–146. <https://elibrary.ru/pjmkvx>
23. Кабардиев С. Ш., Биттиров А. М., Карпущенко К. А., Шапиев Б. И. Эпизоотический анализ фасциолеза жвачных при отгонно-пастбищном содержании в субальпийском поясе Кабардино-Балкарии. Пермский аграрный вестник. 2024; (3): 98–103. <https://elibrary.ru/xkwdwk>
24. Уянаева Ф. Б., Биттиров А. М. Эпизоотический процесс фасциолеза кавказской популяции буйволов в разные сезоны в условиях равнинной зоны Кабардино-Балкарской Республики. Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2018; (4): 106–109. <https://elibrary.ru/zdsjxn>
25. Горюхов В. В., Скира В. Н., Кленова И. Ф., Воличев А. Н., Пешков Р. А., Горюхова Е. В. и др. Современная эпизоотическая ситуация по основным гельминтозам сельскохозяйственных животных в России. Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. 2013; 14: 121–127. <https://elibrary.ru/zqpsb>
26. Устинов А. М., Сафиуллин Р. Т., Сафиуллин Р. Р. Методические положения по борьбе с фасциолезом крупного рогатого скота в хозяйствах Калужской области. Российский паразитологический журнал. 2018; 12 (2): 108–116. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2018-12-2-108-116>
27. Лопатина О. М., Беспалова Н. С. Распространение фасциолеза КРС в Воронежской области. Ветеринарная патология. 2009; (1): 53–54. <https://elibrary.ru/oczdgt>
28. Арисов М. В. Зараженность крупного рогатого скота фасциолами и парамфистомами на территории Нижегородской области, экономический ущерб и меры борьбы. Ветеринарная патология. 2007; (2): 168–175. <https://elibrary.ru/oejst>
29. Васильевич Ф. И., Шемякова С. А. Распространение фасциолеза крупного рогатого скота в зависимости от природно-климатических условий Московской области. Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. 2016; (4): 17–19. <https://elibrary.ru/xeahsh>
30. Бичиева М. М., Джабаева М. Д., Сарбашева М. М., Биттиров А. М. Динамика возрастной и сезонной зараженности буйволов трематодой *Fasciola hepatica* L., 1758 в плоскостной зоне Кабардино-Балкарии. Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. 2009; 10: 452–457. https://vniigis.ru/1_dlya_failov/TPB/Vniigis_2009_konferenciya.pdf
31. Kryukova N. A., Yurlova N. I., Rastyagenko N. M., Antonova E. V., Glupov V. V. The influence of *Plagiorchis mutationis* larval infection on the cellular immune response of the snail host *Lymnaea stagnalis*. Journal of Parasitology. 2014; 100 (3): 284–287. <https://doi.org/10.1645/13-214.1>
32. Раствяненко Н. М., Водяницкая С. Н., Юрлова Н. И. Эмиссия церкарий трематоды *Plagiorchis multiglandularis* из моллюска *Lymnaea stagnalis* в бассейне оз. Чаны, юг Западной Сибири. Паразитология. 2015; 49 (3): 190–199. <https://elibrary.ru/twfhbz>

33. Vorontsova Y. L., Slepneva I. A., Yurlova N. I., Ponomareva N. M., Glupov V. V. The effect of trematode infection on the markers of oxidative stress in the offspring of the freshwater snail *Lymnaea stagnalis*. *Parasitology Research*. 2019; 118 (12): 3561–3564. <https://doi.org/10.1007/s00436-019-06494-5>
34. Ромашов Б. В., Ромашова Н. Б. Первый промежуточный хозяин *Alaria alata* (Trematoda, Strigeida) в природных условиях Центрального Черноземья. *Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями*. 2020; 21: 337–340. <https://doi.org/10.31016/978-5-9902341-5-4.2020.21.337-340>
35. Голубев А. А., Мазихова А. М., Казанчев М. Х., Толгупов М. А., Биттиров А. М. Экология пресноводных моллюсков Кабардино-Балкарской Республики. *Теория и практика с паразитарными болезнями*. 2009; 10: 457–462. https://vniigis.ru/1_dlya_failov/TPB/Vniigis_2009_konferenciya.pdf
36. Исропов И. М., Абдулмеджидов А. А., Гаписова У. А. Моллюски пресных вод Дагестана. Махачкала: ДГПУ; 2008. 154 с.

REFERENCES

- Ksenofontov M. Yu., Poskachei M. A., Sapova N. N., Kozin D. E. Scenario forecasting as an agricultural strategy development instrument. *Studies on Russian Economic Development*. 2008; 19 (5): 439–451. <https://elibrary.ru/ylospj> (in Russ.)
- Maslova V., Schastlivtseva L., Tyapkin N. Regulating the market of animal farming produce. *AIC:economics, management*. 2007; (8): 46–50. <https://elibrary.ru/iaucnl> (in Russ.)
- Kononova T. A., Naumov M. M., Stasenkova Y. V., Leonidova Y. P. Epizootological characteristics of the development of fascioliasis of ruminants. *Molodezhnaya nauka – razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa: materialy IV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh (Kursk, 15 noyabrya 2023 g.) = Science for early-carrier researchers to develop agro industrial sector: Proceedings of IV International Scientific and Practical Conference of students, post-graduate students and young-career researchers (Kursk, November 15, 2023)*. Kursk: Kursk SAU; 2024; 398–402. <https://elibrary.ru/vfdawu> (in Russ.)
- Bespalova N. S., Grigoryeva N. A., Vosgorkova E. O. Past-bishchnye gel'mintozy krupnogo rogatogo skota v Tsentral'nom Chernozem'e Rossii = Pasture-acquired helminth infections in cattle from the Central Chernozem Region of Russia. *Tavricheskii nauchnyi obozrevatel'*. 2016; (5): 271–273. <https://elibrary.ru/wckxyn> (in Russ.)
- Lopatina O. M. Fascioliasis of cattle: a dangerous zoonosis. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2009; (2): 53–56. <https://elibrary.ru/levoxl> (in Russ.)
- Gorokhov V. V., Klenova I. F., Puzanova E. V. Prevalence of *Fasciola* infection among cattle at the territory of Russia according to statistics in 2012–2016. *Theory and Practice of Parasitic Disease Control*. 2018; 19: 142–145. <https://elibrary.ru/ytegcd> (in Russ.)
- Huklaeva M. G. Epizootiology of fasciolosis of ruminant in Chechen Republic. *Russian Journal of Parasitology*. 2009; (4): 63–66. <https://elibrary.ru/ladvez> (in Russ.)
- Kabardiev S. Sh., Bittirov A. M., Aliev A. Yu., Aigubova S. A. Fasciolous invasion as a sanitary and hygienic threat to the population and animal husbandry in the subjects of the Caspian Region of Russia. *Hygiene and Sanitation*. 2023; 102 (2): 121–125. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-2-121-125> (in Russ.)
- Fiapsheva A. B., Malkandueva M. I., Chilayev S. Sh. Biogeografiya i ekologiya trematod roda *Fasciola* u krupnogo rogatogo skota v gornoj zone Kabardino-Balkarskoi Respublikii = Biogeography and ecology of *Fasciola* nematodes in cattle of Kabardino-Balkaria mountainous zone. *Bulletin of KrasSAU*. 2008; (5): 254–256. <https://elibrary.ru/jwuwbz> (in Russ.)
- Datchenko O. O., Titov N. S., Ermakov V. V. Vliyanie fastsioleza na veterinarno-sanitarnye kachestva produktov uboya krupnogo rogatogo skota = Effects of bovine fascioliasis on veterinary-sanitary quality of slaughter by-products. *Bulletin Samara State Agricultural Academy*. 2018; 3 (2): 32–35. <https://elibrary.ru/xpbvor> (in Russ.)
- Musaev M. B., Khalikov M. S. Method for application of triclabendazole complex „Triclafascid” for treatment and prevention of fascioliasis in farm animals. *Theory and Practice of Parasitic Disease Control*. 2023; 24: 331–336. <https://doi.org/10.31016/978-5-6048555-6-0.2023.24.331-336> (in Russ.)
- Durdusov S. D., Lazarev G. M. The epidemiology of parasitic diseases in ruminants from the arid zones of southern Russia. *Elisia: Dzhangar*; 1999. 320 p. (in Russ.)
- Bittirov A. M., Shemyakova S. A., Laipanov B. K., Bo-latchiev K. Kh., Arkelova M. R., Bittirov I. A. Fasciolasis in the subjects of the North Caucasus as a probable biological, epidemiological and epizootic threat to the population and animal husbandry. *Veterinary, animal science, and biotechnology*. 2021; (7): 63–71. <https://elibrary.ru/yvrco> (in Russ.)
- Bittirov A. M., Kagermazov Ts. B., Kalabekov A. A., Bit-tirova A. A., El'darova L. Kh., Musaev Z. G. Commonality and the number of species of helminths of humans and animals in the North Caucasus. *Agrarian Russia*. 2015; (12): 40–41. <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2015-12-40-41> (in Russ.)
- Bittirov A. M. Parasitic zoonoses as a global and local problem of sanitation and hygiene over the world and in the Russian Federation. *Hygiene and Sanitation*. 2018; 97 (3): 208–212. <https://elibrary.ru/urpuv> (in Russ.)
- Cherkesov S. B., Oshchunov A. K. Seasonal and age dynamics of *Dicrocoelium lanceatum* and *Fasciola* spp. infection of yaks in the Kabardino-Balkarian Republic. *Theory and Practice of Parasitic Disease Control*. 2009; 10: 416–418. https://vniigis.ru/1_dlya_failov/TPB/Vniigis_2009_konferenciya.pdf (in Russ.)
- Shikhaliyeva M. A., Atabieva J. A., Kolodiy I. V., Bittirov A. M., Sarbasheva M. M., Bichieva M. M., Bittirov A. M. Structure of the plains of belt parasitocenosis North Caucasus Region. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2012; (2): 109–113. <https://elibrary.ru/pbgbul> (in Russ.)
- Atabieva J. A., Bichieva M. M., Kolodij I. V., Bittirov A. M., Shikhaliyeva M. A., Sarbasheva M. M., Zhekamuhova M. Z. Prediction epizootic and epidemic situation zoonotic invasion in Southern Russia. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2012; (1): 119–122. <https://elibrary.ru/oysrbz> (in Russ.)
- Rekhviashvili E. I. Reproductive capacity of *Fasciola* spp. in the ruminant host. In: *Ecological parasitology*. Ivanovo; 1998; 23–24. (in Russ.)
- Huklaeva M. G., Ataev A. M., Akhmedrabadanov Kh. A. Zarazhennost' domashnikh i dikhikh zhivotnykh fastsiolami v Chechenskoi Respublike = *Fasciola* spp. prevalence in domestic and wild animals in the Chechen Republic. *Theory and Practice of Parasitic Disease Control*. 2007; 8: 378–379. (in Russ.)
- Sarbasheva M. M., Bittirov A. M., Ardashova Zh. M., Arispsheva B. M., Bittirov A. M. Improvement of sanitary-parasitologic conditions of objects of environment in Kabardino-Balkarian Republic. *Russian Journal of Parasitology*. 2010; (4): 98–100. <https://elibrary.ru/neetlx> (in Russ.)
- Atabieva Zh. A., Bittirova A. A., Sarbasheva M. M., Shikhaliyeva M. A., Bittirov A. M., Zhekamukhova M. Z., et al. Ecological and species composition of the fauna endoparasites and epidemiological characteristics zoonoses in Kabardino-Balkaria. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Medicine. Pharmacy series*. 2012; 10: 142–146. <https://elibrary.ru/pjmkkv> (in Russ.)
- Kabardiev S. Sh., Bittirov A. M., Karpushchenko K. A., Shapiev B. I. Ecological and epizootic analysis of ruminant fasciolosis in the conditions of trans-humane grazing in the subalpine belt of the Kabardino-Balkarian Republic. *Perm Agrarian Journal*. 2024; (3): 98–103. <https://elibrary.ru/xkwdwk> (in Russ.)
- Uyanayeva F. B., Bittirov A. M. Epizootic process of fasciolasis of the Caucasian buffalo population during different seasons under the conditions of the plain zone of Kabardino-Balkarian Republic. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V. M. Kokov*. 2018; (4): 106–109. <https://elibrary.ru/zdsjxn> (in Russ.)
- Gorochov V. V., Skira V. N., Klenova I. F., Volichev A. N., Pechkov R. A., Samoilovskaya N. A., et al. Modern epizootic situation on the main helminthoses of agricultural animals in Russia. *Theory and Practice of Parasitic Disease Control*. 2013; 14: 121–127. <https://elibrary.ru/zqpjsb> (in Russ.)

26. Ustinov A. M., Safiullin R. T., Safiullin R. R. Methodical guidelines on the control of fasciolosis in cattle in the Kaluga region. *Russian Journal of Parasitology*. 2018; 12 (2): 108–116. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2018-12-2-108-116> (in Russ.)
27. Lopatina O. M., Bespalova N. S. The distribution of fasciolasis of cattle in the Voronezh Region. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2009; (1): 53–54. <https://elibrary.ru/oczdt> (in Russ.)
28. Arisov M. V. Contamination of cattle fasciolosis and paramphistomosis on territories of the Nizhniy Novgorod area, economic damage and therapy. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2007; (2): 168–175. <https://elibrary.ru/oejst> (in Russ.)
29. Vasilevich F. I., Shemyakova S. A. Distribution of fascioliasis of cattle depending on climatic conditions in Moscow Region. *Russian Veterinary Journal. Productive animals*. 2016; (4): 17–19. <https://elibrary.ru/xehash> (in Russ.)
30. Bichieva M. M., Dzhabayeva M. D., Sarbasheva M. M., Bitirov A. M. Dynamics age-qualification and seasonal infection buffalos trematodis *Fasciola hepatica* L., 1758 the planar zone Kabardian-Balkarian. *Theory and Practice of Parasitic Disease Control*. 2009; 10: 452–457. https://vniigis.ru/1_dlya_failov/TPB/Vniigis_2009_konferenciya.pdf (in Russ.)
31. Kryukova N. A., Yurlova N. I., Rastyagenko N. M., Antonova E. V., Glupov V. V. The influence of *Plagiorchis mutationis* larval infection on the cellular immune response of the snail host *Lymnaea stagnalis*. *Journal of Parasitology*. 2014; 100 (3): 284–287. <https://doi.org/10.1645/13-214.1>
32. Rastyazhenko N. M., Vodyanitskaya S. N., Yurlova N. I. The emission of *Plagiorchis multiglandularis* cercariae from naturally infected snails *Lymnaea stagnalis* in Chany lake, south of West Siberia. *Parasitologiya*. 2015; 49 (3): 190–199. <https://elibrary.ru/twfhbz> (in Russ.)
33. Vorontsova Y. L., Slepneva I. A., Yurlova N. I., Ponomareva N. M., Glupov V. V. The effect of trematode infection on the markers of oxidative stress in the offspring of the freshwater snail *Lymnaea stagnalis*. *Parasitology Research*. 2019; 118 (12): 3561–3564. <https://doi.org/10.1007/s00436-019-06494-5>
34. Romashov B. V., Romashova N. B. First intermediate host *Alaria alata* (*Trematoda, Strigeida*) in the natural conditions of the Central Black Earth Region. *Theory and Practice of Parasitic Disease Control*. 2020; 21: 337–340. <https://doi.org/10.31016/978-5-9902341-5-4.2020.21.337-340> (in Russ.)
35. Golubiyov A. A., Mazikhova A. M., Kazanchev M. Kh., Tolgurov M. A., Bitirov A. M. Ecology of the fresh-water mollusks the Kabardian-Balkarian Republic. *Theory and Practice of Parasitic Disease Control*. 2009; 10: 457–462. https://vniigis.ru/1_dlya_failov/TPB/Vniigis_2009_konferenciya.pdf (in Russ.)
36. Israpov I. M., Abdulmedzhidov A. A., Gapisova U. A. Freshwater mollusks in Dagestan. Makhachkala: Dagestan State Pedagogical University; 2008. 154 p. (in Russ.)

Поступила в редакцию / Received 30.06.2025

Поступила после рецензирования / Revised 19.08.2025

Принята к публикации / Accepted 13.11.2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Кабардиев Садрутдин Шамшитович, д-р вет. наук, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией по изучению инвазионных болезней сельскохозяйственных животных и птиц Прикаспийского зонального НИВИ – филиала ФГБНУ «ФАНЦ РД», г. Махачкала, Республика Дагестан, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-6129-8371>, pznivi05@mail.ru

Sadrutdin Sh. Kabardiev, Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Chief Researcher, Head of the Laboratory for the Study of Invasive Diseases of Farm Animals and Poultry, Caspian Regional Research Veterinary Institute – Branch of Dagestan Agriculture Science Center, Makhachkala, Republic of Dagestan, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-6129-8371>, pznivi05@mail.ru

Карпушченко Карине Альбертовна, канд. вет. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории по изучению инвазионных болезней сельскохозяйственных животных и птиц Прикаспийского зонального НИВИ – филиала ФГБНУ «ФАНЦ РД», г. Махачкала, Республика Дагестан, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-4639-241X>, pznivi@mail.ru

Karine A. Karpushchenko, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Leading Researcher, Laboratory for the Study of Invasive Diseases of Farm Animals and Poultry, Caspian Regional Research Veterinary Institute – Branch of Dagestan Agriculture Science Center, Makhachkala, Republic of Dagestan, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-4639-241X>, pznivi@mail.ru

Вклад авторов: Кабардиев С. Ш. – сбор и анализ информации и результатов эксперимента, написание статьи; Карпушченко К. А. – составление таблиц и графического материала, написание и редактирование текста статьи.

Contribution of the authors: Kabardiev S. Sh. – investigation, formal analysis, original drafting; Karpushchenko K. A. – visualization, review and editing.



<https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-372-382>
УДК 619:616.98:578:616-078



Рекомбинантные антигены в серологической диагностике трансграничных и эмерджентных инфекций рогатого скота

Н. А. Тенитилов, Н. А. Ярыгина, А. В. Спрыгин

ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ»), ул. Гвардейская, 6, мкр. Юрьевец, г. Владимир, 600901, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Трансграничные и эмерджентные инфекции крупного и мелкого рогатого скота, такие как чума мелких жвачных животных, болезнь Шмалленберга и другие, в условиях развивающейся глобализации представляют серьезную эпизоотическую и экономическую угрозу. С учетом текущей геополитической обстановки необходимость в современных диагностических системах отечественного производства ощущается особенно остро. Подобные системы могут быть разработаны с использованием методов генной инженерии.

Цель исследования. Анализ отечественных и зарубежных публикаций, посвященных получению рекомбинантных белков возбудителей трансграничных и эмерджентных инфекций крупного и мелкого рогатого скота. Создание на основе обработанных данных генетических конструкций для дальнейшей разработки на их основе диагностических средств, в частности иммуноферментных тест-систем.

Материалы и методы. При помощи инструментов биоинформатики проведен анализ и оптимизация кодонного состава последовательностей, кодирующих нуклеокапсидные белки вирусов чумы мелких жвачных животных и болезни Шмалленberга. Оптимизированные фрагменты генов были синтезированы *de novo* и клонированы в экспрессирующий вектор pET-32b(+). Успешность вставки целевой последовательности в вектор подтверждалась методом полимеразной цепной реакции и рестрикционного анализа.

Результаты. Представлена информация о разработанных на основе рекомбинантных антигенов иммуноферментных тест-системах для диагностики чумы мелких жвачных животных и болезни Шмалленберга. Освещены основные технологические аспекты получения рекомбинантных антигенов для дальнейшего их использования в диагностической системе с учетом особенностей биологии конкретного инфекционного агента, а также описана собственная методология создания векторов для экспрессии белков возбудителей обозреваемых болезней.

Заключение. Наиболее перспективными для использования в качестве рекомбинантных антигенов в иммуноферментных тест-системах, направленных на выявление антител к вирусам чумы мелких жвачных животных и болезни Шмалленберга, являются полные и усеченные нуклеокапсидные белки вирионов. При этом биофизические свойства и антигенная структура данных белков позволяют получать их в культуре клеток *Escherichia coli*. Следует отметить, что для получения значительных количеств функциональных белков в растворимой форме может понадобиться их экспрессия в составе слитых белков с повышающими растворимость и облегчающими корректный фолдинг тегами.

Ключевые слова: рекомбинантные антигены, серологическая диагностика, иммуноферментный анализ, рогатый скот, чума мелких жвачных, болезнь Шмалленберга

Благодарности: Исследование выполнено за счет средств гранта Российского научного фонда (соглашение № 25-24-20116) и при поддержке Министерства экономического развития и промышленности Владимирской области.

Для цитирования: Тенитилов Н. А., Ярыгина Н. А., Спрыгин А. В. Рекомбинантные антигены в серологической диагностике трансграничных и эмерджентных инфекций рогатого скота. *Ветеринария сегодня*. 2025; 14 (4): 372–382. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-372-382>

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для корреспонденции: Тенитилов Никита Алексеевич, аспирант, ветеринарный врач лаборатории молекулярных и генетических исследований ФГБУ «ВНИИЗЖ», ул. Гвардейская, 6, мкр. Юрьевец, г. Владимир, 600901, Россия, tenitilov@arriah.ru

Recombinant antigens in serological diagnostics of transboundary and emerging bovine infections

Nikita A. Tenitilov, Natalya A. Yarygina, Alexander V. Sprygin

Federal Centre for Animal Health, ul. Gvardeyskaya, 6, Yur'evets, Vladimir 600901, Russia

ABSTRACT

Introduction. Transboundary and emerging infections of cattle and small ruminants, such as peste des petits ruminants, Schmallenberg virus infection, etc., pose a serious animal health and economic threat in the context of developing globalization. Given the current geopolitical situation, the need for modern domestically produced diagnostic systems is particularly acute. Such systems can be developed using genetic engineering methods.

Objective. Analysis of domestic and foreign publications on the production of recombinant proteins of pathogens of transboundary and emerging infections of cattle and small ruminants. Creation of genetic constructs based on the processed data for further development of diagnostic tools, in particular ELISA test systems.

Materials and methods. Using bioinformatics tools, codon composition of the sequences encoding the nucleocapsid proteins of peste des petits ruminants virus (PPRV) and Schmallenberg virus (SBV) was analyzed and optimized. The optimized gene fragments were synthesized *de novo* and cloned into the pET-32b(+) expression vector. Successful insertion of the target sequence into the vector was confirmed by polymerase chain reaction and restriction analysis.

Results. Information on ELISA test systems developed on the basis of recombinant antigens for the diagnosis of peste des petits ruminants and Schmallenberg virus infection is presented. The main technological aspects of obtaining recombinant antigens for their further use in a diagnostic system factored in the biological features of a particular pathogen are highlighted. Our proprietary methodology for creating protein expression vectors for the pathogens of the diseases under review is additionally described.

Conclusion. The most promising recombinant antigens for use in ELISA test systems designed to detect antibodies against PPRV and SBV are full-length and truncated virion nucleocapsid proteins. Furthermore, the biophysical properties and antigenic structure of these proteins enable their production in *Escherichia coli*. It should be noted that production of significant amounts of functional proteins in soluble form may require their expression as part of fusion proteins with tags enhancing solubility and facilitating correct folding.

Keywords: recombinant antigens, serological diagnostics, ELISA, cattle, peste des petits ruminants, Schmallenberg virus infection

Acknowledgements: This work was supported by the Russian Science Foundation (Grant Agreement 25-24-20116) and the Ministry of Economic Development and Industry of the Vladimir Oblast.

For citation: Tenitilov N. A., Yarygina N. A., Sprygin A. V. Recombinant antigens in serological diagnostics of transboundary and emerging bovine infections. *Veterinary Science Today*. 2025; 14 (4): 372–382. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-372-382>

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interests.

For correspondence: Nikita A. Tenitilov, Postgraduate Student, Veterinarian, Molecular and Genetic Research Laboratory, Federal Centre for Animal Health, ul. Gvardeyskaya, 6, Yur'evets, Vladimir 600901, Russia, tenitilov@arriah.ru

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день трансграничные и эмерджентные инфекции крупного и мелкого рогатого скота представляют серьезную угрозу. В первую очередь это связано со значительным влиянием на экономику и международную торговлю.

Такие инфекционные болезни рогатого скота, как чума мелких жвачных животных и болезнь Шмалленберга, отличаются высокой контагиозностью и в условиях развития процессов глобализации и формирования устойчивых международных отношений могут легко распространяться за пределы энзоотичных и неблагополучных регионов. Вспышки данных инфекций сопровождаются значительными экономическими потерями, которые связаны с мероприятиями по ликвидации и предотвращению распространения эпизоотии, со снижением продуктивности животных и с ограничениями на экспорт животных и продукции животного происхождения. При этом необходимость в надежных диагностических средствах становится особенно актуальной.

Текущий уровень развития молекулярной биологии и биотехнологии, в частности технология рекомбинантных ДНК, позволяет создавать высокочувствительные, специфичные и безопасные диагностические средства.

Наиболее ценным инструментом серологической диагностики вирусных болезней животных является иммуноферментный анализ (ИФА). При этом возможность производить рекомбинантные белки гарантирует, что тест-системы ИФА будут безопасными ввиду отсутствия необходимости использования инфекционных агентов на этапах их производства. Кроме того, они будут обладать гораздо большей чувствительностью и специфичностью благодаря более эффективному методу очистки. Возможность синтезировать рекомбинантные белки в лаборатории позволяет легко масштабировать производство антигенов, позволяя подстраивать производство под существующие запросы.

Необходимо отметить, что тест-системы ИФА для диагностики инфекционных болезней животных на основе рекомбинантных белков успешно разрабатываются за рубежом такими компаниями, как IDvet (Франция),

IDEXX Laboratories (США), Ingenasa (входит в состав холдинга Eurofins Scientific, Люксембург). Высокая чувствительность и специфичность являются решающими факторами, способствующими применению данных средств диагностики в том числе в отечественных диагностических лабораториях.

Чума мелких жвачных животных (ЧМЖ) – остро или подостро протекающая вирусная болезнь овец и коз, сопровождающаяся лихорадкой, конъюнктивитом, ринитом, некротическим стоматитом, гастроэнтеритом, пневмонией и гибелью зараженных животных [1, 2]. Первые упоминания о данной болезни относятся к началу прошлого века. С 1917 по 1929 г. среди овец и коз в Сенегале, Гвинее и Нигерии были зарегистрированы вспышки болезни, по клиническим признакам похожей на чуму крупного рогатого скота. В период с 1940 по 1942 г. L. Gargadennec and A. Lalanne была описана болезнь, поражающая мелких жвачных животных в Западной Африке [3]. Ими было выявлено заболевание, схожее по клиническим признакам с чумой крупного рогатого скота, но поражающее только овец и коз. Позднее, в 1968 г., чума мелких жвачных животных была установлена как самостоятельная нозологическая единица [4].

Возбудителем болезни является оболочечный РНК-содержащий полиморфный вирус, принадлежащий к роду *Morbillivirus* семейства *Paramyxoviridae*. Он родственен вирусам чумы крупного рогатого скота, чумы плотоядных, чумы морских млекопитающих и кори человека [1, 2]. Размер вириона может варьироваться от 150 до 700 нм. В его состав входит молекула РНК, которая вместе с фосфопротеином и L-белком покрыта нуклеокапсидной оболочкой, помещенной внутрь суперкапсида.

Геном вируса ЧМЖ представлен одноцепочечной несегментированной линейной молекулой РНК с отрицательной полярностью. Размер генома составляет около 16 000 нуклеотидов и кодирует 6 структурных белков, таких как нуклеокапсидный белок (N), фосфопротеин (P), полимеразный белок (L), гемагглютинин (H), белок слияния (F) и мембранный белок (M). Кроме того, из транскрипта, кодирующего фосфопротеин,

при использовании альтернативной рамки считывания транслируются 2 неструктурных белка: С и V [1].

На сегодняшний день ЧМЖ энзоотична на большей части территории Африки, Ближнего Востока, Южной Азии и Китая. Ввиду высокой заболеваемости и летальности в первичных очагах инфекции, вплоть до 100%, данная болезнь имеет важное экономическое значение для энзоотичных регионов [2]. Следует отметить, что в последние годы вспышки ЧМЖ регистрируют на территории стран, с которыми у Российской Федерации существуют торгово-экономические отношения. Это свидетельствует о наличии угрозы заноса вируса ЧМЖ в Россию из неблагополучных по данной инфекции стран [5].

Основным источником возбудителя данной инфекции являются больные и/или переболевшие животные. Наиболее распространенные пути передачи: контактный и аэрогенный. К вирусу ЧМЖ чувствительны козы, овцы и мелкие дикие жвачные животные. Кроме того, есть сообщения о выявлении возбудителя ЧМЖ у крупного рогатого скота, верблюдов, свиней и буйволов. Следует отметить, что подобные хозяева нетипичны для данного вируса, и в случае заражения дальнейшего заболевания и распространения возбудителя не происходит [2, 6].

После проникновения вируса в организм восприимчивого животного через ротовую полость или носоглотку вирионы захватываются клетками моноцитарно-макрофагальной системы и транспортируются в регионарные лимфатические узлы и скопления лимфоидной ткани, где происходит первичная и вторичная репликация возбудителя. Далее происходит диссеминация вируса в отдаленные от очагов первичной репликации органы и ткани. Необходимо отметить, что вирус ЧМЖ обладает ярко выраженным тропизмом к лимфоидным тканям. Его распространение по организму вызывает глубокую иммуносупрессию из-за разрушения значительной части лейкоцитов. Кроме того, наблюдаются некротические поражения селезенки, тимуса, легочных лимфатических узлов [1].

Инкубационный период при ЧМЖ составляет от 2 до 7 дней. Виреmia развивается за 1–2 дня до наступления клинических признаков, при этом начинается активное выделение вируса в окружающую среду, что способствует распространению инфекции [2]. Клинические признаки ЧМЖ включают в себя пирексию, эрозивный стоматит, истечения из глаз и носа, а также диарею. Смерть обычно наступает в течение 4–6 дней после начала лихорадки. Следует отметить, что форма заболевания и его тяжесть может варьироваться в зависимости от индивидуальных особенностей животных, таких как вид, возраст, порода и направление продуктивности [7].

После проникновения в организм восприимчивого животного вируса ЧМЖ, несмотря на значительную иммуносупрессию, наблюдается сильный вирусспецифический иммунный ответ. Основные защитные реакции клеточного и гуморального иммунитета направлены против Н-, F- и N-белков вириона. Наблюдается активация цитотоксических Т-клеток, которые уничтожают пораженные вирусом клетки организма. Кроме того, происходит выработка большого количества вируснейтрализующих антител, в основном против белков гликопротеидной оболочки вириона – Н- и F-белков. В случае выздоровления животное приобретает устойчивый по- жизненный иммунитет к повторному заражению.

Успешный контроль за распространением болезни, в частности предотвращение заноса в ранее благополучные по ЧМЖ регионы, включает в себя использование ряда диагностических средств, направленных в первую очередь на выявление специфических антител.

Для серологической диагностики ЧМЖ разработано несколько методов, таких как реакция нейтрализации, реакция диффузной преципитации, реакция непрямой иммунофлуоресценции, прямой и непрямой ИФА, а также конкурентный ИФА [8]. Важно отметить, что реакция нейтрализации, считающаяся наиболее точным методом, несмотря на все преимущества, имеет существенные недостатки – трудоемкость и длительность постановки. В связи с этим чаще всего для рутинных исследований применяют ИФА [7].

В первых системах для выявления специфичных к возбудителю ЧМЖ антител методом ИФА использовался инактивированный и очищенный вирус. Следует отметить, что подобный подход отличался низкой специфичностью из-за присутствия балластных белков культуры клеток. Использование технологии рекомбинантных белков позволило решить данную проблему. Кроме того, значительно возросла безопасность производства. По этой причине на сегодняшний день большая часть серодиагностики ЧМЖ разработана на основе рекомбинантных белков [9].

В качестве антигена для иммуноферментных тест-систем для выявления антител к вирусу ЧМЖ используется рекомбинантный N-белок, что связано с высокой консервативностью гена, кодирующего данный белок. Этот протеин участвует в образовании нуклеокапсида вириона, потому экспрессируется пораженными клетками в большом количестве [10]. Кроме того, N-белок имеет различные эпитопы, что позволяет использовать его для выявления антител к вирусам ЧМЖ разных генетических линий [11], так как все генетические линии не имеют серологических различий.

Одна из первых работ, посвященная получению рекомбинантного нуклеокапсидного белка вируса ЧМЖ, была опубликована в 1995 г. G. Libeau et al. [12]. Для получения белка ими была использована экспрессирующая система клеток насекомых *Spodoptera frugiperda* (Sf9). Кодирующая белок последовательность была получена из штамма Nigeria 75/1 вируса ЧМЖ. В качестве вектора для переноса выступал рекомбинантный бакуловирус *Autographa californica*, полученный при рекомбинации с вектором переноса pAcYM1 с встроенным целевым геном под контролем бакуловирусного промотора.

Конкурентный ИФА, разработанный на основе рекомбинантного белка и моноклональных антител к нему, обладал высокой чувствительностью и специфичностью. Кроме того, показана хорошая корреляция результатов ($r = 0,94$) при сравнении данного метода с реакцией нейтрализации [12].

В 2005 г. K.-S. Choi et al. [13] на основе рекомбинантного N-белка разработали вариант конкурентного ИФА, отличающийся малым временем проведения анализа – менее одного часа. Рекомбинантный антиген для данной системы также был получен в системе клеток насекомых Sf9. Кроме того, выделение антигена включало в себя дополнительную очистку методами аффинной хроматографии.

В 2006 г. сотрудниками ФГБУ «ВНИИЗЖ» Н. В. Вавиловой и А. В. Щербаковым был разработан непрямой

вариант ИФА для диагностики ЧМЖ. В отличие от ранее приведенных работ, рекомбинантный антиген для данного диагностического метода получен на культуре *Escherichia coli*. Кодирующая последовательность N-белка была амплифицирована с РНК нативного вируса, имеющегося в коллекции штаммов микроорганизмов ФГБУ «ВНИИЗЖ», при помощи полимеразной цепной реакции с обратной транскрипцией (ОТ-ПЦР) и встроена в плазмидный вектор pQE под контролем T5 промотора. Очистку белка проводили методом металл-хелатной аффинной хроматографии. Разработанная тест-система соответствовала необходимым показателям чувствительности, специфичности и воспроизводимости. С ее помощью было исследовано более 200 образцов сывороток крови мелкого рогатого скота из различных регионов Российской Федерации [8].

Кроме полноразмерного N-белка на пригодность использования в качестве антигенов в различных вариантах ИФА также тестировались и его усеченные формы. В 2006 г. V. Yadav et al., амплифицировав методом ОТ-ПЦР полную и укороченные кодирующие последовательности N-белка, клонировали их в вектор pET33b под контролем T7 промотора. С помощью данных генетических конструкций были трансформированы культуры *E. coli* штамма BL21 и получены рекомбинантные N-белки вируса ЧМЖ, которые при использовании в диагностических целях показали успешные результаты [10].

Существенно отличающийся от традиционных методик способ получения рекомбинантных белков показали в опубликованной в 2011 г. работе G.-R. Zhang et al. Кодирующая N-белок вируса ЧМЖ нуклеотидная последовательность была получена из базы данных GenBank (FJ905304), а ее сборка проводилась при помощи набора из 20 пар праймеров в результате нескольких перекрывающихся ПЦР. Кроме того, после завершения синтеза целевой последовательности методом сайт-направленного мутагенеза была произведена замена нескольких азотистых оснований в цепи. После верификации собранной генетической конструкции она была введена в культуру *E. coli* штамма BL21 для наработки рекомбинантного белка. Чувствительность и специфичность непрямого варианта ИФА на основе полученного антигена по результатам исследования 697 образцов сыворотки крови составила 96,7 и 96,1% соответственно [11].

В 2019 г. Д. Ю. Морозовой и соавт. была опубликована работа, посвященная получению рекомбинантного N-белка вируса ЧМЖ. Следует отметить, что полученная рекомбинантная плазмида, помимо кодирующей последовательности, полученной путем амплификации фрагмента генома нативного вируса, содержала ген тиоредоксина. Это позволило увеличить количество синтезируемого бактериями белка в растворимой форме [9]. Позднее на основе полученного белка была разработана методика ИФА, которая показала успешные результаты [8].

Таким образом, наиболее перспективным антигеном для рутинной диагностики является широко используемый в зарубежной и отечественной практике частичный или полноразмерный нуклеопротеид N, получаемый с помощью различных генно-инженерных систем.

Болезнь Шмалленберга – эмерджентная вирусная трансмиссивная болезнь жвачных животных, сопровождающаяся угнетением, диареей, снижением молочной продуктивности, а такжеabortами, мертворождением и врожденными пороками развития молодняка [14, 15].

В 2011 г. на территории Германии и соседних Нидерландов среди поголовья крупного рогатого скота были зарегистрированы вспышки инфекции неустановленной этиологии. Заболевание сопровождалось легким течением [16].

В стадах, где регистрировалась новая болезнь, в течение последующих месяцев наблюдалось увеличение числа телят с врожденными патологиями. Отмечали тяжелые неврологические нарушения, а также патологии опорно-двигательного аппарата. Как правило, телята с подобными отклонениями были нежизнеспособны и умирали в течение нескольких дней или недель. Кроме этого, увеличилось количество абортов и мертворождений [16, 17].

При помощи метагеномного исследования образцов крови от пораженных животных был выявлен новый вирус, получивший название в честь места, где были зарегистрированы первые случаи заболевания – вирус болезни Шмалленберга [18]. В дальнейшем при экспериментальном заражении телят кровью коров, показавших положительный результат при тестировании на наличие вируса методом ОТ-ПЦР, были воспроизведены клинические признаки болезни [17]. Таким образом было установлено, что причиной вспышек является новый, ранее не встречавшийся на территории Европы вирус.

Филогенетический анализ последовательностей вирусного генома позволил отнести вирус болезни Шмалленберга к семейству *Bunyaviridae*, роду *Orthobunyavirus*, серогруппе Симбу (*Simbu serogroup*), которая насчитывает более 170 вирусов, среди которых представлены возбудители, вызывающие заболевания как у людей (вирусы лихорадки Оропуша и энцефалита Ла Кросса), так и у жвачных животных (вирусы болезни Акабане, болезни Айно и лихорадки долины Кэш). Следует отметить, что большинство представителей серогруппы Симбу распространены в регионах Ближнего Востока, Африки и Океании [14, 19].

Геном вируса представлен одноцепочечной РНК с отрицательной полярностью и включает в себя три сегмента: большой, средний и малый, – которые кодируют РНК-полимеразу, поверхностные гликопротеины и нуклеокапсидные белки соответственно [14, 20].

Установлено, что к вирусу болезни Шмалленберга восприимчивы домашние и дикие парнокопытные животные. При этом восприимчивость не зависит от пола и возраста. Необходимо отметить, что среди домашних парнокопытных заражению наиболее подвержены овцы, в меньшей степени – крупный рогатый скот и козы. Кроме того, при помощи различных методов специфические к вирусу болезни Шмалленберга антитела были выявлены у домашних свиней, диких кабанов, собак и слонов [14, 19, 20].

Передача возбудителя возможна как горизонтально, так и вертикально. При первом варианте вирус попадает в организм восприимчивого животного при укусах кровососущих насекомых, в основном мокрецов рода *Culicoides*. Во втором случае патоген передается от инфицированной матери плоду [14, 15, 19]. При заражении вирусом болезни Шмалленберга инкубационный период может составлять от одного дня до 4–5 сут. Эффективность и скорость распространения инфекции зависит от природно-климатических особенностей региона и активности насекомых-переносчиков. За относительно короткий промежуток времени может быть инфицировано

до 90% поголовья. Смертность при заболевании низкая и редко превышает 3–5%. При этом количество абортов и мертворождений может составлять до 60% от общего числа беременных животных [2, 15, 21].

Необходимо отметить, что после обнаружения заболевания в Германии вирус достаточно быстро распространился по территории Европы. Он был выявлен в образцах биоматериала, полученных от крупного рогатого скота, овец, коз, бизонов и косуль. Антилита к данному вирусу были обнаружены в сыворотке крови альпак, ланей, муфлонов, оленей и водяных буйволов [18].

Установлено, что вирус болезни Шмалленберга обладает ярко выраженным тропизмом к нервной ткани. При проникновении возбудителя в организм восприимчивого животного развивается виремия продолжительностью до нескольких дней. При этом параллельно формируется стойкий защитный иммунитет. Однако при заражении беременного животного, ранее не встречавшегося с возбудителем, вирус может преодолевать гематоплацентарный барьер и поражать плод. Необходимо отметить, что восприимчивость развивающихся эмбрионов и плодов зависит от срока гестации и стадии развития плаценты [22, 23].

Для болезни характерно субклиническое или подострое течение с неярко выраженными клиническими признаками, среди которых отмечают лихорадку, диарею, снижение надоев у животных молочного направления продуктивности, с последующим восстановлением до среднего показателя по стаду в течение 2–3 недель. Повышается число мертворождений, а также частота рождения молодняка с патологиями развития, такими как артритропоз, брахиагнития, анкилоз, тортиколлис, гипоплазия головного и спинного мозга [20].

Для эффективного контроля за распространением новой вирусной инфекции и дальнейшего мониторинга эпизоотической ситуации был разработан ряд диагностических средств, среди которых несколько серологических тест-систем для ИФА на основе рекомбинантного нуклеокапсидного белка вируса.

В качестве мишени был выбран N-белок ввиду его наибольшей распространенности – данный антиген обнаруживается как в вирионах, так и в инфицированных клетках. Кроме того, рекомбинантные N-белки родственных вирусов болезни Шмалленберга хантавирусов (*Hantaviridae*), полученные в культуре *E. coli*, клетках насекомых или дрожжах, успешно используются для серологической диагностики хантавирусных инфекций человека [17].

В 2013 г. E. Bréard et al. опубликовали работу, посвященную разработке иммуноферментных тест-систем для выявления антител к вирусу болезни Шмалленберга на основе рекомбинантного N-белка. Основой для

получения рекомбинантного нуклеокапсидного белка стала искусственно синтезированная нуклеотидная последовательность, полученная из базы данных GenBank (HE649914). Она была клонирована в экспрессирующий вектор под контролем T7 промотора. Результатом экспрессии такой генетической конструкции в культуре *E. coli* штамма BL21 DE3 pLysS стало получение рекомбинантного белка, содержащего, кроме аминокислотной последовательности нуклеокапсидного белка вируса болезни Шмалленберга, 6 гистидиновых остатков на N-конце. После экспрессии белок подвергся денатурации в присутствии мочевины и был очищен методом металл-хелатной аффинной хроматографии. Полученный таким образом антиген затем был использован в качестве антигена для исследования сывороток крови от зараженных и интактных животных. Следует отметить, что иммуноферментная тест-система на основе полученного рекомбинантного нуклеокапсидного белка показала высокие значения чувствительности и специфичности. Кроме того, эффективность выявления положительных образцов сравнили с реакцией нейтрализации, в результате сходимость результатов составила 98,9% [16].

В том же 2013 г. группа китайских исследователей во главе с Y. Zhang получила рекомбинантный N-белок вируса болезни Шмалленберга. Принципиальным отличием их работы являлось использование нативной нуклеотидной последовательности получаемого белка. Кроме того, для экспрессии рекомбинантного белка использовались два типа генетических конструкций на основе векторов pET-28a-c(+) и pMAL-c5X. Они кодировали белки, содержащие гексагистидиновые метки и мальтоза-связывающий белок соответственно. Следует отметить, что экспрессия рекомбинантного белка с мальтоза-связывающим белком повышает его растворимость. Это существенно облегчает последующее выделение и очистку белка. После экспрессии белки были очищены в нативных условиях и в дальнейшем использованы для создания моноклональных антител и в качестве антигена для ИФА [18].

Позднее, в 2014 г., J. Lazutka et al. [17] получили нуклеокапсидный белок вируса болезни Шмалленберга в культуре клеток дрожжей. В своей работе они, так же как и E. Bréard et al. [16], использовали искусственно синтезированную последовательность, кодирующую N-белок вируса. Ген был встроен в экспрессирующую плазмиду pFX7-SBV-6-HisN под контролем галактоза-индуцируемого промотора. Конструкция также содержала N-концевую гексагистидиновую метку для последующей очистки. Полученный белок был протестирован в качестве антигена в ИФА на сыворотках

Таблица
Характеристики использованных праймеров

Table
Specifications of the primers used

Инфекционная болезнь	Праймер	Последовательность 5'→3'	Фермент
Чума мелких жвачных	PPRV Hind 3620	ATATA AAGCTT CTGCGAGGCAATCTGCTAAC	HindIII
	PPRV Ncol 3620	AAA ACCATGG TACACTGTAAATCGCTC	Ncol
Болезнь Шмалленберга	SBV_HindIII_R	CTCT AAGCTT GTTATATTATCCGA CTGTCAGGAATG	HindIII
	SBV_Ncol	ATAT CCATGG TAGCTCGCAGTTATCTCGAG	Ncol

Полужирным шрифтом обозначены сайты узнавания рестриктаз (recognition sites for restriction enzymes are in bold).

крови крупного рогатого скота. При этом чувствительность составила 95%.

Опубликованные данные позволяют сделать вывод о том, что болезнь Шмалленберга представляет собой эмдерджентную вирусную инфекцию жвачных животных с высокой экономической значимостью ввиду ярко выраженного влияния на репродуктивные качества восприимчивого поголовья.

Для серологической диагностики болезни Шмалленберга целесообразно использовать рекомбинантный антиген, представленный нуклеокапсидным белком, при этом накопление рекомбинантного белка во время прокариотической экспрессии сопровождается образованием телец-включений, что и обуславливает использование денатурирующих условий очистки.

Целью работы было создание плазмидных векторов на основе плазмиды pET-32b(+) и кодон-оптимизированных последовательностей генов, кодирующих нуклеокапсидные белки вирусов ЧМЖ и болезни Шмалленберга, для их экспрессии в клетках *E. coli*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Нуклеотидные последовательности генов, кодирующих нуклеокапсидные белки вирусов ЧМЖ и болезни Шмалленберга, были получены из базы данных GenBank – NC_006383.2 и NC_043582.1 соответственно. Оптимизация кодонного состава для экспрессии в *E. coli* выполнялась с использованием программы GenScript Rare Codon Analysis tool [24] с учетом CAI (codon adaptation index). Для исключения участков вторичной структуры мРНК и сайтов рестрикции применялась программа UGENE [25]. Синтез генов осуществлен компанией «ДНК-Синтез» (Россия) с последующим клонированием в вектор pUC57.

Для клонирования использовали штамм *E. coli* XL1-Blue (ЗАО «Евроген», Россия), генотип: recA1 endA1 gyrA96 thi-1 hsdR17 supE44 relA1 lac [F' proAB lacIq ZΔM15 Tn10 (Tetr)]. Клетки культивировали в среде LB (ООО «Компания Хеликон», Россия) в шейкер-инкубаторе при 37 °C и 180 об/мин. Для селекции рекомбинантных клонов в среду добавляли ампициллин до конечной концентрации в 100 мкг/мл.

Плазмидный вектор pET-32b(+) (Novagen, США) линеаризовали с помощью рестриктаз NcoI и HindIII (TransGen Biotech, Китай) при 37 °C в течение 1 ч. Синтезированные гены амплифицировали с применением высокоточной ДНК-полимеразы и праймеров, содержащих сайты рестрикции (табл.). Очистку фрагментов ДНК проводили с использованием набора для выделения ДНК из геля (ЗАО «Евроген», Россия). Лигирование осуществляли ферментом Т4 ДНК-лигазой (ЗАО «Евроген», Россия) при молярном соотношении вектора к вставке 1/3 при 14 °C в течение 16 ч.

Комpetентные клетки трансформировали методом теплового шока, после чего добавляли 1 мл среды LB и инкубировали 1 ч при 37 °C. Отбор проводили на чашках с агаризованной средой LB, содержащей 100 мкг/мл ампициллина.

Для первичного скрининга использовали ПЦР с бактериальных колоний. Для этого применяли праймеры, комплементарные участкам, flankирующим место вставки – T7 Promoter (TAA TAC GAC TCA CTA TAG GG) и T7 Terminal (GCT AGT TAT TGC TCA GCG G). Реакцию проводили с использованием Таq-полимеразы (Синтол, Россия). Для подтверждения клонирования выделяли плазмидную ДНК при помощи набора CleanUp S-Cap (ЗАО «Евроген», Россия) и проводили рестрикционный анализ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для экспрессии нуклеокапсидных белков вирусов ЧМЖ и болезни Шмалленберга на основе вектора pET-32b(+) были разработаны генетические конструкции. Последовательности генов, полученные из базы данных GenBank (NC_006383.2 и NC_043582.1), подверглись оптимизации кодонного состава. Схема разработанных векторов представлена на рисунке 1.

После синтеза целевых генов *de novo* они были амплифицированы при помощи высокоточной полимеразы и праймеров, содержащих сайты узнавания рестриктаз. Результаты амплификации отражены на рисунке 2.

Полученные ампликоны были очищены из агарозного геля и подготовлены для дальнейшей рестрикции вместе с вектором. Результаты рестрикции представлены на рисунке 3.

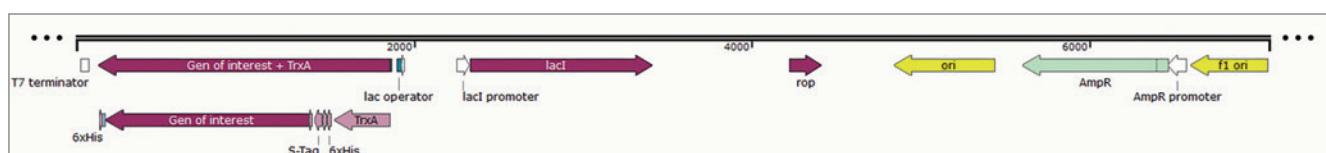


Рис. 1. Схема разработанного вектора на основе плазмиды pET-32b(+): T7 terminator – терминатор транскрипции фага T7; 6xHis – гистидиновый тег; Gen of interest – целевой ген, кодирующий нуклеокапсидный белок вируса ЧМЖ или вируса болезни Шмалленберга; S-Tag – фрагмент рибонуклеазы A; TrxA – тиоредоксиновый тег; Lac operator – оператор lac промотора; LacI promoter – промотор белка lacI; LacI – репрессорный белок; Rop – белок-регулятор репликации плазмиды; Ori – точка начала репликации плазмиды; AmpR – ген устойчивости к ампициллину; AmpR promoter – промотор для гена AmpR. Схема составлена при помощи программы SnapGene¹

Fig. 1. Design of pET-32b(+) plasmid-based vector: T7 terminator – T7 phage transcription terminator; 6xHis – histidine tag; Gen of interest – target gene encoding PPRV or SBV nucleocapsid protein; S-Tag – ribonuclease A fragment; TrxA – thioredoxin tag; Lac operator – lac promoter operator; LacI promoter – promoter of lacI protein; LacI – repressor protein; Rop – plasmid replication regulator; Ori – plasmid origin of replication; AmpR – ampicillin resistance gene; AmpR promoter – AmpR gene promoter. The scheme was constructed using SnapGene software¹

¹<https://www.snapgene.com>

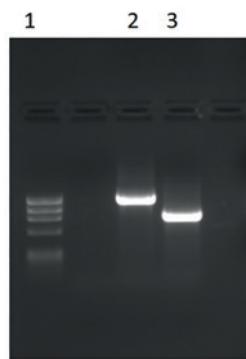


Рис. 2. Результаты амплификации целевых генов вирусов ЧМЖ и болезни Шмалленберга: 1 – маркер молекулярного веса ДНК (310, 603, 872, 1078, 1353 п. о.); 2 – ампликон целевого гена, кодирующего нуклеокапсидный белок вируса ЧМЖ, расчетный размер 1053 п. о.; 3 – ампликон целевого гена, кодирующего нуклеокапсидный белок вируса болезни Шмалленберга, расчетный размер 719 п. о.

Fig. 2. Target PPRV and SBV gene amplification results: 1 – DNA molecular weight marker (310, 603, 872, 1,078, 1,353 bp); 2 – amplicon of the target PPRV nucleocapsid protein-encoding gene, estimated size – 1,053 bp; 3 – amplicon of the target SBV nucleocapsid protein-encoding gene, estimated size – 719 bp



Рис. 3. Рестрикция ампликонов целевых генов и вектора pET-32b(+): 1, 3 – вектор pET-32b(+), обработанный рестриктазами Ncol и HindIII, расчетный размер 5861 п. о.; 2 – ампликон целевого гена, кодирующего нуклеокапсидный белок вируса ЧМЖ и обработанный рестриктазами Ncol и HindIII, расчетный размер 1045 п. о.; 4 – ампликон целевого гена, кодирующего нуклеокапсидный белок вируса болезни Шмалленберга и обработанный рестриктазами Ncol и HindIII, расчетный размер 710 п. о.; 5 – маркер молекулярного веса ДНК (250, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 5000, 6000, 8000, 10 000 п. о.)

Fig. 3. Restriction digestion of target gene amplicons and pET-32b(+) vector: 1, 3 – pET-32b(+) vector, digested with Ncol and HindIII restriction enzymes, estimated size 5,861 bp; 2 – target gene amplicon encoding PPRV nucleocapsid proteins and digested with Ncol and HindIII restriction enzymes, estimated size 1,045 bp; 4 – target gene amplicon encoding SBV nucleocapsid protein and digested with Ncol and HindIII restriction enzymes, estimated size 710 bp; 5 – DNA molecular weight market (250, 500, 750, 1,000, 1,500, 2,000, 2,500, 3,000, 3,500, 4,000, 5,000, 6,000, 8,000, 10,000 bp)

Полученные фрагменты ДНК после очистки и лигирования по липким концам при помощи T4 ДНК-лигазы были использованы для химической трансформации компетентных клеток *E. coli* штамма XL-1 Blue. Наличие вставки в клонах трансформантов проверяли при помощи ПЦР с колоний с применением праймеров, flankирующих область вставки. Результаты представлены на рисунке 4.

После наработки необходимого количества плазмидной ДНК, содержащей вставки целевых генов, был проведен рестрикционный анализ. Результаты отражены на рисунке 5.

Таким образом, были получены два рекомбинантных плазмидных вектора на основе плазмиды pET-32b(+). Они содержат кодон-оптимизированные последовательности, кодирующие нуклеокапсидные белки вирусов ЧМЖ и болезни Шмалленберга.

Необходимо отметить, что экспрессия кодон-оптимизированных генов в прокариотических системах, таких как *E. coli*, обладает рядом ключевых преимуществ, обусловленных особенностями трансляционного аппарата бактерий.

Во-первых, частота использования кодонов у прокариот существенно отличается от таковой у эукариот, что может приводить к дефициту соответствующих тРНК и, как следствие, к задержкам в трансляции, не-правильному сворачиванию белка или его преждевременной терминации. Кодон-оптимизация позволяет адаптировать нуклеотидную последовательность гена под предпочтительные кодоны организма-хозяина, тем самым увеличивая скорость и эффективность трансляции [26].

Во-вторых, это способствует повышению выхода рекомбинантного белка за счет снижения вероятности образования вторичных структур мРНК, которые могут препятствовать движению рибосомы.

В-третьих, оптимизация кодонного состава минимизирует риск включения аминокислотных ошибок, которые могут возникать при использовании редких кодонов из-за ошибочного связывания с неканоническими тРНК. Кроме того, в случае экспрессии гетерологичных белков (например, человеческих) в *E. coli* кодон-оптимизация часто необходима для достижения физиологически значимых уровней продукции, поскольку исходные последовательности могут содержать множественные редкие для бактерий кодоны. Таким образом, применение кодон-оптимизированных генов в прокариотических системах экспрессии является важным инструментом для увеличения выхода, стабильности и функциональности рекомбинантных белков, что особенно актуально для биотехнологических и биофармацевтических применений [27].

Такие опасные болезни животных, как ЧМЖ и болезнь Шмалленберга, учитывая их текущее распространение, продолжают быть актуальными. Международное сотрудничество и торговля мелким и крупным рогатым скотом создают условия для переноса возбудителей данных болезней. В настоящее время в Российской Федерации идет активная программа импортозамещения в сфере медицины и ветеринарии, в частности в области разработки и производства диагностических тест-систем, что обусловлено отсутствием качественных отечественных аналогов. Отсюда вытекает проблема своевременной и качественной диагностики с использованием собственного технологического арсенала. Отечественными производителями разработано

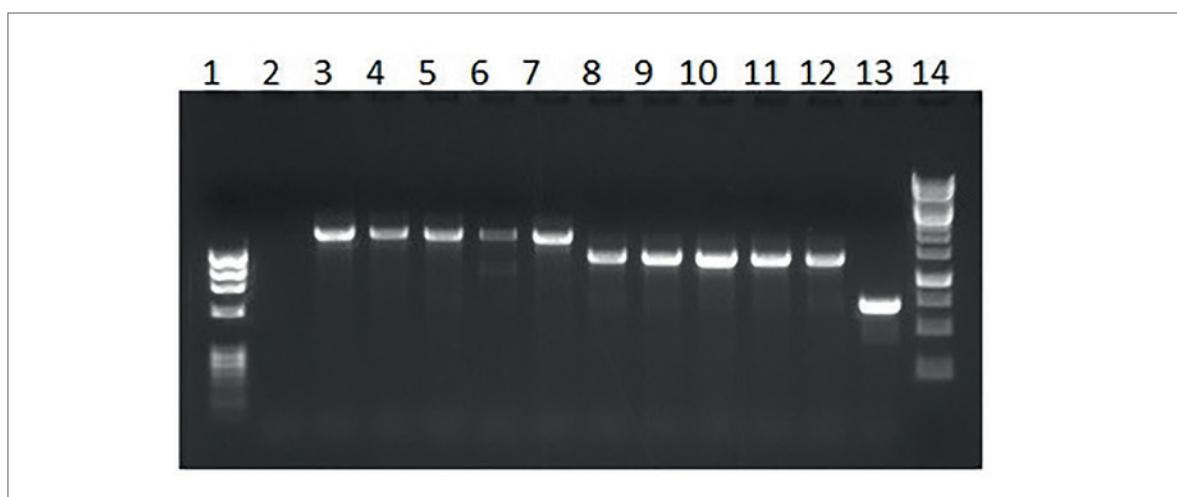


Рис. 4. Скрининг клонов на наличие плазмида со вставкой целевого гена: 1 – маркер молекулярного веса ДНК (310, 603, 872, 1078, 1353 п. о.); 2 – отрицательный контроль ПЦР; 3–7 – клоны, содержащие плазмиду pET-32b(+) с геном, кодирующим нуклеокапсидный белок вируса ЧМЖ, расчетный размер 1876 п. о.; 8–12 – клоны, содержащие плазмиду pET-32b(+) с геном, кодирующим нуклеокапсидный белок вируса болезни Шмалленберга, расчетный размер 1653 п. о.; 13 – положительный контроль ПЦР (вектор pET-32b(+) без вставки); 14 – маркер молекулярного веса ДНК (250, 500, 750, 1,000, 1,500, 2,000, 2,500, 3,000, 3,500, 4,000, 5,000, 6,000, 8,000, 10 000 п. о.).

Fig. 4. Screening clones for target gene-containing plasmid inserts: 1 – DNA molecular weight marker (310, 603, 872, 1,078, 1,353 bp); 2 – negative PCR control; 3–7 – clones containing pET-32b(+) plasmid with PPRV nucleocapsid protein-encoding gene, estimated size 1,876 bp; 8–12 – clones containing pET-32b(+) plasmid with SBV nucleocapsid protein-encoding gene, estimated size 1,653 bp; 13 – positive PCR control (insertion-free pET-32b(+) vector); 14 – DNA molecular weight marker (250, 500, 750, 1,000, 1,500, 2,000, 2,500, 3,000, 3,500, 4,000, 5,000, 6,000, 8,000, 10,000 bp)

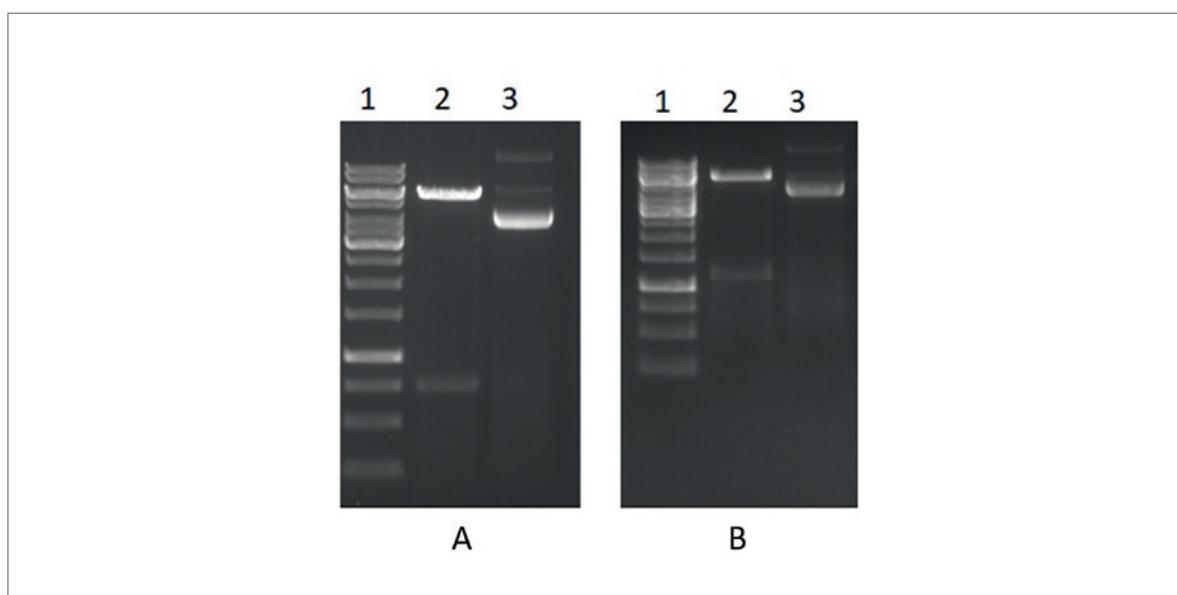


Рис. 5. Результаты рестрикционного анализа рекомбинантных плазмид, выделенных из клонов, положительных после скрининга. А: 1 – маркер молекулярного веса ДНК (250, 500, 750, 1,000, 1,500, 2,000, 2,500, 3,000, 3,500, 4,000, 5,000, 6,000, 8,000, 10 000 п. о.); 2 – плазмида, содержащая ген нуклеокапсидного белка вируса болезни Шмалленберга и обработанная рестриктазами Ncol и HindIII, расчетный размер 5861 и 785 п. о.; 3 – отрицательный контроль, плазмида, не обработанная рестриктазами; В: 1 – маркер молекулярного веса ДНК (250, 500, 750, 1,000, 1,500, 2,000, 2,500, 3,000, 3,500, 4,000, 5,000, 6,000, 8,000, 10,000 bp); 2 – плазмида, содержащая ген нуклеокапсидного белка вируса ЧМЖ и обработанная рестриктазами Ncol и HindIII, расчетный размер 5861 и 1202 п. о.; 3 – отрицательный контроль, плазмида, не обработанная рестриктазами

Fig. 5. Results of the restriction analysis of recombinant plasmids isolated from screening-positive clones. A: 1 – DNA molecular weight marker (250, 500, 750, 1,000, 1,500, 2,000, 2,500, 3,000, 3,500, 4,000, 5,000, 6,000, 8,000, 10,000 bp); 2 – plasmid containing SBV nucleocapsid protein gene and digested with Ncol and HindIII restriction enzymes, estimated size 5,861 and 785 bp; 3 – negative control plasmid not digested with restriction enzymes; B: 1 – DNA molecular weight marker (250, 500, 750, 1,000, 1,500, 2,000, 2,500, 3,000, 3,500, 4,000, 5,000, 6,000, 8,000, 10,000 bp); 2 – plasmid containing PPRV nucleocapsid protein gene and digested with Ncol and HindIII restriction enzymes, estimated size 5,861 and 1,202 bp; 3 – negative control plasmid not digested with restriction enzymes

множество иммуноферментных тест-систем, основанных на применении нативных антигенов. Но такие системы достаточно часто могут демонстрировать неспецифичные результаты. Рекомбинантные белки, в свою очередь, перед нативными антигенами демонстрируют значительные преимущества, среди которых более высокая чистота препарата, воспроизводимость результатов и возможность получения больших объемов материала. К тому же иммуноферментные тест-системы на основе рекомбинантных белков являются более безопасными для персонала ввиду отсутствия необходимости наработки инфекционного материала в больших количествах для получения препарата вирусного антигена.

Необходимо отметить, что существует ряд ограничений для серологической диагностики ЧМЖ. Это связано с особенностями течения болезни. Зачастую гибель заболевших животных наступает раньше, чем успевают выработать вирусспецифические антитела. Таким образом, наиболее подходящим для экстренного тестирования животных является прямой вариант ИФА. При этом непрямой вариант, в том числе и на основе рекомбинантных антигенов, позволяет отслеживать вакцинированных, переболевших и иммунных животных, например, при мониторинговых исследованиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Следует отметить, что технологии ИФА на основе рекомбинантных белков продолжают эволюционировать, позволяя повышать чувствительность и специфичность тестов, тем самым открывая новые возможности для лабораторной диагностики и фундаментальных исследований. Особое внимание следует уделить оптимизации условий экспрессии, очистки и конъюгации белков, что напрямую влияет на качество конечного диагностического продукта.

Важным преимуществом ИФА на основе рекомбинантных белков является то, что, если вирус по тем или иным причинам невозможно культивировать, при условии доступности генной последовательности можно быстро реагировать на появляющиеся новые вирусные штаммы существующих патогенов. Кроме того, полученные рекомбинантные антигены можно использовать для получения полигенных и моноклональных антител и разработки соответствующих вакцин.

Дальнейшее совершенствование технологии создания рекомбинантных белков будет способствовать развитию ветеринарной медицины и повышению эффективности диагностики инфекционных болезней.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Kumar N., Maherchandani S., Kashyap S. K., Singh S. V., Sharma S., Chaubey K. K., Ly H. Peste des petits ruminants virus infection of small ruminants: A comprehensive review. *Viruses*. 2014; 6 (6): 2287–2327. <https://doi.org/10.3390/v6062287>
- Das A., Mahanta D., Choudhury F. A., Barua A., Talukdar M. J. Peste des petits ruminants: A comprehensive overview. *The Pharma Innovation Journal*. 2022; 11 (9S): 776–782. <https://www.thepharmajournal.com/archives/2022/vol11issue9S/PartJ/S-11-8-235-850.pdf>
- Закутский Н. И., Балышев В. М., Кнize А. В., Гузалова А. Г., Юрков С. Г. Чума мелких жвачных животных (современное состояние, эпизоотология, специфическая профилактика и меры борьбы). *Научный журнал КубГАУ*. 2012; (83). <http://ej.kubagro.ru/2012/09/pdf/31.pdf>
- Калантаенко Ю. Ф., Михалкин И. П., Балышев В. М., Коломыцев А. А., Горшкова Т. Ф., Сурков В. Б. Чума мелких жвачных – распространение, диагностика и профилактика. *Ветеринарная патология*. 2007; (2): 38–43. <https://elibrary.ru/ozejed>
- Мищенко А. В., Мищенко В. А., Черных О. Ю., Шевкопляс В. Н., Кривонос Р. А., Лысенко А. А., Чернов А. Н. Эпизоотические особенности чумы мелких жвачных животных. *Ветеринарный врач*. 2018; (6): 40–47. <https://elibrary.ru/yqvekl>
- Baron M. D., Diallo A., Lancelot R., Libeau G. Peste des petits ruminants virus. *Advances in Virus Research*. 2016; 95: 1–42. <https://doi.org/10.1016/bs.aivir.2016.02.001>
- Середа А. Д., Морозова Д. Ю., Иматдинов А. Р., Лыска В. М., Живодеров С. П., Сливко И. А., Луницин А. В. Конструирование тест-систем на основе рекомбинантного нуклеокапсидного белка для серодиагностики чумы мелких жвачных. *Сельскохозяйственная биология*. 2019; 54 (6): 1225–1235. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2019.6.1225rus>
- Вавилова Н. В., Щербаков А. В. Применение рекомбинантного нуклеокапсидного белка в непрямом варианте ИФА для выявления антител к вирусу чумы мелких жвачных. *Ветеринарная патология*. 2006; (4): 76–78. <https://elibrary.ru/oedr>
- Морозова Д. Ю., Иматдинов А. Р., Живодеров С. П., Титов И. А., Лыска В. М., Луницин А. В., Середа А. Д. Получение рекомбинантного нуклеокапсидного белка вируса чумы мелких жвачных для применения в серодиагностике. *Сельскохозяйственная биология*. 2019; 54 (2): 337–346. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2019.2.337rus>
- Yadav V., Balamurugan V., Bhanuprakash V., Sen A., Bhannot V., Venkatesan G., et al. Expression of peste des petits ruminants virus nucleocapsid protein in prokaryotic system and its potential use as a diagnostic antigen or immunogen. *Journal of Virological Methods*. 2009; 162 (1–2): 56–63. <https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2009.07.014>
- Zhang G.-R., Zeng J.-Y., Zhu Y.-M., Dong S.-J., Zhu S., Yu R.-S., et al. Development of an indirect ELISA with artificially synthesized N protein of PPR virus. *Intervirology*. 2012; 55 (1): 12–20. <https://doi.org/10.1159/000322220>
- Libeau G., Préhaud C., Lancelot R., Colas F., Guerre L., Bishop D. H. L., Diallo A. Development of a competitive ELISA for detecting antibodies to the peste des petits ruminants virus using a recombinant nucleoprotein. *Research in Veterinary Science*. 1995; 58 (1): 50–55. [https://doi.org/10.1016/0034-5288\(95\)90088-8](https://doi.org/10.1016/0034-5288(95)90088-8)
- Choi K.-S., Nah J.-J., Ko Y.-J., Kang S.-Y., Jo N.-I. Rapid competitive enzyme-linked immunosorbent assay for detection of antibodies to peste des petits ruminants virus. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology*. 2005; 12 (4): 542–547. <https://doi.org/10.1128/CDLI.12.4.542-547.2005>
- Бурова О. А., Захарова О. И., Торопова Н. Н., Лискова Е. А., Яшин И. В., Блохин А. А. Болезнь Шмалленберга: обзор литературы и эпизоотическая ситуация в мире и России. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2022; 23 (1): 7–15. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.1.7-15>
- Макаров В. В., Гулюкин М. И., Львов Д. К. Зоопатогенные ортобуньявирусы (*Orthobunyavirus*, *Bunyaviridae*). *Вопросы вирусологии*. 2016; 61 (2): 53–58. <https://doi.org/10.18821/0507-4088-2016-61-2-53-58>
- Bréard E., Lara E., Comtet L., Viarouge C., Doceul V., Desprat A., et al. Validation of a commercially available indirect ELISA using a nucleocapside recombinant protein for detection of Schmallenberg virus antibodies. *PLoS ONE*. 2013; 8 (1): e53446. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0053446>
- Lazutka J., Zvirbliene A., Dalgediene I., Petraityte-Burneikiene R., Spakova A., Sereika V., et al. Generation of

- recombinant Schmallenberg virus nucleocapsid protein in yeast and development of virus-specific monoclonal antibodies. *Journal of Immunology Research*. 2014; 2014:160316. <https://doi.org/10.1155/2014/160316>
18. Zhang Y., Wu S., Wang J., Wernike K., Lv J., Feng C., et al. Expression and purification of the nucleocapsid protein of Schmallenberg virus, and preparation and characterization of a monoclonal antibody against this protein. *Protein Expression and Purification*. 2013; 92 (1): 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.pep.2013.08.012>
 19. Кухаркина О. В., Борисова О. А. Болезнь Шмалленберга (обзор). *Труды Федерального центра охраны здоровья животных*. 2014; 12: 86–102. <https://elibrary.ru/sysyff>
 20. Спрыгин А. В., Кононов А. В., Бабин Ю. Ю., Мищенко В. А. Болезнь Шмалленберга: молекулярно-биологические особенности и клиническая картина (обзор). *Сельскохозяйственная биология*. 2012; (6): 24–34. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2012.6.24rus>
 21. Луцицин А. В., Сальников Н. И., Никитина Е. Г., Цыбанов С. Ж., Колбасов Д. В. Болезнь Шмалленберга – новое заболевание квачных в Европе. *Ветеринария*. 2012; (4): 23–26. <https://elibrary.ru/ownuxr>
 22. Varela M., Schnettler E., Caporale M., Murgia C., Barry G., McFarlane M., et al. Schmallenberg virus pathogenesis, tropism and interaction with the innate immune system of the host. *PLoS Pathogens*. 2013; 9 (1): e1003133. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1003133>
 23. Collins Á. B., Doherty M. L., Barrett D. J., Mee J. F. Schmallenberg virus: a systematic international literature review (2011–2019) from an Irish perspective. *Irish Veterinary Journal*. 2019; 72:9. <https://doi.org/10.1186/s13620-019-0147-3>
 24. Fan K., Li Y., Chen Z., Fan L. GenRCA: a user-friendly rare codon analysis tool for comprehensive evaluation of codon usage preferences based on coding sequences in genomes. *BMC Bioinformatics*. 2024; 25 (1):309. <https://doi.org/10.1186/s12859-024-05934-z>
 25. Okonechnikov K., Golosova O., Fursov M, the UGENE team. Unipro UGENE: a unified bioinformatics toolkit. *Bioinformatics*. 2012; 28 (8): 1166–1167. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bts091>
 26. Elena C., Ravasi P., Castelli M. E., Peirú S., Menzella H. G. Expression of codon optimized genes in microbial systems: current industrial applications and perspectives. *Frontiers in Microbiology*. 2014; 5:21. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00021>
 27. Menzella H. G. Comparison of two codon optimization strategies to enhance recombinant protein production in *Escherichia coli*. *Microbial Cell Factories*. 2011; 10:15. <https://doi.org/10.1186/1475-2859-10-15>
- REFERENCES**
1. Kumar N., Maherchandani S., Kashyap S. K., Singh S. V., Sharma S., Chaubey K. K., Ly H. Peste des petits ruminants virus infection of small ruminants: A comprehensive review. *Viruses*. 2014; 6 (6): 2287–2327. <https://doi.org/10.3390/v6062287>
 2. Das A., Mahanta D., Choudhury F. A., Barua A., Talukdar M. J. Peste des petits ruminants: A comprehensive overview. *The Pharma Innovation Journal*. 2022; 11 (9S): 776–782. <https://www.thepharmajournal.com/archives/2022/vol11issue9S/PartJ/S-11-8-235-850.pdf>
 3. Zakutskiy N. I., Balyshov V. M., Kneize A. V., Gouzalova A. G., Yurkov S. G. Peste des petits ruminants (contemporary situation, epizootiology, specific prophylaxis and control measures). *Scientific Journal of KubSAU*. 2012; (83). <http://ej.kubagro.ru/2012/09/pdf/31.pdf> (in Russ.)
 4. Kalantaenko Yu. F., Mikhalkin I. P., Balyshov V. M., Kolomytsev A. A., Gorshkova T. F., Surkov V. B. Chuma melkikh zhvachnykh – rasprostranenie, diagnostika i profilaktika = Peste des petits ruminants – spread, diagnosis and prevention. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2007; (2): 38–43. <https://elibrary.ru/ozejed> (in Russ.)
 5. Mishchenko A. V., Mishchenko V. A., Chernykh O. Yu., Shevkoplyas V. N., Krivonos R. A., Lysenko A. A., Chernov A. N. Episodic characteristics of small ruminants pest. *The Veterinarian*. 2018; (6): 40–47. <https://elibrary.ru/yqvekl> (in Russ.)
 6. Baron M. D., Diallo A., Lancelot R., Libeau G. Peste des petits ruminants virus. *Advances in Virus Research*. 2016; 95: 1–42. <https://doi.org/10.1016/bs.aivir.2016.02.001>
 7. Sereda A. D., Morozova D. Yu., Imatdinov A. R., Lyska V. M., Zhivodvorov S. P., Slivko I. A., Lunitsyn A. V. Development of test systems using a recombinant nucleocapsid viral protein for serodiagnosis of peste des petits ruminants. *Agricultural Biology*. 2019; 54 (6): 1225–1235. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2019.6.1225eng>
 8. Vavilova N. V., Scherbakov A. V. The use of the recombinant nucleocapsid protein in the indirect ELISA aimed at the detection of antibodies against the virus of peste des petits ruminants. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2006; (4): 76–78. <https://elibrary.ru/oedrer> (in Russ.)
 9. Morozova D. Yu., Imatdinov A. R., Zhivodvorov S. P., Titov I. A., Lyska V. M., Lunitsyn A. V., Sereda A. D. Obtaining recombinant nucleocapsid protein of PPR virus for disease serodiagnostic. *Agricultural Biology*. 2019; 54 (2): 337–346. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2019.2.337eng>
 10. Yadav V., Balamurugan V., Bhanuprakash V., Sen A., Bhanot V., Venkatesan G., et al. Expression of peste des petits ruminants virus nucleocapsid protein in prokaryotic system and its potential use as a diagnostic antigen or immunogen. *Journal of Virological Methods*. 2009; 162 (1–2): 56–63. <https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2009.07.014>
 11. Zhang G.-R., Zeng J.-Y., Zhu Y.-M., Dong S.-J., Zhu S., Yu R.-S., et al. Development of an indirect ELISA with artificially synthesized N protein of PPR virus. *Intervirology*. 2012; 55 (1): 12–20. <https://doi.org/10.1159/000322220>
 12. Libeau G., Préaud C., Lancelot R., Colas F., Guerre L., Bishop D. H. L., Diallo A. Development of a competitive ELISA for detecting antibodies to the peste des petits ruminants virus using a recombinant nucleoprotein. *Research in Veterinary Science*. 1995; 58 (1): 50–55. [https://doi.org/10.1016/0034-5288\(95\)90088-8](https://doi.org/10.1016/0034-5288(95)90088-8)
 13. Choi K.-S., Nah J.-J., Ko Y.-J., Kang S.-Y., Jo N.-I. Rapid competitive enzyme-linked immunosorbent assay for detection of antibodies to peste des petits ruminants virus. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology*. 2005; 12 (4): 542–547. <https://doi.org/10.1128/CDLI.12.4.542-547.2005>
 14. Burova O. A., Zakhарова О. I., Toropova N. N., Liskova E. A., Yashin I. V., Blokhin A. A. Schmallenberg disease: literature review and epizootic situation in the world and in Russia. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2022; 23 (1): 7–15. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.1.7-15> (in Russ.)
 15. Makarov V. V., Guliukin M. I., Lvov D. K. Zoopathogenic orthobuniviruses (*Orthobunyavirus*, *Bunyaviridae*). *Problems of Virology*. 2016; 61 (2): 53–58. <https://doi.org/10.18821/0507-4088-2016-61-2-53-58> (in Russ.)
 16. Bréard E., Lara E., Comtet L., Viarouge C., Doceul V., Desprat A., et al. Validation of a commercially available indirect ELISA using a nucleocapside recombinant protein for detection of Schmallenberg virus antibodies. *PLoS ONE*. 2013; 8 (1): e53446. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0053446>
 17. Lazutka J., Zvirbliene A., Dalgediene I., Petraityte-Burneikiene R., Spakova A., Sereika V., et al. Generation of recombinant Schmallenberg virus nucleocapsid protein in yeast and development of virus-specific monoclonal antibodies. *Journal of Immunology Research*. 2014; 2014:160316. <https://doi.org/10.1155/2014/160316>

18. Zhang Y., Wu S., Wang J., Wernike K., Lv J., Feng C., et al. Expression and purification of the nucleocapsid protein of Schmallenberg virus, and preparation and characterization of a monoclonal antibody against this protein. *Protein Expression and Purification*. 2013; 92 (1): 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.pep.2013.08.012>
19. Kukharkina O. V., Borisova O. A. Schmallenberg disease (review). *Proceedings of the Federal Centre for Animal Health*. 2014; 12: 86–102. <https://elibrary.ru/sysyff> (in Russ.)
20. Sprygin A. V., Kononov A. V., Babin Yu. Yu., Mishchenko V. A. Schmallenberg virus disease: molecular biology and clinical presentation (review). *Agricultural Biology*. 2012; (6): 24–34. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2012.6.24rus> (in Russ.)
21. Lunicin A. V., Salnikov N. I., Nikitina E. G., Tcybanov S. Zh., Kolbasov D. V. A new disease of ruminants in Europe – disease Schmallenberg. *Veterinariya*. 2012; (4): 23–26. <https://elibrary.ru/ownuxr> (in Russ.)
22. Varela M., Schnettler E., Caporale M., Murgia C., Barry G., McFarlane M., et al. Schmallenberg virus pathogenesis, tropism and interaction with the innate immune system of the host. *PLoS Pathogens*. 2013; 9 (1): e1003133. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1003133>
23. Collins Á. B., Doherty M. L., Barrett D. J., Mee J. F. Schmallenberg virus: a systematic international literature review (2011–2019) from an Irish perspective. *Irish Veterinary Journal*. 2019; 72:9. <https://doi.org/10.1186/s13620-019-0147-3>
24. Fan K., Li Y., Chen Z., Fan L. GenRCA: a user-friendly rare codon analysis tool for comprehensive evaluation of codon usage preferences based on coding sequences in genomes. *BMC Bioinformatics*. 2024; 25 (1):309. <https://doi.org/10.1186/s12859-024-05934-z>
25. Okonechnikov K., Golosova O., Fursov M, the UGENE team. Unipro UGENE: a unified bioinformatics toolkit. *Bioinformatics*. 2012; 28 (8): 1166–1167. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bts091>
26. Elena C., Ravasi P., Castelli M. E., Peirú S., Menzella H. G. Expression of codon optimized genes in microbial systems: current industrial applications and perspectives. *Frontiers in Microbiology*. 2014; 5:21. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00021>
27. Menzella H. G. Comparison of two codon optimization strategies to enhance recombinant protein production in *Escherichia coli*. *Microbial Cell Factories*. 2011; 10:15. <https://doi.org/10.1186/1475-2859-10-15>

Поступила в редакцию / Received 07.08.2025

Поступила после рецензирования / Revised 17.09.2025

Принята к публикации / Accepted 15.10.2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Тенитилов Никита Алексеевич, аспирант, ветеринарный врач лаборатории молекулярных и генетических исследований ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0009-0008-7885-8185>, tenitilov@arriah.ru

Nikita A. Tenitilov, Postgraduate Student, Veterinarian, Molecular and Genetic Research Laboratory, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0009-0008-7885-8185>, tenitilov@arriah.ru

Ярыгина Наталья Анатольевна, аспирант, ветеринарный врач лаборатории молекулярных и генетических исследований ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0009-0007-9625-9971>, yarygina@arriah.ru

Natalya A. Yarygina, Postgraduate Student, Veterinarian, Molecular and Genetic Research Laboratory, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0009-0007-9625-9971>, yarygina@arriah.ru

Спрыгин Александр Владимирович, доктор биологических наук, заведующий лабораторией молекулярных и генетических исследований, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-5982-3675>, sprygin@arriah.ru

Alexander V. Sprygin, Dr. Sci. (Biology), Head of Laboratory for Molecular and Genetic Research, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-5982-3675>, sprygin@arriah.ru

Вклад авторов: Тенитилов Н. А. – подготовка текста статьи, проведение поисково-аналитической работы, проведение эксперимента; Ярыгина Н. А. – подготовка текста статьи, проведение поисково-аналитической работы; Спрыгин А. В. – научное консультирование, дизайн эксперимента, редактирование статьи, утверждение окончательного варианта.

Contribution of the authors: Tenitilov N. A. – text preparation, information search and analysis, experimentation; Yarygina N. A. – text preparation, information search and analysis; Sprygin A. V. – scientific guidance, experimental design, paper editing, final approval.



<https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-383-390>
УДК 619:616-085.37:631.145:636.4:615.37

Изменение иммунологических показателей крови у поросят на доращивании под воздействием биологически активной добавки на основе лизата бактерий

Э. Ф. Садыхов, С. В. Федотов

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева),
ул. Тимирязевская, 49, г. Москва, 127434, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Современное свиноводство в России демонстрирует стабильный рост, который сопровождается внедрением новых технологий, направленных на увеличение продуктивности и снижение зависимости от антибиотиков. Это вызывает повышенный интерес к биологически активным препаратам, обладающим иммуностимулирующими и иммуномодулирующими свойствами. Множество исследований подтверждают их положительное влияние на кишечную микрофлору, иммунный статус и общую продуктивность животных. Однако морфофункциональные и биохимические аспекты действия этих средств остаются недостаточно изученными, что подчеркивает необходимость дальнейших исследований в этой области.

Цель исследования. На основе анализа существующей литературы и экспериментальных данных обосновать целесообразность использования препарата «Иммбаклиз С», обладающего иммуномодулирующими свойствами, для поросят в период их доращивания.

Материалы и методы. Исследовали 60 образцов биологического материала (крови), полученного от поросят на доращивании в апреле – июле 2024 г. на свиноводческом комплексе промышленного типа, расположенному на территории Коломенского городского округа Московской области. Исследования проводились методами иммуноферментного анализа, проточной цитометрии, микроскопии. Обработка данных осуществлялась с использованием пакета статистического анализа Statistica v.13.0.

Результаты. Курсовое введение препарата «Иммбаклиз С» поросятам на доращивании в возрасте 22–113 сут обусловило статистически значимое повышение показателей клеточного и гуморального звеньев иммунной системы, включая увеличение абсолютного и относительного содержания Т- и В-лимфоцитов, фагоцитарной активности нейтрофилов, а также концентрации иммуноглобулинов классов G и M, что указывает на активацию специфических и неспецифических механизмов иммунной защиты.

Заключение. Динамика показателей в течение исследуемого периода свидетельствует о накопительном эффекте препарата, особенно в отношении относительного содержания В-лимфоцитов и уровня IgM, что может указывать на его пролонгированное воздействие при многократном применении. Полученные данные позволяют рассматривать «Иммбаклиз С» как эффективное средство иммунопрофилактики, потенциально пригодное для включения в ветеринарные схемы оздоровления и профилактики иммунодефицитных состояний у молодняка свиней, выращиваемого в условиях интенсивных технологий.

Ключевые слова: ремонтные свинки, иммунитет, иммуномодуляторы, иммуностимуляторы, «Иммбаклиз С», Т- и В-лимфоциты, иммуноглобулины, фагоцитоз

Благодарности: Исследование проведено в рамках договора от 11 апреля 2024 г. № 23/24 на выполнение научно-исследовательских работ по изучению препарата «Иммбаклиз С», заключенного между ООО «НИТА-ФАРМ» и ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева. Коллектив авторов выражает признательность руководству ООО «НИТА-ФАРМ» (г. Саратов) и ООО СПК «Машкино» (г. Коломна) за помощь в организации и проведении исследований. Авторы признательны всем исследователям, участвовавшим на разных этапах реализации этой работы.

Для цитирования: Садыхов Э. Ф., Федотов С. В. Изменение иммунологических показателей крови у поросят на доращивании под воздействием биологически активной добавки на основе лизата бактерий. *Ветеринария сегодня*. 2025; 14 (4): 383–390. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-383-390>

Конфликт интересов: Федотов С. В. является членом редколлегии журнала «Ветеринария сегодня», но никакого отношения к решению опубликовать эту статью не имеет. Рукопись прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Для корреспонденции: Федотов Сергей Васильевич, д-р вет. наук, профессор, заведующий кафедрой ветеринарной медицины ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, ул. Пасечная, 2, г. Москва, 127550, Россия, serfv@mail.ru

Effect of bacterial lysate-based bioactive supplement on immunological blood parameters in grower pigs

Eduard F. Sadikhov, Sergei V. Fedotov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ul. Timiryazevskaya, 49, Moscow 127434, Russia

ABSTRACT

Introduction. Modern pig farming in Russia is showing steady growth, which is accompanied by the introduction of new technologies aimed at increasing productive performance and reducing dependence on antibiotics. This causes increased interest in biologically active products with immunostimulatory and immunomodulatory properties. Multiple studies confirm their positive effect on the intestinal microflora, immune status and overall productive performance of animals. However, the morphofunctional and biochemical aspects of the action of these agents remain understudied, which highlights the necessity of further research in this field.

© Садыхов Э. Ф., Федотов С. В., 2025

Objective. To justify the expediency of using immunomodulatory drug Immbaclys S for pigs during grower stage based on the analysis of the published resources and experimental data.

Materials and methods. Sixty biological samples (blood) collected from grower pigs on the commercial pig farm in Kolomna Municipal Okrug, Moscow Oblast in April – July 2024 were studied. The samples were tested using enzyme-linked immunosorbent assay, flow cytometry, and microscopy. The data was processed using the statistical analysis software Statistica v.13.0.

Results. Course administration of Immbaclys S to grower pigs (22–113 days old) induced statistically significant enhancements in cellular and humoral immunity markers, including elevated T- and B-lymphocyte counts, neutrophil phagocytosis, and IgG/IgM levels, demonstrating activation of immune defense pathways.

Conclusion. The dynamics of the parameters throughout the study period indicate a cumulative effect of the drug, particularly with respect to the relative count of B-lymphocytes and the level of IgM, which may suggest its prolonged action upon repeated administration. These findings position Immbaclys S as an effective immunoprophylactic agent with potential for incorporation into veterinary health programs to control and prevent immunodeficiency in intensively reared young pigs.

Keywords: replacement gilts, immunity, immunomodulators, immunostimulators, Immbaclys C, T- and B-lymphocytes, immunoglobulins, phagocytosis

Acknowledgements: The study was performed under the Agreement of 11 April 2024 No. 23/24 for the implementation of research aimed to study of Immbaclys S, signed between NITA-FARM company and the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. The authors acknowledge with gratitude the support from the management of NITA-FARM (Saratov) and Mashkino SPK (Kolomna) in the organization and execution of this study. The authors acknowledge all researchers for their contributions to different phases of this study.

For citation: Sadikhov E. F., Fedotov S. V. Effect of bacterial lysate-based bioactive supplement on immunological blood parameters in grower pigs. *Veterinary Science Today*. 2025; 14 (4): 383–390. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-383-390>

Conflict of interests: Fedotov S. V. is a member of the editorial board of „Veterinary Science Today“ journal, however, he was not involved in the decision to publish this article. The manuscript has passed the journal's standard peer-review procedure. The authors declare no obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this paper.

For correspondence: Sergei V. Fedotov, Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Professor, Head of the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ul. Pasechnaya, 2, Moscow 127550, Russia, serv@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ

Современное промышленное свиноводство в России демонстрирует устойчивый рост, сопровождающийся внедрением технологий, направленных на повышение продуктивности и снижение антибиотикозависимости. Это обуславливает растущий интерес к биологически активным препаратам с иммуностимулирующим и иммуномодулирующим действием [1, 2]. Многочисленные исследования подтверждают их положительное влияние на состояние кишечной микрофлоры, иммунный статус и продуктивность свиней [3, 4, 5]. Однако в большинстве работ остаются недостаточно раскрытыми морфофункциональные и биохимические аспекты действия таких средств, а различие в составах препаратов требует систематизированного подхода к их применению [6].

Россия занимает лидирующие позиции в мировом производстве свинины: по итогам 2023 г. прирост в сельскохозяйственных предприятиях в живом весе достиг 340 тыс. тонн, что на 6,5% превышает показатели предыдущего года [1]. Развитию отрасли способствуют вертикально интегрированные холдинги и экологически ориентированные технологии, внедряемые крупнейшими аграрными структурами [7]. Существенную роль играет реализуемая с 2018 г. государственная поддержка, направленная на модернизацию производства, снижение экологической нагрузки и повышение эффективности [1, 2].

Перспективы отрасли связаны с внедрением экологичных технологий, расширением экспортных направлений и поддержкой малых форм хозяйствования

[2, 8]. Особую актуальность приобретает разработка и внедрение препаратов с иммуностимулирующим и иммуномодулирующим действием, альтернативных антибиотикам, включая иммунотропные и иные биологически активные соединения [4, 9].

Цель настоящей работы – на основании анализа литературных данных и экспериментального материала обосновать эффективность применения препарата иммуномодулирующего действия «Иммбаклиз С» в отношении поросят на доращивании. Задачи исследования – провести экспериментальную оценку иммуномодулирующего действия препарата «Иммбаклиз С» и определить его влияние на иммунологические показатели крови поросят.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось в условиях свиноводческого комплекса промышленного типа на территории Московской области Коломенского городского округа п. Индустря в период с апреля по июль 2024 г. В опыт было включено 60 поросят на доращивании, отобранных по принципу аналогов: метисы породы ландрас и крупная белая, самки, возраст 22–113 сут, вес 7–48 кг. Все животные были выращены на территории ООО СПК «Машкино», во время исследования не перемещались и находились в стандартных условиях содержания. Животные были разделены на две группы по 30 гол.: контрольную и опытную. В обеих группах свинкам обеспечивались идентичные условия содержания, включая зоогигиенические параметры, кормление, ветеринарное сопровождение и режимы освещения [10]. Опытная

группа получала в рацион препарат «Иммбаклиз С» – биологически активную добавку с выраженным иммуномодулирующим и пробиотическим действием.

«Иммбаклиз С» (правообладатель; владелец регистрационного удостоверения ООО «НИТА-ФАРМ») – иммунотропное средство, иммуномодулятор (фармакотерапевтическая группа; код ATX-классификации, рекомендованной Всемирной организацией здравоохранения: другие иммуномодуляторы); гранулы, покрытые оболочкой, с модифицированным высвобождением для орального применения; в 1 г в качестве действующего вещества содержит белковолипополисахаридный комплекс антигенов, полученный из лизата бактерий *Bordetella bronchiseptica*, *Haemophilus parasuis*, *Streptococcus suis* – 10 мг, а также вспомогательные вещества: глутамат натрия, D-маннит, пропилгаллат, макрогола цетостеариловый эфир (полиэтиленгликоль-25-цетостеариловый эфир), сахар, повидон К-30, краситель пищевой хинолиновый желтый (E104), мел.

Вещество вводилось в соответствии с инструкцией производителя (0,6 г на 1 кг корма) в дозировке, рассчитанной на массу тела животного, ежедневно в течение каждого курса. Контрольная группа получала стандартный рацион без введения каких-либо дополнительных средств. Схема проведения эксперимента включала три повторяющихся курса: I курс – апрель – май, II курс – май – июнь, III курс – июнь – июль 2024 г. Каждый курс длился 14 дней с интервалами в 21 день. В каждом из трех курсов проводился четырехкратный забор крови из яремной вены: 0-й день – до начала применения препарата, 8-й день – на стадии становления иммунного ответа, 15-й день – на пике терапевтического действия, 22-й день – по завершении курса. Лабораторные исследования крови выполнялись на кафедре ветеринарной медицины ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева.

Объем крови, отбираваемой за одно взятие, составлял не более 10 мл, что не превышает допустимых норм и не оказывает негативного влияния на физиологическое состояние животных [11]. Не допускалось применение исследуемого препарата «Иммбаклиз С» совместно с плановыми вакцинациями и антибиотиками для исключения искажения результатов исследования. Анализ проводился по следующим показателям: содержание иммуноглобулинов классов IgG и IgM – методом иммуноферментного анализа (ELISA); относительное и абсолютное количество Т- и В-лимфоцитов – методом проточной цитометрии; фагоцитарная активность – методом микроскопии. Данные обрабатывались с использованием пакета статистического анализа Statistica v.13.0. Для проверки достоверности различий использовался точный критерий Фишера и U-критерий Манна – Уитни. Уровень статистической значимости был принят равным $p \leq 0,05$.

Протокол исследования был одобрен местным этическим комитетом. Все процедуры с животными осуществлялись в соответствии с принципами гуманного обращения [12]. Во время всего эксперимента ни у одного животного не было зафиксировано отклонений от нормы в поведении и физиологии.

Выбор изучаемых параметров основывался на чувствительности Т- и В-клеточного иммунитета к воздействию иммуномодулирующего препарата [13]. Исследования показывают, что при использовании биологически активных веществ наблюдаются рост

титров иммуноглобулинов и активация фагоцитоза [6]. Биологически активные вещества также способствуют нормализации микробиоты кишечника и подавлению воспалительных процессов [14]. «Иммбаклиз С», по предварительным данным, может быть отнесен к добавкам с пролонгированным действием. Его эффективность может возрастать при курсовом применении с интервалами в 30 дней.

Физиологические особенности поросят на доращивании в возрасте 22–113 сут предполагают активную морфогенетическую перестройку кишечника [15]. В это время формируются крипты и удлиняются ворсинки тонкого кишечника, происходит созревание лимфоидной ткани [16]. Биологически активные добавки, введенные в этот период, повышают резистентность организма к условно-патогенной микрофлоре. Это подтверждается экспериментальными данными об увеличении выработки защитной слизи и активации клеток эпителия тонкой кишки [17].

Повторяемость условий эксперимента обеспечивалась за счет автоматизированных систем кормления и водоснабжения [18]. Температура, влажность и уровень аммиака контролировались ежедневно. Партии корма были стандартизированы и проверялись на наличие микотоксинов [19]. Такой контроль внешних факторов исключал влияние на иммунный ответ [8], что соответствует принципам воспроизводимости в ветеринарных научных исследованиях [20].

Испытание было основано на многогранном подходе, который сочетал в себе иммунологические, физиологические и гигиенические аспекты контроля. На каждом этапе осуществлялся мониторинг не только лабораторных показателей, но и таких факторов, как поведение, продуктивность и потребление корма. Свинкам из обеих групп обеспечивалась равная двигательная активность. Содержание осуществлялось в индивидуальных станках. Это позволило минимизировать вариативность внутри групп.

Методология исследования соответствовала международным стандартам, касающимся работы с сельскохозяйственными животными [13]. При этом учитывались как суточные, так и сезонные изменения физиологических функций [21]. Все животные содержались в одном помещении на протяжении всего эксперимента. Персонал, осуществляющий уход за животными, не имел информации о том, какая группа является контрольной, что устранило возможность предвзятости. Использование такой слепой схемы способствовало повышению объективности полученных результатов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для анализа показателей иммунного статуса ремонтных свинок после курсового применения препарата «Иммбаклиз С» были использованы данные, полученные методом нахождения средних значений по контрольной и опытной группам, на основании индивидуальных заключений о состоянии здоровья животных. На основании этих данных были рассчитаны средние значения по каждому иммунологическому параметру и оформлены в таблицы для дальнейшего сравнительного анализа между группами. Проведен анализ динамики действия препарата в рамках каждого курса, а также сводных данных.

По итогам I курса применения препарата «Иммбаклиз С» у поросят опытной группы наблюдалось

Таблица 1

Средние значения иммунологических показателей у поросят контрольной и опытной групп по итогам I курса (апрель – май 2024 г.)

Table 1

Mean immunological parameters in pigs of control and experimental groups after course I (April – May 2024)

Показатель	Опытная группа	Контрольная группа
Т-лимфоциты, $10^9/\text{л}$	$5,20 \pm 0,11$	$4,55 \pm 0,05$
Т-лимфоциты, %	$25,12 \pm 0,68$	$20,10 \pm 0,18$
В-лимфоциты, $10^9/\text{л}$	$4,01 \pm 0,08$	$3,39 \pm 0,03$
В-лимфоциты, %	$18,77 \pm 0,35$	$15,15 \pm 0,13$
Фагоцитарная активность, %	$64,88 \pm 0,30$	$56,98 \pm 0,17$
IgG, мг/мл	$7,58 \pm 0,17$	$6,25 \pm 0,13$
IgM, мг/мл	$2,82 \pm 0,10$	$2,40 \pm 0,08$

Достоверность по Фишеру $p \leq 0,005$ (Fisher's exact test $p \leq 0,005$).

значительное увеличение уровня Т-лимфоцитов (табл. 1). Абсолютное содержание клеток данной популяции составило $5,20 \times 10^9/\text{л}$ против $4,55 \times 10^9/\text{л}$ в контрольной группе (прирост 14,29%, $p < 0,001$). Относительное количество Т-лимфоцитов также увеличилось – 25,12% по сравнению с 20,10% у контрольных животных (разница 5,02 п. п., $p < 0,001$). Эти изменения указывают на активацию клеточного иммунного ответа, что согласуется с результатами, полученными при использовании иммуномодулирующих препаратов, способных повышать активность Т-клеточного звена у сельскохозяйственных животных [11, 18]. «Иммбаклиз С», как препарат с выраженным иммуностимулирующим свойствами, способствует усилиению функциональной активности лимфоцитарного звена и формированию устойчивой клеточной защиты.

Сравнительный анализ показателей гуморального звена иммунитета также выявил положительную динамику у поросят опытной группы. Абсолютное количество В-лимфоцитов достигло $4,01 \times 10^9/\text{л}$ против $3,39 \times 10^9/\text{л}$ в контроле (прирост 18,30%, $p < 0,001$), а относительное содержание составило 18,77% по сравнению с 15,15% (разница 3,62 п. п., $p = 0,0102$). Увеличение

численности В-клеток свидетельствует об активации продукции антител, что особенно важно в контексте ранней иммунопрофилактики у поросят. Согласно литературным данным, иммуномодуляторы активизируют гуморальное звено за счет стимулирования дифференцировки В-лимфоцитов и усиления синтеза иммуноглобулинов [22, 23, 24]. Такие препараты позволяют формировать функционально полноценный гуморальный ответ уже на ранних этапах выращивания [17, 25].

Фагоцитарная активность нейтрофилов в опытной группе составила 64,88% против 56,98% в контрольной (разница 7,90 п. п., прирост 13,86%, $p < 0,001$). Это указывает на усиление неспецифической резистентности организма и активацию врожденного иммунного ответа. Повышение фагоцитарной функции говорит о системном влиянии «Иммбаклиз С» на неспецифическую защиту, включающую активацию лизосомального аппарата и секрецию цитокинов [9, 10]. Иммуностимулирующие вещества также усиливают экспрессию поверхностных рецепторов на фагоцитах, что повышает их антигенраспознавающую способность [9, 25].

Показатели содержания иммуноглобулинов подтверждают общую тенденцию к повышению специфического иммунного ответа у поросят опытной группы. Уровень IgG составил 7,58 мг/мл против 6,25 мг/мл у контрольных животных (прирост 21,28%, $p < 0,001$), а IgM достиг 2,82 мг/мл против 2,40 мг/мл в контроле (прирост 17,50%, $p < 0,001$). Эти изменения интерпретируются как активация первичного и вторичного гуморального ответа, особенно при повторных иммуностимулирующих воздействиях. Литературные источники подчеркивают, что иммуномодуляторы усиливают синтез IgG и IgM через активацию В-клеток и улучшение кооперации между Т- и В-лимфоцитами [21, 26]. Подобная динамика позволяет формировать устойчивый и сбалансированный гуморальный иммунитет у молодняка [12, 16].

В время II курса эксперимента продолжилась положительная динамика изменения иммунологических показателей у поросят опытной группы по сравнению с контрольной (табл. 2). Абсолютное количество Т-лимфоцитов составило $5,42 \times 10^9/\text{л}$, тогда как в контрольной группе оно было на уровне $4,58 \times 10^9/\text{л}$ (прирост 18,34%, $p < 0,001$). Относительное содержание Т-клеток достигло 32,63% против 20,23% у контрольных животных (разница 12,40 п. п., $p < 0,001$). Эти данные указывают на нарастающее активирующее воздействие препарата «Иммбаклиз С» на клеточное звено иммунной системы. Согласно литературным источникам, продолжительное применение иммуностимуляторов способствует усиленной дифференцировке Т-лимфоцитов и укреплению популяционного иммунного ответа у молодняка свиней [4, 14, 15].

Аналогичное направление изменений зафиксировано по В-лимфоцитам. Абсолютное их содержание в опытной группе составило $3,87 \times 10^9/\text{л}$ против $3,62 \times 10^9/\text{л}$ у контроля (прирост 6,90%, $p = 0,0149$), а относительное – 28,76% против 15,31% (разница 13,45 п. п., $p < 0,001$). Это может свидетельствовать о продолжающейся активации гуморального иммунного звена, способствующего выработке специфических антител. Иммуностимулирующие препараты, как показано в ряде работ, активируют В-клетки, повышают эффективность их антигенпрезентирующей функции и стимулируют продукцию иммуноглобулинов [22, 23, 24]. Эти механизмы важны на этапе формирования адаптивного

Таблица 2

Средние значения иммунологических показателей у поросят контрольной и опытной групп по итогам II курса (май – июнь 2024 г.)

Table 2

Mean immunological parameters in pigs of control and experimental groups after course II (May – June 2024)

Показатель	Опытная группа	Контрольная группа
Т-лимфоциты, $10^9/\text{л}$	$5,42 \pm 0,39$	$4,58 \pm 0,26$
Т-лимфоциты, %	$32,63 \pm 6,59$	$20,23 \pm 1,09$
В-лимфоциты, $10^9/\text{л}$	$3,87 \pm 0,51$	$3,62 \pm 0,16$
В-лимфоциты, %	$28,76 \pm 9,89$	$15,31 \pm 0,80$
Фагоцитарная активность, %	$65,80 \pm 1,26$	$55,41 \pm 0,81$
IgG, мг/мл	$7,42 \pm 1,10$	$6,61 \pm 0,34$
IgM, мг/мл	$3,05 \pm 0,41$	$2,73 \pm 0,51$

Достоверность по Фишеру $p \leq 0,005$ (Fisher's exact test $p \leq 0,005$).

иммунитета и повышения резистентности молодняка к инфекционным агентам [17, 25].

Фагоцитарная активность в опытной группе достигла 65,80%, тогда как в контрольной группе она составила 55,41% (разница 10,39 п. п., прирост 18,75%, $p < 0,001$). Данные указывают на устойчивое усиление врожденного иммунного ответа при повторном введении «Иммбаклиза С». Иммуностимуляторы способны повышать активность нейтрофилов и макрофагов, а также усиливать их способность к распознаванию и уничтожению патогенов [10, 27]. Согласно литературным источникам, применение иммуномодулирующих средств сопровождается стимуляцией фагоцитоза за счет активации рецепторных комплексов и продукции медиаторов врожденного иммунитета [9, 18].

Показатели иммуноглобулинов демонстрируют дальнейшее усиление гуморального иммунитета. Уровень IgG в опытной группе составил 7,42 мг/мл против 6,61 мг/мл в контроле (прирост 12,25%, $p = 0,0005$), а IgM – 3,05 мг/мл против 2,73 мг/мл (прирост 11,72%, $p = 0,0097$). Это отражает активацию как первичного, так и вторичного иммунного ответа и свидетельствует об устойчивом иммуностимулирующем эффекте «Иммбаклиза С». По данным литературы, иммуномодуляторы усиливают экспрессию генов, отвечающих за синтез IgG и IgM, а также повышают взаимодействие между Т- и В-лимфоцитами, что способствует комплексной активации иммунной системы [21, 26]. Эти наблюдения подтверждаются экспериментальными результатами текущего исследования и подчеркивают эффективность курсового применения препарата.

На III курсе применения биологически активной добавки «Иммбаклиз С» наблюдалась устойчиво положительная динамика иммунологических показателей у поросят опытной группы по сравнению с контрольной (табл. 3). Абсолютное количество Т-лимфоцитов в опытной группе составило $5,56 \times 10^9/\text{л}$, что превышает значение в контроле ($4,55 \times 10^9/\text{л}$) на 22,20% ($p < 0,001$). Относительное содержание Т-клеток также оказалось выше: 33,10% против 19,94% у контрольных животных (разница 13,16 п. п., $p < 0,001$). Это подтверждает продолжающееся стимулирующее воздействие препарата «Иммбаклиз С» на клеточное звено иммунной системы. Аналогичные данные получены при длительном применении иммуномодулирующих средств, способствующих усиленной дифференцировке Т-лимфоцитов и поддержанию их функциональной активности [4, 14, 15].

Показатели В-лимфоцитов в опытной группе также демонстрировали рост. Абсолютное содержание составило $3,94 \times 10^9/\text{л}$ против $3,49 \times 10^9/\text{л}$ в контроле (прирост 12,90%, $p < 0,001$), а относительное – 29,00% по сравнению с 15,06% (разница 13,94 п. п., $p < 0,001$). Это свидетельствует о продолжающейся активации гуморального звена иммунитета. Подобные сдвиги характерны для курсового применения иммуностимулирующих препаратов, которые усиливают продукцию антител и повышают функциональную зрелость В-клеток [22, 23, 24]. Согласно литературным данным, воздействие иммуномодуляторов на адаптивный иммунитет проявляется в усилении активации В-лимфоцитов и повышении уровня иммуноглобулинов [17, 25].

Фагоцитарная активность в опытной группе составила 67,11% против 57,23% в контрольной (разница 9,88 п. п., прирост 17,26%, $p < 0,001$). Эти данные указывают на сохранение высокого уровня неспецифической ре-

Таблица 3

Средние значения иммунологических показателей у поросят контрольной и опытной групп по итогам III курса (июнь – июль 2024 г.)

Table 3

Mean immunological parameters in pigs of control and experimental groups after course III (June – July 2024)

Показатель	Опытная группа	Контрольная группа
Т-лимфоциты, $10^9/\text{л}$	$5,56 \pm 0,37$	$4,55 \pm 0,57$
Т-лимфоциты, %	$33,10 \pm 7,15$	$19,94 \pm 1,40$
В-лимфоциты, $10^9/\text{л}$	$3,94 \pm 0,41$	$3,49 \pm 0,27$
В-лимфоциты, %	$29,00 \pm 10,13$	$15,06 \pm 0,47$
Фагоцитарная активность, %	$67,11 \pm 2,39$	$57,23 \pm 1,56$
IgG, мг/мл	$7,88 \pm 0,83$	$6,48 \pm 0,27$
IgM, мг/мл	$3,17 \pm 0,54$	$2,21 \pm 0,41$

Достоверность по Фишеру $p \leq 0,005$ (Fisher's exact test $p \leq 0,005$).

зистентности, что является одним из показателей действия иммуностимулирующих средств. «Иммбаклиз С» способствует активации нейтрофилов и макрофагов, а также увеличению экспрессии молекул, ответственных за уничтожение патогенов [3, 9, 18, 27].

Уровень иммуноглобулинов в опытной группе также превосходил показатели контрольной. IgG составил 7,88 мг/мл по сравнению с 6,48 мг/мл (прирост 21,60%, $p < 0,001$), а IgM – 3,17 мг/мл против 2,21 мг/мл (прирост 43,44%, $p < 0,001$). Эти показатели свидетельствуют о мощной стимуляции как первичного, так и вторичного гуморального иммунного ответа. Длительное применение иммуномодуляторов способствует устойчивому синтезу иммуноглобулинов, о чем сообщает ряд авторов, отмечающих усиленную экспрессию генов IgG и IgM у животных при многократном введении иммуностимулирующих препаратов [21, 26].

Сравнительный анализ средних значений иммунологических показателей между опытной и контрольной группами по итогам трех курсов применения препарата «Иммбаклиз С» выявил достоверные различия в пользу опытной группы (табл. 4). Абсолютное количество Т-лимфоцитов составило $5,39 \times 10^9/\text{л}$ против $4,56 \times 10^9/\text{л}$ (прирост 18,20%, $p < 0,001$), а относительное

Таблица 4

Обобщенные средние значения иммунологических показателей у поросят контрольной и опытной групп за весь период эксперимента

Table 4

Generalized mean immunological parameters in pigs from the control and experimental groups over the entire experimental period

Показатель	Опытная группа	Контрольная группа
Т-лимфоциты, $10^9/\text{л}$	$5,39 \pm 0,33$	$4,56 \pm 0,33$
Т-лимфоциты, %	$30,29 \pm 6,36$	$20,09 \pm 0,94$
В-лимфоциты, $10^9/\text{л}$	$3,94 \pm 0,35$	$3,50 \pm 0,19$
В-лимфоциты, %	$25,51 \pm 8,92$	$15,17 \pm 0,50$
Фагоцитарная активность, %	$65,93 \pm 1,72$	$56,54 \pm 1,25$
IgG, мг/мл	$7,62 \pm 0,75$	$6,45 \pm 0,28$
IgM, мг/мл	$3,01 \pm 0,39$	$2,45 \pm 0,41$

Достоверность по Фишеру $p \leq 0,005$ (Fisher's exact test $p \leq 0,005$).

содержание – 30,29% против 20,09% (разница 10,20 п.п., $p < 0,001$). Полученные данные свидетельствуют о сохранении активирующего влияния препарата на клеточный иммунитет и подтверждают его пролонгированное действие при курсовом применении. Иммуномодулирующее воздействие «Иммбаклиз С» способствует поддержанию функциональной активности Т-лимфоцитов и их устойчивой циркуляции в периферической крови [4, 14, 15].

Показатели В-лимфоцитов также продемонстрировали преимущество опытной группы. Абсолютное значение составило $3,94 \times 10^9/\text{л}$ против $3,50 \times 10^9/\text{л}$ в контроле (прирост 12,57%, $p < 0,001$), а относительное содержание – 25,51% против 15,17% (разница 10,34 п.п., $p < 0,001$). Это указывает на усиление гуморального иммунного ответа, связанного с пролиферацией В-клеток и их активацией на фоне систематического воздействия препарата. Иммуностимуляторы, включая «Иммбаклиз С», способствуют активации В-клеточного звена и стимулируют синтез иммуноглобулинов на всех этапах иммунного ответа [22, 23, 24].

Фагоцитарная активность нейтрофилов в опытной группе составила 65,93% по сравнению с 56,54% в контрольной (разница 9,39 п.п., прирост 16,60%, $p < 0,001$). Это подтверждает укрепление врожденной резистентности организма под действием препарата. «Иммбаклиз С» демонстрирует способность поддерживать активацию неспецифических механизмов иммунной защиты, включая стимуляцию фагоцитоза и экспрессию функциональных рецепторов на клетках врожденного иммунитета [3, 9, 18, 27].

Анализ содержания иммуноглобулинов выявил рост уровня IgG до $7,62 \text{ мг}/\text{мл}$ в опытной группе против $6,45 \text{ мг}/\text{мл}$ в контрольной (прирост 18,14%, $p < 0,001$), а также IgM – до $3,01 \text{ мг}/\text{мл}$ против $2,45 \text{ мг}/\text{мл}$ соответственно (прирост 22,86%, $p < 0,001$). Эти данные свидетельствуют о высокой активности гуморального звена иммунитета и сохранении эффекта иммуностимуляции на протяжении всего периода воздействия препарата. Иммуномодуляторы активизируют продукцию антител за счет усиления взаимодействия между Т- и В-лимфоцитами и экспрессии генов, ответственных за синтез иммуноглобулинов [21, 26].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Курсовое введение иммуномодулирующего препарата «Иммбаклиз С» поросятам на доращивании в возрасте 22–113 сут обусловило статистически значимое повышение показателей клеточного и гуморального звеньев иммунной системы, включая увеличение абсолютного и относительного содержания Т- и В-лимфоцитов, фагоцитарной активности нейтрофилов, а также концентрации иммуноглобулинов классов G и M, что указывает на активацию специфических и неспецифических механизмов иммунной защиты.

Различия между опытной и контрольной группами по всем ключевым иммунологическим параметрам во всех трех курсах имели высокую статистическую значимость ($p < 0,05$ – $0,001$), что подтверждает надежность полученных результатов и позволяет достоверно оценивать выраженное иммуностимулирующее действие препарата в условиях промышленного использования.

Динамика показателей в течение исследуемого периода свидетельствует о накопительном эффекте «Иммбаклиз С», особенно в отношении относительно-

го содержания В-лимфоцитов и уровня IgM, что может указывать на пролонгированное воздействие препарата при его многократном применении.

Полученные данные позволяют рассматривать «Иммбаклиз С» как эффективное средство иммунопрофилактики, потенциально пригодное для включения в ветеринарные схемы оздоровления и профилактики иммунодефицитных состояний у молодняка свиней, выращиваемого в условиях интенсивных технологий.

Ограничениями проведенного исследования являются использование животных одной возрастной категории, однородного генотипа и проведение опытов в пределах одного производственного комплекса, что определяет необходимость осторожного подхода при интерпретации и распространении полученных результатов на иные популяции и условия содержания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковалев Ю. И. Текущие тенденции в свиноводстве России в новой реальности и среднесрочные перспективы до 2025 года. *Все о мясе*. 2023; (4): 8–13. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2023-4-8-13>
2. Бажов Г. М. Интенсивное свиноводство: учебник. СПб.: Лань; 2021. 416 с.
3. Овчинников А. А. Продуктивность свиноматок при использовании в рационе пробиотиков. *Вестник мясного скотоводства*. 2017; (1): 119–123. <https://elibrary.ru/yhpsrd>
4. Белооков А. А., Белоокова О. В., Чухутин Е. В., Горелик О. В. Эффективность применения пробиотиков в промышленном свиноводстве. *Аграрная наука*. 2022; (7–8): 98–101. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-98-101> (на англ.)
5. Москаленко Е. А., Забашта Н. Н. Применение комбинированных пробиотиков в свиноводстве. *Сборник научных трудов СКНИИЖ*. 2016; 5 (3): 150–155. <https://elibrary.ru/wxzdrj>
6. Даниленко В. Н., Ильясов Р. А., Юнес Р. А., Яненко А. С., Козловский Ю. Е., Сверчкова Н. В., Коломиец Э. И. Микробиом животных: поиск биологически активных ингредиентов для создания пробиотиков и фармабиотиков. *Успехи современной биологии*. 2022; 142 (4): 333–348. <https://elibrary.ru/rmmms>
7. Бровкина Л. И., Туов А. Р. Вертикальная агропромышленная интеграция как механизм решения финансовых проблем сельскохозяйственных предприятий. *Бизнес в законе*. 2011; (5): 238–241. <https://elibrary.ru/ogjvbn>
8. Плаксин И. Е., Плаксин С. И., Трифанов А. В. Тенденции и перспективы развития свиноводства в России. *АгроЭкоИнженерия*. 2022; (1): 155–168. <https://doi.org/10.24412/2713-2641-2022-1110-155-168>
9. Шкредов В. В. Повышение продуктивных качеств по-росят в период доращивания при использовании новой пробиотической добавки Галлобакт-Ф: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург; 2022. 23 с.
10. Кузнецов А. Ф., Тюрин В. Г., Семенов В. Г., Холдоенко А. М., Рожков К. А. Гигиена и технологии содержания животных. СПб.: Лань; 2021. 380 с.
11. Юзаков А. Г., Жукова Е. В., Алипер Т. И., Гулюкин А. М. Репродуктивно-респираторный синдром свиней: ситуация в России. *Свиноводство*. 2022; (5): 32–35. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2022-5-32-35>
12. Полковникова В. И. Свиноводство: учебное пособие. Пермь: ИПЦ «Прокрость»; 2022. 95 с.
13. Орлова В. С., Орлова Е. В., Тимохина А. С., Станишевский Я. М. Изучение иммуномодулирующих свойств препарата «Витанам». *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2017; (4): 248–255. <https://elibrary.ru/ztwvit>

14. Сепп А. Л., Яшин А. В., Котылева М. П., Ермоленко Е. И., Коваленок Ю. К., Добровольский С. А., Громова Л. В. Влияние пробиотических энтерококков на активность пищеварительных ферментов и состояние микробиоты кишечника у поросят в период отъема. *Международный вестник ветеринарии*. 2019; (3): 99–103. <https://elibrary.ru/fpjeyb>
15. Левшин А. Д., Кульмакова Н. И., Латынина Е. С. Обменные процессы у чистопородных и помесных свиней в разные возрастные периоды. *Свиноводство*. 2022; (4): 50–52. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2022-4-50-52>
16. Курдячцева Е. Н., Ковзov В. В., Островский А. В., Мотузко Н. С., Маковский Е. Г., Вишневец Ж. В. и др. Эндогенный контроль пищеварения сельскохозяйственных животных: учебно-методическое пособие. Витебск: БГАВМ; 2023. 152 с.
17. Павлов А. В., Павлова С. В. Взаимосвязь между энергией роста и конверсией корма. *Свиноводство*. 2024; (5): 62–63. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2024-5-62-63>
18. Клетикова Л. В., Пономарев В. А., Якименко Н. Н., Пронин В. В. Морфоструктура печени поросят вьетнамской вислоухой породы на фоне применения комплекса биологически активных веществ. *Аграрный вестник Верхневолжья*. 2023; (2): 57–61. <https://doi.org/10.35523/2307-5872-2023-43-2-57-61>
19. Сыса Л. В., Сыса С. А. Основные факторы, негативно влияющие на состояние животных в условиях ряда свиноводческих хозяйств. *Животноводство и ветеринарная медицина*. 2022; (3): 26–29. <https://elibrary.ru/tjgzmz>
20. Кан Х., Цой З. В., Никулин Ю. П., Никулина О. А. Отходы рыбной промышленности в кормлении свиней. *Свиноводство*. 2023; (5): 32–34. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2023-5-32-34>
21. Абрамов С. В., Горлов И. Ф., Сложенкина М. И., Молосов А. А., Стародубова Ю. В., Хорошевская Л. В. Кормовые добавки с подкисляющим эффектом в рационах поросят-отъемышей в условиях теплового стресса. *Свиноводство*. 2024; (8): 50–54. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2024-8-50-54>
22. Болотина Е. Н. Использование экструдированных кормов при откорке свиней. *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. 2014; (1): 118–122. <https://elibrary.ru/saeykd>
23. Буяров В. С., Михайлова О. А., Буяров А. В., Крайс В. В. Современные технологии производства свинины: учебное пособие. Орел: Орловский ГАУ; 2014. 184 с. <https://elibrary.ru/uefnxt>
24. Попов В. С., Самбуров Н. В., Воробьевна Н. В., Зорикова А. А. Вторичные иммунодефициты свиней: клинико-иммунологическая характеристика и принципы иммунокоррекции. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2016; (3): 57–61. <https://elibrary.ru/uesubx>
25. Бетин А. Н., Фролов А. И., Филиппова О. Б. Биологически активные добавки в кормлении подсосных свиноматок и поросят. *Свиноводство*. 2022; (1): 15–17. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2022-1-15-17>
26. Герасимович А. И., Туяева Е. В., Чабаев М. Г. Биологически активные добавки в кормлении свиноматок. *Свиноводство*. 2023; (2): 19–22. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2023-2-19-22>
27. Бибиков С. О. Влияние биологически активных веществ разнонаправленного действия на продуктивность и клинико-физиологический статус свиней: дис. ... канд. с.-х. наук. Волгоград; 2020. 133 с.
2. Bazhov G. M. Intensive pig farming: Textbook. Saint Petersburg: Lan'. 2021. 416 p. (in Russ.)
3. Ovchinnikov A. A. Productivity of sows at the use of probiotics in the ration. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2017; (1): 119–123. <https://elibrary.ru/yhpsrd> (in Russ.)
4. Belookov A. A., Belookova O. V., Chukhutin E. V., Gorelik O. V. The efficiency of probiotics in industrial pig breeding. *Agrarian Science*. 2022; (7–8): 98–101. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-98-101>
5. Moskalenko E. A., Zabashta N. N. Usage of the combined probiotics in pig. *Collected Scientific Papers of SKNIIZH*. 2016; 5 (3): 150–155. <https://elibrary.ru/wxzdrj> (in Russ.)
6. Danilenko V. N., Ilyasov R. A., Yunes R. A., Yanenko A. S., Kozlovsky Yu. E., Sverchkova N. V., Kolomiets E. I. Microbiome of animals: search for biologically active ingredients for the creation of probiotics and pharmabiotics. *Biology Bulletin Reviews*. 2022; 142 (4): 333–348. <https://elibrary.ru/rmmms> (in Russ.)
7. Brovkina L. I., Tuov A. R. Vertical agroindustrial integration as the mechanism of the decision of financial problems of the agricultural enterprises. *Business in Law*. 2011; (5): 238–241. <https://elibrary.ru/ogjvbn> (in Russ.)
8. Plaksin I. E., Plaksin S. I., Trifanov A. V. Trends and prospects of pig breeding development in Russia. *AgroEkonzheneriya*. 2022; (1): 155–168. <https://doi.org/10.24412/2713-2641-2022-1110-155-168> (in Russ.)
9. Shkredov V. V. Improving productive quality of piglets during finishing with the use of probiotic Gallobact-F: Author's abstract of thesis for degree of Cand. Sci. (Biology). Ekaterinburg; 2022. 23 p. (in Russ.)
10. Kuznetsov A. F., Tyurin V. G., Semenov V. G., Holdenko A. M., Rozhkov K. A. Animal management hygiene and technology. Saint Petersburg: Lan'; 2021. 380 p. (in Russ.)
11. Yuzhakov A. G., Zhukova E. V., Aliper T. I., Gulyukin A. M. Porcine reproductive respiratory syndrome: situation in Russia. *Pigbreeding*. 2022; (5): 32–35. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2022-5-32-35> (in Russ.)
12. Polkovnikova V. I. Pig farming: study guide. Perm: IPTs "Prokrost"; 2022. 95 p. (in Russ.)
13. Orlova V. S., Orlova E. V., Timokhina A. S., Stanishevskiy Ya. M. The study of immunomodulating properties of the Vitanam. *Drug Development & Registration*. 2017; (4): 248–255. <https://elibrary.ru/ztwvit> (in Russ.)
14. Sepp A. L., Yashin A. V., Kotyleva M. P., Ermolenko E. I., Kavalionak Y. K., Dobrovolskiy S. A., Gromova L. V. Influence of the probiotic *Enterococcus* on the activity of digestive enzymes and the state of the intestinal microbiome in post-weaning piglets. *International Journal of Veterinary Medicine*. 2019; (3): 99–103. <https://elibrary.ru/fpjeyb> (in Russ.)
15. Levshin A. D., Kulmakova N. I., Latynina E. S. Metabolic processes in purebred and crossbred pigs at different age periods. *Pigbreeding*. 2022; (4): 50–52. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2022-4-50-52> (in Russ.)
16. Kudryavtseva E. N., Kovzov V. V., Ostrovsky A. V., Motuzko N. S., Makovsky E. G., Vishnevets Zh. V., et al. Endogenous control of digestion in farm animals: study guide. Vitebsk: Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine; 2023. 152 p. (in Russ.)
17. Pavlov A. V., Pavlova S. V. Relationship between growth energy and feed conversion. *Pigbreeding*. 2024; (5): 62–63. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2024-5-62-63> (in Russ.)
18. Kletikova L. V., Ponomarev V. A., Yakimenko N. N., Pronin V. V. Morphostructure of the liver of pigs of the Vietnam bellow breed on the background of the application of a complex of biologically active substances. *Agrarian Journal of Upper Volga Region*. 2023; (2): 57–61. <https://doi.org/10.35523/2307-5872-2023-43-2-57-61> (in Russ.)
19. Sysa L. V., Sysa S. A. The main factors negatively influencing the state of animals in the conditions of a series of pig

REFERENCES

1. Kovalev Yu. I. Current trends in pig husbandry of Russia in the new reality and medium-term prospects up to 2025. *Vsy o myase*. 2023; (4): 8–13. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2023-4-8-13> (in Russ.)

- farms. *Animal Agriculture and Veterinary Medicine*. 2022; (3): 26–29. <https://elibrary.ru/tjgzmz> (in Russ.)
20. Kang H., Tsot Z.V., Nikulin Yu. P., Nikulina O. A. Waste from the fishing industry in pig feeding. *Pigbreeding*. 2023; (5): 32–34. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2023-5-32-34> (in Russ.)
21. Abramov S. V., Gorlov I. F., Slozhenkina M. I., Mosolov A. A., Starodubova Yu. V., Khoroshevskaya L. V. Feed additives with acidifying effect in the diets of weaning piglets under conditions of thermal stress. *Pigbreeding*. 2024; (8): 50–54. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2024-8-50-54> (in Russ.)
22. Bolotina E. N. Extruded feeds use for pigs fattening. *Bulletin Samara State Agricultural Academy*. 2014; (1): 118–122. <https://elibrary.ru/saeykd> (in Russ.)
23. Buyarov V. S., Mikhailova O. A., Buyarov A. V., Kreis V. V. Modern technology of pork production: study guide. Orel: Orel State Agrarian University; 2014. 184 p. <https://elibrary.ru/uefnxt> (in Russ.)
24. Popov V. S., Samburov N. V., Vorobieva N. V., Zorikova A. A. Secondary immunodeficiency swine: clinical and immunological characteristics and principles of immunocorrection. *Vestnik of Kursk State Agricultural Academy*. 2016; (3): 57–61. <https://elibrary.ru/uesubx>
25. Betin A. N., Frolov A. I., Filippova O. B. Biologically active additives in feeding suckling sows and piglets. *Pigbreeding*. 2022; (1): 15–17. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2022-1-15-17> (in Russ.)
26. Gerasimovich A. I., Tuaeva E. V., Chabaev M. G. The use of biologically active additives in feeding sows. *Pigbreeding*. 2023; (2): 19–22. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2023-2-19-22> (in Russ.)
27. Bibikov S. O. Effect of multidirectional biologically active substances on productivity and clinical-physiological status of pigs: Author's thesis for degree of Cand. Sci. (Agricultural Science). Volgograd; 2020. 133 p. (in Russ.)

*Поступила в редакцию / Received 25.06.2025**Поступила после рецензирования / Revised 13.08.2025**Принята к публикации / Accepted 11.09.2025*

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Садыхов Эдуард Фамилович, аспирант кафедры ветеринарной медицины ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, г. Москва, Россия; eveterinar@mail.ru

Eduard F. Sadikhov, Postgraduate Student, Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia; eveterinar@mail.ru

Федотов Сергей Васильевич, д-р вет. наук, профессор, заведующий кафедрой ветеринарной медицины ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, г. Москва, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-0004-3639>, serfv@mail.ru

Sergei V. Fedotov, Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Professor, Head of the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-0004-3639>, serfv@mail.ru

Вклад авторов: Садыхов Э.Ф. – проведение поисково-аналитической работы, концепция исследования, анализ результатов лабораторных исследований, составление таблиц, подготовка текста статьи; Федотов С. В. – научное руководство, редактирование статьи.

Contribution of the authors: Sadikhov E. F. – performing information retrieval and analysis, research concept, analysis of laboratory research results, compilation of tables, writing the manuscript; Fedotov S. V. – academic supervision, manuscript editing.



<https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-391-400>
УДК 619:616.98:578.831.11:616-078(470)



Серологический мониторинг ньюкаслской болезни в Российской Федерации в 2023–2024 гг.

М. А. Волкова, Ир. А. Чвала, П. С. Ярославцева, М. А. Кулагина, О. С. Осипова, Н. А. Гусева, Д. Б. Андрейчук

ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ»), ул. Гвардейская, 6, мкр. Юрьевец, г. Владимир, 600901, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Ньюкаслская болезнь – высококонтагиозная вирусная инфекция птиц, которая регистрируется во многих странах мира. О случаях инфицирования вирусом ньюкаслской болезни необходимо уведомлять Всемирную организацию здравоохранения животных.

Цель исследования. Проведение в течение 2023–2024 гг. на территории Российской Федерации мониторинговых исследований по ньюкаслской болезни с использованием серологических методов и анализ полученных результатов.

Материалы и методы. Биологический материал (более 66 700 проб сыворотки крови птиц) был отобран территориальными управлениями Россельхознадзора в 74 субъектах Российской Федерации. Исследования выполнены на базе референтной лаборатории вирусных болезней птиц ФГБУ «ВНИИЗЖ» (г. Владимир) с использованием диагностических наборов для выявления антител к вирусу ньюкаслской болезни иммуноферментным методом и в реакции торможения гемагглютинации производства ФГБУ «ВНИИЗЖ».

Результаты. Проведенные исследования показали разную степень серопревалентности у сельскохозяйственной птицы промышленных птицеводческих хозяйств, индивидуального сектора и дикой птицы. Для кур и индеек в промышленных хозяйствах закрытого типа была установлена высокая серопревалентность по ньюкаслской болезни, что связано с массовой вакцинацией птиц против данного заболевания. При этом доля выявленной серопозитивной птицы (в целом по всем видам сельскохозяйственной птицы) была равна 74% в 2023 г. и 81% в 2024 г. В индивидуальном секторе антитела к вирусу ньюкаслской болезни были обнаружены в 35% случаев от числа всех исследованных проб сывороток крови кур и индеек в 2023 г. и в 53% случаев – в 2024 г. Специфические антитела были выявлены также в пробах от вакцинированных цесарок и фазанов и от непривитых гусей и уток. В нескольких регионах Российской Федерации антитела к вирусу ньюкаслской болезни обнаружены у птиц дикой фауны, которые, вероятнее всего, являются естественным резервуаром возбудителя ньюкаслской болезни различной степени патогенности.

Заключение. Таким образом, результаты мониторинговых исследований свидетельствуют о благополучной ситуации по ньюкаслской болезни в промышленных птицеводческих хозяйствах, обусловленной плановой вакцинацией поголовья. В то же время сохраняется угроза заноса и распространения ньюкаслской болезни птиц из неблагополучных индивидуальных хозяйств и дикой фауны.

Ключевые слова: ньюкаслская болезнь, эпизоотология, мониторинг, домашняя птица, дикая птица, синантропная птица

Благодарности: Работа выполнена в рамках государственного задания «Сбор и анализ эпизоотологических данных для оценки статусов благополучия субъектов Российской Федерации и страны в целом, в том числе для получения и поддержания статусов в соответствии с требованиями Кодекса наземных животных ВОЗЖ».

Для цитирования: Волкова М. А., Чвала Ир. А., Ярославцева П. С., Кулагина М. А., Осипова О. С., Гусева Н. А., Андрейчук Д. Б. Серологический мониторинг ньюкаслской болезни в Российской Федерации в 2023–2024 гг. *Ветеринария сегодня*. 2025; 14 (4): 391–400. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-391-400>

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для корреспонденции: Волкова Марина Алексеевна, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник референтной лаборатории вирусных болезней птиц ФГБУ «ВНИИЗЖ», ул. Гвардейская, 6, мкр. Юрьевец, г. Владимир, 600901, Россия, volkovama@arriah.ru

Serological monitoring of Newcastle disease in the Russian Federation in 2023–2024

Marina A. Volkova, Irina A. Chvala, Polina S. Yaroslavtseva, Maria A. Kulagina, Olga S. Osipova, Nelli A. Guseva, Dmitry B. Andreychuk

Federal Centre for Animal Health, ul. Gvardeyskaya, 6, Yur'evets, Vladimir 600901, Russia

ABSTRACT

Introduction. Newcastle disease is a highly contagious viral infection of birds that is reported in many countries around the world. Newcastle disease cases shall be notified to the World Organization for Animal Health.

Objective. The objective of this research is to ensure monitoring of Newcastle disease using serological methods and analyze the findings obtained for 2023–2024 in the Russian Federation.

Materials and methods. The Territorial Administrations of Russian Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Supervision sampled biological material in 74 subjects of the Russian Federation (more than 66,700 samples of avian sera). Tests for antibodies to Newcastle disease virus were conducted at the Reference Laboratory for Avian Viral Diseases, housed within the Federal Centre for Animal Health (Vladimir, Russia). Enzyme-linked immunosorbent assay and hemagglutination inhibition assay were performed using diagnostic kits manufactured by the Federal Centre for Animal Health.

© Волкова М. А., Чвала Ир. А., Ярославцева П. С., Кулагина М. А., Осипова О. С., Гусева Н. А., Андрейчук Д. Б., 2025

Results. The conducted tests revealed significant variations of seroprevalence in commercial and backyards poultry flocks and in wild birds. High Newcastle disease virus seroprevalence was observed in chickens and turkeys within closed commercial farming systems due to routine mass vaccination against the disease. At the same time, the overall seropositivity rate for all poultry species was 74% in 2023, increasing to 81% in 2024. In backyards, antibodies to Newcastle disease virus were detected in 35% of all the tested sera samples from chickens and turkeys in 2023 and in 53% of the tested samples in 2024. Specific antibodies were also detected in samples from the vaccinated guinea fowl and pheasants and from non-vaccinated geese and ducks. Antibodies to Newcastle disease virus were also detected in wild birds across several Russian regions, suggesting their role of a natural reservoir for Newcastle disease virus strains of varying pathogenicity. **Conclusion.** Therefore, the monitoring data indicate that routine flock vaccination helps to control successfully Newcastle disease in commercial poultry flocks, creating a stable epizootological situation. However, a significant risk of Newcastle disease virus introduction and spread from infected backyard poultry and wild bird reservoirs still persists.

Keywords: Newcastle disease, epizootiology, monitoring, poultry, wild birds, synanthropic birds

Acknowledgements: This research was conducted under a state assignment "Collection and analysis of epizootic data for assessing animal health status of the Russian Federation Subjects and the country as a whole. This includes activities directed at achieving and maintaining official statuses in compliance with the WOAH Terrestrial Animal Health Code".

For citation: Volkova M. A., Chvala Ir. A., Yaroslavtseva P. S., Kulagina M. A., Osipova O. S., Guseva N. A., Andreychuk D. B. Serological monitoring of Newcastle disease in the Russian Federation in 2023–2024. *Veterinary Science Today*. 2025; 14 (4): 391–400. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-391-400>

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interests.

For correspondence: Marina A. Volkova, Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher, Reference Laboratory for Avian Viral Diseases, Federal Centre for Animal Health, ul. Gvardeyskaya, 6, Yur'evets, Vladimir 600901, Russia, volkovama@arriah.ru

ВВЕДЕНИЕ

Ньюкаслская болезнь (НБ) – это высококонтагиозное вирусное заболевание птиц, представляющее общую угрозу для мирового птицеводства вследствие больших экономических потерь [1].

Возбудитель НБ – РНК-содержащий вирус вида *Avian orthoavulavirus javaense*, принадлежит к семейству *Paramyxoviridae*, подсемейству *Avulavirinae*, роду *Orthoavulavirus*, ранее классифицировался как *Avian paramyxovirus 1*, или вирус ньюкаслской болезни [2]. Dimitrov K. M. et al. в 2019 г. была предложена классификация, основанная на генетических свойствах вируса НБ [3]. Из двух выделенных классов вируса НБ класс I включал единственный генотип 1. Класс II состоял из не менее 20 различных генотипов, которые делились на субгенотипы. В последние десятилетия наиболее актуальными для птицеводства являются генотип V, циркулирующий в странах Америки, и генотип VII, распространенный в других странах мира. На территории Российской Федерации изоляты вируса НБ представлены разными генетическими и биологическими группами, включающими вирулентные и авирулентные, а также вакцинные штаммы [4].

Вирус НБ способен заражать более 200 видов птиц. К НБ наиболее восприимчивы домашние птицы из отряда куриных, при этом у заболевшей птицы поражаются органы дыхательного и пищеварительного тракта и центральной нервной системы, у невакцинированного поголовья домашней птицы может наблюдаться 100%-я гибель [5]. Были случаи регистрации болезни у гусей, фазанов и цесарок [6]. Перепела восприимчивы к заражению вирусом НБ: в опытах по экспериментальному инфицированию вирулентными штаммами вируса НБ у них наблюдали клинические признаки болезни с 3-х по 14-е сут после заражения и более низкий процент смертности, чем у кур [7, 8]. При этом регистрировали выработку специфических антител на 14-е сут после инфицирования. У вакцинированных против НБ перепелов (штамм «Ла-Сота») пик образования антител наблюдался на 40-е сут после вакцинации с дальнейшим снижением после 46 сут.

Синантропные (сороки, голуби, воробы и др.) и дикие птицы являются природными носителями вируса НБ [9, 10]. Основными резервуарами возбудителя НБ в природе являются перелетные и водоплавающие птицы. Заболевание имеет сезонный характер, что связано с ежегодными миграциями представителей перелетных видов птиц. Резервуарами вируса НБ считаются водоплавающие птицы (домашние утки и гуси), поскольку они резистентны к высоковирулентным для цыплят штаммам возбудителя.

Однако начиная с 1990-х гг. появились сообщения о вспышках НБ среди домашних водоплавающих птиц в странах Азии, включая Корею, Японию и Китай. В инфицированных стадах уток регистрировали снижение яичной продуктивности, заболеваемость птицы составила около 80% и смертность от 30 до 50%. У птиц наблюдали диарею и неврологические проявления. Похожие вспышки НБ были отмечены в стадах гусей в Китае [6, 11]. Вирулентные штаммы вируса, выявленные у гусей в странах Азии в 2000-х гг., были отнесены к генотипу VIIId. Xu Q. et al. было показано, что экспериментальное заражение гусей вирулентным штаммом вируса НБ генотипа VIIId индуцировало сильный клеточный иммунный ответ на ранней стадии после инфицирования, что было связано с особенностями патогенеза НБ у гусей [11]. Wan H. et al. описана передача вируса от зараженных гусей к цыплятам при контактном содержании [6].

Ньюкаслскую болезнь регистрируют во многих странах мира, о случаях выявления высоковирулентных изолятов вируса *Avian orthoavulavirus javaense* необходимо уведомлять Всемирную организацию здравоохранения животных (ВОЗЖ) в обязательном порядке.

Вспышки НБ, зарегистрированные в ВОЗЖ в течение последних четырех лет, были отмечены более чем в 50 странах мира (в Азии, Европе, Америке и Африке), в том числе в России. По данным ВОЗЖ, за четырехлетний период вспышки НБ среди домашних птиц были зарегистрированы в личных подсобных хозяйствах (ЛПХ) 16 субъектов, входящих в состав Центрального, Приволжского, Уральского, Сибирского, Дальневосточного

и Южного федеральных округов РФ. Эпизоотии НБ во многих странах Азии и Европы в последние годы были вызваны вирусом разных подтипов VII генотипа [12, 13]. В РФ вирус данного генотипа впервые был выделен в 2006 г. от кур при вспышке НБ на птицефабрике в Амурской области. В дальнейшем вирус НБ VII генотипа являлся причиной спорадических вспышек среди домашней птицы в ЛПХ в разных регионах страны [14, 15, 16, 17]. На территории России ежегодно регистрируют случаи возникновения НБ у голубей [9, 15, 16].

В ряде стран мира, в том числе в РФ, в целях профилактики НБ проводится иммунизация домашних птиц с применением вакцин разных типов [18, 19, 20]. Для оценки эффективности вакцинации определяют уровень специфических антител к вирусу НБ до иммунизации и в разные сроки после нее в реакции торможения гемагглютинации или иммуноферментным методом [21, 22]. Серологические тесты имеют ограниченную ценность при надзоре и диагностике НБ из-за практически универсального использования вакцин для домашней птицы [23, 24].

В работе представлены результаты серологического мониторинга ньюкаслской болезни птиц, проведенного в 2023–2024 гг. в рамках выполнения государственного задания Россельхознадзора по ветеринарному надзору за особо опасными инфекциями.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследуемый биологический материал. Отбор проб биологического материала (сывороток крови птиц) проводился территориальными управлениями Россельхознадзора в 2023–2024 гг.

Методы исследования. Тестирование сывороток крови проводили с использованием коммерческих наборов производства ФГБУ «ВНИИЗЖ» (Россия): «Набор для выявления антител к вирусу ньюкаслской болезни в реакции торможения гемагглютинации» и «Набор для определения антител к вирусу ньюкаслской болезни

иммуноферментным методом при тестировании сывороток в одном разведении» согласно инструкции по применению.

Обработка исследуемых проб. Перед проведением реакции все поступившие для исследования сыворотки крови инактивировали при температуре 56 °С в течение 30 мин в инактиваторе сывороток (или на водяной бане).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В рамках государственного задания (государственный эпизоотологический мониторинг, приказы Россельхознадзора от 20.12.2022 № 1915 и от 22.12.2023 № 1630) было проведено исследование более 66 700 проб на наличие антител к вирусу НБ. Сыворотки крови птиц были доставлены из 69 и 74 субъектов РФ в течение 2023 г. (35 005 проб) и 2024 г. (31 766 проб) соответственно.

В настоящее время птицеводство РФ представлено крупными предприятиями, использующими интенсивные производственные технологии, небольшими крестьянскими (фермерскими) хозяйствами (КФХ) и ЛПХ.

От сельскохозяйственной птицы промышленных хозяйств в течение 2023 и 2024 гг. было доставлено 26 983 и 26 004 пробы сыворотки крови соответственно. Результаты обнаружения антител к вирусу НБ в сыворотках крови птиц (кур, индеек, уток, гусей и перепелов) из птицеводческих предприятий РФ представлены в таблице 1.

В мониторинговые исследования в 2023 г. были включены пробы из 237 промышленных хозяйств (предприятий) 60 субъектов РФ, в 2024 г. – из 280 хозяйств 74 субъектов РФ. В 2024 г. в целом по РФ было выявлено больше положительных проб, чем в предыдущем году (81 и 74%).

Результаты обнаружения антител к вирусу НБ в сыворотках крови кур из промышленных птицеводческих хозяйств, отобранных в 2023–2024 гг., с использованием иммуноферментного анализа (ИФА) и реакции торможения гемагглютинации (РТГА) представлены на рисунках 1 и 2.

Таблица 1

Результаты обнаружения антител к вирусу ньюкаслской болезни в сыворотках крови птиц из птицеводческих предприятий РФ в 2023–2024 гг.

Table 1
Antibodies to Newcastle disease virus detected in poultry sera collected on commercial poultry farms of the Russian Federation in 2023–2024

Федеральный округ	Количество проб, исследованных в 2023 г.		Количество предприятий / субъектов РФ в 2023 г.	Количество проб, исследованных в 2024 г.		Количество предприятий / субъектов РФ в 2024 г.
	общее	полож.		общее	полож.	
Северо-Западный	2646	1640	23/7	2540	1936	20/8
Центральный	5915	4964	55/12	6916	5480	61/13
Приволжский	9413	6481	64/14	5993	5073	75/14
Уральский	2221	1390	23/4	2650	2002	28/6
Сибирский	1907	1497	32/9	2601	2234	38/11
Дальневосточный	1076	973	10/7	1571	1336	17/8
Южный	3080	2618	27/5	2601	2054	31/9
Северо-Кавказский	725	419	3/2	1132	941	10/5
Всего	26 983	19 982 (74%)*	237/60	26 004	21 056 (81%)	280/74

Полож. – положительные пробы (positive samples); * процент положительных проб от общего количества исследованных (percentage of positive samples from the total number of the tested ones).

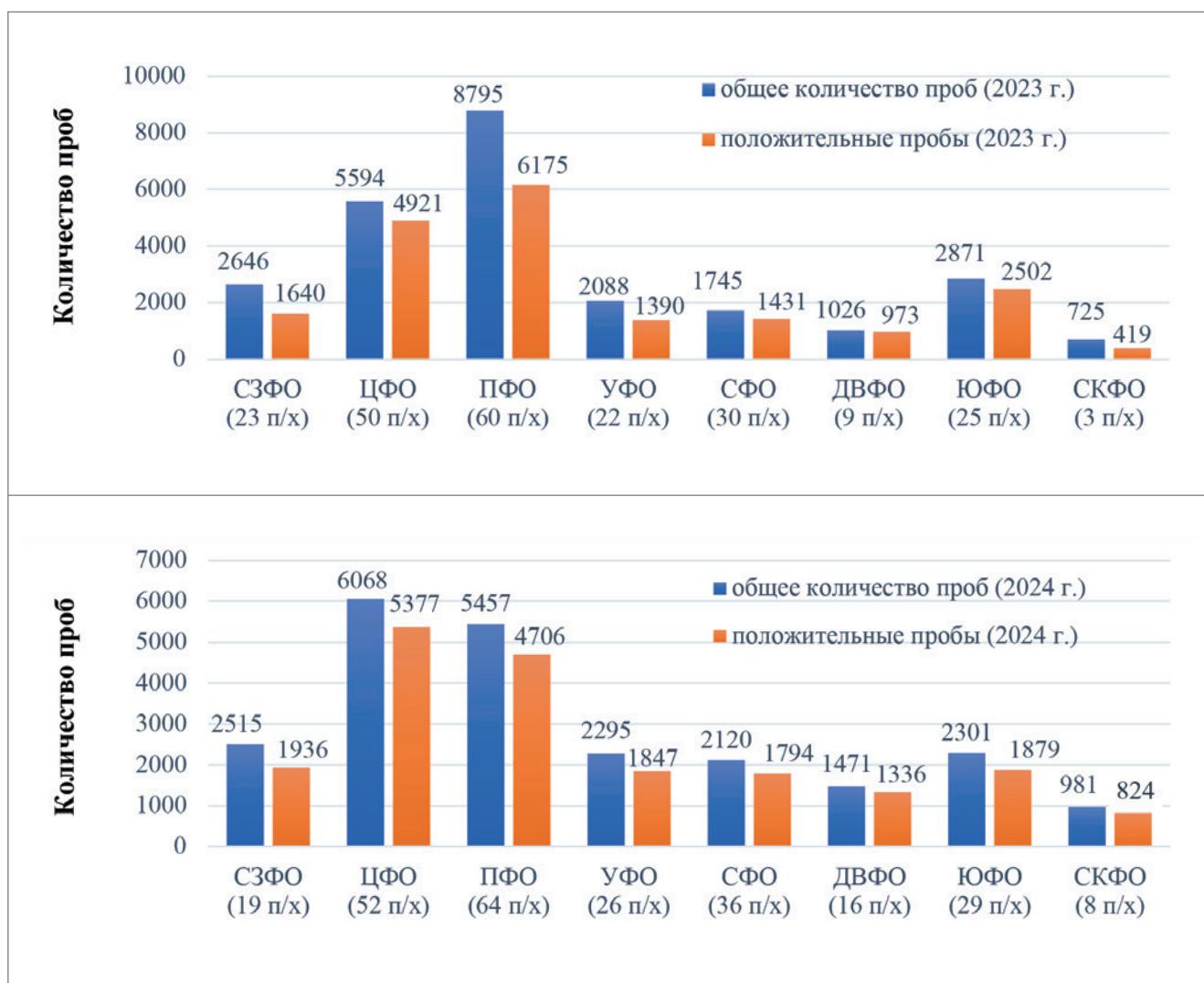


Рис. 1. Обнаружение антител к вирусу ньюкаслской болезни в сыворотках крови кур из промышленных птицеводческих хозяйств (п/х) в 2023–2024 гг.

Fig. 1. Detection of antibodies to Newcastle disease virus in chicken sera collected on commercial poultry farms (n/x) in 2023–2024

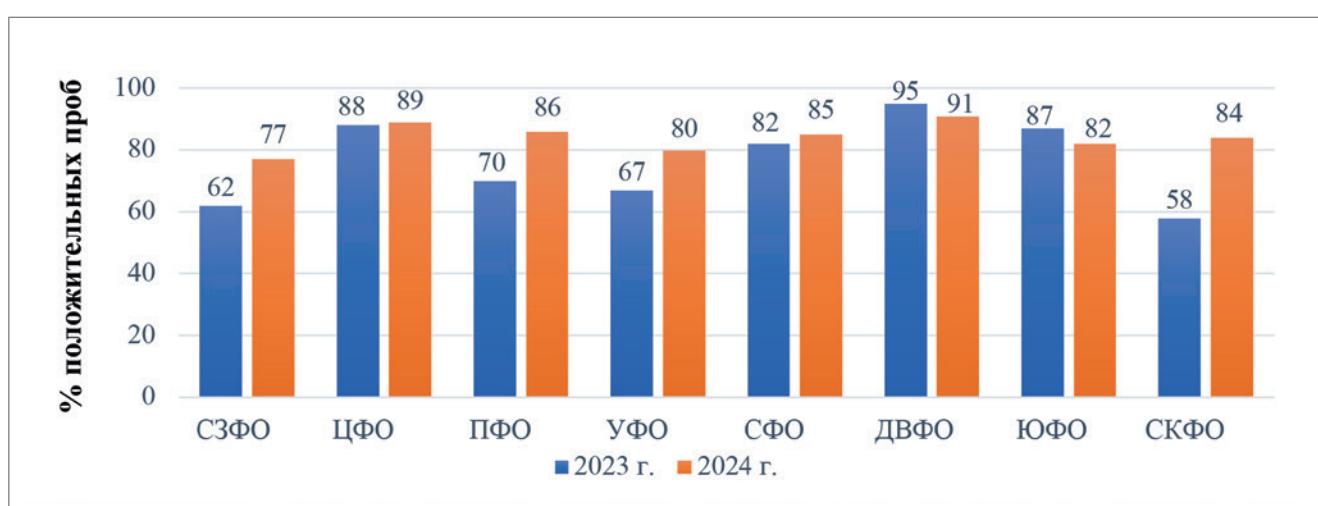


Рис. 2. Процент положительных проб (сыворотки крови кур), обнаруженных в 2023–2024 гг., в промышленных птицеводческих хозяйствах различных федеральных округов РФ

Fig. 2. Fig. 2. Percentage of positive samples (chicken sera) detected in 2023–2024 on commercial poultry farms in various Federal Districts of the Russian Federation

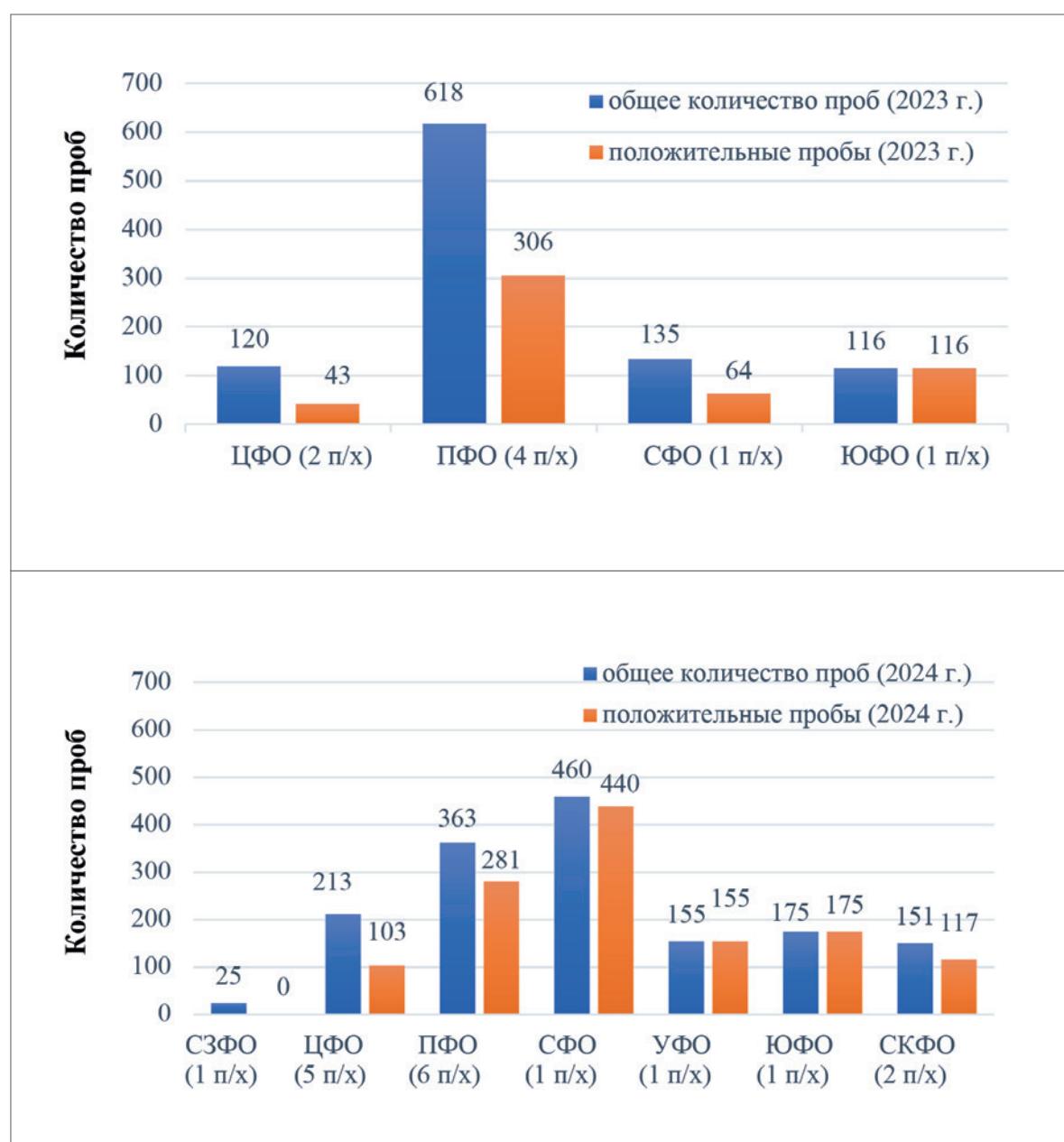


Рис. 3. Обнаружение антител к вирусу ньюкаслской болезни в сыворотках крови индеек из промышленных птицеводческих хозяйств (*n/x*) в 2023–2024 гг.

Fig. 3. Detection of antibodies to Newcastle disease virus in turkey sera collected on commercial poultry farms (*n/x*) in 2023–2024

В 2023 г. было исследовано 25 490 проб от кур из 222 птицеводческих хозяйств промышленного типа 8 федеральных округов РФ, антитела к вирусу НБ были обнаружены в 19 451 пробе (76%). В 2024 г. антитела к вирусу НБ были выявлены в 19 699 (85%) из 23 208 проб, поступивших из 250 птице хозяйств (рис. 1).

Серологические исследования на НБ, проведенные в 2023 г., показали, что минимальный процент положительных проб (58%) был обнаружен в Северо-Кавказском федеральном округе (СКФО). Немного больше, от 62 до 70% положительных проб, было выявлено у кур из Северо-Западного (СЗФО), Уральского (УФО) и Приволжского (ПФО) федеральных округов. В Сибирском (СФО), Южном (ЮФО) и Центральном (ЦФО) федеральных округах количество положительных проб составило от 82 до 88%, а максимальное количество (95%) было обнаружено в Дальневосточном (ДВФО)

федеральном округе. В 2024 г. в 7 из 8 федеральных округов, за исключением СЗФО (77%), доля серопозитивных особей среди кур составила от 80 до 91% (рис. 2).

Результаты обнаружения антител к вирусу НБ в сыворотках крови других видов сельскохозяйственной птицы, доставленной из птицеводческих хозяйств промышленного типа, представлены на рисунках 3 и 4. Исследование сывороток крови индеек проводили двумя методами: ИФА и РТГА; для гусей, уток и перепелов использовали только РТГА.

При исследовании 989 проб сыворотки крови индеек, доставленных в течение 2023 г. из 8 птице хозяйств 4 федеральных округов РФ (ЦФО, ПФО, СФО и ЮФО), антитела были обнаружены в 529 из них (54%). В 2024 г. антитела к вирусу НБ были выявлены в 1271 (82%) из 1542 исследованных проб сыворотки крови из 17 птице хозяйств 7 федеральных округов (за исключением ДВФО).

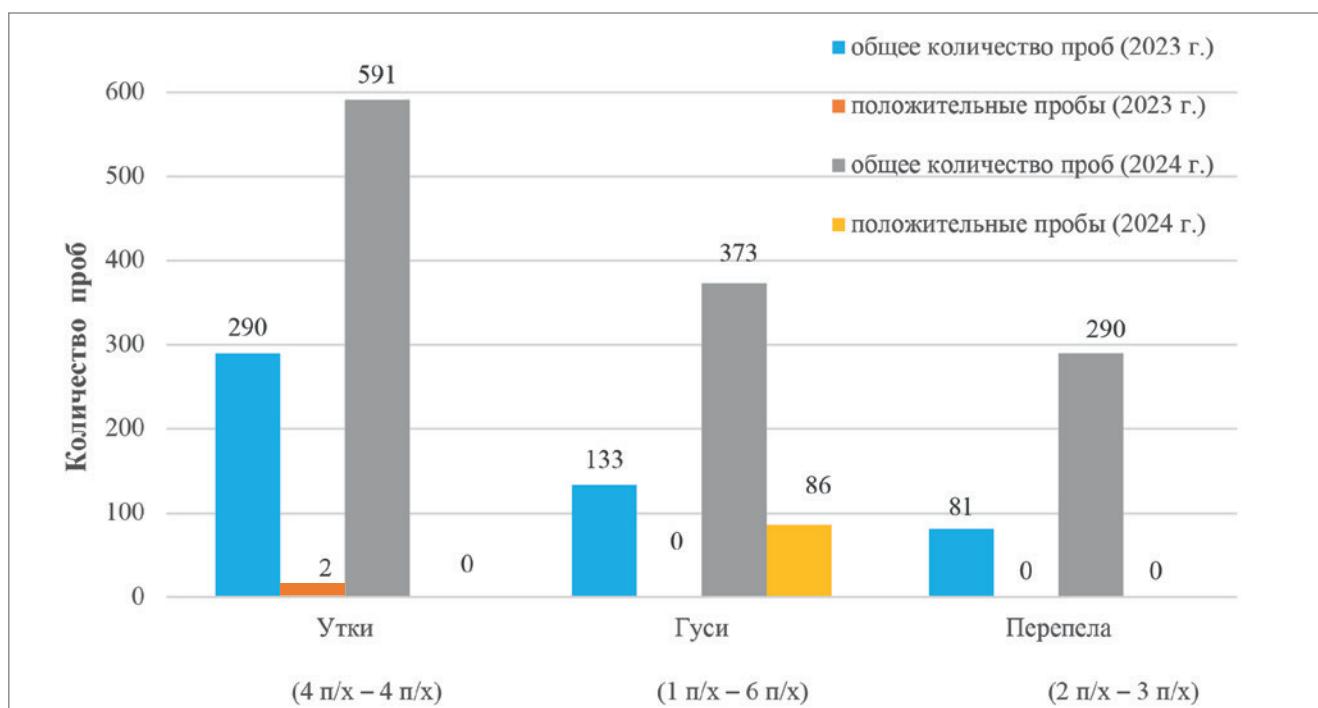


Рис. 4. Обнаружение антител к вирусу ньюкаслской болезни в сыворотках крови птиц из промышленных птицеводческих хозяйств (n/x) в 2023–2024 гг.

Fig. 4. Detection of antibodies to Newcastle disease virus in sera collected on commercial poultry farms (n/x) in 2023–2024.

Таблица 2
Результаты обнаружения антител к вирусу ньюкаслской болезни в сыворотках крови кур и индеек из ППУ и КФХ РФ в ИФА и РТГА в 2023–2024 гг

Table 2
Antibodies to Newcastle disease virus detected in chicken and turkey sera collected in backyards and on family-operated farms of the Russian Federation. Samples tested in enzyme-linked immunosorbent assay and hemagglutination inhibition assay (data for 2023–2024)

Федеральный округ	Вид птицы	Количество проб (2023 г.)		Количество проб (2024 г.)	
		общее/ полож.	% полож. проб	общее/ полож.	% полож. проб
Северо-Западный	куры	96/15	16	54/0	0
Центральный	куры	928/253	27	751/298	40
Приволжский	куры	2023/689	34	1227/669	55
	индейки	45/0	0	н/и	н/и
Уральский	куры	200/41	21	120/15	13
Сибирский	куры	607/250	41	278/165	59
	индейки	10/0	0	10/0	0
Дальневосточный	куры	1222/223	18	643/286	45
	индейки	167/146	87	117/54	46
Южный	куры	500/411	82	759/538	71
	индейки	н/и	н/и	25/25	100
Северо-Кавказский	куры	981/334	34	689/437	63
	индейки	10/10	100	н/и	н/и
Всего		6789/2372	35	4673/2487	53

н/и – не исследовали (not tested); полож. – положительный (positive).

Пробы от не вакцинированных против НБ индексы из СЗФО показали отрицательный результат (рис. 3).

Сопроводительные документы из хозяйств указывают на то, что обнаруженные специфические антитела были выработаны в организме птиц в ответ на применение живых или инактивированных вакцин против НБ. Количество серопозитивной птицы в хозяйствах зависело от ряда факторов, в том числе типа вакцин и схемы иммунизации. Применение новых, более эффективных типов вакцин, в том числе инактивированных из вирулентных штаммов вируса НБ, увеличивало количество защищенных птиц в стаде и повышало уровень иммунного ответа [25, 26, 27].

Сыворотки крови от уток были доставлены из ЦФО, СФО и ЮФО: 290 проб из 4 птицехозяйств в 2023 г. и 591 проба из 4 птицехозяйств в 2024 г. Специфические к вирусу НБ антитела были выявлены только в 2 пробах (0,7%) из одного птицехозяйства СФО в 2023 г. (рис. 4).

В 2023 г. было исследовано 133 пробы от гусей из птицехозяйства УФО, антитела к вирусу НБ не обнаружены. При исследовании в 2024 г. 373 проб, отобранных в 6 птицехозяйствах ПФО и УФО, антитела к вирусу НБ были выявлены в 86 пробах (23%) от гусей, не вакцинированных против НБ, из республик Башкортостан и Татарстан. Иммунизация домашних водоплавающих птиц (уток и гусей) против НБ в промышленных хозяйствах проводится очень редко, так как эти виды птиц менее чувствительны к НБ, чем куры, но в то же время они могут служить резервуаром этой болезни в птицеводческих хозяйствах [11, 28].

В сыворотках крови перепелов из двух федеральных округов (ЦФО и ДВФО), исследованных в течение двух лет, антитела к вирусу НБ не обнаружены, в том числе и у вакцинированных птиц (рис. 4). Отсутствие специфических антител у вакцинированных перепелов в наших мониторинговых исследованиях

Таблица 3

Результаты обнаружения антител к вирусу ньюкаслской болезни в сыворотках крови птиц разных видов из ЛПХ и КФХ РФ в РТГА в 2023–2024 гг.

Table 3

Antibodies to Newcastle disease virus detected in sera from various poultry species collected in backyards and on family-operated farms of the Russian Federation. Samples tested in hemagglutination inhibition assay (data for 2023–2024)

Федеральный округ	Вид птицы	Количество проб (2023 г.)		Количество проб (2024 г.)	
		общее/полож.	% полож. проб	общее/полож.	% полож. проб
Северо-Западный	утки	75/0	0	106/0	0
	цесарки	5/0	0	10/0	0
	фазаны	5/0	0	10/0	0
	страусы	4/0	0	н/и	н/и
	павлины	5/0	0	н/и	н/и
Центральный	утки	14/0	0	61/0	0
	гуси	96/6	6	30/0	0
	перепела	50/0	0	73/0	0
Приволжский	утки	171/10	6	28/0	0
	гуси	378/61	16	269/24	9
	перепела	20/0	0	75/0	0
	цесарки	30/30	100*	н/и	н/и
Уральский	перепела	5/0	0	10/0	0
Сибирский	гуси	8/0	0	15/0	0
	перепела	10/0	0	н/и	н/и
Дальневосточный	утки	10/0	0	24/0	0
	перепела	75/0	0	75/0	0
	гуси	46/0	0	н/и	н/и
Южный	фазаны	н/и	н/и	25/25	100*
	Всего	1007/107	11	811/49	6

н/и – не исследовали (not tested); * пробы от вакцинированной против НБ птицы (samples from poultry vaccinated against Newcastle disease).

может быть связано с неправильными сроками отбора проб после вакцинации или с некорректной схемой иммунизации.

В течение 2023 и 2024 гг. на наличие антител к вирусу НБ было исследовано соответственно 7796 и 5484 пробы сыворотки крови от домашних птиц ЛПХ и КФХ из 39 субъектов 8 федеральных округов РФ (табл. 2 и 3).

Исследование сывороток крови домашней птицы из ЛПХ и КФХ показало наличие специфических к вирусу НБ антител у кур, индеек, уток, гусей и цесарок в 2023 г. и у кур, индеек, гусей и фазанов – в 2024 г.

У кур и индеек антитела к вирусу НБ были выявлены в 35 и 53% проб, исследованных в 2023 и 2024 г. соответственно.

Вакцинация поголовья птиц против НБ в КФХ и ЛПХ, по данным сопроводительных документов, проводилась не во всех хозяйствах. Домашняя птица для ЛПХ в основном приобреталась на птицефабриках, где применялась иммунизация против НБ. Вакцинация проводилась, как правило, однократно, при этом чаще использовались живые вакцины, после введения которых иммунный ответ кратковременен. О повышении уровня вакцинопрофи-

лактики против НБ в индивидуальных хозяйствах можно судить по увеличению количества положительных проб с 35% в 2023 г. до 53% в 2024 г.

От домашних гусей было доставлено на исследование 528 и 314 проб в 2023 и 2024 гг. соответственно. Антитела к вирусу НБ были обнаружены в 67 (2023 г.) и 24 (2024 г.) пробах от не вакцинированных против НБ гусей, доставленных из ЦФО и ПФО. В сыворотках крови домашних уток антитела были обнаружены в 10 пробах из 270 исследованных (ПФО), в 2024 г. специфических антител к вирусу НБ в сыворотках крови уток не обнаружено. Наличие антител у не вакцинированных против НБ домашних водоплавающих птиц может быть связано с циркуляцией азиатских штаммов вируса НБ, поскольку пробы для исследования были отобраны от клинически здоровых птиц [11, 28]. Антитела к вирусу НБ были обнаружены во всех пробах от вакцинированных цесарок и фазанов.

Многие виды диких птиц являются природными резервуарами и переносчиками возбудителей инфекционных болезней [4, 17], в связи с этим проведение

Таблица 4

Результаты обнаружения антител к вирусу ньюкаслской болезни у птиц в дикой фауне в РТГА

Table 4

Antibodies to Newcastle disease virus detected in wild birds using hemagglutination inhibition assay

Федеральный округ (субъект РФ)	Вид птицы	Количество проб (2023 г.)		Количество проб (2024 г.)	
		общее	полож.	общее	полож.
Северо-Западный (Вологодская область)	дикие утки	85	6	41	2
	дикие гуси	54	0	62	6
	чайки	1	0	15	1
Центральный (Липецкая и Смоленская области)	синантропная птица	17	0	35	0
	дикая птица	17	0	35	0
	дикие утки	7	0	н/и	н/и
Приволжский (Республика Татарстан)	дикая птица	20	0	н/и	н/и
	голуби	14	3	н/и	н/и
Дальневосточный (Приморский край)	зоопарковая птица	11	0	н/и	н/и
Сибирский (Красноярский край, Омская область)	голуби	н/и	н/и	90	56
Всего		226	9 (4%)*	278	65 (23%)

н/и – не исследовали (not tested); * процент положительных проб от общего количества исследованных (percentage of positive samples from the total number of the tested ones).

Мониторинговых исследований в дикой фауне позволяет осуществлять контроль за возникновением и распространением опасных инфекций птиц, в том числе НБ.

В таблице 4 представлены результаты исследования в РТГА сывороток крови от птиц дикой фауны, отобранный в течение 2023–2024 гг.

При исследовании сывороток крови, отобранный от птиц в дикой фауне 7 субъектов РФ, антитела к вирусу НБ были выявлены в 74 пробах из 504 поступивших. Положительными были пробы от птиц из СЗФО, ПФО и СФО: 59 проб от синантропных (голуби) и 15 проб от диких (утки, гуси и чайки) птиц. В Вологодской области специфические антитела к вирусу НБ в пробах от дикой птицы обнаруживали на протяжении 2 лет мониторинговых исследований. Положительные пробы от голубей были получены из Республики Татарстан, Красноярского края и Омской области. В большинстве случаев они были отобраны вблизи территорий крупных птицеводческих хозяйств, что может представлять угрозу распространения инфекции на домашних птиц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В течение 2023–2024 гг. была проведена оценка эпизоотической ситуации по НБ в РФ при исследовании полевых образцов сыворотки крови, отобранный от разных видов домашних и диких птиц. У птиц промышленных предприятий поддерживался высокий уровень позитивности к вирусу НБ вследствие проведения плановых иммунизаций живыми и инактивированными

ми вакцинами в течение всего цикла выращивания сельскохозяйственной птицы. Домашняя птица из ЛПХ вследствие недостаточной защиты от НБ создает постоянную угрозу для возникновения первичных очагов инфекции, вызванной вирулентными штаммами вируса. В 4 регионах РФ антитела к вирусу НБ были обнаружены у диких и синантропных птиц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Alexander D. J., Aldous E. W., Fuller C. M. The long view: a selective review of 40 years of Newcastle disease research. *Avian Pathology*. 2012; 41 (4): 329–335. <https://doi.org/10.1080/03079457.2012.697991>
- ICTV. Current ICTV Taxonomy Release. Taxon name: *Orthoavulavirus javaense*. https://ictv.global/taxonomy/taxondetails?taxnode_id=202401591&taxon_name=Orthoavulavirus%20javaense
- Dimitrov K. M., Abolnik C., Afonso C. L., Albina E., Bahl J., Berg M., et al. Updated unified phylogenetic classification system and revised nomenclature for Newcastle disease virus. *Infection, Genetics and Evolution*. 2019; 74:103917. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2019.103917>
- Андрейчук Д. Б., Щербакова Л. О., Гусева Н. А., Овчинникова Е. В., Никонова З. Б., Андриясов А. В. и др. Актуальные вирусные инфекции в птицеводстве: анализ результатов молекулярной диагностики. *Труды ВИЭВ*. 2021; 82 (1): 51–57. <https://doi.org/10.31016/viev-2021-18-7>
- Dimitrov K. M., Ramey A. M., Qiu X., Bahl J., Afonso C. L. Temporal, geographic, and host distribution of *Avian paramyxovirus 1* (Newcastle disease virus). *Infection, Genetics and Evolution*. 2016; 39: 22–34. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2016.01.008>
- Wan H., Chen L., Wu L., Liu X. Newcastle disease in geese: natural occurrence and experimental infection. *Avian Pathology*. 2004; 33 (2): 216–221. <https://doi.org/10.1080/0307945042000195803>
- Susta L., Segovia D., Olivier D. L., Dimitrov K. M., Shittu I., Marcano V., Miller P. Newcastle disease virus infection in quail. *Veterinary Pathology*. 2018; 55 (5): 682–692. <https://doi.org/10.1177/0300985818767996>
- Варкентин А. В., Волков М. С., Ирза В. Н. Изучение устойчивости перепелов (*Coturnix coturnix japonica*) к заражению вирулентным вирусом ньюкаслской болезни. *Труды Федерального центра охраны здоровья животных*. 2020; 17: 175–181. <https://elibrary.ru/ggucxd>
- Pchelkina I. P., Manin T. B., Kolosov S. N., Starov S. K., Andriyasov A. V., Chvala I. A., et al. Characteristics of pigeon paramyxovirus serotype-1 isolates (PPMV-1) from the Russian Federation from 2001 to 2009. *Avian Disease*. 2013; 57 (1): 2–7. <https://doi.org/10.1637/10246-051112-reg.1>
- Sabra M., Dimitrov K. M., Goraichuk I. V., Wajid A., Sharma P., Williams-Coplin D., et al. Phylogenetic assessment reveals continuous evolution and circulation of pigeon-derived virulent avian avulaviruses 1 in Eastern Europe, Asia, and Africa. *BMC Veterinary Research*. 2017; 13:291. <https://doi.org/10.1186/s12917-017-1211-4>
- Xu Q., Chen Y., Zhao W., Zhang T., Liu C., Qi T., et al. Infection of goose with genotype VIIId Newcastle disease virus of goose origin elicits strong immune responses at early stage. *Frontiers in Microbiology*. 2016; 7:1587. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01587>
- Mousa M. R., Mohammed F. F., El-Deeb A. H., Khalefa H. S., Ahmed K. A. Molecular and pathological characterization of genotype VIIId Newcastle disease virus on Egyptian chicken farms during 2016–2018. *Acta Veterinaria Hungarica*. 2020; 68 (2): 221–230. <https://doi.org/10.1556/004.2020.00027>
- Khabiri A., Toroghi R., Mohammadabadi M., Tabatabaeizadeh S.-E. Introduction of a Newcastle disease virus challenge strain (sub-genotype VII.1.1) isolated in Iran. *Veterinary Research Forum*. 2023; 14 (4): 221–228. <https://doi.org/10.30466/vrf.2022.548152.3373>
- Гусева Н. А., Колосов С. Н., Андриясов А. В., Козлов А. А., Андрейчук Д. Б., Чвала И. А. Разработка метода ОТ-ПЦР в режиме реального времени для выявления РНК АОАВ-1 генотипа VII и его производных. *Труды Федерального центра охраны здоровья животных*. 2022; 18: 686–699. https://doi.org/10.29326/9785907612136_2022_18_686
- Гусева Н. А., Колосов С. Н., Зиняков Н. Г., Андриясов А. В., Овчинникова Е. В., Козлов А. А. и др. Генетическая характеристика изолятов вируса ньюкаслской болезни, выявленных в Российской Федерации в 2022 году. *Молодые ученые – науке и практике АПК: материалы научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых (Витебск, 27–28 апреля 2023 г.)*. Витебск: ВГАВМ; 2023; 57–60. <https://elibrary.ru/yxxxl>
- Guseva N. A., Kolosov S. N., Zinyakov N. G., Andriyasov A. V., Yin R., Scherbakova L. O., et al. Analysis of *Avian orthoavulavirus 1* detected in the Russian Federation between 2017 and 2021. *Vaccines*. 2023; 11 (6):1032. <https://doi.org/10.3390/vaccines11061032>
- Виткова О. Н., Карапулов А. К., Ирза В. Н., Костельцева Э. А., Загороднова Н. Ф., Рыжова Д. Д. Эпизоотическая ситуация по высокопа-

- тогенному гриппу птиц и болезни Ньюкасла в Российской Федерации в 2016–2020 годах. Эффективное животноводство. 2021; (4): 76–78. <https://elibrary.ru/utlbye>
18. Hu Z., He X., Deng J., Hu J., Liu X. Current situation and future direction of Newcastle disease vaccines. *Veterinary Research*. 2022; 53:99. <https://doi.org/10.1186/s13567-022-01118-w>
 19. Акситидийский Е.А., Борисов В.В., Норкина С.Н., Рождественская Т.Н. Ньюкаспская болезнь. Обзор ситуации в РФ. Стратегия профилактики. Птицеводство. 2024; (9): 63–70. <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2024-73-9-63-70>
 20. Сарбасов А. Б., Ирза В. Н., Репин П. И., Старов С. К., Фролов С. В. Протективные свойства вакцины из штамма «Ла-Сота» при заражении цыплят вирулентным штаммом VII генотипа вируса ньюкаслской болезни. *Ветеринария*. 2015; (2): 28–31. <https://elibrary.ru/rlhqhm>
 21. Newcastle disease (infection with Newcastle disease virus). In: WOAH. *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals*. Chapter 3.3.10. <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals>
 22. Зыбина Т.Н., Пяткина А.А., Мороз Н.В., Кулаков В.Ю., Щербакова Л.О. Иммунологические свойства лентогенного штамма «ВНИИЗЖ НБ-Эн» вируса ньюкаслской болезни. *Ветеринария*. 2024; (4): 39–44. <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2024.27.4.39-44>
 23. Kapczynski D.R., Afonso C. L., Miller P.J. Immune responses of poultry to Newcastle disease virus. *Developmental and Comparative Immunology*. 2013; 41 (3): 447–453. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2013.04.012>
 24. Волкова М. А., Чвала Ир. А., Осипова О. С., Кулагина М. А., Андрейчук Д. Б., Чвала И. А. Серологический мониторинг гриппа птиц и ньюкаслской болезни в Российской Федерации в 2019 году. *Ветеринария сегодня*. 2020; (2): 76–82. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2020-2-33-76-82>
 25. Фролов С. В., Мороз Н. В., Чвала И. А., Ирза В. Н. Эффективность вакцин против ньюкаслской болезни производства ФГБУ «ВНИИЗЖ» в отношении актуальных вирусов VII генотипа. *Ветеринария сегодня*. 2021; (1): 44–51. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2021-1-36-44-51>
 26. Мороз Н. В., Фролов С. В., Кулаков В. Ю., Гусева Н. А. Сравнительная оценка эффективности вакцин против ньюкаслской болезни, вызванной вирусом VII генотипа. Эффективное животноводство. 2022; (5): 68–73. <https://doi.org/10.24412/cl-33489-2022-5-68-73>
 27. Dewidar A.A.A., Kilany W.H., El-Sawah A.A., Shany S.A.S., Dahshan A.-H.M., Hisham I., et al. Genotype VII.1.1-based Newcastle disease virus vaccines afford better protection against field isolates in commercial broiler chickens. *Animals*. 2022; 12 (13):1696. <https://doi.org/10.3390/ani12131696>
 28. Eze C. P., Shoyinka V. S. O., Okoye J. O. A., Ezema W. S., Ogbonna I. O., Eze D. C., et al. Comparison of the serum proteins and immune responses of velogenic Newcastle disease virus infected chickens and ducks. *Open Journal of Veterinary Medicine*. 2014; 4 (6): 122–128. <https://doi.org/10.4236/ojvm.2014.46014>
 9. Pchelkina I. P., Manin T. B., Kolosov S. N., Starov S. K., Andriyasov A. V., Chvala I. A., et al. Characteristics of pigeon paramyxovirus serotype-1 isolates (PPMV-1) from the Russian Federation from 2001 to 2009. *Avian Disease*. 2013; 57 (1): 2–7. <https://doi.org/10.1637/10246-051112-reg.1>
 10. Sabra M., Dimitrov K. M., Goraichuk I. V., Wajid A., Sharma P., Williams-Coplin D., et al. Phylogenetic assessment reveals continuous evolution and circulation of pigeon-derived virulent avian avulaviruses 1 in Eastern Europe, Asia, and Africa. *BMC Veterinary Research*. 2017; 13:291. <https://doi.org/10.1186/s12917-017-1211-4>
 11. Xu Q., Chen Y., Zhao W., Zhang T., Liu C., Qi T., et al. Infection of goose with genotype VIId Newcastle disease virus of goose origin elicits strong immune responses at early stage. *Frontiers in Microbiology*. 2016; 7:1587. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01587>
 12. Mousa M. R., Mohammed F. F., El-Deeb A. H., Khalefa H. S., Ahmed K. A. Molecular and pathological characterization of genotype VII Newcastle disease virus on Egyptian chicken farms during 2016–2018. *Acta Veterinaria Hungarica*. 2020; 68 (2): 221–230. <https://doi.org/10.1556/004.2020.00027>
 13. Khabiri A., Toroghi R., Mohammadabadi M., Tabatabaeizadeh S.-E. Introduction of a Newcastle disease virus challenge strain (sub-genotype VII.1.1) isolated in Iran. *Veterinary Research Forum*. 2023; 14 (4): 221–228. <https://doi.org/10.30466/vrf.2022.548152.3373>
 14. Guseva N. A., Kolosov S. N., Andriyasov A. V., Kozlov A. A., Andreychuk D. B., Chvala I. A. Developing real-time RT-PCR to detect RNA of AOAV-1 genotype VII and its derivatives. *Proceedings of the Federal Centre for Animal Health*. 2022; 18: 686–699. [https://doi.org/10.29326/9785907612136_2022_18_686 \(in Russ.\)](https://doi.org/10.29326/9785907612136_2022_18_686)
 15. Guseva N. A., Kolosov S. N., Zinyakov N. G., Andriyasov A. V., Ovchinnikova E. V., Kozlov A. A., et al. Genetic characteristic of Newcastle disease virus isolates detected in the Russian Federation in 2022. *Molodye uchenye – nauke i praktike APK: materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii aspirantov i molodyykh uchenyykh (Vitebsk, 27–28 aprelya 2023 g.) = Young scientists for the advancement of agricultural science and practice: proceedings of the scientific and practical conference for postgraduates and young researchers (Vitebsk, April 27–28, 2023). Vitebsk: Vitebsk Order of the Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine; 2023; 57–60. [https://elibrary.ru/yxllx \(in Russ.\)](https://elibrary.ru/yxllx (in Russ.))*
 16. Guseva N. A., Kolosov S. N., Zinyakov N. G., Andriyasov A. V., Yin R., Scherbakova L. O., et al. Analysis of Avian orthoavulavirus 1 detected in the Russian Federation between 2017 and 2021. *Vaccines*. 2023; 11 (6):1032. <https://doi.org/10.3390/vaccines11061032>
 17. Vitkova O.N., Karaulov A.K., Irza V.N., Kostel'tseva E.A., Zagorodnova N.F., Ryzhova D. D. Ehpirozooticheskaya situatsiya po vysokopatogennomu grippu ptits i bolezni N'yukaslja v Rossiiskoi Federatsii v 2016–2020 godakh = Situation on highly pathogenic avian influenza and Newcastle disease in the Russian Federation in 2016–2020. *Effectivnoe zhivotnovodstvo*. 2021; (4): 76–78. [https://elibrary.ru/utlbye \(in Russ.\)](https://elibrary.ru/utlbye (in Russ.))
 18. Hu Z., He X., Deng J., Hu J., Liu X. Current situation and future direction of Newcastle disease vaccines. *Veterinary Research*. 2022; 53:99. <https://doi.org/10.1186/s13567-022-01118-w>
 19. Акситидийский Е. А., Борисов В. В., Норкина С. Н., Рождественская Т. Н. Newcastle disease: overview of the situation in the Russian Federation and prevention strategy. *Ptitsevodstvo*. 2024; (9): 63–70. [https://doi.org/10.33845/0033-3239-2024-73-9-63-70 \(in Russ.\)](https://doi.org/10.33845/0033-3239-2024-73-9-63-70 (in Russ.))
 20. Sarbasov A. B., Irsa V. N., Repin P. I., Starov S. K., Frolov S. V. The study of protective properties of the vaccine strain "La-Sota" when infected chickens virulent strain of the genotype VII of the virus Newcastle disease. *Veterinariya*. 2015; (2): 28–31. [https://elibrary.ru/rlhqhm \(in Russ.\)](https://elibrary.ru/rlhqhm (in Russ.))
 21. Newcastle disease (infection with Newcastle disease virus). In: WOAH. *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals*. Chapter 3.3.10. <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals>
 22. Зыбина Т. Н., Пяткина А. А., Мороз Н. В., Кулаков В. Ю., Шcherbakova L. O. Immunological properties of lentogenic ARRIAH ND-En strain of Newcastle disease virus. *Veterinariya*. 2024; (4): 39–44. [https://doi.org/10.30896/0042-4846.2024.27.4.39-44 \(in Russ.\)](https://doi.org/10.30896/0042-4846.2024.27.4.39-44 (in Russ.))
 23. Kapczynski D. R., Afonso C. L., Miller P. J. Immune responses of poultry to Newcastle disease virus. *Developmental and Comparative Immunology*. 2013; 41 (3): 447–453. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2013.04.012>
 24. Volkova M. A., Chvala I. A., Osipova O. S., Kulagina M. A., Andreychuk D. B., Chvala I. A. Serological monitoring of avian influenza and Newcastle disease in the Russian Federation in 2019. *Veterinary Science Today*. 2020; (2): 76–82. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2020-2-33-76-82>
 25. Frolov S. V., Moroz N. V., Chvala I. A., Irza V. N. Effectiveness of vaccines produced by the Federal State-Financed Institution "ARRIAH" against topical genotype VII Newcastle disease viruses. *Veterinary Science Today*. 2021; (1): 44–51. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2021-1-36-44-51>
 26. Moroz N. V., Frolov S. V., Kulakov V. Yu., Guseva N. A. Sravnitel'naya otsenka effektivnosti vaktsin protiv n'yukalskoi bolezni, vyzvannoi viru-

som VII genotipa = A comparative evaluation of vaccine efficacy against Newcastle disease caused by genotype VII virus. *Effectivnoe zhivotnovodstvo*. 2022; (5): 68–73. <https://doi.org/10.24412/cl-33489-2022-5-68-73> (in Russ.)

27. Dewidar A. A. A., Kilany W. H., El-Sawah A. A., Shany S. A. S., Dahshan A.-H. M., Hisham I., et al. Genotype VII.1.1-based Newcastle disease virus vaccines afford better protection against field isolates in commercial broiler chickens. *Animals*. 2022; 12 (13):1696. <https://doi.org/10.3390/ani12131696>

28. Eze C. P., Shoyinka V. S. O., Okoye J. O. A., Ezema W. S., Ogbonna I. O., Eze D. C., et al. Comparison of the serum proteins and immune responses of velogenic Newcastle disease virus infected chickens and ducks. *Open Journal of Veterinary Medicine*. 2014; 4 (6): 122–128. <https://doi.org/10.4236/ojvm.2014.46014>

Поступила в редакцию / Received 24.04.2025

Поступила после рецензирования / Revised 21.05.2025

Принята к публикации / Accepted 08.09.2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Волкова Марина Алексеевна, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник референтной лаборатории вирусных болезней птиц ФГБУ «ВНИИЗЖ» г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-7674-639X>, volkovama@arriah.ru

Чвала Ирина Александровна, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник информационно-аналитического центра ФГБУ «ВНИИЗЖ» г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-5846-1262>, chvala_ia@arriah.ru

Ярославцева Полина Сергеевна, канд. биол. наук, научный сотрудник референтной лаборатории вирусных болезней птиц ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-0383-9912>, yaroslavtseva@arriah.ru

Кулагина Мария Александровна, канд. биол. наук, научный сотрудник референтной лаборатории вирусных болезней птиц ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-6959-3965>, kulagina@arriah.ru

Осипова Ольга Сергеевна, младший научный сотрудник референтной лаборатории вирусных болезней птиц ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-3176-157X>, osipova@arriah.ru

Гусева Нелли Андреевна, ведущий специалист референтной лаборатории вирусных болезней птиц ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-7623-4749>, guseva_na@arriah.ru

Андрейчук Дмитрий Борисович, канд. биол. наук, заведующий референтной лабораторией вирусных болезней птиц ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-1681-5795>, andreychuk@arriah.ru

Marina A. Volkova, Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher, Reference Laboratory for Avian Viral Diseases, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-7674-639X>, volkovama@arriah.ru

Irina A. Chvala, Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher, Information and Analysis Centre, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-5846-1262>, chvala_ia@arriah.ru

Polina S. Yaroslavtseva, Cand. Sci. (Biology), Researcher, Reference Laboratory for Avian Viral Diseases, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-0383-9912>, yaroslavtseva@arriah.ru

Maria A. Kulagina, Cand. Sci. (Biology), Researcher, Reference Laboratory for Avian Viral Diseases, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-6959-3965>, kulagina@arriah.ru

Olga S. Osipova, Junior Researcher, Reference Laboratory for Avian Viral Diseases, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-3176-157X>, osipova@arriah.ru

Nelli A. Guseva, Leading Specialist, Reference Laboratory for Avian Viral Diseases, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-7623-4749>, guseva_na@arriah.ru

Dmitry B. Andreychuk, Cand. Sci. (Biology), Head of Reference Laboratory for Avian Viral Diseases, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-1681-5795>, andreychuk@arriah.ru

Вклад авторов: Волкова М. А. – поиск и анализ литературы по теме, обработка и анализ результатов лабораторных исследований, составление таблиц и диаграмм, подготовка текста статьи; Чвала Ир. А. – проведение серологических исследований; Ярославцева П. С. – проведение серологических исследований; Кулагина М. А. – проведение серологических исследований; Осипова О. С. – проведение серологических исследований; Гусева Н. А. – проведение серологических исследований; Андрейчук Д. Б. – планирование мониторинговых исследований по регионам, редактирование текста.

Contribution of the authors: Volkova M. A. – comprehensive literature review on the topic, processing and analysis of laboratory results, designing tables and figures, preparing a draft of the scientific manuscript; Chvala Ir. A. – conducting serological tests; Yaroslavtseva P. S. – conducting serological tests; Kulagina M. A. – conducting serological tests; Osipova O. S. – conducting serological tests; Guseva N. A. – conducting serological tests; Andreychuk D. B. – planning monitoring tests in regions, text editing.



<https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-401-409>
УДК 619:578.831.11:616-073



Изучение инфекционного процесса у кур при различных способах заражения вирусом ньюкаслской болезни генотипа VII

М. А. Вершинина, Н. В. Мороз, С. В. Фролов, Д. Л. Долгов, Е. В. Курненкова, Л. О. Щербакова

ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ»), ул. Гвардейская, 6, мкр. Юрьевец, г. Владимир, 600901, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Ньюкаслская болезнь птиц входит в перечень нотифицируемых болезней и является актуальной проблемой современного птицеводства. К настоящему времени известно о существовании различных генотипов возбудителя, отличающихся друг от друга по вирулентности. Все больший интерес в последние годы вызывает вирус ньюкаслской болезни генотипа VII, который инициирует тяжелую форму болезни среди кур и других видов коммерческой птицы вплоть до 100%-й летальности поголовья.

Цель исследования. Изучение инфекционного процесса, а также клинических и патолого-анатомических особенностей ньюкаслской болезни птиц при экспериментальном заражении кур разными способами.

Материалы и методы. Провели экспериментальное заражение вирусом ньюкаслской болезни генотипа VII 30-суточных цыплят тремя разными способами: инTRANАЗАЛЬНО, перорально и внутримышечно. Через 48 ч после инфицирования в каждую группу поместили по 6 интактных цыплят. В течение последующих 10 сут оценивали клиническое состояние зараженной и контактной птицы, собирали и исследовали методом полимеразной цепной реакции ротоглоточные и клоакальные смывы и проводили патолого-анатомическое вскрытие павшей птицы.

Результаты. В ходе поставленного эксперимента было установлено, что изолят NDV/chicken/rus/Saratov/2403-3/22 вызывает гибель птицы в течение 5–7 сут. При внутримышечном заражении болезнь и гибель птицы наступали быстрее, чем при пероральном и инTRANАЗАЛЬНОМ инфицировании. В исследованных методом полимеразной цепной реакции образцах ротоглоточных и клоакальных мазков был выявлен геном вируса ньюкаслской болезни. Неспецифические признаки болезни были зафиксированы у всех особей, однако преобладание определенного симптомокомплекса зависело от способа заражения: у птиц, инфицированных внутримышечно и перорально, отмечались ярко выраженные неврологические симптомы; респираторные признаки были характерны при пероральном и инTRANАЗАЛЬНОМ заражениях. Результаты вскрытия свидетельствуют о том, что специфические патолого-анатомические признаки, характерные для ньюкаслской болезни, развивались после 24 ч с момента начала болезни. У особей, павших ранее, был обнаружен ряд патологических изменений внутренних органов, которые тем не менее не являлись информативными для диагностики ньюкаслской болезни при вскрытии.

Заключение. Штамм вируса ньюкаслской болезни генотипа VII NDV/chicken/rus/Saratov/2403-3/22 является патогенным для кур при экспериментальном инфицировании. Болезнь легко воспроизводится при внутримышечном, инTRANАЗАЛЬНОМ и пероральном способах заражения и характеризуется молниеносным течением с развитием респираторных и неврологических симптомов.

Ключевые слова: ньюкаслская болезнь птиц, инфекционный процесс, *Orthoavulavirus javaense*, *Paramyxoviridae*, генотип VII

Благодарности: Работа выполнена за счет средств ФГБУ «ВНИИЗЖ» в рамках научно-исследовательских работ по теме «Ветеринарное благополучие». Авторы выражают благодарность Д. В. Варвашенко, специалисту лаборатории эпизоотологии и мониторинга, за рекомендации по совершенствованию исследования; И. Н. Андросову, руководителю экспериментально-биологической лаборатории по работе с животными (Виварный комплекс), за предоставление пространства для исследования, а также сотрудникам референтной лаборатории вирусных болезней птиц.

Для цитирования: Вершинина М. А., Мороз Н. В., Фролов С. В., Долгов Д. Л., Курненкова Е. В., Щербакова Л. О. Изучение инфекционного процесса у кур при различных способах заражения вирусом ньюкаслской болезни генотипа VII. *Ветеринария сегодня*. 2025; 14 (4): 401–409. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-401-409>

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для корреспонденции: Вершинина Мария Андреевна, аспирант, специалист лаборатории профилактики болезней птиц ФГБУ «ВНИИЗЖ», ул. Гвардейская, 6, мкр. Юрьевец, г. Владимир, 600901, Россия, vershinina_ma@arriah.ru

Investigating the infectious process in chickens infected with Newcastle disease virus genotype VII via different routes

Maria A. Vershinina, Natalia V. Moroz, Sergey V. Frolov, Dmitry L. Dolgov, Elena V. Kurnenкова, Lidia O. Scherbakova

Federal Centre for Animal Health, ul. Gvardeyskaya, 6, Yur'evets, Vladimir 600901, Russia

ABSTRACT

Introduction. Newcastle disease is a notifiable disease and is a major threat for commercial poultry. There are many known genotypes of the Newcastle disease virus (NDV), which differ in virulence. In recent years, there is an increasing interest in NDV genotype VII that stems from its prevalence and high pathogenicity in chickens and other species of commercial poultry, causing severe disease with up to 100% mortality.

© Вершинина М. А., Мороз Н. В., Фролов С. В., Долгов Д. Л., Курненкова Е. В., Щербакова Л. О., 2025

Objective. Investigation of the infectious process and other clinical and post-mortem signs in chickens infected with Newcastle disease virus via different routes.

Materials and methods. Thirty-day-old chicks were experimentally infected with NDV genotype VII via three different routes: intranasal, oral and intramuscular. Forty eight hours post infection, six intact chickens were introduced in each group. Over the next 10 days, the clinical condition of the infected and contact poultry was assessed. Oropharyngeal and cloacal swabs were collected and tested by polymerase chain reaction. Dead chicks were subjected to post-mortem examination.

Results. The experiment demonstrated that NDV/chicken/rus/Saratov/2403-3/22 isolate causes poultry mortality within 5–7 days. Intramuscular infection led to faster disease progression and death in poultry compared to oral or intranasal routes. The NDV genome was identified in samples of oropharyngeal and cloacal swabs tested by polymerase chain reaction. While nonspecific signs of the disease were recorded in all individuals, the predominant clinical presentation varied with the infection route. Pronounced neurological symptoms were observed in birds infected via the intramuscular and oral routes. In contrast, respiratory signs were characteristic of infections via the oral and intranasal routes. The autopsy results indicate that specific pathological signs characteristic of Newcastle disease developed within 24 hours of the disease onset. A number of post-mortem lesions were found in the internal organs of individuals that died early. However, these lesions were not informative for a diagnosis of Newcastle disease.

Conclusion. The Newcastle disease virus NDV/chicken/rus/Saratov/2403-3/22 strain (genotype VII) was pathogenic to chickens during experimental infection. The disease was easily reproduced by intramuscular, intranasal, and oral routes of infection and was characterized by a peracute course with respiratory and neurological symptoms.

Keywords: Newcastle disease, infectious process, *Orthoavulavirus javaense*, *Paramyxoviridae*, genotype VII

Acknowledgements: The work was performed at the expense of the Federal Centre for Animal Health in the framework of scientific research on the topic "Veterinary welfare". The authors would like to express their sincere gratitude to D. V. Varvashenko, specialist of the Laboratory for Epizootiology and Monitoring for recommendations on the study improvements; I. N. Androsov, Head of the Experimental Biological Laboratory (Animal Facility) for providing space for studies and to the staff of the Reference Laboratory of Avian Viral Diseases.

For citation: Vershinina M. A., Moroz N. V., Frolov S. V., Dolgov D. L., Kurnenkova E. V., Scherbakova L. O. Investigating the infectious process in chickens infected with Newcastle disease virus genotype VII via different routes. *Veterinary Science Today*. 2025; 14 (4): 401–409. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-401-409>

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interests.

For correspondence: Maria A. Vershinina, Postgraduate Student, Specialist, Laboratory for Avian Diseases Prevention, Federal Centre for Animal Health, ul. Gvardeyskaya, 6, Yur'evets, Vladimir 600901, Russia, vershinina_ma@arriah.ru

ВВЕДЕНИЕ

На протяжении века ньюкаслская болезнь птиц представляет серьезную угрозу птицеводству и продолжает наносить значительный экономический ущерб хозяйствам по всему миру. Несмотря на активные усилия по вакцинации, в последние десятилетия внимание исследователей привлекли постоянные вспышки ньюкаслской болезни и их пагубные последствия для птицеводства [1]. Болезнь вызывается вирулентным птичьим ортоавулавирусом (*Orthoavulavirus javaense*, OAVJ). Данный патоген относится к семейству *Paramyxoviridae* [2] и ранее обозначался многими авторами как парамиксовирус птиц серотипа 1 (APMV-1) [3]. Геном вируса ньюкаслской болезни (NDV) представлен однократочной отрицательной молекулой РНК, что соответствует порядку *Mononegavirales*, а сам возбудитель имеет спиральную симметрию капсида и реплицируется в цитоплазме пораженной клетки [4, 5]. Хотя все штаммы вируса ньюкаслской болезни являются представителями OAVJ и относятся к одному серотипу, между различными генотипами наблюдается антигенное и генетическое разнообразие [6]. Длина генома и особенности нуклеотидных последовательностей изолятов легли в основу их разделения на классы (I и II) [7, 8]. Штаммы класса I принадлежат к одному генотипу, тогда как представители класса II отличаются большим разнообразием и в настоящее время разделены на 21 генотип на основе комплексного секвенирования кодирующей области гибридного гена F [7, 9, 10, 11].

К вирусу ньюкаслской болезни восприимчиво большое количество птиц, хотя вирулентность возбудителя и исход болезни различаются в зависимости от конкретного вида [12]. Многочисленные виды домашней птицы, включая бройлеров, кур-несушек, голубей, уток, индеек, страусов, павлинов, фазанов, водоплавающих птиц и попугаев (*Psittacidae*), подвержены заражению различными штаммами вируса ньюкаслской болезни по всему миру. Все больший интерес в последние годы вызывает генотип VII, возникший еще в 1990-х гг., но преувеличивающий в настоящее время в Азии и на Дальнем Востоке, а также в Европе, Южной Африке и Южной Америке [13]. В силу своей высокой вирулентности он вызывает тяжелую форму болезни у кур и других видов коммерческой птицы вплоть до 100%-й летальности поголовья. Представители генотипа VII первоначально были разделены на два субгенотипа: штаммы подтипа VIIa, которые появились в 1990-х гг. на Дальнем Востоке и распространились в Европе и Азии, и штаммы подтипа VIIb, возникшие на Дальнем Востоке и распространявшиеся в Южной Африке [14]. С течением времени классификация претерпела ряд изменений, и генотип VII был разделен на 8 субгенотипов, в том числе субгенотип VII-L, ассоциируемый в последние годы со вспышками ньюкаслской болезни в Иране [15] и других странах. В настоящее время введены новые номенклатурные критерии, на основании которых генотип VII включает три субгенотипа: VII.1.1, VII.1.2 и VII.2 [16]. Известно, что субгенотип VII.1.1 привел к третьей панзоотии у голубей

в 1980-х гг.; четвертая панзоотия, начавшаяся в 1985 г., и последняя, пятая, панзоотия также были вызваны вирусом ньюкаслской болезни генотипа VII [17].

В зависимости от степени вирулентности вирус ньюкаслской болезни подразделяется на четыре патотипа: велогенный, мезогенный, лентогенный и бессимптомный кишечный, хотя проявление этих патотипов не всегда может быть четко выражено [18]. Велогенные штаммы далее делятся на висцеротропные, вызывающие множественные геморрагии, и нейротропные, при инфицировании которыми характерны неврологические и дыхательные расстройства [19]. Заражение происходит в основном при вдыхании или проглатывании вируса, выделяемого инфицированными птицами с фекалиями и респираторными секретами в течение различного периода времени [20, 21], а также через конъюнктиву. При этом эффективность передачи возбудителя от птицы к птице зависит от наличия вируса в инфекционной форме [22]. Заражение может произойти в результате вдыхания крупных капель или мелкодисперсных аэрозолей, содержащих инфекционный вирус, однако алиментарный путь инфицирования, вероятно, является основным [23]. Болезнь развивается быстро, ее признаки проявляются у всего стада уже через 2 сут (в среднем через 4–6 сут) при аэрогенной передаче возбудителя инфекции, но инкубационный период может достигать и 15 сут при заражении фекально-оральным способом, особенно у птиц, содержащихся в клетках [24, 25]. По данным некоторых авторов, при экспериментальном инфицировании длительность инкубационного периода составляет от 2 до 5 сут [23]. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения животных (ВОЗЖ), максимальный инкубационный период при ньюкаслской болезни составляет 21 сут.

Клинически болезнь проявляется нарушениями со стороны пищеварительной, дыхательной и нервной систем, при этом симптомы могут отличаться в зависимости от вирулентности вируса, возраста, иммунного статуса и восприимчивости организма птицы [26]. У зараженных птиц часто наблюдается угнетение, снижение аппетита, взъерошенность перьев, конъюнктивиты, возможна диарея с зеленым или белым цветом фекальных масс [23]. Зеленый цвет кала обусловлен нарушением выработки печенью и поджелудочной железой желчи и пищеварительных ферментов [27]. К респираторным симптомам относятся кашель и хрипы, к нервным – трепет, паралич крыльев и ног, кривошее и манежные движения. Неврологические симптомы могут проявляться одновременно с другими, но, как правило, возникают позднее по мере прогрессирования болезни [23].

Для ньюкаслской болезни описан ряд характерных патолого-анатомических изменений, хотя их выраженность также может значительно отличаться в зависимости от вирулентности конкретного изолята и восприимчивости организма. Значительные патолого-анатомические изменения обычно наблюдаются только при инфицировании велогенными штаммами вируса ньюкаслской болезни. Для патолого-анатомической картины характерны петехии на серозных оболочках, кровоизлияния в слизистую оболочку преджелудка и серозную оболочку кишечника, сопровождаемые многоочаговыми некротическими геморрагическими поражениями, особенно в лимфоидных образованиях, таких как слепокишечные (цекальные) миндалины [25]. Селезенка может быть увеличена, покрыта пятнами

и некротизирована [28]. В легочной ткани возможно наличие гиперемии, а также многоочаговых кровоизлияний (от точечных до экхиматозных) и некротических участков. В области гребня иногда наблюдаются небольшие кровоподтеки и цианоз [29]. У кур, инфицированных велогенным висцеротропным вирусом ньюкаслской болезни, могут обнаруживаться застойные явления и кровоизлияния в трахее. Также сообщается, что у кур, в отличие от гусей, вирус присутствует в головном мозге и, как следствие, оказывает на него структуры патологическое воздействие [30]. Другие авторы подтверждают данную информацию, указывая, что при заражении цыплят некоторыми штаммами вируса ньюкаслской болезни в оболочках головного мозга могут наблюдаться гиперемия и многоочаговые точечные кровоизлияния [25]. Поражения при инфекциях, обусловленных лентогенными штаммами, обычно связаны с утолщением мембран воздушных мешочек в результате воспаления и пневмонии, вызванных вирусом или вторичной бактериальной инфекцией [29].

В Российской Федерации в 2019 г. произошло резкое обострение ситуации по ньюкаслской болезни с распространением вируса субгенотипа VII-L (VII 1.1) по всей территории страны – от Приморского края до Курской области. В итоге зарегистрировано 17 неблагополучных пунктов, все – в личных подсобных хозяйствах, где содержалось невакцинированное поголовье [31]. По данным ВОЗЖ, всего в 2023 г. было зафиксировано 289 вспышек ньюкаслской болезни среди домашней птицы, 13 из которых – в пределах Российской Федерации¹. В 2024 г. ньюкаслская болезнь была зарегистрирована в 15 странах Америки, Азии, Африки и Европы, а из 518 официально зафиксированных вспышек наибольшее число пришлось на Нигерию (212) и Ирак (187)². Несмотря на интенсивные программы вакцинации, вспышки ньюкаслской болезни, вызванные вирусом генотипа VII, и спорадические случаи периодически возникают даже в вакцинированных хозяйствах в Южной Америке [32] и азиатских странах [33]. Более того, штаммы генотипа VII способны расширять ареал своего распространения, что иногда приводит к заболеванию водоплавающих птиц [34]. Повторные вспышки ньюкаслской болезни среди иммунизированного поголовья могут указывать на неэффективность существующих вакцин ввиду антигенных различий между вакцинным и полевым штаммами или схем вакцинаций, применяемых для борьбы с заболеванием [13].

В настоящее время наиболее широко используемые вакцины против ньюкаслской болезни созданы на основе вируса ранних генотипов, в основном I и II, которые были выделены около 70 лет назад, в то время как преобладающие штаммы возбудителя ньюкаслской болезни у домашней птицы относятся к поздним генотипам, включая генотип V в Америке, генотип VII в Азии и Африке, а также генотип VI у голубей на разных континентах, которые генетически и антигенно отличаются [35].

Анализ эпизоотической ситуации в мире свидетельствует о наличии рисков заноса возбудителя на территорию нашей страны, что делает значимыми вопросы профилактики данной болезни с целью предотвращения

¹ Эпизоотическая ситуация по болезни Ньюкасла в мире (ВОЗЖ, 2023 г.). <https://fsvp.vet.org.ru/wp-content/uploads/2023/10/БН-мир-2023.pdf>

² Эпизоотическая ситуация по болезни Ньюкасла в мире (ВОЗЖ, 2024 г.). <https://fsvp.vet.org.ru/wp-content/uploads/2024/06/БН-мир-2024-2.pdf>

ее появления и распространения. Научные исследования, посвященные изучению инфекционного процесса при заражении кур велогенными штаммами вируса ньюкаслской болезни, проведены многими авторами из различных стран мира. Однако в отечественной литературе существует мало публикаций, затрагивающих указанную проблему. Таким образом, проведение сравнительной оценки инфекционного процесса у кур при различных способах заражения вирулентным вирусом ньюкаслской болезни является актуальной задачей.

Воспроизведение инфекционного процесса при ньюкаслской болезни, вызванной вирусом генотипа VII, в экспериментальных условиях имеет важное значение для изучения свойств возбудителя и определения стандартных признаков развития болезни у восприимчивых животных с целью дальнейшего совершенствования мер специфической профилактики.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Вирус. Для заражения использовали вирулентный изолят вируса ньюкаслской болезни NDV/chicken/rus/Saratov/2403-3/22 субгенотипа VII.1.1 (VII-L) генотипа VII в заражающей дозе 6,0 IgЭИД₅₀ согласно рекомендациям ВОЗЖ³. Данный изолят относится к группе велогенных на основании результатов секвенирования сайта расщепления белка F, а также значения индекса интрацеребральной патогенности, равного 1,62 [36].

Птица. Эксперимент был поставлен на цыплятах, полученных из SPF-яиц (VALO BioMedia GmbH, Германия). На момент инокуляции вируссодержащего материала возраст цыплят составлял 30 сут. Отсутствие специфических антител к вирусу ньюкаслской болезни подтверждалось путем исследования сыворотки крови птиц, полученной до заражения, в реакции торможения гемагглютинации.

Способы заражения. Для моделирования инфекционного процесса использовали три различных способа заражения. ИнTRANАЗАЛЬНЫЙ метод заключался в закапывании в нос вируссодержащей суспензии в заражающей дозе в объеме 0,1 см³; пероральный – в выпаивании с водой вируссодержащей суспензии в заражающей дозе в объеме 1,0 см³; внутримышечный – в инъекционном введении в область бедра вируссодержащей суспензии в заражающей дозе в объеме 0,5 см³.

Контрольных птиц не заражали.

Схема опыта. Подопытных птиц разделили на три равные группы по 8 гол. в каждой и заразили вышеуказанными методами. Через 48 ч после инфицирования к опытным группам поместили по 6 интактных цыплят. Опытные группы формировались в соответствии с «Правилами регулирования обращения ветеринарных лекарственных средств на таможенной территории Евразийского экономического союза» (решение Совета Евразийской экономической комиссии от 21 января 2022 г. № 1)⁴. В течение последующих 10 сут оценивали клиническое состояние зараженной и контактной птицы согласно ГОСТ Р 58090–2018 «Клиническое обследование непродуктивных животных. Общие требования»⁵.

³ Newcastle disease (infection with Newcastle disease virus). In: WOAH. Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals. Chapter 3.3.10. https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/3.03.10_NEWCASTLE_DIS.pdf

⁴ <https://www.alta.ru/tamdoc/22sr0001/?ysclid=mghl9evtve540241408>

⁵ <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293738/4293738274.pdf?ysclid=mghllls82495439970>

Осуществляли сбор ротовоглоточных и клоакальных смывов в период разгара болезни в соответствии с «Методическими рекомендациями по отбору, хранению и транспортировке проб биоматериала для проведения диагностических исследований на грипп птиц и болезнь Ньюкасла»⁶. Также проводили патолого-анатомическое вскрытие павших птиц согласно ГОСТ Р 57547–2017 «Услуги для непродуктивных животных. Патолого-анатомическое исследование трупов непродуктивных животных. Общие требования»⁷. Процедура вскрытия включала в себя наружный осмотр трупа животного и исследование внутренних органов различных систем на предмет наличия в них патологических изменений. Оценка состояния органов репродуктивной системы была затруднена в силу возраста опытной птицы.

Проводили ежедневное наблюдение за клиническим состоянием опытных птиц с фиксацией фаз течения болезни, различных проявлений и признаков болезни, а также гибели птиц. Павших птиц вскрывали и фиксировали все патологические изменения. Специфичность гибели подтверждалась с использованием полимеразной цепной реакции (ПЦР).

Все эксперименты на животных проводились в строгом соответствии с межгосударственным стандартом по содержанию и уходу за лабораторными животными ГОСТ 33215–2014, принятым Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации, а также согласно требованиям Директивы 2010/63/EU Европейского парламента и Совета Европейского союза от 22.09.2010 по охране животных, используемых в научных целях. Исследования одобрены комиссией по биоэтике ФГБУ «ВНИИЗЖ» (заключение от 25.07.2025).

Индикация вируса. Выявление генома вируса ньюкаслской болезни в ротовоглоточных и клоакальных мазках проводили методом ПЦР в режиме реального времени в соответствии с «Методическими указаниями по выявлению РНК и дифференциации вирулентных изолятов вируса ньюкаслской болезни методом ОТ-ПЦР в режиме реального времени»⁸.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Инфекционный процесс. В ходе поставленного эксперимента было установлено, что исследуемый вирус ньюкаслской болезни генотипа VII субгенотипа VII.1.1 является контагиозным для кур во всех опытных группах. Была продемонстрирована способность возбудителя передаваться от больных птиц здоровым и вызывать 100%-ю гибель как экспериментально зараженных, так и контактных птиц. Основные показатели, характеризующие течение инфекционного процесса в каждой опытной группе, представлены в таблице 1.

Установлено, что наиболее короткий инкубационный период наблюдался при внутримышечном и пероральном способах заражения (2 сут), а наиболее длинный

⁶ Андрейчук Д. Б., Андриясов А. В., Волкова М. А., Чвала Ир. А., Волков М. С., Чвала Ил. А. Методические рекомендации по отбору, хранению и транспортировке проб биоматериала для проведения диагностических исследований на грипп птиц и болезнь Ньюкасла: утв. ФГБУ «ВНИИЗЖ» 24.06.2019. Владимир; 2019. 17 с.

⁷ <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293744/4293744536.pdf?ysclid=mghmownxuy341824070>

⁸ МУ 47-16. Методические указания по выявлению РНК и дифференциации вирулентных изолятов вируса ньюкаслской болезни методом ОТ-ПЦР в режиме реального времени: утв. Россельхознадзором 06.06.2016. Владимир; 2016. 11 с.

(3 сут) – при интраназальном заражении, что соответствует данным, представленным ВОЗЖ, а также некоторыми другими источниками [23, 25].

Срок гибели цыплят был самым коротким при внутримышечном заражении, средним – при пероральном, а самым длинным – при интраназальном (5, 6 и 7 сут соответственно). Птицы во всех опытных группах, как исходно зараженные, так и контактные, выделяли вирус с фекалиями и рогоглоточными истечениями. Динамика инфекционного процесса у цыплят контактной группы в целом соответствовала динамике инфекционного процесса у экспериментально инфицированных цыплят.

Экспериментальные способы инокуляции вируса, имитирующие естественный путь заражения, за исключением парентерального (внутримышечного), вызывают развитие острого инфекционного процесса, характерного для велогенных штаммов вируса ньюкаслской болезни. Клинически болезнь у контактных цыплят проявлялась практически в одинаковые сроки с экспериментально зараженными цыплятами, что свидетельствует о высокой контагиозности и патогенности возбудителя.

Клинические признаки. Помимо данных об инфекционном процессе, в ходе исследования учитывались клинические признаки, зафиксированные в результате мониторинга состояния экспериментально зараженной и контактной птицы. Вариабельность клинических признаков ньюкаслской болезни у кур разных опытных групп представлена в таблице 2.

Как следует из полученных данных, неспецифические признаки болезни, такие как гипертермия (рис. 1), диарея, отсутствие аппетита и угнетение (рис. 2), были характерны для птиц во всех опытных группах. При диарее фекалии имели жидкую консистенцию и зеленоватый цвет.

По окончании инкубационного периода зараженные внутримышечно птицы демонстрировали более тяжелое и стремительное течение болезни с ранней гибелью, однако клиническая картина не всегда была четко выражена и могла быть ограничена неспецифическими проявлениями. Тем не менее у особей, инфицированных внутримышечно и перорально, отмечались ярко выраженные неврологические симптомы. При этом респираторные признаки заболевания, такие как

Таблица 1
Характеристика инфекционного процесса при ньюкаслской болезни при различных методах заражения

Table 1
Infectious process in Newcastle disease following different routes of exposure

Исследуемые показатели	Экспериментально зараженная птица			Контактная птица	Контроль		
	Способ заражения						
	Внутримышечный	Пероральный	Интра-назальный				
Инкубационный период, сут	2	2	3	3	–		
Срок гибели цыплят после заражения, сут	5	6	7	6	–		
Летальность, %	100	100	100	100	–		
Присутствие генома вируса в клоакальных мазках	+	+	+	+	–		
Присутствие генома вируса в рогоглоточных мазках	+	+	+	+	–		

кашель, чихание и хрипы, были характерны для особей в группах, где вируссодержащую суспензию вводили перорально и интраназально, а истечения из носа – только в случае интраназального заражения. Тем не менее ни в одной из групп нативно инфицированных цыплят,

Таблица 2
Клинические проявления ньюкаслской болезни у кур в зависимости от способа заражения

Table 2
Influence of exposure route on the clinical manifestation of Newcastle disease in chickens

Клинические признаки	Экспериментально зараженная птица			Контактная птица	
	Способ заражения				
	Внутримышечный	Пероральный	Интра-назальный		
Угнетение	+	+	+	+	
Отсутствие аппетита	+	+	+	+	
Диарея	+	+	+	+	
Гипертермия	+	+	+	+	
Кашель, чихание	–	+	+	–	
Хрипы	–	+	+	–	
Истечения из носа	–	–	+	–	
Истечения из глаз, конъюнктивит	–	–	–	–	
Неврологические симптомы (шаткость походки, кривошея, трепет головы и конечностей)	+	+	–	+	



Рис. 1. Гипертермия у зараженной птицы
Fig. 1. Hyperthermia in infected chicks



Рис. 2. Взъерошенные перья и общее угнетение зараженной птицы (справа) и клинически здоровая контактная птица (слева)

Fig. 2. Ruffled feathers and general depression (right chick) and a clinically healthy contact chick (left)

а также у контактной птицы не наблюдалось истечений из глаз или конъюнктивита, несмотря на то, что многие авторы указывают данный признак как характерный при заражении вирусом ньюкаслской болезни [25, 37]. Клинические признаки ньюкаслской болезни у контактной птицы всех трех групп были аналогичны клинической картине, наблюдавшейся у птиц, инфицированных внутримышечно.

Патолого-анатомическое исследование. В результате патолого-анатомического вскрытия было установлено, что у птиц, павших в первые 24 ч после проявления клинических признаков, отсутствовали явные патолого-анатомические изменения внутренних органов, характерные для ньюкаслской болезни. Упитанность птиц оценивалась ниже средней, перьевая покровы был взъерошен. Клюв и глазная щель закрыты, выделения отсутствовали. Под серозной оболочкой в области грудины отмечались незначительные петехии. Среди изменений внутренних органов брюшной полости присутствовали слабо выраженная гиперемия слизистой оболочки кишечника, без кровоизлияний и/или очагов некроза, а также незначительное увеличение селезенки. Головной мозг отечен, с гиперемированными сосудами и кровоизлияниями.

У птиц, павших после 24 ч с момента проявления признаков ньюкаслской болезни, был обнаружен ряд патолого-анатомических изменений, которые отличались в зависимости от метода заражения и клинических проявлений. Упитанность туши оценивалась ниже средней, перья были взъерошены. Клоака закрыта, перья вокруг нее запачканы фекальными массами зеленового цвета. В интерстициальной ткани в области головы и шеи, особенно в области грудной части, наблюдали серозные отеки. Гребень и сережки бледные, иногда с синюшностью. У павших птиц, зараженных интраназально, были отмечены скопления экссудата на поверхности клюва и вокруг носовых отверстий. Слизистая оболочка ротовой полости у птиц всех опытных групп цианотичная, катарально-набухшая, слизистая оболочка глотки и пищевода покрасневшая, с множественными кровоизлияниями. Глотка и ротовая полость заполнены слизистым экссудатом (рис. 3). Наличие кровоизлияний



Рис. 3. Скопление слизистого экссудата в ротовой полости и ротоглотке

Fig. 3. Accumulation of mucosal exudate in the mouth and pharynx



Рис. 4. Кровоизлияния на задней стенке глотки и слизистой оболочке трахеи

Fig. 4. Submucosal hemorrhages in the posterior oropharynx and trachea

на задней стенке глотки и трахеи (рис. 4) было отмечено у птиц, зараженных перорально и интраназально. Кровь в полости сердца и в крупных сосудах свернувшаяся, в некоторых случаях сердечная мышца дряблла. Легкие гиперемированы и отечны. Селезенка синеватого цвета, капсула напряженная. Слизистая оболочка кишечника гиперемирована на всем протяжении, с кровоизлияниями и очагами некроза. Лимфатические узлы увеличены. В некоторых случаях печень дряблла, неравномерно окрашена, почки увеличены в объеме, выходят за пределы костных впадин. Головной мозг отечен, с гиперемированными сосудами и кровоизлияниями.

У птиц, павших спустя 72–96 ч после начала болезни, были зафиксированы явные патологические изменения при наружном и внутреннем осмотре. Трупы истощенные, перья взъерошены и загрязнены жидкими фекальными массами зеленого цвета. Кожа головы, гребень и бородка с выраженным цианозом, без кровоизлияний. На слизистой оболочке преджелудка присутствовали петехии и небольшие экхимозы. Кутину желудка рыхлая, легко отслаивается. У некоторых особей слизистая оболочка на границе преджелудка



Рис. 5. Кровоизлияния в виде пояса на границе железистого и мышечного желудков

Fig. 5. Hemorrhagic banding at the proventricular-ventricular junction

и желудка была гиперемирована и пронизана кровоизлияниями в виде пояса (рис. 5). Селезенка темного цвета, с очагами некроза. Кишечник катарально воспален, с кровоизлияниями и очагами некроза, в том числе в области слепокишечных миндалин и лимфатической ткани. Головной мозг отечен, с гиперемированными сосудами и кровоизлияниями (рис. 6).

Описанные признаки в целом соответствуют результатам, полученным другими авторами при проведении аналогичных исследований [23, 37]. Патологические изменения со стороны головного мозга были обнаружены у всех опытных птиц вне зависимости от наличия или степени выраженности неврологических симптомов, способа заражения или срока гибели. Изменение цвета и увеличение селезенки являлось часто встречаемым признаком, несмотря на то, что некоторые источники указывают на отсутствие изменений данного органа при патолого-анатомической диагностике ньюкаслской болезни [38]. Специфические патолого-анатомические признаки развивались у особей, павших не ранее 24 ч с момента окончания инкубационного периода, и прогрессировали по мере развития болезни. При острой форме заболевания и ранней гибели птицы патолого-анатомические изменения носили слабо выраженный и неспецифический характер, а процедура вскрытия не являлась информативной для посмертной диагностики ньюкаслской болезни.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение биологических свойств штаммов вируса ньюкаслской болезни генотипа VII и вызываемого ими инфекционного процесса лежит в основе улучшения мер профилактики данной болезни и, как следствие, предупреждения новых вспышек.

В ходе настоящего исследования была экспериментально подтверждена контагиозность изолята вируса ньюкаслской болезни генотипа VII субгенотипа VII-L NDV/chicken/rus/Saratov/2403-3/22 для кур при внутримышечном, пероральном и интраназальном способах заражения, а также доказана его способность выделяться во внешнюю среду органами респираторной и пищеварительной систем. Было установлено, что заражающая доза, равная 6,0 IgЭИД₅₀, является абсолют-



Рис. 6. Отечный головной мозг с кровоизлияниями

Fig. 6. Cerebral edema with associated hemorrhages

но летальной для цыплят SPF-стада в возрасте 30 сут, поскольку вызывает в экспериментальных условиях 100%-ю гибель опытных птиц.

Специфические клинические признаки ньюкаслской болезни у птиц зависели от способа инфицирования и отличались по исследуемым группам: с преобладанием неврологических симптомов после внутримышечного заражения и у контактных птиц; с преобладанием респираторных признаков при интраназальном введении вируссодержащей супензии. Птицы, зараженные перорально, демонстрировали и неврологические, и респираторные симптомы болезни. В результате вскрытия павших птиц было установлено, что патолого-анатомическая картина ньюкаслской болезни характеризуется разнообразием патологических изменений, которые в большей степени определяются сроком гибели птицы с момента проявления болезни, чем способом заражения.

Установлено, что при внутримышечном введении велогенного изолята вируса ньюкаслской болезни генотипа VII субгенотипа VII-L NDV/chicken/rus/Saratov/2403-3/22 инкубационный период сокращается и гибель птиц наступает быстрее. Невзирая на то, что внутримышечный метод введения не является естественным, он широко применяется при контролльном заражении и рекомендован ВОЗЖ для оценки эффективности вакцин против ньюкаслской болезни. Следовательно, данный метод введения вируссодержащей супензии изолята NDV/chicken/rus/Saratov/2403-3/22 можно считать наиболее предпочтительным при экспериментальном моделировании болезни.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Hassanzadeh M., Abedi M., Bashashati M., Yousefi A. R., Abdoshah M., Mirzaei S. Evaluation of the Newcastle disease virus genotype VII-mismatched vaccines in SPF chickens: A challenge efficacy study. *Veterinary and Animal Science*. 2024; 24:100348. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2024.100348>
2. Rima B., Balkema-Buschmann A., Dundon W. G., Duprex P., Easton A., Fouchier R., et al. ICTV Virus Taxonomy Profile: Paramyxoviridae. *Journal of General Virology*. 2019; 100 (12): 1593–1594. <https://doi.org/10.1099/jgv.0.001328>
3. Ibrahim M., Wahba M. A., Yehia N. Molecular characterization of Newcastle disease virus genotype VII.1.1 from Egyptian mallard ducks with nervous manifestations. *Journal of World's Poultry Research*. 2024; 14 (2): 219–235. <https://doi.org/10.36380/jwpr.2024.23>

4. Lamb R. A., Collins P. L., Kolakofsky D., Melero J. A., Nagai Y., Oldstone M. B., et al. *Paramyxoviridae*. In: *Virus Taxonomy: Eighth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*. Ed. by C. M. Fauquet, M. A. Mayo, J. Maniloff, U. Desselberger, L. A. Ball. San Diego: Elsevier Academic Press; 2005; 655–668.
5. Alexander D. J. Newcastle disease. *British Poultry Science*. 2001; 42 (1): 5–22. <https://doi.org/10.1080/713655022>
6. Miller P. J., Koch G. Newcastle Disease. In: *Disease of Poultry*. Ed. by D. E. Swayne. 13th ed. John Wiley & Sons; 2013; Chapter 3: 89–107. <https://doi.org/10.1002/9781119421481.ch3>
7. Mossie T., Abera D. A compressive review on Newcastle disease virus in Ethiopia. *Journal of Veterinary Science and Technology*. 2024; 15 (4). <https://doi.org/10.37421/2157-7579.2024.15.254>
8. Courtney S. C., Gomez D., Susta L., Hines N., Pedersen J. C., Miller P. J., Afonso C. L. Complete genome sequencing of a novel Newcastle disease virus isolate circulating in layer chickens in the Dominican Republic. *Journal of Virology*. 2012; 86 (17): 9550. <https://doi.org/10.1128/jvi.01491-12>
9. Dzogbema K. F.-X., Talaki E., Batawui K. B., Dao B. B. Review on Newcastle disease in poultry. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 2021; 15 (2): 773–789. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v15i2.29>
10. Czeplédi A., Ujvári D., Somogyi E., Wehmann E., Werner O., Lomniczi B. Third genome size category of avian paramyxovirus serotype 1 (Newcastle disease virus) and evolutionary implications. *Virus Research*. 2006; 120 (1–2): 36–48. <https://doi.org/10.1016/j.virus.2005.11.009>
11. Sultan H. A., Talaat S., Elfeil W. K., Selim K., Kutkat M. A., Amer S. A., Choi K.-S. Protective efficacy of the Newcastle disease virus genotype VII-matched vaccine in commercial layers. *Poultry Science*. 2020; 99 (3): 1275–1286. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.10.063>
12. Wajid A., Dimitrov K. M., Wasim M., Rehmani S. F., Basharat A., Bibi T., et al. Repeated isolation of virulent Newcastle disease viruses in poultry and captive non-poultry avian species in Pakistan from 2011 to 2016. *Preventive Veterinary Medicine*. 2017; 142: 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.04.010>
13. Shahsavandi Sh., Ebrahimi M. M., Tebianain M. The predominance of Newcastle disease virus genotype VII: genome diversity or poor cross-immunity of non-matched vaccines. *Vaccine Research*. 2021; 8 (2): 4–16. <https://doi.org/10.52547/vacres.8.2.4>
14. Aldous E. W., Mynn J. K., Irvine R. M., Alexander D. J., Brown I. H. A molecular epidemiological investigation of avian paramyxovirus type 1 viruses isolated from game birds of the order Galliformes. *Avian Pathology*. 2010; 39 (6): 519–524. <https://doi.org/10.1080/03079457.2010.530938>
15. Molouki A., Mehrabadi M. H. F., Bashashati M., Akhijahani M. M., Lim S. H. E., Hajloo S. A. NDV subgenotype VII(L) is currently circulating in commercial broiler farms of Iran, 2017–2018. *Tropical Animal Health and Production*. 2019; 51 (5): 1247–1252. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01817-1>
16. Dimitrov K. M., Abolnik C., Afonso C. L., Albina E., Bahi J., Berg M., et al. Updated unified phylogenetic classification system and revised nomenclature for Newcastle disease virus. *Infection, Genetics and Evolution*. 2019; 74:103917. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2019.103917>
17. Mihiretu B. D., Usui T., Chibssa T. R., Yamaguchi T. Genetic and antigenic characteristics of genotype VII.1.1 Newcastle disease viruses currently circulating in Ethiopian chickens. *Virology Journal*. 2025; 22:63. <https://doi.org/10.1186/s12985-025-02686-x>
18. Getabalew M., Alemneh T., Akeberegne D., Getahun D., Zewdie D. Epidemiology, diagnosis & prevention of Newcastle disease in poultry. *American Journal of Biomedical Science and Research*. 2019; 3 (1): 50–59. <https://doi.org/10.34297/AJBSR.2019.03.000632>
19. Dortmans J. C., Koch G., Rottier P. J., Peeters B. P. Virulence of Newcastle disease virus: what is known so far? *Veterinary Research*. 2011; 42:122. <https://doi.org/10.1186/1297-9716-42-122>
20. Leighton F. A., Heckert R. A. Newcastle disease and related avian paramyxoviruses. In: *Infectious Diseases of Wild Birds*. Ed. by N. J. Tomas, D. B. Hunter, C. T. Atkinson. 2007; Chapter 1: 1–16. <https://doi.org/10.1002/9780470344668.ch1>
21. Brown V. R., Bevins S. N. A review of virulent Newcastle disease viruses in the United States and the role of wild birds in viral persistence and spread. *Veterinary Research*. 2017; 48:68. <https://doi.org/10.1186/s13567-017-0475-9>
22. Alexander D. J. Newcastle disease: methods of spread. In: *Newcastle Disease*. Ed. by D. J. Alexander. Boston: Springer; 1988; Chapter 14: 256–272. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-1759-3_14
23. Murree B., Nizamani Z. A., Leghari I. H., Soomro N. M., Samo T. M., Samo F. Pathology and transmission of experimental velogenic viscerotropic Newcastle disease in wild pigeons, broiler and Aseel chickens. *Science International*. 2016; 28 (4): 3965–3971. <https://sci-int.com/Search?catid=71>
24. Animal Health Australia. Disease strategy: Newcastle disease (Version 3.3). Australian Veterinary Emergency Plan (AUSVETPLAN). Ed. 3. Agriculture Ministers' Forum. Canberra; 2014. <https://animalhealthaustralia.com.au/wp-content/uploads/2015/12/ND-23-FINAL25Jun14.pdf>
25. Dimitrov K. Newcastle Disease in Poultry (Avian Pneumoencephalitis, Exotic Newcastle Disease). *MSD Veterinary Manual*. 2023. <https://www.msdbveterinarian.com/poultry/newcastle-disease-and-other-paramyxovirus-infections/newcastle-disease-in-poultry>
26. Alexander D. J., Gough R. E. Newcastle disease, other avian paramyxoviruses, and pneumovirus infections. In: *Disease of Poultry*. Ed. by Y. M. Saif et al. 11th ed. Ames: Iowa State University Press; 2003; 63–100.
27. Hewajuli D. A., Dharmayanti N. L. P. I. Patogenitas virus Newcastle disease pada ayam. *Balai Besar Veteriner Bogor*. 2011; 21 (2): 72–80.
28. Wakamatsu N., King D. J., Kapczynski D. R., Seal B. S., Brown C. C. Experimental pathogenesis for chickens, turkeys, and pigeons of exotic Newcastle disease virus from an outbreak in California during 2002–2003. *Veterinary Pathology*. 2006; 43 (6): 925–933. <https://doi.org/10.1354/vp.43-6-925>
29. Miller P. J. Improved Newcastle disease vaccine strategies to reduce shedding of virulent virus from infected birds: Author's thesis for the degree doctor of philosophy. Athens; 2008. 186 p. <https://openscholar.uga.edu/record/18089?ln=en&v=pdf>
30. Xiang B., Chen R., Liang J., Chen L., Lin Q., Sun M., et al. Phylogeny, pathogenicity and transmissibility of a genotype XII Newcastle disease virus in chicken and goose. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2020; 67 (1): 159–170. <https://doi.org/10.1111/tbed.13335>
31. Фролов С. В., Мороз Н. В., Чвала Ил. А., Ирза В. Н. Эффективность вакцин против ньюкаслской болезни производства ФГБУ «ВНИИЗЖ» в отношении актуальных вирусов VII генотипа. *Ветеринария сегодня*. 2021; (1): 44–51. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2021-1-36-44-51>
32. Frolov S. V., Moroz N. V., Chvala I. A., Irza V. N. Effectiveness of vaccines produced by the Federal State-Financed Institution „ARRIAH“ against topical genotype VII Newcastle disease viruses. *Veterinary Science Today*. 2021; (1): 44–51. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2021-1-36-44-51>
33. Diel D. G., Susta L., Cardenas Garcia S., Killian M. L., Brown C. C., Miller P. J., Afonso C. L. Complete genome and clinicopathological characterization of a virulent Newcastle disease virus isolate from South America. *Journal of Clinical Microbiology*. 2012; 50 (2): 378–387. <https://doi.org/10.1128/jcm.06011-11>
34. Roohani K., Tan S. W., Yeap S. K., Ideris A., Bejo M. H., Omar A. R. Characterisation of genotype VII Newcastle disease virus (NDV) isolated from NDV vaccinated chickens, and the efficacy of LaSota and recombinant genotype VII vaccines against challenge with velogenic NDV. *Journal of Veterinary Science*. 2015; 16 (4): 447–457. <https://doi.org/10.4142/jvs.2015.16.4.447>
35. Sabouri F., Vasfi Marandi M., Bashashati M. Characterization of a novel VIII sub-genotype of Newcastle disease virus circulating in Iran. *Avian Pathology*. 2017; 47 (1): 90–99. <https://doi.org/10.1080/03079457.2017.1376735>
36. Hu Z., He X., Deng J., Hu J., Liu X. Current situation and future direction of Newcastle disease vaccines. *Veterinary Research*. 2022; 53:99. <https://doi.org/10.1186/s13567-022-01118-w>
37. Вершинина М. А., Мороз Н. В., Фролов С. В. Определение индекса интрацеребральной патогенности полевого

изолята вируса болезни Ньюкасла VII генотипа. *Материалы Международной научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 150-летию со дня рождения А. Я. Миловича: сборник статей* (Москва, 3–5 июня 2024 г.). М.: РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева; 2024; Том 2: 247–250. <https://elibrary.ru/njalpm>

Vershinina M. A., Moroz N. V., Frolov S. V. Opredelenie indeksa intratsebral'noi patogennosti polevogo izolyata virusa bolezni N'yukasla VII genotipa = Determination of intracerebral pathogenicity index of Newcastle disease virus VII genotype field isolate. *Materialy Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov, posvyashchennoi 150-letiyu so dnya rozhdeniya A. Ya. Milovicha: sbornik statei (Moskva, 3–5 iyunya 2024 g.) = Proceedings of International Scientific Conference of early-career scientists and specialists, devoted to 150th birth anniversary of A. Ya. Milovich: Collection of papers (Moscow, 3–5 June, 2024)*. Moscow: Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 2024; Vol. 2: 247–250. <https://elibrary.ru/njalpm> (in Russ.)

37. Terregino C., Capua I. Clinical traits and pathology of Newcastle disease infection and guidelines for farm visit and differential diagnosis. In: *Avian Influenza and Newcastle Disease*. Ed. by I. Capua, D. J. Alexander. Milan: Springer; 2009; Chapter 9: 113–122. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-88-470-0826-7_9

38. Смердова М. Д. Патологическая анатомия, секционный курс, судебно-ветеринарная экспертиза: электронный учебно-методический комплекс. Красноярск: ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет»; 2010. 731 с. http://www.kgau.ru/distance/vet_03/patanatomia/index.html

Smerdova M. D. Digital learning module: pathological anatomy, sectional pathology, and forensic veterinary practice. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Agrarian University; 2010. 731 p. http://www.kgau.ru/distance/vet_03/patanatomia/index.html

Поступила в редакцию / Received 30.07.2025

Поступила после рецензирования / Revised 08.09.2025

Принята к публикации / Accepted 17.10.2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Вершинина Мария Андреевна, аспирант, специалист лаборатории профилактики болезней птиц ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0009-0002-6406-9229>, vershinina_ma@arriah.ru

Мороз Наталья Владимировна, канд. вет. наук, заведующий лабораторией профилактики болезней птиц ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-9672-8594>, moroz@arriah.ru

Фролов Сергей Владимирович, канд. вет. наук, начальник отдела профилактики болезней птиц ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-6802-9940>, frolov@arriah.ru

Долгов Дмитрий Львович, канд. вет. наук, заведующий сектором лаборатории профилактики болезней птиц ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0009-0009-5177-953X>, dolgov@arriah.ru

Курненкова Елена Викторовна, канд. вет. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории профилактики болезней птиц ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; kurnenkova@arriah.ru

Щербакова Лидия Олеговна, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник референтной лаборатории вирусных болезней птиц ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-5434-6179>, scherbakova@arriah.ru

Maria A. Vershinina, Postgraduate Student, Specialist, Laboratory for Avian Diseases Prevention, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0009-0002-6406-9229>, vershinina_ma@arriah.ru

Natalia V. Moroz, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Head of Laboratory for Avian Diseases Prevention, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-9672-8594>, moroz@arriah.ru

Sergey V. Frolov, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Head of Department for Avian Disease Prevention, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-6802-9940>, frolov@arriah.ru

Dmitry L. Dolgov, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Head of Sector, Laboratory for Avian Diseases Prevention, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0009-0009-5177-953X>, dolgov@arriah.ru

Elena V. Kurnenkova, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Leading Researcher, Laboratory for Avian Diseases Prevention, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; kurnenkova@arriah.ru

Lidia O. Scherbakova, Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher, Reference Laboratory for Avian Viral Diseases, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-5434-6179>, scherbakova@arriah.ru

Вклад авторов: Вершинина М. А. – формирование идеи, проведение исследований, анализ и интерпретация полученных данных, а также принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и за ее окончательный вариант; Мороз Н. В. – формирование идеи, формулировка и развитие ключевых целей и задач; Фролов С. В., Курненкова Е. В. – анализ и интерпретация полученных данных, критический пересмотр черновика рукописи с внесением ценных замечаний интеллектуального содержания; Долгов Д. Л. – проведение исследований, предоставление материалов для проведения исследования; Щербакова Л. О. – проведение исследований.

Contribution of the authors: Vershinina M. A. – conceptualization, investigation, data analysis and interpretation, and supervision, project administration, and responsibility for final manuscript; Moroz N. V. – conceptualization, formulation and development of key aims and objectives; Frolov S. V., Kurnenkova E. V. – data analysis and interpretation, critical revision of the manuscript draft with valuable intellectual input; Dolgov D. L. – investigation, provision of study materials; Scherbakova L. O. – investigation.



<https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-410-417>

УДК 619:579.831:615.331.015.8:631.14:636



Антибиотикорезистентность бактериальных патогенов, циркулирующих на молочнотоварном предприятии Свердловской области

Н. А. Безбородова, М. Н. Исакова, О. В. Соколова, В. Д. Зубарева, Ч. Р. Юсупова, А. Н. Васильева

ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук»
(ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН), ул. Белинского, 112а, г. Екатеринбург, 620142, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. В настоящее время возникла необходимость разработки единой стратегии рациональной антибиотикотерапии, включающей мониторинг чувствительности микроорганизмов, ротацию препаратов и использование альтернативных методов лечения, позволяющих сократить распространение антибиотикорезистентных изолятов бактерий.

Цель исследования. Определение бактериальных патогенов, вызывающих мастит у коров, с оценкой их устойчивости к антимикробным препаратам, применяемым на животноводческом предприятии, расположенном на территории Свердловской области, для последующей ротации антимикробных средств и разработки индивидуальных рекомендаций.

Материалы и методы. Исследования проведены в 2022–2024 гг. на базе сельскохозяйственного предприятия Свердловской области. Идентификацию выросших колоний производили методом MALDI-ToF масс-спектрометрии, чувствительность к антимикробным препаратам определяли диско-диффузионным методом, гены резистентности к антибиотикам выявляли с помощью полимеразной цепной реакции в режиме реального времени.

Результаты. В 2022 г. результаты исследований показали наличие в секрете молочной железы *Streptococcus* spp. (70,6%), *Escherichia coli* (52,9%), *Staphylococcus aureus* (35,3%), *Streptococcus agalactiae* (23,5%). Изоляты *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus* обладали резистентностью к нескольким группам антимикробных препаратов: аминогликозидам, пенициллинам, тетрациклином и фторхинолонам (ципрофлоксацину), ванкомицину. Установили гены устойчивости: *blaDHA*, *blaCTX-M* и *blaOXA-10* – у *Escherichia coli* (5%); *ErmB* – у группы бактерий *Streptococcus* (4%); *MecA* – у *Staphylococcus aureus* (единично). При повторном исследовании в 2023 г. наблюдали, что все изолированные бактерии (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Enterobacter* spp., *Streptococcus* spp., *Enterococcus faecalis/faecium*) были чувствительны ко всем антимикробным препаратам. У одного изолятов *Pseudomonas aeruginosa* выявлены гены *blaVIM*, *blaNDM*. Результаты, полученные в 2024 г., показали преобладание в пробах секрета молочной железы *Escherichia coli* и *Staphylococcus* spp. (100%), *Klebsiella pneumoniae* (30%), *Enterobacter* spp. (20%), *Enterococcus faecalis/faecium* (10%). Были выявлены 8 различных генов резистентности к антимикробным препаратам, также обнаружены карбапенем-устойчивые бактерии и ванкомицин-устойчивый *Enterococcus* spp. (ген *VanB*). На основе лабораторных исследований, проведенных в 2022–2024 гг. на животноводческом предприятии Свердловской области, разработаны и апробированы меры контроля антимикробной резистентности возбудителей мастита у коров.

Заключение. Замена устаревших схем лечения (тетрациклины, аминогликозиды, цефалоспорины II поколения) на цефалоспорины I/III/IV поколений и фторхинолоны временно снизила резистентность. Возврат к прежним схемам в 2024 г. вызвал резкий рост полирезистентности. В связи с чем даны рекомендации, включающие непрерывный мониторинг резистентности возбудителей, строгое соблюдение ротации антибиотиков, долгосрочное применение схем лечебных мероприятий, внедрение дополнительных молекулярно-генетических методов для детекции генов устойчивости бактерий в целях контроля ситуации на животноводческом предприятии.

Ключевые слова: мониторинг, антибиотикорезистентность, антимикробные препараты, ротация препаратов, лабораторная диагностика, крупный рогатый скот, дезинфицирующие средства

Благодарности: Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России по теме № 0532-2021-0004 «Разработка методологических подходов к мониторингу, контролю и сдерживанию антибиотикорезистентности оппортунистических микроорганизмов в животноводстве».

Для цитирования: Безбородова Н. А., Исакова М. Н., Соколова О. В., Зубарева В. Д., Юсупова Ч. Р., Васильева А. Н. Антибиотикорезистентность бактериальных патогенов, циркулирующих на молочнотоварном предприятии Свердловской области. *Ветеринария сегодня*. 2025; 14 (4): 410–417. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-410-417>

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для корреспонденции: Васильева Анна Николаевна, младший научный сотрудник отдела ветеринарно-лабораторной диагностики с испытательной лабораторией ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, ул. Белинского, 112а, г. Екатеринбург, 620142, Россия, milka0411@ya.ru

Antibiotic resistance of bacterial pathogens circulating on a dairy farm in Sverdlovsk Oblast

Natalia A. Bezborodova, Maria N. Isakova, Olga V. Sokolova, Vladlena D. Zubareva, Chulpan R. Yusupova, Anna N. Vasilevaya

Ural Federal Agrarian Scientific Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, ul. Belinsky, 112a, Ekaterinburg 620142, Russia

ABSTRACT

Introduction. Currently, there is a need to develop a unified strategy for rational antibiotic therapy, including monitoring the sensitivity of microorganisms, medicinal product rotation, and the use of alternative treatment methods to reduce the spread of antibiotic-resistant bacterial isolates.

© Безбородова Н. А., Исакова М. Н., Соколова О. В., Зубарева В. Д., Юсупова Ч. Р., Васильева А. Н., 2025

Objective. Identification of bacterial pathogens that cause mastitis in cows, with an assessment of their resistance to antimicrobial medicinal products used at a livestock farm located in Sverdlovsk Oblast, for subsequent rotation of antimicrobial agents and the development of individual recommendations.

Materials and methods. The research was conducted in 2022–2024 on the basis of an agricultural farm located in Sverdlovsk Oblast. The identification of grown colonies was performed using MALDI-ToF mass spectrometry, susceptibility to antimicrobial medicinal products was determined by the disk diffusion method, and antibiotic resistance genes were detected by qPCR.

Results. In 2022, test results showed the presence of *Streptococcus* spp. (70.6%), *Escherichia coli* (52.9%), *Staphylococcus aureus* (35.3%), and *Streptococcus agalactiae* (23.5%) in breast secretions. Isolates of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* were resistant to several groups of antimicrobial medicinal products: aminoglycosides, penicillins, tetracyclines and fluoroquinolones (ciprofloxacin), and vancomycin. Resistance genes were identified: *blaDHA*, *blaCTX-M*, and *blaOXA-10* in *Escherichia coli* (5%); *ErmB* in the group of bacteria *Staphylococcus* and *Streptococcus* (4%); *MecA* in *Staphylococcus aureus* (isolated cases). Upon repeated testing in 2023, it was observed that all isolated bacteria (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Enterobacter* spp., *Streptococcus* spp., *Enterococcus faecalis/faecium*) were sensitive to all antimicrobial medicinal products. The *blaVIM* and *blaNDM* genes were detected in one *Pseudomonas aeruginosa* isolate. The test results obtained in 2024 showed the predominance of *Escherichia coli* and *Staphylococcus* spp. (100%), *Klebsiella pneumoniae* (30%), *Enterobacter* spp. (20%), *Enterococcus faecalis/faecium* (10%) in breast secretion samples. Eight different antimicrobial resistance genes were identified, along with the detection of carbapenem-resistant bacteria and vancomycin-resistant *Enterococcus* spp. (*VanB* gene). Based on laboratory tests conducted in 2022–2024 at a livestock farm in Sverdlovsk Oblast, measures to control antimicrobial resistance in bovine mastitis pathogens have been developed and tested.

Conclusion. Replacement of outdated treatment regimens (tetracyclines, aminoglycosides, cephalosporins of the II generation) with cephalosporins of the I/III/IV generations and fluoroquinolones temporarily reduced resistance. However, reverting to the previous protocols in 2024 caused a sharp increase in multidrug resistance. Therefore, recommendations have been provided. These include continuous monitoring of pathogen resistance, strict adherence to antibiotic rotation schedules, long-term application of the revised treatment protocols, and the implementation of additional molecular genetic methods to detect bacterial resistance genes. These measures are aimed at controlling the situation at the livestock farm.

Keywords: monitoring, antibiotic resistance, antimicrobial medicinal products, medicinal product rotation, laboratory testing, cattle, disinfectants

Acknowledgements: The study was funded from the budget as part of the fulfillment of state task No. 0532-2021-0004 "Development of methodological approaches to monitoring, control and containment of antibiotic resistance of opportunistic microorganisms in livestock farming".

For citation: Bezbordova N. A., Isakova M. N., Sokolova O. V., Zubareva V. D., Yusupova Ch. R., Vasilyeva A. N. Antibiotic resistance of bacterial pathogens circulating on a dairy farm in Sverdlovsk Oblast. *Veterinary Science Today*. 2025; 14 (4): 410–417. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-410-417>

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interests.

For correspondence: Anna N. Vasilyeva, Junior Researcher, Department of Veterinary and Laboratory Diagnosis and Testing Laboratory, Ural Federal Agrarian Scientific Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, ul. Belinsky, 112a, Ekaterinburg 620142, Russia, milka0411@ya.ru

ВВЕДЕНИЕ

Нерациональное использование антимикробных препаратов (АМП) в животноводстве привело к тому, что сельскохозяйственные животные стали резервом устойчивых к антибиотикам бактерий. Резистентные штаммы микроорганизмов представляют угрозу не только для здоровья самих животных, но и могут попадать в организм человека с продуктами животного происхождения (мясо, яйца, молочные продукты). В настоящее время возникла необходимость разработки единой стратегии рационального применения АМП, включающей мониторинг чувствительности микроорганизмов, ротацию препаратов и использование альтернативных методов, позволяющих сократить их применение. Важными мерами также являются переход к экстенсивным системам животноводства, снижение стресса у животных и соблюдение гигиенических норм. Ученые всего мира акцентируют внимание на глобальном характере проблемы антибиотикорезистентности и важности международного сотрудничества для ее решения [1, 2, 3, 4]. Зарубежные авторы подчеркивают необходимость скоординированных глобальных, региональных и национальных стратегий, основанных на принципах «единого здоровья» (One Health), для сокращения использования антимикробных препаратов и поиска альтернатив [5, 6, 7]. Всемирная организация здравоохранения и Всемирная организация здраво-

охранения животных разработали списки критически важных антибиотиков для медицины и ветеринарии, чтобы ограничить их нерациональное применение [3].

Отечественные ученые опытным путем установили, что многократное использование одних и тех же антибиотиков в лечебно-профилактических схемах как для крупного рогатого скота, так и для сельскохозяйственной птицы приводит к развитию устойчивости у патогенной микрофлоры. Это снижает эффективность препаратов, негативно влияет на продуктивность и увеличивает риски для здоровья животных [8, 9, 10].

Опыт ведущих зарубежных ученых в области медицины показывает, что периодическая смена антибиотиков может способствовать снижению риска развития резистентности к антимикробным препаратам (AMP). Ротация препаратов может существенно повышать чувствительность антибиотикорезистентных штаммов бактерий. Изменение протоколов лечения, рутинно применяемых в практической работе, способно приносить положительные результаты даже по прошествии нескольких лет. Авторы также проводили многоцентровые исследования для подтверждения этих результатов и оптимизации как частоты, так и вариантов ротации антибиотиков [11, 12].

По мнению многих исследователей, для более эффективного противодействия устойчивости к АМП необходим интегрированный подход, сочетающий

оптимизацию антибиотикотерапии, жесткие меры инфекционного контроля, инновационные методы (например, быстрая диагностика резистентности) и мониторинг AMP [13, 14].

В современных отечественных публикациях также учитывают экологический статус территорий Российской Федерации при разработке мер по контролю AMP. Авторы говорят об усилении мониторинга радионуклидов и тяжелых металлов в кормах, а также антибиотикорезистентности на фермах в промышленных зонах с одновременным развитием адаптивных технологий животноводства для снижения стрессовой нагрузки на животных в загрязненных районах [15]. Исследователи подчеркивают необходимость широкого применения альтернативных методов, например использование вакцинации, пробиотиков, фитобиотиков, бактериофагов, бактериоцинов, ротации антибиотиков с осуществлением контроля их применения в промышленном животноводстве и птицеводстве [1, 16, 17]. Однако, несмотря на многообещающие результаты использования данных методов, большинство из них требуют дополнительных исследований, особенно в условиях конкретных сельскохозяйственных предприятий [17, 18, 19, 20].

Актуальность исследований, направленных на выявление антибиотикорезистентности у бактериальных патогенов, обусловлена сложной ситуацией в животноводстве, представляющей серьезную угрозу для здоровья как животных, так и для человека через пищевую цепь. Нерациональное использование AMP привело к появлению и распространению устойчивых штаммов микроорганизмов, что значительно снизило эффективность терапии и потребовало разработки новых подходов к лечению инфекционных заболеваний сельскохозяйственных животных. В условиях Свердловской области, характеризующейся развитым животноводством, проблема AMP приобретает особую значимость, что обуславливает необходимость проведения локального мониторинга и разработки персонализированных рекомендаций для конкретных предприятий.

Новизна работы заключалась в комплексном исследовании динамики микробного пейзажа и профиля резистентности возбудителей маститов в условиях реального животноводческого предприятия, расположенного на территории Свердловской области. Практическая новизна заключается в разработке и апробации алгоритма ротации AMP на основе регулярного молекулярно-генетического мониторинга, показавшего эффективность в условиях производственного стада.

Целью исследования стало определение бактериальных патогенов, вызывающих мастит у коров, с оценкой их устойчивости к AMP, применяемым на животноводческом предприятии, расположенном на территории Свердловской области, для последующей ротации таких препаратов и выдачи персонализированных рекомендаций.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа проведена в рамках государственного задания Минобрнауки России «Разработка методологических подходов к мониторингу, контролю и сдерживанию антибиотикорезистентности оппортунистических микроорганизмов в животноводстве» (№ 0532-2021-0004) в отделе геномных исследований и селекции животных, в лаборатории микробиологических и молекулярно-генетических методов исследования и лаборатории биологических технологий отдела ветеринарно-

лабораторной диагностики с испытательной лабораторией ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук».

Исследования включали: мониторинг циркулирующих патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, определение их чувствительности к стандартным антибиотикам и применяемым антимикробным и дезинфицирующим препаратам, определение генов резистентности, а также разработку рекомендаций по ротации AMP, применяемых в лечебных целях при воспалении молочной железы у коров, на отдельно взятом животноводческом молочнотоварном предприятии Свердловской области на протяжении 3 лет (2022, 2023, 2024 гг.).

В 2022 г. было отобрано 10 проб секрета молочной железы от коров с признаками мастита. В 2023 г. на этом же предприятии отобрано 3 объединенные пробы секрета молочной железы от 15 коров с субклиническим маститом; в 2024 г. – 16 проб.

Микробиологические исследования проводили в соответствии с «Методическими указаниями по бактериологическому исследованию молока и секрета вымени коров» (утв. Главным управлением ветеринарии Минсельхоза СССР 30 декабря 1983 г. № 115–69)¹.

Используемые в работе питательные среды: «Основа колумбийского кровяного агара» (Bio-Rad Laboratories, Inc., Франция), дефибринированная кровь барана (ЗАО «ЭКОлаб», Россия), питательная среда для накопления сальмонелл сухая (магниевая среда), висмут-сульфит агар, агар Плоскирева, питательный агар для культивирования микроорганизмов ГРМ-агар (ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии», Россия), агар Сабуро с 2% глюкозы и хлорамфениколом, агар Мюллера – Хинтона (SIFIN diagnostics GmbH, Германия), триптиказо-соевый бульон с 20% глицерина (Condalab, Испания).

Идентификацию выросших колоний производили методом MALDI-ToF масс-спектрометрии (время-пролетная матрично-ассоциированная лазерная десорбционная ионизация масс-спектрометрия) на приборе Vitek[®] MS (bioMérieux, Франция). Для этого бактериальную массу наносили на спот слайда, покрывали 1 мкл матрицы (α -циано-3-гидроксикоричная кислота), высушивали при комнатной температуре, далее считывали прибором масс-спектры рибосомальных белков и сравнивали с базой данных с использованием программного обеспечения MYLA[®] (bioMérieux, Франция).

Чувствительность к антибиотикам определяли диско-диффузионным методом: по стандартной методике, описанной European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST), с использованием агара Мюллера – Хинтона (Bio-Rad Laboratories, Inc., Франция) и дисков, импрегнированных препаратами с определенной нагрузкой (Bio-Rad Laboratories, Inc., Франция). Считывание антибиотикограмм производили с помощью автоматического анализатора ADAGIO (Bio-Rad Laboratories, Inc., Франция). Интерпретацию категорий чувствительности осуществляли в соответствии с критериями EUCAST: Clinical breakpoints-bacteria (v 10.0).

Используемые в работе диски: амоксициллин/claveulanовая кислота, гентамицин, окситетрациклин,

¹ <https://base.garant.ru/72125912/?ysclid=mguhhtg7xh175440448>

Таблица 1

Антибиотикорезистентность и наличие генов устойчивости к АМП у бактериальных патогенов, выделенных из секрета молочной железы коров в 2022 г. (n = 10)

Table 1

Antibiotic resistance and the presence of antimicrobial resistance genes in bacterial pathogens isolated from cow mammary gland secretions, 2022 (n = 10)

Вид бактерий	Резистентность изолятов к АМП	Гены резистентности к АМП
<i>E. coli</i>	Аминогликозиды, пенициллины, тетрациклины	<i>blaDHA</i> , <i>blaCTX-M</i> , <i>blaOXA-10</i> (5% случаев); резистентность к β -лактамам (цефалоспоринам и защищенным пенициллинам)
<i>S. aureus</i>	Фторхинолоны (ципрофлоксацин), ванкомицин, тетрациклины	<i>MecA</i> (единично); резистентность к цефалоспоринам II поколения
<i>Streptococcus</i> spp.	Чувствительность к АМП	<i>ErmB</i> (4% случаев); резистентность к макролидам, линкозамидам, стрептограминам

тигекцилин, левофлоксацин, норфлоксацин, цефепим, цефиксим, цефоперазон, цефотаксим, цефподоксим, цефтазидим, цефтриаксон, ципрофлоксацин, цефтиофур (Bio-Rad Laboratories, Inc., Франция). Микробиологические исследования также включали определение чувствительности к применяемым на предприятии при лечении мастита у коров антибактериальным препаратом (2023–2024 гг.) комбинированного типа, содержащим в своем составе антибиотики следующих групп: цефалоспорины, аминогликозиды, тетрациклины и полипептидные антибиотики.

Выделенные культуры микроорганизмов подвергали заморозке при -20°C в пробирке с триптиказо-соевым бульоном с 20% глицерина в качестве криопротектора.

Для постановки полимеразной цепной реакции в режиме реального времени (ПЦР-РВ) использовали наборы для выделения ДНК из биоматериала Diatom™ DNA Prep 200 (ООО «Лаборатория Изоген», Россия) и наборы реагентов для выявления ДНК возбудителей инфекций и генов резистентности к антибиотикам «РЕЗИСТОМ КОМПЛЕКС ESKAPE-V» (ООО НПФ «Литех», Россия). Амплификацию проводили в режиме реального времени с применением анализатора QuantStudio 5 (Thermo Fisher Scientific Inc., США).

На основании результатов проведенных лабораторных исследований были разработаны индивидуальные рекомендации по антибактериальной терапии при заболеваниях молочной железы у коров. Выбор препаратов осуществляли в соответствии с методическими рекомендациями [21], обеспечивающими научно обоснованный подход к ротации антибиотиков, а также согласно приказу Минсельхоза России от 18 ноября 2021 г. № 771², регламентирующему ограничения на применение АМП в ветеринарной медицине.

Для обработки полученных данных использовали программу Microsoft Excel, входящую в пакет программ Microsoft Office Pro 19.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В 2022 г. в результате проведенных исследований с применением MALDI-ToF масс-спектрометрии в отобранном биологическом материале (10 проб секрета молочной железы от коров) были выявлены бактериальные изоляты: *Streptococcus* spp. (70,6% проб),

Streptococcus agalactiae (23,5% проб), *Staphylococcus aureus* (35,3% проб), *Escherichia coli* (52,9% проб).

Данные по антибиотикорезистентности и наличию генов устойчивости к АМП у бактериальных патогенов, выделенных из секрета молочной железы коров, представлены в таблице 1.

При определении антибиотикорезистентности диско-диффузионным методом установлено, что все выявленные изоляты *E. coli* обладали устойчивостью к нескольким группам АМП (аминогликозидам, пенициллинам, тетрациклинам) и чувствительностью к цефокситину (цефалоспорин II поколения), ципрофлоксацину (фторхинолон II поколения). Выделенный из всех 10 проб *S. aureus* был резистентен к ципрофлоксацину, ванкомицину (гликопептидный антибиотик), тетрациклинам и чувствителен к хлорамфениколу, цефокситину, в единичных случаях к тобрамицину (аминогликозид) и линезолиду (оксазолидинон). Стрептококки проявляли чувствительность к АМП. Также изоляты *S. aureus*, *E. coli* были резистентны к средствам на основе хлоргексидина и йода, используемым для дезинфекции вымени до и после доения.

Методом ПЦР-РВ обнаружены ключевые гены резистентности: у *E. coli* в 5% случаев – гены *blaDHA*, *blaCTX-M*, *blaOXA-10*, определяющие устойчивость к β -лактамам (цефалоспоринам и защищенным пенициллинам); у группы бактерий рода *Streptococcus* в 4% случаев – ген *ErmB*, отвечающий за резистентность к макролидам, линкозамидам, стрептограминам; у одного изолятов *S. aureus* – ген *MecA*, регулирующий резистентность к цефалоспоринам II поколения.

На основании полученных результатов были разработаны рекомендации по антибиотикотерапии с целью повышения ее эффективности и предупреждения дальнейшего распространения АМР. В качестве приоритетных препаратов для терапии мастита было рекомендовано применение цефазолина, цефтиофура, цефкинома (цефалоспорины I, III и IV поколений соответственно) и ципрофлоксацина (фторхинолон II поколения). Из лечебных схем предложено исключить ранее используемые многокомпонентные препараты, в состав которых входят тетрациклины и аминогликозиды, а также

² <https://fsvp.gov.ru/files/prikaz-minselhoza-rossii-ot-18-nojabrja-2021-2/?ysclid=mgqesh36jf335708795>

Таблица 2

Антибиотикорезистентность и наличие генов устойчивости к АМП у бактериальных патогенов, выделенных из секрета молочной железы коров в 2024 г. (n = 16)

Table 2

Antibiotic resistance and the presence of antimicrobial resistance genes in bacterial pathogens isolated from cow mammary gland secretions, 2024 (n = 16)

Вид бактерий	Резистентность изолятов к АМП	Гены резистентности к АМП
<i>E. coli</i>	Цефалоспорины, карбапенемы (100%)	<i>blaOXA-10</i> (30% случаев), <i>blaCTX-M</i> (единично); резистентность к цефалоспоринам
<i>S. aureus</i>	Цефалоспорины, карбапенемы (100%)	Не выявлены
<i>Staphylococcus</i> spp.	Цефалоспорины, карбапенемы (100%)	<i>MecA</i> (50% случаев); резистентность к β -лактамам
<i>K. pneumoniae</i>	Чувствительность к АМП	<i>blaKPC</i> , <i>blaOXA-48-like</i> (50% случаев); резистентность к карбапенемам
<i>Enterobacter</i> spp.	Чувствительность к АМП	<i>blaGes</i> , <i>blaDHA</i> (30% случаев); резистентность к карбапенемам, защищенным пенициллинам и цефалоспоринам
<i>E. faecalis/faecium</i>	Чувствительность к АМП	<i>VanB</i> (единично); резистентность к гликопептидам (ванкомицину)

макролиды и цефалоспорины II поколения. Рекомендовано с осторожностью применять АМП группы пенициллинов. Показано проводить контроль дезинфекции доильного оборудования и мониторинг резистентности выявляемых возбудителей каждые 6 мес.

В 2023 г. микробиологические исследования, выполненные диско-диффузионным методом, 3 объединенных проб секрета молочной железы от 15 коров с субклиническим маститом позволили установить, что единичные выделенные из биологического материала методом MALDI-ToF масс-спектрометрии изоляты *E. coli* и *S. aureus* обладали резистентностью к ципрофлоксацину. Остальные изоляты бактерий (*S. aureus*, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Streptococcus* spp., *Enterococcus faecalis/faecium*) были чувствительны ко всем АМП. Следует отметить, что изоляты *E. coli* и *S. aureus* проявляли чувствительность к средствам на основе хлоргексидина и йода, используемым для дезинфекции вымени до и после доения. Методом ПЦР-РВ у одного изолята *Pseudomonas aeruginosa* выявлены гены *blaVIM*, *blaNDM*, отвечающие за резистентность к карбапенемам. Остальные бактериальные изоляты были свободны от генетических мутаций, что говорит о рациональном использовании антибактериальных средств в хозяйстве в исследуемый период и дальнейшей возможности применения большего спектра антимикробных групп препаратов в лечении воспалительных заболеваний молочной железы у коров с учетом определения их фенотипической антибиотикочувствительности.

На протяжении 2022–2023 гг. было установлено, что выявленные изоляты являлись устойчивыми к применяемым средствам для обработки сосков после доения. В связи с чем были рекомендованы к использованию комбинации дезинфектантов с разным механизмом действия для оптимизации гигиенических мероприятий при доении. В качестве препарата выбора для обработки сосков вымени коров после доения было предложено средство, состоящее из комплекса поливинилпирролидона с йодом.

Проведенные микробиологические исследования на том же предприятии в 2024 г. показали преобладание в 16 отобранных пробах секрета молочной железы

от коров с маститом таких бактерий, как *E. coli* и *Staphylococcus* spp. (100% проб), *K. pneumoniae* (30%), реже были обнаружены *Enterobacter* spp. (20%) и *E. faecalis/faecium* (10%).

Данные по антибиотикорезистентности и наличию генов устойчивости к АМП у бактериальных патогенов, выделенных из секрета молочной железы коров в 2024 г., представлены в таблице 2.

С помощью диско-диффузионного метода было выявлено, что все изоляты *E. coli*, *S. aureus* и *Staphylococcus* spp. обладали резистентностью к цефалоспоринам, карбапенемам. Методом ПЦР-РВ у 30% *E. coli* обнаружены гены *blaOXA-10*, определяющие устойчивость к АМП из группы цефалоспоринов, и единично гены *blaCTX-M*. У 50% изолятов *K. pneumoniae* выявлены гены *blaKPC* и *blaOXA-48-like*, отвечающие за резистентность к карбапенемам. У 50% изолятов *Staphylococcus* spp. установлено наличие гена *MecA*, обуславливающего устойчивость к β -лактамам. Представители рода *Enterobacter* в 30% случаев имели гены резистентности (*blaGes*, *blaDHA*) к карбапенемам, защищенным пенициллинам и цефалоспоринам. Единично в биологических пробах обнаружены *E. faecalis/faecium* с наличием гена устойчивости (*VanB*) к гликопептидам. Таким образом, у культур микроорганизмов, изолированных в 2024 г. из секрета молочной железы от коров, было выявлено 8 различных генов резистентности к АМП. Установлена высокая распространенность множественной лекарственной устойчивости у выявленной бактериальной микрофлоры секрета молочной железы, а также обнаружена резистентность к антибиотикам резерва.

Все выделенные в 2024 г. изоляты были чувствительны к предложенному в 2023 г. средству для обработки сосков вымени коров после доения, состоящему из комплекса поливинилпирролидона с йодом.

На основе результатов исследований для животноводческого предприятия были рекомендованы пересмотр схем лечения маститов с обязательным тестированием чувствительности выявляемых возбудителей, усиление мер биологической безопасности (дезинфекция оборудования, карантин животных) и внедрение

регулярного мониторинга антибиотикорезистентности. Указано на необходимость применения критически важных антибиотиков (цефалоспоринов III, IV поколений, фторхинолонов) только в крайних случаях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных микробиологических исследований и MALDI-ToF масс-спектрометрии в секрете молочной железы от коров были идентифицированы следующие доминирующие бактериальные патогены: в 2022 г. – *Streptococcus* spp. (70,6%), *S. agalactiae* (23,5%), *S. aureus* (35,3%), *E. coli* (52,9%); в 2023 г. – чувствительные к АМП *S. aureus*, *Escherichia coli*, *Enterobacter* spp., *Streptococcus* spp., *E. faecalis/faecium*, *P. aeruginosa*, единично *E. coli* и *S. aureus*, обладающие резистентностью к ципрофлоксацину; в 2024 г. – *E. coli* и *Staphylococcus* spp. в 100% проб и появление новых патогенных бактерий: *K. pneumoniae* (30%), *Enterobacter* spp. (20%) и *E. faecalis/faecium* (10%).

В 2022 г. у *E. coli* выявили резистентность к аминогликозидам, пенициллинам, тетрациклином и наличие у 5% изолятов одновременно нескольких генов резистентности *blaDHA*, *blaCTX-M* и *blaOXA-10* к цефалоспоринам и защищенным пенициллинам; у *S. aureus* установлена устойчивость к фторхинолонам, ванкомицину, тетрациклином и в единичном случае обнаружен ген резистентности *MecA* к цефалоспоринам II поколения; 4% бактерий группы *Streptococcus* spp. содержали ген резистентности к макролидам, линкозамидам, стрептограминам. В 2023 г. у выделенных изолятов гены резистентности к АМП выявлены не были, за исключением одного изолята *P. aeruginosa*, у которого установлены гены резистентности к карбапенемам *blaVIM* и *blaNDM*. В 2024 г. у 30% *E. coli* обнаружены гены *blaOXA-10* и единично гены *blaCTX-M*, которые отвечают за устойчивость к цефалоспоринам. У 50% *K. pneumoniae* выявлены гены резистентности *blaKPC*, *blaOXA-48-like* к карбапенемам, а у *Staphylococcus* spp. – ген *MecA*, обуславливающий устойчивость к β-лактамам; у 30% *Enterobacter* spp. – гены резистентности *blaGes*, *blaDHA* к карбапенемам, защищенным пенициллинам и цефалоспоринам. В единичных случаях у *E. faecalis/faecium* обнаружен ген устойчивости *VanB* к гликопептидам.

В 2022 г. установлена необходимость исключения из лечебных схем многокомпонентных препаратов, используемых при лечении маститов у коров, на основе тетрациклинов, аминогликозидов, макролидов и цефалоспоринов II поколения. В качестве альтернативы рекомендовано применение цефазолина, цефтиофура, цефкинома (цефалоспорины I, III и IV поколений) и ципрофлоксацина (фторхинолон II поколения). Внедрение системы ротации антибиотиков на основе мониторинга позволило в 2023 г. временно снизить уровень резистентности. Однако последующий возврат к прежним схемам лечения в 2024 г. спровоцировал резкий рост полирезистентности среди бактериальных возбудителей мастита. Полученные результаты подтверждают необходимость непрерывного мониторинга антибиотикорезистентности, строгого соблюдения рекомендаций по ротации антибиотических препаратов, интеграции молекулярно-генетических методов в систему ветеринарного контроля в качестве инструмента для отслеживания распространенности генов устойчивости к АМП у бактерий.

В 2022–2023 гг. был выявлен рост устойчивости бактериальных изолятов к применяемым на животновод-

ческом молочнотоварном предприятии дезинфицирующим средствам. В качестве препарата выбора для обработки сосков вымени коров после доения было предложено средство, состоящее из комплекса поливинилпирролидона с йодом. Контрольные исследования в 2024 г. подтвердили эффективность данных мер: резистентность к дезинфицирующему средству не была выявлена, что обосновывает целесообразность его дальнейшего применения на животноводческом предприятии.

Результаты работы имеют практическую значимость для ветеринарной службы предприятия и могут быть использованы при разработке региональных программ по контролю antimикробной резистентности в животноводстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Хорошевская Л. В., Хорошевский А. П., Сложенкина М. И., Мосолов А. А. Проблемы антибиотикорезистентности в современном мире. *Аграрно-пищевые инновации*. 2021; 16 (4): 47–54. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2021-16-47-54>
- Забровская А. В. Предотвращение возникновения и распространения штаммов микроорганизмов, устойчивых к antimикробным препаратам. *Иппология и ветеринария*. 2018; (2): 64–70. <https://elibrary.ru/xtugis>
- Киселева Е. В., Туников Г. М. Эффективность использования современных antimикробных препаратов для лечения мастита у коров. *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева*. 2017; (4): 40–44. <https://elibrary.ru/ykhklt>
- Безбородова Н. А., Кожуховская В. В., Соколова О. В., Зайцева О. С., Кривоногова А. С., Зубарева В. Д. Генетические маркеры устойчивости и антибиотикорезистентность бактерий группы *Streptococcus* spp. и *Staphylococcus* spp., изолированных из различных биотопов объектов животноводства. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2022; (94): 195–202. <https://doi.org/10.21515/1999-1703-94-195-202>
- Kasimanickam V., Kasimanickam M., Kasimanickam R. Antibiotics use in food animal production: escalation of antimicrobial resistance: Where are we now in combating AMR? *Medical Sciences*. 2021; 9 (1):14. <https://doi.org/10.3390/medsci9010014>
- Endale H., Mathewos M., Abdeta D. Potential causes of spread of antimicrobial resistance and preventive measures in One Health Perspective – A Review. *Infection and Drug Resistance*. 2023; 16: 7515–7545. <https://doi.org/10.2147/IDR.S428837>
- Pinto Jimenez C. E., Keestra S., Tandon P., Cumming O., Pickering A. J., Moodley A., Chandler C. I. R. Biosecurity and water, sanitation, and hygiene (WASH) interventions in animal agricultural settings for reducing infection burden, antibiotic use, and antibiotic resistance: a One Health systematic review. *The Lancet Planetary Health*. 2023; 7 (5): e418–e434. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(23\)00049-9](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(23)00049-9)
- Зубарева В. Д., Соколова О. В., Безбородова Н. А., Шкуратова И. А., Кривоногова А. С., Бытов М. В. Молекулярные механизмы и генетические детерминанты устойчивости к антибактериальным препаратам у микроорганизмов (обзор). *Сельскохозяйственная биология*. 2022; 57 (2): 237–256. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2022.2.237rus>
- Иванова О. Е., Панин А. Н., Карабанов С. Ю., Макаров Д. А., Ахметзянова А. А., Гергель М. А. Ветеринарный мониторинг antimикробной резистентности в Российской Федерации. *Аграрная наука*. 2021; (45): 7–11. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-347-4-7-11>
- Соколова О. В., Шкуратова И. А., Безбородова Н. А., Кожуховская В. В. Антибиотикорезистентность микробиоты молочной железы и репродуктивного тракта коров. *Ветеринария*. 2021; (9): 10–15. <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2021.24.9.10-15>
- Gruson D., Hilbert G., Vargas F., Valentino R., Bui N., Regreyre S., et al. Strategy of antibiotic rotation: long-term effect on incidence and susceptibilities of Gram-negative bacilli responsible for ventilator-associated pneumonia. *Critical Care*

- Medicine.* 2003; 31 (7): 1908–1914. <https://doi.org/10.1097/01.CCM.0000069729.06687.DE>
12. Van Duijn P. J., Bonten M. J. Antibiotic rotation strategies to reduce antimicrobial resistance in Gram-negative bacteria in European intensive care units: study protocol for a cluster-randomized crossover controlled trial. *Trials.* 2014; 15:277. <https://doi.org/10.1186/1745-6215-15-277>
13. Van Duijn P. J., Verbrugge W., Jorens P. G., Spöhr F., Schedler D., Deja M., et al. The effects of antibiotic cycling and mixing on antibiotic resistance in intensive care units: a cluster-randomised crossover trial. *The Lancet Infectious Diseases.* 2018; 18 (4): 401–409. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(18\)30056-2](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(18)30056-2)
14. Mora-Gamboa M. P. C., Rincón-Gamboa S. M., Ardila-Leal L. D., Poutou-Piñales R. A., Pedroza-Rodríguez A. M., Quevedo-Hidalgo B. E. Impact of antibiotics as waste, physical, chemical, and enzymatical degradation: use of laccases. *Molecules.* 2022; 27 (14):4436. <https://doi.org/10.3390/molecules27144436>
15. Кривоногова А. С., Логинов Е. А., Исаева А. Г., Беспамятных Е. Н., Лысова Я. Ю., Моисеева К. В. Антибиотикорезистентность условно-патогенных бактерий на животноводческих предприятиях в районах с различным уровнем техногенного загрязнения. *Ветеринария Кубани.* 2024; (2): 13–17. <https://elibrary.ru/eondxa>
16. Плешакова В. И., Лещева Н. А., Кошкин И. Н. Фенотипические и молекулярно-генетические методы определения антибиотикорезистентности микроорганизмов в ветеринарии. *Вестник КрасГАУ.* 2023; (8): 106–115. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-8-106-115>
17. Исакова М. Н., Сивкова У. В., Ряпосова М. В., Шкуратова И. А., Лысов А. В. Показатели качества молока высокопродуктивных коров на фоне применения противомаститной вакцины. *Ветеринария сегодня.* 2020; (4): 255–260. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2020-4-35-255-260>
18. Зубарева В. Д., Соколова О. В., Бытов М. В., Кривоногова А. С., Вольская С. В. Альтернативные методы лечения мастита крупного рогатого скота: перспективы и ограничения (обзор). *Ветеринария сегодня.* 2024; 13 (3): 203–213. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-3-203-213>
19. Кривоногова А. С., Донник И. М., Исаева А. Г., Логинов Е. А., Петропавловский М. В., Беспамятных Е. Н. Антибиотикорезистентность *Enterobacteriaceae* в микробиомах цыплят-бройлеров. *Техника и технология пищевых производств.* 2023; 53 (4): 710–717. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2023-4-2472>
20. Исакова М. Н., Лысова Я. Ю. Влияние композиции на основе бактериоцина низина в схеме лечения коров с субклиническим маститом на микробиоту молока. *Ветеринария сегодня.* 2024; 13 (3): 261–268. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-3-261-268>
21. Соколова О. В., Шкуратова И. А., Безбородова Н. А., Зубарева В. Д., Печура Е. В., Шилова Е. Н. и др. Рациональная антибиотикотерапия воспалительных заболеваний репродуктивной системы и молочной железы коров в животноводческих предприятиях Свердловской области: методические рекомендации. Екатеринбург: ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН; 2022; 38 с. <https://elibrary.ru/fssmyf>
- REFERENCES**
1. Khoroshevskaya L. V., Khoroshevsky A. P., Slozhenkina M. I., Mosolov A. A. Problems of antibiotic resistance in the modern world. *Agrarian-and-food innovations.* 2021; 16 (4): 47–54. <http://doi.org/10.31208/2618-7353-2021-16-47-54> (in Russ.)
2. Zabrovskaia A. V. Prevention of the emergence and spread of strains of microorganisms resistant to antimicrobials. *Hippology and Veterinary Medicine.* 2018; (2): 64–70. <https://elibrary.ru/xtugux> (in Russ.)
3. Kiseleva E. V., Tunikov G. M. Efficiency of the use of modern antimicrobial preparations for treatment of mastitis in cows in „IP Chapter K(F)X Kalenich V.V. "Kolomenskoy District of Moscow Region. Herald of Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. 2017; (4): 40–44. <https://elibrary.ru/ykhklt> (in Russ.)
4. Bezborodova N. A., Kozhukhovskaya V. V., Sokolova O. V., Zaitseva O. S., Krivonogova A. S., Zubareva V. D. Genetic markers of antibiotic resistance of *Streptococcus* spp. and *Staphylococcus* spp. isolated from various biotopes of livestock production objects. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University.* 2022; (94): 195–202. <https://doi.org/10.21515/1999-1703-94-195-202> (in Russ.)
5. Kasimanickam V., Kasimanickam M., Kasimanickam R. Antibiotics use in food animal production: escalation of antimicrobial resistance: Where are we now in combating AMR? *Medical Sciences.* 2021; 9 (1):14. <https://doi.org/10.3390/medsci9010014>
6. Endale H., Mathewos M., Abdeta D. Potential causes of spread of antimicrobial resistance and preventive measures in One Health Perspective – A Review. *Infection and Drug Resistance.* 2023; 16: 7515–7545. <https://doi.org/10.2147/IDR.S428837>
7. Pinto Jimenez C. E., Keestra S., Tandon P., Cumming O., Pickering A. J., Moodley A., Chandler C. I. R. Biosecurity and water, sanitation, and hygiene (WASH) interventions in animal agricultural settings for reducing infection burden, antibiotic use, and antibiotic resistance: a One Health systematic review. *The Lancet Planetary Health.* 2023; 7 (5): e418–e434. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(23\)00049-9](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(23)00049-9)
8. Zubareva V. D., Sokolova O. V., Bezborodova N. A., Shkuratova I. A., Krivonogova A. S., Bytov M. V. Molecular mechanisms and genetic determinants of resistance to antibacterial drugs in microorganisms (review). *Agricultural Biology.* 2022; 57 (2): 237–256. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2022.2.237eng>
9. Ivanova O. E., Panin A. N., Karabanov S. Yu., Makarov D. A., Akhmetzyanova A. A., Gergel M. A. Veterinary monitoring of antimicrobial resistance in the Russian Federation. *Agricultural Science.* 2021; (4S): 7–11. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-347-4-7-11> (in Russ.)
10. Sokolova O. V., Shkuratova I. A., Bezborodova N. A., Kozhukhovskaya V. V. Antibiotic resistance of microbiota of mammary gland and reproductive tract of cows. *Veterinariya.* 2021; (9): 10–15. <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2021.24.9.10-15> (in Russ.)
11. Gruson D., Hilbert G., Vargas F., Valentino R., Bui N., Pereyre S., et al. Strategy of antibiotic rotation: long-term effect on incidence and susceptibilities of Gram-negative bacilli responsible for ventilator-associated pneumonia. *Critical Care Medicine.* 2003; 31 (7): 1908–1914. <https://doi.org/10.1097/01.CCM.0000069729.06687.DE>
12. Van Duijn P. J., Bonten M. J. Antibiotic rotation strategies to reduce antimicrobial resistance in Gram-negative bacteria in European intensive care units: study protocol for a cluster-randomized crossover controlled trial. *Trials.* 2014; 15:277. <https://doi.org/10.1186/1745-6215-15-277>
13. Van Duijn P. J., Verbrugge W., Jorens P. G., Spöhr F., Schedler D., Deja M., et al. The effects of antibiotic cycling and mixing on antibiotic resistance in intensive care units: a cluster-randomised crossover trial. *The Lancet Infectious Diseases.* 2018; 18 (4): 401–409. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(18\)30056-2](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(18)30056-2)
14. Mora-Gamboa M. P. C., Rincón-Gamboa S. M., Ardila-Leal L. D., Poutou-Piñales R. A., Pedroza-Rodríguez A. M., Quevedo-Hidalgo B. E. Impact of antibiotics as waste, physical, chemical, and enzymatical degradation: use of laccases. *Molecules.* 2022; 27 (14):4436. <https://doi.org/10.3390/molecules27144436>
15. Krivonogova A. S., Loginov E. A., Isaeva A. G., Bespamyatnukh E. N., Lysova Ya. Yu., Moiseeva K. V. Antibiotic resistance of opportunistic pathogenic bacteria in livestock enterprises in areas with different levels of anthropogenic pollution. *Veterinaria Kubani.* 2024; (2): 13–17. <https://elibrary.ru/eondxa> (in Russ.)
16. Pleshakova V. I., Leshcheva N. A., Koshkin I. N. Phenotypic and molecular genetic methods to determine antibiotic resistance of microorganisms in veterinary medicine. *Bulletin of KSAU.* 2023; (8): 106–115. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-8-106-115> (in Russ.)
17. Isakova M. N., Sivkova U. V., Ryaposova M. V., Shkuratova I. A., Lysov A. V. Quality profile of milk from high producing dairy cows vaccinated against mastitis. *Veterinary Science Today.* 2020; (4): 255–260. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2020-4-35-255-260>
18. Zubareva V. D., Sokolova O. V., Bytov M. V., Krivonogova A. S., Volskaya S. V. Alternative treatment methods for bovine mastitis: prospects and limitations (review). *Veterinary Science Today.* 2024; 13 (3): 203–213. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-3-203-213> (in Russ.)

19. Krivonogova A. S., Donnik I. M., Isaeva A. G., Loginov E. A., Petropavlovskiy M. V., Bespamyatnykh E. N. Antibiotic resistance of *Enterobacteriaceae* in microbiomes associated with poultry farming. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2023; 53 (4): 710–717. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2023-4-2472> (in Russ.)
20. Isakova M. N., Lysova Ya. Yu. The effect of the nisin-based pharmaceutical formulation used in the treatment plan for cows with subclinical mastitis on the milk microbiota. *Veterinary Science Today*. 2024; 13 (3): 261–268. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-3-261-268>
21. Sokolova O. V., Shkuratova I. A., Bezborodova N. A., Zubareva D., Pechura E. V., Shilova E. N., et al. Rational antibiotic therapy of inflammatory diseases of the reproductive system and mammary gland in cows on livestock farms in Sverdlovsk Oblast: methodological recommendations. Ekaterinburg: Ural Federal Agrarian Scientific Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; 2022; 38 p. <https://elibrary.ru/fssmyf> (in Russ.)

Поступила в редакцию / Received 28.07.2025

Поступила после рецензирования / Revised 25.09.2025

Принята к публикации / Accepted 27.10.2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Безбородова Наталья Александровна, канд. вет. наук, старший научный сотрудник, заведующий отделом геномных исследований и селекции животных ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-2793-5001>, n-bezborodova@mail.ru

Исакова Мария Николаевна, канд. вет. наук, старший научный сотрудник отдела репродуктивной биологии и неонатологии ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-7130-5627>, tmarya105@yandex.ru

Соколова Ольга Васильевна, д-р вет. наук, ведущий научный сотрудник отдела геномных исследований и селекции животных, руководитель Уральского научно-исследовательского ветеринарного института – структурного подразделения ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-1169-4090>, nauka_sokolova@mail.ru

Зубарева Владлена Дмитриевна, младший научный сотрудник отдела геномных исследований и селекции животных ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-0284-0276>, zzub97@mail.ru

Юсупова Чулпан Рифовна, д-р биол. наук, ведущий научный сотрудник отдела геномных исследований и селекции животных ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-2970-6528>, chulpan-galina@mail.ru

Васильева Анна Николаевна, младший научный сотрудник отдела ветеринарно-лабораторной диагностики с испытательной лабораторией ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия; <https://orcid.org/0009-0002-0723-0434>, milka0411@ya.ru

Natalia A. Bezborodova, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Senior Researcher, Head of Department of Animal Genomics and Selection, Ural Federal Agrarian Scientific Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-2793-5001>, n-bezborodova@mail.ru

Maria N. Isakova, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Senior Researcher, Department of Reproductive Biology and Neonatology, Ural Federal Agrarian Scientific Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-7130-5627>, tmarya105@yandex.ru

Olga V. Sokolova, Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Leading Researcher, Department of Animal Genomics and Selection, Head of Ural Scientific Research Veterinary Institute, Ural Federal Agrarian Scientific Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-1169-4090>, nauka_sokolova@mail.ru

Vladlena D. Zubareva, Junior Researcher, Department of Animal Genomics and Selection, Ural Federal Agrarian Scientific Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-0284-0276>, zzub97@mail.ru

Chulpan R. Yusupova, Dr. Sci. (Biology), Leading Researcher, Department of Animal Genomics and Selection, Ural Federal Agrarian Scientific Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-2970-6528>, chulpan-galina@mail.ru

Anna N. Vasilyeva, Junior Researcher, Department of Veterinary and Laboratory Diagnosis and Testing Laboratory, Ural Federal Agrarian Scientific Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia; <https://orcid.org/0009-0002-0723-0434>, milka0411@ya.ru

Вклад авторов: Безбородова Н. А. – администрация, дизайн исследования, отбор проб, лабораторные исследования, подготовка и редактирование текста; Исакова М. Н. – дизайн исследования, отбор проб, подготовка и редактирование текста; Соколова О. В. – отбор проб, редактирование текста; Зубарева В. Д. – отбор проб, лабораторные исследования, работа с литературой, редактирование текста; Юсупова Ч. Р. – работа с литературой, редактирование текста; Васильева А. Н. – работа с литературой, редактирование текста.

Contribution of the authors: Bezborodova N. A. – administration, study design, material sampling, laboratory studies, paper preparation and editing; Isakova M. N. – study design, material sampling, paper preparation and editing; Sokolova O. V. – material sampling, paper editing; Zubareva V. D. – material sampling, laboratory studies, literature searches, paper editing; Yusupova Ch. R. – literature searches, paper editing; Vasilyeva A. N. – literature searches, paper editing.



<https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-418-425>
УДК 619:614.31:637.579.869.1(470.341)



Индикация бактерий *Listeria monocytogenes* при оценке микробиологической контаминации сырья и продуктов животного происхождения

Л. Н. Логацкая¹, О. В. Прунотова², Т. В. Жбанова²

¹ Нижегородский филиал ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (Нижегородский филиал ФГБУ «ВНИИЗЖ»), пр. Гагарина, 97, г. Нижний Новгород, 603107, Россия

² ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ»), ул. Гвардейская, 6, мкр. Юрьевец, г. Владимир, 600901, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Проблема контаминации пищевых продуктов листериями не теряет своей актуальности. Употребление в пищу обсемененных патогенными бактериями рода *Listeria* продуктов животного происхождения в сыром или недостаточно термически обработанном виде приводит к заражению человека. По данным Государственного доклада Роспотребнадзора, в 2023 г. в нашей стране было зарегистрировано 100 случаев листериоза, из которых 18 – с летальным исходом. В последние годы наблюдается рост контаминации листериями пищевых продуктов как отечественного, так и зарубежного производства. Таким образом, выявление патогенных видов *Listeria* в продуктах животного происхождения, пищевом сырье и готовых пищевых продуктах является актуальной задачей.

Цель исследования. Определение контаминации бактериями *Listeria monocytogenes* продуктов животного происхождения (мясных, рыбных, молочных), произведенных и реализуемых в Нижегородской области в период с 2023 по 2024 г.

Материалы и методы. Исследование проб, а также идентификацию чистой культуры микроорганизмов проводили в соответствии с ГОСТ 32031-2022 «Продукты пищевые. Методы выявления бактерий *Listeria monocytogenes* и других видов *Listeria* (*Listeria* spp.)».

Результаты. При анализе и обобщении полученных данных было показано, что из 3650 исследованных проб бактериями *L. monocytogenes* были контаминырованы 57 образцов (1,6%). В таких категориях продуктов, как полуфабрикаты мясные смешанного состава, продукты из говядины и мяса птицы, было определено наибольшее количество контаминированных проб. При исследовании проб рыбных продуктов инцидентность *L. monocytogenes* составила 1,1%. Наибольший уровень контаминации отмечен в таких видах продуктов, как фарш говяжий (10,7%), полуфабрикаты из мяса птицы в тестовой оболочке (9,3%), мясо птицы механической обвалки (7,1%), полуфабрикаты крупнокусковые (4,6%) и субпродукты (4,3%) из говядины, полуфабрикаты из мяса птицы рубленые (4,2%).

Заключение. В результате испытаний было установлено, что количество контаминированных проб полуфабрикатов мясных смешанного состава достигло 4,3%, несоответствия требованиям безопасности продуктов из говядины выявлены в 3,7% случаев, 2,8% проб продуктов птицеводства были обсеменены бактериями *L. monocytogenes*. Количество и процентное соотношение контаминированных проб замороженных и охлажденных продуктов достоверно не различались и составили 0,7 и 0,8% соответственно. Бактерии *L. monocytogenes* не были выявлены в пробах молочных и готовых мясных продуктов, не требующих термической обработки.

Ключевые слова: листериоз, *Listeria monocytogenes*, контаминация, мясо, молоко, пищевые продукты

Благодарности: Работа выполнена за счет средств ФГБУ «ВНИИЗЖ» в рамках тематики научно-исследовательских работ «Ветеринарное благополучие».

Для цитирования: Логацкая Л. Н., Прунотова О. В., Жбанова Т. В. Индикация бактерий *Listeria monocytogenes* при оценке микробиологической контаминации сырья и продуктов животного происхождения. *Ветеринария сегодня*. 2025; 14 (4): 418–425. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-418-425>

Конфликт интересов: Прунотова О. В. является членом редколлегии журнала «Ветеринария сегодня» с 2012 г., но не имеет никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Рукопись прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляли.

Для корреспонденции: Логацкая Любовь Николаевна, аспирант, заместитель руководителя Нижегородской испытательной лаборатории Нижегородского филиала ФГБУ «ВНИИЗЖ», пр. Гагарина, 97, г. Нижний Новгород, 603107, Россия, logackaya@arriah.ru

Detection of *Listeria monocytogenes* while testing food raw materials and products of animal origin for microbiological contamination

Lyubov N. Logatskaya¹, Olga V. Prunova², Tatyana V. Zhbanova²

¹ Nizhny Novgorod Branch of Federal Centre for Animal Health, prospect Gagarina, 97, Nizhny Novgorod 603107, Russia

² Federal Centre for Animal Health, ul. Gvardeyskaya, 6, Yur'evets, Vladimir 600901, Russia

ABSTRACT

Introduction. *Listeria*-contaminated food remains an ongoing concern. Consumption of raw or undercooked animal-derived products contaminated with pathogenic *Listeria* results in human infection. The Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing (Rospotrebnadzor) documented

© Логацкая Л. Н., Прунотова О. В., Жбанова Т. В., 2025

100 listeriosis cases in 2023, with 18 cases resulting in death. In recent years, there has been an increase in *Listeria* contamination of both domestically produced and imported food products. Thus, detection of pathogenic *Listeria* in the products of animal origin, food raw materials, and ready-to-eat products remains a critical task.

Objective. Detecting *Listeria monocytogenes* contamination in products of animal origin (meat, fish, dairy) manufactured and marketed in the Nizhny Novgorod Oblast from 2023 to 2024.

Materials and methods. The samples were analysed and pure microbial cultures were identified in accordance with GOST 32031-2022 "Food products. Methods for detection of *Listeria monocytogenes* and other *Listeria* (*Listeria* spp.)".

Results. Analysis and synthesis of the obtained data revealed that out of 3,650 tested samples, 57 (1.6%) were contaminated with *L. monocytogenes* bacteria. The highest number of contaminated samples was found among such product categories as combined semi-finished meat products, beef products, and poultry meat products. The incidence of *L. monocytogenes* in samples of fishery products was 1.1%. The highest levels of contamination were detected in the following products: minced beef (10.7%), poultry meat products wrapped in dough (9.3%), mechanically deboned poultry meat (7.1%), large-cut semi-finished products (4.6%), beef offal (4.3%), and chopped semi-finished poultry meat products (4.2%).

Conclusion. The test results show that the number of contaminated samples among combined semi-finished meat products was 4.3%, non-compliance with the safety requirements of beef products was detected in 3.7%; 2.8% of poultry product samples were contaminated with *L. monocytogenes* bacteria. The number and percentage of contaminated samples among frozen and refrigerated products did not significantly differ and amounted to 0.7 and 0.8%, respectively. *L. monocytogenes* were not detected in samples of dairy and ready-to-eat meat products that do not require heat treatment.

Keywords: listeriosis, *Listeria monocytogenes*, contamination, meat, milk, food products

Acknowledgements: The study was conducted within the state assignment "Detection of animal transboundary disease pathogens, study of their biological properties, and investigation of the entry and spread patterns of diseases caused by these pathogens".

For citation: Logatskaya L. N., Prunova O. V., Zhanova T. V. Detection of *Listeria monocytogenes* while testing food raw materials and products of animal origin for microbiological contamination. *Veterinary Science Today*. 2025; 14 (4): 418–425. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-418-425>

Conflict of interests: Prunova O. V. is a member of the editorial board of the "Veterinary Science Today" journal since 2012, but was not involved into the decision making process related to this article publication. The manuscript has passed the review procedure accepted in the journal. The authors did not declare any other conflicts of interests..

For correspondence: Lyubov N. Logatskaya, Postgraduate Student, Deputy Head of Nizhny Novgorod Testing Laboratory, Nizhny Novgorod Branch of Federal Centre for Animal Health, prospekt Gagarina, 97, Nizhny Novgorod, 603107, Russia, logackaya@arriah.ru

ВВЕДЕНИЕ

Листериоз – инфекционное заболевание большинства видов сельскохозяйственных и домашних животных (свиньи, лошади, крупный и мелкий рогатый скот, кролики, куры, утки) и человека. Экономический ущерб от этой болезни определяется снижением продуктивности животных, затратами на лечебно-профилактические и карантинно-ограничительные мероприятия. В России и других странах мира количество заболеваний пищевого происхождения, в том числе листериоза, не снижается [1, 2, 3]. Листериоз занимает пятое место среди наиболее часто регистрируемых зоонозов у людей в странах Европейского союза и является одним из наиболее значимых заболеваний пищевого происхождения [4]. Инфекция, вызванная бактериями *Listeria monocytogenes*, особенно опасна для беременных женщин (приводит к выкидышам), младенцев (гибель новорожденных) и людей с ослабленной иммунной системой [5]. Описаны случаи листериозной инфекции у беременных женщин и их новорожденных детей в Республике Дагестан [6]. В 2021 г. в Воронежской области у пациента с коронавирусной инфекцией был выявлен листериозный менингоэнцефалит [7]. В 2022 г. в Тульском регионе зарегистрирован случай неонатального листериоза [8].

В Российской Федерации листериоз животных фиксируется с 1956 г., в медицине регистрация и учет листериоза людей как самостоятельной нозологической формы была введена Минздравом России в 1992 г. [9, 10].

По данным Государственного доклада Роспотребнадзора, за 2023 г. в РФ было зарегистрировано 100 случаев листериоза (18 смертей). Больше всего случаев инфицирования в мегаполисах: в г. Москве (32 случая) и г. Санкт-Петербурге (19 случаев) [11].

Особенностью листерий является широкий температурный диапазон роста – от 4 до 45 °C (оптимум 36–38 °C) и диапазон pH 5–11 [12]. Установлено, что *L. monocytogenes* погибают при нагревании до 100 °C в течение 3–5 мин, до 75–90 °C – за 20 мин [13]. Листерии устойчивы во внешней среде [14, 15], развиваются в присутствии высокой концентрации хлорида натрия и углекислоты, способны выдерживать замораживание и высушивание. Они могут выживать в бескислородной среде, паразитировать внутриклеточно [16].

Инфицирование листериями, как правило, происходит при употреблении в пищу контаминированных продуктов животного происхождения, в том числе рыбы и морепродуктов, которые не были подвергнуты достаточной термической обработке, а также овощей и фруктов [17]. Большое количество случаев возникновения листериозов (15–20%) связано с употреблением зараженного мяса домашних животных и птицы (15–80%) [18]. В Эфиопии, по данным X. Wei et al., *L. monocytogenes* была выявлена в сыром и пастеризованном молоке [19]. Центр по контролю и профилактике заболеваний США (CDC) сообщает, что в 2022 г. сыр, произведенный компанией Old Europe Cheese, Inc., вызвал заболевание людей листериозом. В 2022 г.

источником вспышек листериоза в штатах Флорида и Огайо послужило мороженое марки Big Olaf. В 2023 г. CDC сообщило о вспышках листериоза, связанных с употреблением в пищу листовой зелени, а также персиков, нектаринов и слив [20]. В нескольких штатах США в 2024 г. мясные деликатесы, а также ливерная колбаса марки Boar's Head были контаминыированы листериями, что привело к заболеванию и смерти людей [21, 22]. По данным ряда авторов, инфекция может развиться даже при относительно небольшой концентрации бактерий в продуктах питания (10^2 КОЕ/г) [23].

По данным издания Food Safety News, в 2022 г. в Швейцарии Федеральное управление общественно-го здравоохранения (OFSP) и Федеральное управление по безопасности пищевых продуктов и ветеринарии (OSAV) сообщили о вспышке листериоза, причиной которой послужила копченая форель [24].

Таким образом, выявление патогенных видов *Listeria* в продуктах животного происхождения, пищевом сырье и готовых пищевых продуктах является актуальной задачей.

Целью работы было определение контаминации бактериями *L. monocytogenes* продуктов животного происхождения (мясных, рыбных, молочных), произведенных и реализуемых в Нижегородской области в период с 2023 по 2024 г.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалами для исследования послужили пробы продуктов животного происхождения, в том числе пищевое сырье и готовые продукты, поступившие на исследование в испытательную лабораторию Нижегородского филиала ФГБУ «ВНИИЗЖ».

Объекты исследования. Всего было исследовано 3650 проб продуктов животноводства и рыбоводства, отобранных в период с 2023 по 2024 г. в птицеводческих хозяйствах и торговых сетях Нижегородской области Российской Федерации.

Отбор проб. Для исследования отбирали образцы продукции на разных сроках хранения (в пределах сроков годности) в соответствии с установленными требованиями отбора проб для микробиологических испытаний. Доставку их в лабораторию осуществляли в сумке-холодильнике. Время доставки не превышало 1 ч.

Питательные среды: бульон Фрейзера (ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии», Россия); ALOA – агар *Listeria* по Оттавиани и Агости (Merck, Германия); ПАЛКАМ-агар (HiMedia Laboratories Pvt Ltd., Индия); кровяной агар («Средофф», Россия).

Методы. Исследование проб, а также идентификацию чистой культуры микроорганизмов по совокупности морфологических и биохимических признаков, определяющих принадлежность к *L. monocytogenes*, осуществляли в соответствии с ГОСТ 32031-2022 «Продукты пищевые. Методы выявления бактерий *Listeria monocytogenes* и других видов *Listeria* (*Listeria* spp.)»¹.

Препараты из чистых культур микроорганизмов фиксировали, окрашивали по Граму, микроскопировали и идентифицировали по способности к росту при 25°C , β -гемолизу, продукции каталазы, реакции Фогеса – Проскауэра, ферментации ксилозы и рамнозы, лецитиназной активности. Для идентификации использовали

тест-систему API *Listeria* (bioMérieux, Франция), включающую 10 биохимических тестов.

Для определения *L. monocytogenes* в пробах продуктов применяли автоматический анализатор miniVidas и тест-набор Vidas *Listeria* (bioMérieux, Франция).

Для статистической обработки информации и построения диаграмм использовали приложение Microsoft Excel и стандартные статистические приемы обработки данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В период с 2023 по 2024 г. на базе испытательной лаборатории Нижегородского филиала ФГБУ «ВНИИЗЖ» на наличие *L. monocytogenes* провели исследование 3650 проб продуктов животного происхождения: 680 проб молочных, 615 проб рыбных и 2355 проб мясных продуктов. Образцы мясных продуктов, не подверженных тепловой обработке, были представлены 323 пробами говядины, 834 пробами мяса птицы, 326 пробами мясных полуфабрикатов смешанного состава и 288 пробами свинины. Также было испытано 584 пробы готовых продуктов мясного происхождения, из них 187 проб мяса птицы и 397 проб мясных изделий, готовых к употреблению, кроме изделий из мяса птицы. К готовым мясным изделиям относились желированные продукты, колбасы, паштеты, а также мясные и мясосодержащие кулинарные изделия, прошедшие термическую обработку и готовые к употреблению мясные продукты, за исключением колбас.

В результате проведенных исследований было установлено, что изоляты бактерий имели морфологию клеток, характерную для листерий, окрашивались грамположительно, были каталазоположительными, демонстрировали положительную реакцию Фогеса – Проскауэра, были подвижны при температуре (25 ± 1) $^{\circ}\text{C}$, ферментировали рамнозу и не сбраживали ксилозу, проявляли лецитиназную активность на среде с активированным углем и образовывали зону β -гемолиза на кровяном агаре. Таким образом, идентификация чистых культур бактерий, выделенных из контаминированных

Таблица 1
Выявление *L. monocytogenes* в продуктах животного происхождения в Нижегородской области в период с 2023 по 2024 г.

Table 1
Detection of *L. monocytogenes* in products of animal origin in the Nizhny Novgorod Oblast (from 2023 to 2024)

Категория продуктов питания	% положительных проб	
	2023 г.	2024 г.
Мясные продукты, требующие термической обработки, из них:		
продукты из говядины	4,0 (N = 910)	1,6 (N = 861)
продукты из мяса птицы	5,1 (N = 175)	2,0 (N = 148)
продукты из свинины	3,8 (N = 424)	1,7 (N = 410)
мясные полуфабрикаты смешанного состава	0 (N = 135)	0,6 (N = 153)
Молочные продукты	6,3 (N = 176)	2,0 (N = 150)
Рыба и рыбные продукты	0 (N = 316)	0 (N = 364)
Мясные продукты, готовые к употреблению	1,0 (N = 479)	1,5 (N = 136)
ИТОГО	0 (N = 265)	0 (N = 319)
	2,1 (N = 1970)	1,0 (N = 1680)

N – количество протестированных проб (number of samples tested).

¹ <https://docs.cntd.ru/document/1200193714>

проб исследованных продуктов, показала, что все они принадлежали к виду *L. monocytogenes*.

Результаты испытаний продуктов животного происхождения, произведенных и реализуемых в Нижегородской области в период с 2023 по 2024 г., представлены в таблице 1.

В течение 2023 г. при проведении исследований был выявлен 41 образец, контаминированный бактериями *L. monocytogenes*, что составило 2,1% от всех протестированных проб ($N = 1970$). Доля обнаружения листерий в замороженных и охлажденных продуктах статистически не различалась и составила 1,1 и 1,0% соответственно.

При испытании продуктов питания, произведенных в 2024 г., было выявлено 16 проб, контаминированных бактериями *L. monocytogenes*, что составило 1,0% от всех исследованных образцов ($N = 1680$). В замороженных и охлажденных продуктах данный вид листерий обнаруживали в 0,4 и 0,6% случаев соответственно.

На рисунке 1 представлены результаты испытаний проб пищевых продуктов, проведенных в 2023 г. Максимальный процент выявления листерий был зафиксирован в мясных полуфабрикатах смешанного состава – 6,3%, продуктах из говядины – 5,1% и из мяса птицы – 3,8%. Доля обнаружения бактерий в рыбных продуктах составила 1,0% от общего числа проанализированных проб этой категории.

На рисунке 2 отражены результаты испытаний проб продуктов животного происхождения, проведенных в 2024 г. Установлено, что по 2,0% положительных проб приходилось на мясные полуфабрикаты смешанного состава и продукты из говядины. Количество выявлений листерий в рыбных продуктах составило 1,5% от общего числа испытанных проб продуктов данного вида, в продуктах из мяса птицы – 1,7%; наименьший процент обнаружений был отмечен в продуктах из свинины – 0,6%.

В испытанных нами пробах молочных продуктов и готовых к употреблению мясных продуктах как в 2023, так и в 2024 г. *L. monocytogenes* выявлены не были. Также в 2023 г. данные патогенные микрорганизмы не обнаруживали в продуктах из свинины.

В таблице 2 представлены данные по выявлению листерий в пробах продуктов переработки мяса птицы, произведенных в период с 2023 по 2024 г. Наибольший процент обнаружения *L. monocytogenes* от общего количества проб продуктов птицеводства ($N = 834$) установлен в полуфабрикатах из мяса птицы рубленых (в том числе фарш) – 1,2%, а наименьший – в мясе птицы механической обвалки – 0,4%.

При испытании проб продуктов птицеводства, а именно проб мяса птицы (тушки, полутушки, крыло, окорочок, бедро), бактерии *L. monocytogenes* были выявлены в 1,6% проб от количества проб данного вида продуктов ($N = 385$), причем в замороженных и охлажденных продуктах число выявлений было равным – по 0,8%.

Контаминация листериями испытуемых проб полуфабрикатов (рубленых) из мяса птицы (котлеты, купаты, фарш и др.) составила 4,2% от количества проб данного вида продуктов ($N = 236$), при этом в 0,4% случаев были обсеменены замороженные продукты и в 3,8% случаев – охлажденные.

Наличие листерий зафиксировано в 9,3% проб полуфабрикатов из мяса птицы в тестовой оболочке (замороженные пельмени, $N = 43$), и в 7,1% испытанных проб мяса птицы механической обвалки (только в замороженных продуктах, $N = 42$).

В пробах субпродуктов птицы (сердце, желудок, печень, жир-сырец), коже, кулинарных полуфабрикатах из мяса птицы, не доведенных до готовности, и полуфабрикатах кусковых из мяса птицы (в том числе маринованных) бактерии *L. monocytogenes* выявлены не были.

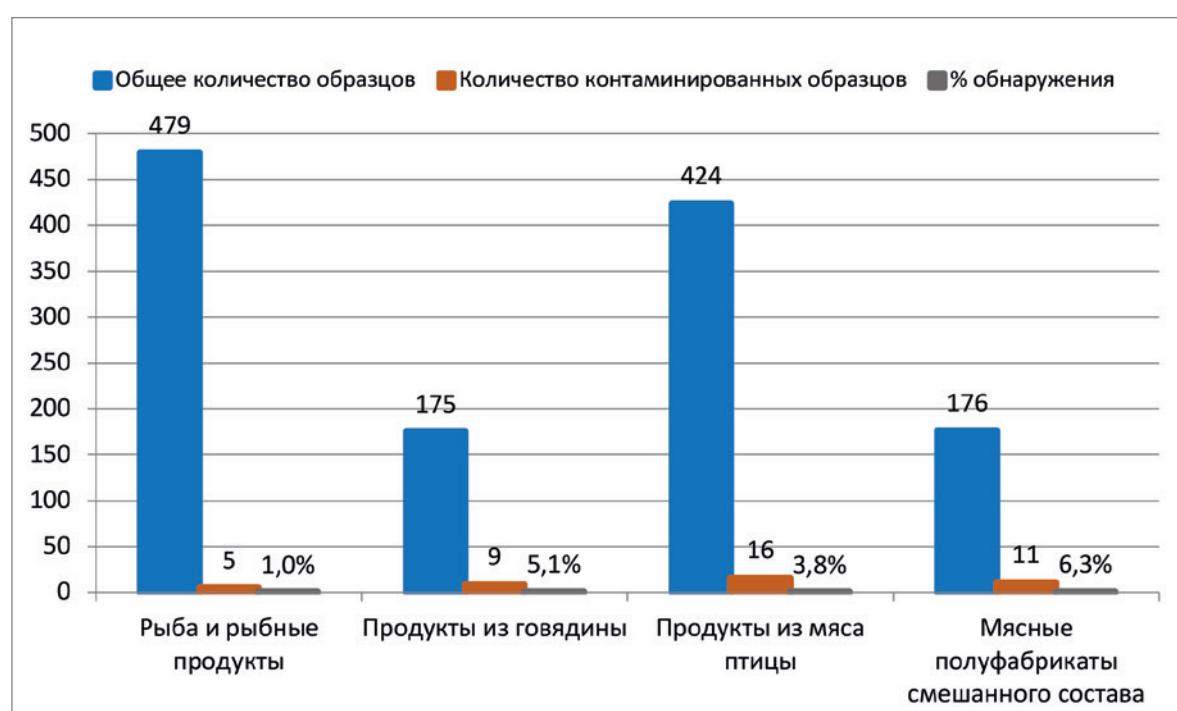


Рис. 1. Выявление *L. monocytogenes* в продуктах животного происхождения в Нижегородской области в 2023 г.

Fig. 1. Detection of *L. monocytogenes* in products of animal origin in the Nizhny Novgorod Oblast in 2023

Рис. 2. Выявление *L. monocytogenes* в продуктах животного происхождения в Нижегородской области в 2024 г.Fig. 2. Detection of *L. monocytogenes* in products of animal origin in the Nizhny Novgorod Oblast in 2024

Доля контаминированных проб от всех исследованных в 2023–2024 гг. образцов продуктов из говядины ($N = 323$) по видам продукции составила: полуфабрикаты крупнокусковые – около 1,9% (0,6% – замороженные; 1,2% – охлажденные продукты), фарш говяжий – 0,9% (охлажденные продукты), субпродукты, полуфабрикаты мелкокусковые и полуфабрикаты в тестовой оболочке – по 0,3%. В полуфабрикатах рубленых (биточки, котлеты и др.) бактерии *L. monocytogenes* выявлены не были. Полученные результаты представлены в таблице 3.

В период с 2023 по 2024 г. *L. monocytogenes* обнаруживали в следующих видах мясных полуфабрикатов смешанного состава ($N = 326$): в полуфабрикатах рубленых – в 2,76% случаев (1,23% – в замороженных и 1,53% – в охлажденных продуктах), в фарше (только охлажденном) – в 0,6% проб, в полуфабрикатах в тестовой оболочке – 0,9% (в замороженных).

Контаминация листериями была выявлена и в пробах рыбных продуктов, а именно в свежемороженых креветках и полуфабрикатах с мучным компонентом (котлетах).

Таблица 2
Контаминация бактериями *L. monocytogenes* продуктов птицеводства

Table 2
Contamination of poultry products with *L. monocytogenes*

Виды продуктов	Количество проб	Контаминированные	% обнаружения от данного вида продуктов	% обнаружения от общего количества проб продуктов птицеводства
Мясо птицы (тушки, части тушенек)	385	6	1,6	0,7
Полуфабрикаты из мяса птицы рубленые (в том числе фарш)	236	10	4,2	1,2
Полуфабрикаты из мяса птицы в тестовой оболочке	43	4	9,3	0,5
Мясо птицы механической обвалки	42	3	7,1	0,4
Субпродукты	74	0	0	0
Кожа	11	0	0	0
Кулинарные полуфабрикаты из мяса птицы, не доведенные до готовности	19	0	0	0
Полуфабрикаты кусковые из мяса птицы (в том числе маринованные)	24	0	0	0

Таблица 3
Контаминация бактериями *L. monocytogenes* мясных продуктов из говядины
Table 3
L. monocytogenes contamination of beef products

Виды продуктов	Количество проб	Контаминированные	% обнаружения от данного вида продуктов	% обнаружения от общего количества проб продуктов из говядины
Фарш говяжий	28	3	10,7	0,9
Полуфабрикаты крупнокусковые	130	6	4,6	1,9
Полуфабрикаты рубленые	26	0	0	0
Субпродукты	23	1	4,3	0,3
Полуфабрикаты мелкокусковые	74	1	1,4	0,3
Полуфабрикаты в тестовой оболочке	42	1	2,4	0,3

Обсеменение бактериями *L. monocytogenes* установлено в одной из проб фарша свиного замороженного, что составило 0,3% от общего количества проб продуктов из свинины ($N = 288$). Остальные продукты переработки свинины (полуфабрикаты крупнокусковые и мелкокусковые, рубленые, в тестовой оболочке, субпродукты) соответствовали требованиям безопасности и не содержали листерий.

В результате проведенной работы в период с 2023 по 2024 г. было выявлено 57 проб, контаминированных бактериями *L. monocytogenes*, что составило 1,6% от всех исследований продуктов животного происхождения. Процент обнаружения листерий в замороженных и охлажденных мясных продуктах статистически не различался – 0,7 и 0,8% от общего количества протестированных проб соответственно. Контаминация листериями продуктов различных пищевых категорий варьировала от 0,6 (пробы продуктов из свинины) до 6,3% (пробы мясных полуфабрикатов смешанного состава). Доля выявления *L. monocytogenes* в рыбных продуктах составила 1,1% от общего числа испытанных проб данной продукции ($N = 615$), в продуктах из свинины – 0,3%.

Полученные нами результаты соответствуют данным научных публикаций других авторов. Так, по итогам мониторинга пищевых продуктов в 14 странах Европейского союза, общее число случаев обнаружения *L. monocytogenes* в мясных продуктах из говядины, предназначенных для употребления в пищу, в 2019 г. составляло 4,2%, в 2020 г. этот показатель вырос до 7,4%, а в 2021 г. снизился до 3,9% [4]. По данным зарубежных исследований, в категории «рыба» в 2023 г. выявление проб, контаминированных *L. monocytogenes*, было на уровне 1,1% [3], что соотносится с результатами нашего исследования.

Как сообщается в иностранных источниках, *L. monocytogenes* обнаруживают в молоке, сырах, сливочном масле, сливках и мороженом [4, 20, 25, 26], а также в мясных продуктах, готовых к употреблению [21, 22, 27]. Отсутствие контаминации бактериями *L. monocytogenes* готовой мясной продукции и молочных продуктов, установленной в результате исследований, проведенных в испытательной лаборатории Нижегородского филиала ФГБУ «ВНИИЭЖ», может говорить о том, что на предприятиях, где были произведены продукты питания,

соблюдаются технологические и санитарные нормы: ведется правильная термическая обработка продукции, поддерживается гигиена производства, организован контроль качества сырья, внедрена эффективная система контроля качества, условия хранения и транспортировки продукции отвечают требованиям нормативной документации. Однако необходимо осуществлять постоянный контроль, следует продолжать мониторинг продукции, несмотря на обнадеживающие результаты.

Полученные данные свидетельствуют о том, что контаминация бактериями *L. monocytogenes* мясных продуктов не зависит от температурного режима их хранения (заморозка или охлаждение), что подтверждает наличие у данного патогена механизмов адаптации к холодовому стрессу, описанных зарубежными учеными [28, 29, 30].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные в 2023–2024 гг. на территории Нижегородской области исследования продуктов животного происхождения показали, что 1,6% проб были контаминированы *L. monocytogenes*. Наибольший уровень обсемененности выявлен в мясных полуфабрикатах смешанного состава (6,3% в 2023 г. и 2,0% в 2024 г.), а также в продуктах из говядины (5,1 и 2,0% соответственно) и мяса птицы (3,8 и 1,7%). В то же время в молочных продуктах и готовых к употреблению мясных изделиях *L. monocytogenes* не обнаружена, что может свидетельствовать о соблюдении технологических и санитарных норм на производстве.

Среди продуктов птицеводства наибольшая контаминация отмечена в полуфабрикатах в тестовой оболочке (9,3%), испытанных пробах мяса птицы механической обвалки (7,1%) и рубленых изделиях (4,2%), тогда как в цельном мясе птицы уровень обсемененности был ниже (1,6%). Наиболее контаминированными продуктами из говядины оказались фарш (10,7%) и крупнокусковые полуфабрикаты (4,6%). В рыбных продуктах *L. monocytogenes* обнаружена в 1,1% случаев (в креветках и рыбных котлетах).

Температурный режим (охлаждение/заморозка) не оказывал значимого влияния на уровень контаминации бактериями *L. monocytogenes*, что свидетельствует о холодовой толерантности данного патогенного микроорганизма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фофанова Т. С., Костенко Ю. Г. Современные сведения о распространенности основных возбудителей болезней пищевого происхождения и некоторых методах их исследования. *Всё о мясе.* 2018; (6): 31–35. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2018-6-31-35>
2. Abebe E., Gugsa G., Ahmed M. Review on major food-borne zoonotic bacterial pathogens. *Journal of Tropical Medicine.* 2020; 2020:4674235. <https://doi.org/10.1155/2020/4674235>
3. European Food Safety Authority; European Centre for Disease Prevention and Control. The European Union One Health 2023 Zoonoses report. *EFSA Journal.* 2024; 22 (12):e9106. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2024.9106>
4. European Food Safety Authority; European Centre for Disease Prevention and Control. The European Union One Health 2021 Zoonoses Report. *EFSA Journal.* 2022; 20 (12):e07666. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7666>
5. Илларионова Т. В., Кокурина Ю. С., Рыбкина Н. В., Сулименко А. А., Псарева Е. К. Животные, инфицированные бактериями рода *Listeria*, как потенциальный источник листериоза для человека. *Ветеринария.* 2020; (12): 17–21. <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2020.23.12.17-21>
6. Джалилова А. Н., Омарова С. М., Царуева Т. В., Джалилова Д. Н., Касумова А. М., Исаева Р. И. Листериоз – внутриутробная инфекция с природной очаговостью. *Международный научно-исследовательский журнал.* 2023; (12). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.207>
7. Ульянова О. В., Ермоленко Н. А., Банин И. Н., Белинская В. В., Дутова Т. И., Куликов А. В., Головина Н. П. Листериозный менингоэнцефалит на фоне новой коронавирусной инфекции: клинический случай. *Клиническая практика.* 2023; 14 (4): 122–128. <https://doi.org/10.17816/clinpract567958>
8. Честнова Т. В., Останин М. А., Марийко А. В., Карлова Л. Р., Руднева А. А., Хромушкин В. А. Редкие случаи листериоза на территории Тульской области (клинический случай). *Вестник новых медицинских технологий.* 2020; 27 (1): 87–91. <https://doi.org/10.24411/1609-2163-2020-16612>
9. МУ 3.1.7.1104-02 Эпидемиология и профилактика листериоза: методические указания: утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 27.01.2002. <https://docs.cntd.ru/document/1200030427>
10. Александрова Я. Р., Козак С. С., Баранович Е. С., Козак Ю. А. Выявление листерий в биологическом материале животных, птицы и животноводческой продукции. *Вестник Чувашского государственного аграрного университета.* 2023; (1): 50–55. <https://doi.org/10.48612/vch/4m53-45gb-5fgn>
11. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2023 году: государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; 2024. 364 с.
12. Чистенко Г. Н., Дронина А. М., Бандацкая М. И. Листериоз: этиология, эпидемиология, профилактика. *Mir медицины.* 2015; (3): 2–5.
13. Листерии. Википедия: свободная энциклопедия. <https://ru.wikipedia.org/?curid=872325&oldid=124582242>
14. Мусаева А. К., Егорова Н. Н., Даугалиева А. Т., Кожабаев М. К., Досanova А. К. Диагностика листериоза животных и биологические свойства листерий. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований.* 2016; (3-3): 483–489. <https://elibrary.ru/vpiwfn>
15. Лучшев В. И., Никифоров В. В., Бурова С. В., Томилин Ю. Н., Новикова Л. В., Павлова А. Ю. Листериоз. *Лечебное дело.* 2005; (2): 71–76. <https://elibrary.ru/oophil>
16. Бакулов И. А., Васильев Д. А., Колбасов Д. В., Ковалева Е. Н., Егорова И. Ю., Селянинов Ю. О. Листерии и листериоз: монография. 2-е изд., испр. и доп. Ульяновск: НИЦМиБ; 2016. 334 с. <http://lib.ugsha.ru:8080/handle/123456789/2668>
17. Петрова О. Г., Варфоломеева А. С. Контроль и методы выявления *L. monocytogenes*. *Medicus.* 2020; (3): 8–12. <https://elibrary.ru/bcuuva>
18. Зайцева Е. А., Диго Р. Н. Листериоз: методы лабораторной диагностики: учебно-методическое пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Владивосток: Медицина ДВ; 2017. 168 с.
19. Wei X., Hassen A., McWilliams K., Pietrzen K., Chung T., Méndez Acevedo M., et al. Genomic characterization of *Listeria monocytogenes* and *Listeria innocua* isolated from milk and dairy samples in Ethiopia. *BMC Genomic Data.* 2024; 25:12. <https://doi.org/10.1186/s12863-024-01195-0>
20. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Listeria Outbreaks. Listeria Infection (Listeriosis).* <https://www.cdc.gov/Listeria/outbreaks/index.html>
21. Food Safety and Inspection – USDA. Boar's Head Provisions Co. recalls ready-to-eat liverwurst and other deli meat products due to possible *Listeria* contamination. <https://www.fsis.usda.gov/recalls-alerts/boars-head-provisions-co-recalls-ready-eat-liverwurst-and-other-deli-meat-products>
22. Musumeci N. Boar's Head 'negligence' led to the *Listeria*-related death of a Holocaust survivor, his family says in lawsuit. *Business Insider.* September 3, 2024. <https://www.businessinsider.com/boars-head-Listeria-outbreak-deli-meat-death-holocaust-survivor-2024-9>
23. Солдатова С. Ю., Филатова Г. Л., Куликовская Т. С. Листериоз – эпидемическая инфекция с пищевым путем передачи. *Вестник Нижневартовского государственного университета.* 2019; (2): 110–117. <https://doi.org/10.36906/2311-4444/19-2/14>
24. Whitworth J. One died in a Swiss *Listeria* outbreak traced to smoked fish. *Food Safety News.* January 18, 2023. <https://www.foodsafetynews.com/2023/01/one-died-in-swiss-Listeria-outbreak-traced-to-smoked-fish>
25. Koch J., Dworak R., Prager R., Becker B., Brockmann S., Wicke A., et al. Large listeriosis outbreak linked to cheese made from pasteurized milk, Germany, 2006–2007. *Foodborne Pathogens and Disease.* 2010; 7 (12): 1581–1584. <https://doi.org/10.1089/fpd.2010.0631>
26. Gaulin C., Ramsay D., Bekal S. Widespread listeriosis outbreak attributable to pasteurized cheese, which led to extensive cross-contamination affecting cheese retailers, Quebec, Canada, 2008. *Journal of Food Protection.* 2012; 75 (1): 71–78. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-11-236>
27. Matle I., Mbatha K. R., Madoroba E. A review of *Listeria monocytogenes* from meat and meat products: Epidemiology, virulence factors, antimicrobial resistance and diagnosis. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research.* 2020; 87 (1):a1869. <https://doi.org/10.4102/ojvr.v87i1.1869>
28. Tasara T., Stephan R. Cold stress tolerance of *Listeria monocytogenes*: A review of molecular adaptive mechanisms and food safety implications. *Journal of Food Protection.* 2006; 69 (6): 1473–1484. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-69.6.1473>
29. Muchaamba F., Stephan R., Tasara T. *Listeria monocytogenes* cold shock proteins: small proteins with a huge impact. *Microorganisms.* 2021; 9 (5):1061. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9051061>
30. Myintzaw P., Pennone V., McAuliffe O., Begley M., Callanan M. Variability in cold tolerance of food and clinical *Listeria monocytogenes* isolates. *Microorganisms.* 2023; 11 (1):65. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11010065>

REFERENCES

1. Fofanova T. S., Kostenko Yu. G. Up-to-date information on the prevalence of the main foodborne pathogens and several methods of their detection. *Vsy o myase.* 2018; (6): 31–35. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2018-6-31-35> (in Russ.)
2. Abebe E., Gugsa G., Ahmed M. Review on major food-borne zoonotic bacterial pathogens. *Journal of Tropical Medicine.* 2020; 2020:4674235. <https://doi.org/10.1155/2020/4674235>
3. European Food Safety Authority; European Centre for Disease Prevention and Control. The European Union One Health 2023 Zoonoses report. *EFSA Journal.* 2024; 22 (12):e9106. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2024.9106>
4. European Food Safety Authority; European Centre for Disease Prevention and Control. The European Union One Health 2021 Zoonoses Report. *EFSA Journal.* 2022; 20 (12):e07666. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7666>
5. Illarionova T. V., Kokurina Yu. S., Rybkina N. V., Sulimenko A. A., Psareva E. K. Animals infected with bacteria of the genus *Listeria* as a potential listeriosis source to humans. *Veterinariya.* 2020; (12): 17–21. <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2020.23.12.17-21> (in Russ.)
6. Dzhalilova A. N., Omarova S. M., Tsarueva T. V., Dzhalilova D. N., Kasumova A. M., Isaeva R. I. Listeriosis – an intrauterine infection with a natural focality. *International Research Journal.* 2023; (12). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.207> (in Russ.)
7. Ulyanova O. V., Ermolenko N. A., Banin I. N., Belinskaya V. V., Dutova T. I., Kulikov A. V., Golovina N. P. *Listeria monocytogenes* meningoencephalitis against the background of the new coronavirus infection: a clinical case. *Journal of Clinical Practice.* 2023; 14 (4): 122–128. <https://doi.org/10.17816/clinpract567958> (in Russ.)
8. Chestnova T. V., Ostanin M. A., Mariyko A. V., Karlova L. R., Rudneva A. A., Khromushin V. A. Rare cases of listeriosis in the Tula Region (practical case). *Journal of New Medical Technologies.* 2020; 27 (1): 87–91. <https://doi.org/10.24411/1609-2163-2020-16612> (in Russ.)
9. MU 3.1.7.1104-02 Epidemiology and prevention of listeriosis: guidelines: approved by Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation on 27.01.2002. <https://docs.cntd.ru/document/1200030427> (in Russ.)
10. Alexandra Ya. R., Kozak S. S., Baranovich E. S., Kozak Yu. A. Detection of *Listeria* in biological material of animals, poultry and livestock products. *Vestnik Chuvash State Agrarian University.* 2023; (1): 50–55. <https://doi.org/10.48612/vch/4m53-45gb-5fgn> (in Russ.)
11. 2023 National Report on Public Health and Epidemiological Safety in the Russian Federation. Moscow: Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; 2024. 364 p. (in Russ.)
12. Chistenko G. N., Dronina A. M., Bandatskaya M. I. Listeriosis: etiology, epidemiology, prevention. *Mir meditsiny.* 2015; (3): 2–5. (in Russ.)
13. *Listeria.* Wikipedia: The Free Encyclopedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/Listeria>
14. Musaeva A. K., Egorova N. N., Daugalieva A. T., Kozhabaev M. K., Dosanova A. K. Diagnosis listeriosis animals and biological properties lister. *International Journal of Applied and Fundamental Research.* 2016; (3-3): 483–489. <https://elibrary.ru/vpiwfn> (in Russ.)

15. Luchshev V. I., Nikiforov V. V., Burova S. V., Tomilin Yu. N., Novikova L. V., Pavlova A. Yu. Listerioz = Listeriosis. *Lechebnoe Delo*. 2005; (2): 71–76. <https://elibrary.ru/oophil> (in Russ.)
16. Bakulov I. A., Vasyliev D. A., Kolbasov D. B., Kovaleva E. N., Egorova I. Y., Selyaninov Y. O. *Listeria and Listeriosis: monograph*. 2nd ed., revised and enlarged. Ulyanovsk: RDICMB; 2016. 334 p. <http://lib.ugsha.ru:8080/handle/123456789/2668> (in Russ.)
17. Petrova O. G., Varfolomeyeva A. S. Monitoring and detection methods of *L. monocytogenes*. *Medicus*. 2020; (3): 8–12. <https://elibrary.ru/bcuuva> (in Russ.)
18. Zaitseva E. A., Digo R. N. *Listeriosis: Laboratory Diagnostic Methods – A Practical Manual*. 2nd ed., revised and supplemented. Vladivostok: Meditsina DV; 2017. 168 p. (in Russ.)
19. Wei X., Hassen A., McWilliams K., Pietrzen K., Chung T., Méndez Acevedo M., et al. Genomic characterization of *Listeria monocytogenes* and *Listeria innocua* isolated from milk and dairy samples in Ethiopia. *BMC Genomic Data*. 2024; 25:12. <https://doi.org/10.1186/s12863-024-01195-0>
20. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Listeria Outbreaks. Listeria Infection (Listeriosis)*. <https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/index.html>
21. Food Safety and Inspection – USDA. Boar's Head Provisions Co. recalls ready-to-eat liverwurst and other deli meat products due to possible *Listeria* contamination. <https://www.fsis.usda.gov/recalls-alerts/boars-head-provisions-co-recalls-ready-eat-liverwurst-and-other-deli-meat-products>
22. Musumeci N. Boar's Head 'negligence' led to the *Listeria*-related death of a Holocaust survivor, his family says in lawsuit. *Business Insider*. September 3, 2024. <https://www.businessinsider.com/boars-head-listeria-outbreak-deli-meat-death-holocaust-survivor-2024-9>
23. Soldatova S. Yu., Filatova G. L., Kulikovskaya T. S. A study of potential listeriosis: an emerging food-borne disease. *Bulletin of Nizhnevartovsk State University*. 2019; (2): 110–117. <https://doi.org/10.36906/2311-4444/19-2/14> (in Russ.)
24. Whitworth J. One died in a Swiss *Listeria* outbreak traced to smoked fish. *Food Safety News*. January 18, 2023. <https://www.foodsafetynews.com/2023/01/one-died-in-swiss-listeria-outbreak-traced-to-smoked-fish>
25. Koch J., Dworak R., Prager R., Becker B., Brockmann S., Wicke A., et al. Large listeriosis outbreak linked to cheese made from pasteurized milk, Germany, 2006–2007. *Foodborne Pathogens and Disease*. 2010; 7 (12): 1581–1584. <https://doi.org/10.1089/fpd.2010.0631>
26. Gaulin C., Ramsay D., Bekal S. Widespread listeriosis outbreak attributable to pasteurized cheese, which led to extensive cross-contamination affecting cheese retailers, Quebec, Canada, 2008. *Journal of Food Protection*. 2012; 75 (1): 71–78. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-11-236>
27. Matle I., Mbatha K. R., Madoroba E. A review of *Listeria monocytogenes* from meat and meat products: Epidemiology, virulence factors, antimicrobial resistance and diagnosis. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. 2020; 87 (1):a1869. <https://doi.org/10.4102/ojvr.v87i1.1869>
28. Tasara T., Stephan R. Cold stress tolerance of *Listeria monocytogenes*: A review of molecular adaptive mechanisms and food safety implications. *Journal of Food Protection*. 2006; 69 (6): 1473–1484. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-69.6.1473>
29. Muchaamba F., Stephan R., Tasara T. *Listeria monocytogenes* cold shock proteins: small proteins with a huge impact. *Microorganisms*. 2021; 9 (5):1061. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9051061>
30. Moiyintzaw P., Pennone V., McAuliffe O., Begley M., Callanan M. Variability in cold tolerance of food and clinical *Listeria monocytogenes* isolates. *Microorganisms*. 2023; 11 (1):65. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11010065>

*Поступила в редакцию / Received 19.06.2025**Поступила после рецензирования / Revised 25.08.2025**Принята к публикации / Accepted 28.10.2025*

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Логацкая Любовь Николаевна, аспирант, заместитель руководителя Нижегородской испытательной лаборатории Нижегородского филиала ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Нижний Новгород, Россия; <https://orcid.org/0009-0003-9445-0829>, logackaya@arriah.ru

Прунтова Ольга Владиславовна, д-р биол. наук, профессор, главный научный сотрудник информационно-аналитического центра ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-3143-7339>, pruntova@arriah.ru

Жбанова Татьяна Валентиновна, канд. биол. наук, младший научный сотрудник отдела образования и научной информации ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-9857-5915>, zhbanova@arriah.ru

Lyubov N. Logatskaya, Postgraduate Student, Deputy Head of Nizhny Novgorod Testing Laboratory, Nizhny Novgorod Branch of Federal Centre for Animal Health, Nizhny Novgorod, Russia; <https://orcid.org/0009-0003-9445-0829>, logackaya@arriah.ru

Olga V. Pruntova, Dr. Sci. (Biology), Professor, Chief Researcher, Information and Analysis Centre, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-3143-7339>, pruntova@arriah.ru

Tatyana V. Zhbanova, Cand. Sci. (Biology), Junior Researcher, Education and Scientific Support Department, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-9857-5915>, zhbanova@arriah.ru

Вклад авторов: Логацкая Л. Н. – концепция обзора, проведение поисково-аналитической работы и исследований, подготовка и написание статьи; Прунтова О. В. – курирование, научное консультирование, концепция обзора, подготовка и написание статьи; Жбанова Т. В. – научное консультирование по проведению поисково-аналитической работы, подготовка и написание статьи.

Contribution of the authors: Logatskaya L. N. – review concept, research and analysis, manuscript preparation and writing; Pruntova O. V. – supervision, scientific advice, review concept, manuscript preparation and writing; Zhbanova T. V. – scientific advice on research and analysis, manuscript preparation and writing.



<https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-426-432>
УДК 619:579.64:631.22



Изучение видового состава микроорганизмов производственной среды животноводческих помещений

А. Н. Новиков, П. В. Аржаков, Т. С. Дудоладова, Е. А. Кособоков

ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» (ФГБНУ «Омский АНЦ»), пр. Королёва, 26, г. Омск, 644012, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Производственные объекты животноводческих комплексов являются резервуаром микроорганизмов различных семейств и родов, среди которых есть как условно-патогенные, так и патогенные представители. Постоянный микробиологический мониторинг производственной среды животноводческих помещений, индикация и идентификация микроорганизмов дает возможность контролировать микрофлору данных помещений, тем самым предотвращая риски возникновения инфекционных заболеваний и своевременно проводить качественные ветеринарно-санитарные и зоогигиенические мероприятия.

Цель исследования. Изучение видового состава микроорганизмов производственной среды животноводческих помещений, уровня контаминации и классификация выделенной микрофлоры по семействам и группам устойчивости к дезинфицирующим препаратам.

Материалы и методы. Для изучения видового состава микрофлоры были взяты смывы с поверхностей в производственных помещениях для содержания крупного рогатого скота (коровник – дойное стадо, телятник, родильное отделение и доильный зал), расположенных в животноводческом хозяйстве Омской области. Идентификацию микроорганизмов проводили с использованием биохимических мультипри тестов MMT E24 и MMT C и селективной питательной среды.

Результаты. В результате проведенных исследований установлено, что микрофлора, циркулирующую в помещениях для содержания крупного рогатого скота, составляют как патогенные, так и условно-патогенные микроорганизмы, которые представлены следующими видами: *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris*, *Klebsiella aerogenes*, *Citrobacter freundii*, *Morganella morganii*, *Hafnia alvei*, *Klebsiella ozaenae*, *Enterococcus faecalis*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus sciuri*, *Staphylococcus capitis*, *Staphylococcus simulans*, *Staphylococcus intermedius* и *Staphylococcus lentus*.

Заключение. Выделенные микроорганизмы представлены семействами *Enterobacteriaceae*, *Bacillaceae* и *Staphylococcaceae* и принадлежат к следующим группам устойчивости к дезинфектантам: малоустойчивые, устойчивые и особо устойчивые. Наиболее высокая микробиологическая нагрузка наблюдалась на таких объектах, как пол, стены и ограждения в стойлах, расположенных в коровнике (дойное стадо) и доильном зале, микрофлора характеризовалась большим видовым разнообразием микроорганизмов, низкий уровень микробной диссеминации установлен в помещениях родильного отделения и телятника.

Ключевые слова: микроорганизмы, микробиологическая нагрузка, производственная среда

Благодарности: Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках проведения научно-исследовательских работ по теме FNUN-2025-0017 «Совершенствование продуктивных показателей коров молочных пород и системы полевого кормопроизводства, отвечающего требованиям эффективного животноводства, с использованием современных биологических методов».

Для цитирования: Новиков А. Н., Аржаков П. В., Дудоладова Т. С., Кособоков Е. А. Изучение видового состава микроорганизмов производственной среды животноводческих помещений. *Ветеринария сегодня*. 2025; 14 (4): 426–432. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-426-432>

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для корреспонденции: Аржаков Павел Викторович, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории диагностических исследований и биотехнологий отдела ветеринарии ФГБНУ «Омский АНЦ», ул. Лермонтова, 93, г. Омск, 644001, Россия, omdez@yandex.ru

Study of microbial species composition in the production environment of livestock facilities

Artem N. Novikov, Pavel V. Arzhakov, Tatiana S. Dudoladova, Evgeny A. Kosobokov

Omsk Agrarian Scientific Center, prospekt Koroleva, 26, Omsk 644012, Russia

ABSTRACT

Introduction. Livestock facilities serve as a reservoir for microorganisms of various families and genera, including both opportunistic and pathogenic microorganisms. Continuous microbiological monitoring of the production environment in livestock facilities, along with the detection and identification of microorganisms, allow for the microflora control in these facilities, thereby preventing the risks of infectious diseases and ensuring timely implementation of appropriate veterinary, sanitary, and zoohygienic measures.

Objective. Study of microbial species composition in the production environment of livestock facilities including contamination level and classification of the isolated microorganisms by families and disinfectant-resistant groups.

© Новиков А. Н., Аржаков П. В., Дудоладова Т. С., Кособоков Е. А., 2025

Materials and methods. Swabs from the surfaces in the production facilities for cattle (namely, dairy cow facility, calf facility, calving area, and milking hall) on the cattle farm located in the Omsk Oblast were taken for study of microbial species composition. The microorganisms were classified using MMT E24 и MMT S multi-biochemical microtests and selective nutrient medium.

Results. Tests showed that the microflora circulating in cattle facilities included both pathogenic and opportunistic microorganisms of the following species: *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris*, *Klebsiella aerogenes*, *Citrobacter freundii*, *Morganella morganii*, *Hafnia alvei*, *Klebsiella ozaenae*, *Enterococcus faecalis*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus sciuri*, *Staphylococcus capitis*, *Staphylococcus simulans*, *Staphylococcus intermedius* and *Staphylococcus lentus*.

Conclusion. The recovered microorganisms belonged to the families *Enterobacteriaceae*, *Bacillaceae* and *Staphylococcaceae* and to the following disinfectant-resistant groups: low-resistant, moderately-resistant and highly-resistant. The highest microbial load was detected on floor, walls and stall dividers in the facility for dairy cows and in milking hall, the detected microorganisms demonstrated high species diversity. The lowest microbial load was detected in calving area and calf facility.

Keywords: microorganisms, microbiological load, production environment

Acknowledgements: The study was funded by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the research topic FNUN-2025-0017 "Improving the dairy cow performance and field forage production system that meets the effective livestock farming requirements using modern biological methods".

For citation: Novikov A. N., Arzhakov P. V., Dudoladova T. S., Kosobokov E. A. Study of microbial species composition in the production environment of livestock facilities. *Veterinary Science Today*. 2025; 14 (4): 426–432. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-426-432>

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interests.

For correspondence: Pavel V. Arzhakov, Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher, Diagnostic Research and Biotechnology Laboratory, Department of Veterinary Medicine, Omsk Agrarian Scientific Center, ul. Lermontova, 93, Omsk 644001, Russia, omdez@yandex.ru

ВВЕДЕНИЕ

Современное промышленное животноводство характеризуется высокой концентрацией поголовья крупного рогатого скота на специализированных комплексах. Индустриализация животноводства, перевод его на промышленную основу предполагает глубокую качественную перестройку всех технологических процессов. При таких интенсивных условиях ведения сельского хозяйства происходит аккумуляция биологических агентов на различных производственных объектах животноводческих предприятий. Это влечет за собой возникновение массовых дисбиозов у животных и, как следствие, рост числа инфекционных заболеваний [1, 2, 3].

Производственные объекты животноводческих комплексов являются резервуаром микроорганизмов различных семейств и родов, среди которых есть как условно-патогенные, так и патогенные представители. При длительном воздействии повышенной влажности различная микрофлора контаминирует строительные конструкции животноводческих комплексов, тем самым увеличивая риск возникновения инфекционных болезней [4, 5, 6, 7].

Инфекционные болезни сельскохозяйственных животных наносят значительный ущерб животноводческой отрасли. Одной из главных причин их возникновения является низкий уровень ветеринарно-санитарной культуры на фермах различного уровня. Данные причины часто провоцируют появление желудочно-кишечных, респираторных и других патологий инфекционной природы, вызванных как патогенной, так и условно-патогенной микрофлорой (кокки, протеи, клебсиеллы и др.), которая увеличивает свою вирулентность на фоне ослабления устойчивости организма под воздействием неблагоприятных факторов, связанных с нарушением условий кормления, ухода и содержания [8, 9, 10].

Ветеринарным специалистам приходится учитывать весь комплекс существенно изменившихся под влиянием технического прогресса факторов среды обитания

животных и создавать оптимальную среду для их обеспечения. Однако в современных условиях внимание ветеринара направлено не только непосредственно на животное, его здоровье и продуктивность, но и на охрану внешней среды от различных загрязнений, связанных с деятельностью животноводческих хозяйств промышленного типа. Важнейшую роль играют охранные мероприятия и соблюдение строгого ветеринарного режима в комплексах. Высокая плотность размещения на ограниченной территории помещений и животных в них заставляет вводить жесткие меры для защиты ферм от заноса инфекционных болезней [11, 12, 13].

Окружающая животного производственная среда, оставленная без внимания, не позволяет успешно решать вопросы профилактики инфекционных болезней не только в отношении возбудителей особо опасных инфекций, но и условно-патогенной микрофлоры, которая при определенных благоприятных для нее условиях может приобрести патогенность и тем причинить огромный ущерб. Значительное количество микроорганизмов выделяется при физиологических актах животных: кашле, чихании, дефекации, мочеиспускании. Животноводческие помещения, куда попадают патогенные и условно-патогенные микроорганизмы, обычно не являются местом их естественного обитания. Здесь чаще всего отсутствуют благоприятные условия для развития: питательные вещества, оптимальные температура и pH среды. Однако в объектах, содержащих большое количество органических веществ, такие микроорганизмы долгое время могут сохранять не только жизнеспособность, но и патогенность, они обнаруживаются на поверхностях животноводческих построек, транспортных средств, в навозе, сырье животного происхождения и во многих других объектах ветеринарно-санитарного надзора. Степень контаминации объектов производственной среды зависит главным образом от наличия инфекционных заболеваний среди поголовья животных. Заболевшие особи

постоянно выделяют патогены в производственную среду. Распространение возбудителей инфекций происходит с необеззараженных поверхностей помещений. Одной из постоянно действующих причин обсемененности микроорганизмами объектов производственной среды являются животные-микроносители, которые представляют даже большую опасность распространения в хозяйстве патогенной микрофлоры и поддержания эпизоотического очага, чем явно больные животные, поскольку последних можно изолировать до выздоровления [14, 15, 16, 17].

Главным источником контаминации производственных объектов животноводческих помещений являются животные, выделяющие патогенную и условно-патогенную микрофлору с фекалиями и воздушно-капельным путем, причем чем интенсивнее загрязнена среда выделениями, тем выше вероятность контаминации объектов соответствующими патогенами. Для многих видов микроорганизмов кишечник является биотопом, то есть единственной средой их обитания. Следовательно, обнаружение в исследуемом материале (воде, кормах, пробах с поверхностей животноводческих помещений и др.) представителей микрофлоры кишечника служит непосредственным показателем фекального загрязнения объекта и указывает на возможное присутствие возбудителей кишечных инфекций (сальмонеллеза, иерсиниоза и др.) [18, 19, 20].

Многие микроорганизмы, циркулирующие на животноводческих объектах, обладают резистентностью, связанной с природными особенностями строения микробной клетки и ее метаболизма: наличием многослойной клеточной стенки, образованием биопленки, способностью к ферментативной деградации или активному выбросу ксенобиотиков из клетки. Уникальной клеточной оболочкой обладают бактериальные споры, благодаря ей они выдерживают концентрацию биоцидов, в тысячи раз превышающую концентрации, эффективные в отношении вегетативных клеток. Плотная оболочка спор препятствует проникновению внутрь клетки биоцидов, нейтрализует действие некоторых из них. На долю оболочки приходится до 50% сухой массы спор. Все эти особенности обеспечивают резистентность спор к действию факторов внешней среды, в том числе биоцидов. Микобактерии также высокорезистентны ко многим биоцидам, устойчивы к действию кислот, щелочей, хлоргексидина, четвертичных аммониевых соединений, тяжелых металлов и красителей. Микобактерии способны образовывать биопленку (например, в системах водоснабжения), которую удалить труднее, чем биопленку энтеробактерий [21, 22, 23].

Образование биопленки – одно из проявлений выживаемости у бактерий, которое определяет их устойчивость к действию неблагоприятных факторов, в том числе биоцидов. Биопленка – это сообщество микроорганизмов, иногда разных видов, имеющих общую внешнюю оболочку гликокаликс, который служит барьером, защищающим клетки от внешних воздействий. Повышенная устойчивость к биоцидам была обнаружена у растущих в виде биопленки видов *Pseudomonas*, *Burkholderia cepacia*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus faecalis*, *Legionella pneumophila*, *Salmonella typhimurium*, *Yersinia enterocolitica* [24, 25, 26].

В ветеринарной практике нашел обширное применение целый ряд высокоэффективных антибиотиков широкого спектра действия. Они обеспечивают высокий

эффект при профилактике и лечении респираторных и желудочно-кишечных инфекций. Однако длительное и бесконтрольное использование антибиотиков приводит к возникновению значительного количества резистентных штаммов микроорганизмов [27, 28].

Актуальность и новизной данной работы является анализ данных о видовом составе микрофлоры производственных объектов животноводческих помещений и уровне их контаминации, классификация выделенных микроорганизмов по семействам и группам устойчивости к дезинфициантам, что позволит своевременно проводить качественные ветеринарно-санитарные мероприятия (мойку, дезинфекцию) для предотвращения рисков возникновения инфекционных заболеваний.

Цель исследования – изучить видовой состав микроорганизмов производственной среды животноводческих помещений, уровень контаминации и классифицировать выделенную микрофлору по семействам и группам устойчивости к дезинфицирующим препаратам.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования являлись 184 пробы, отобранные до проведения мойки и дезинфекции с различных поверхностей из 4 помещений, расположенных в животноводческом хозяйстве Омской области.

Общая зоотехническая характеристика хозяйства. Размер санитарно-защитной зоны хозяйства составляет не менее 500 м до других животноводческих сельскохозяйственных предприятий и отдельных объектов, включая приусадебные участки населенного пункта. Основным видом хозяйственной деятельности является выращивание зернобобовых культур и разведение крупного рогатого скота молочного направления, производство сырого молока. Хозяйство имеет статус племенного завода по разведению крупного рогатого скота молочного направления красной степной породы. Молочный комплекс реконструирован из типовых коровников для привязного содержания крупного рогатого скота на 200 ското-мест. В хозяйстве имеется автоматизированный доильный зал «Параллель» (введен в эксплуатацию в 2020 г.) на 24 ското-места, $S = 420 \text{ м}^2$. Помещение разделено на три части: доильный зал и два боковых коровника.

Хозяйство является благополучным по остроинфекционным заболеваниям. Проводятся диагностические исследования согласно плану противоэпизоотических мероприятий, направленных на предупреждение таких инфекционных заболеваний, как туберкулез, бруцеллез, лейкоз, гиподерматоз, хламидиоз, лептоспироз. Животных вакцинируют против сибирской язвы, эмкара, бруцеллеза, пастереллеза, энтерококковой инфекции, колибактериоза, сальмонеллеза, клебсиеллеза и проптейной инфекции, стригущего лишая и обрабатывают от гиподерматоза.

Ежегодно разрабатывается план организационно-хозяйственных, зоотехнических и ветеринарных мероприятий по профилактике лейкоза: изолированное выращивание ремонтных телок, учет происхождения телок при отборе.

Регулярно проводится дезинфекция всех животноводческих помещений. Комплекс полностью огорожен, при въезде имеется санпропускник, входы в коровники и телятники оборудованы дезбарьерами.

Объекты исследований. Коровник – дойное стадо (48 проб с 6 объектов): пол в стойлах (резина), стены

в стойлах, стены при входе, оконные рамы (дерево), ограждения стойла, дверь в коровник (дерево). Телятник (48 проб с 6 объектов): пол внутри клеток (солома), стены в стойлах, стены при входе, оконные рамы (пластик), ограждения клеток для телят, дверь в телятник. Родильное отделение (48 проб с 6 объектов): пол в стойлах (резина), стены в стойлах, стены при входе, оконные рамы (дерево), перегородки в стойлах, дверь в родильное отделение. Доильный зал «Параллель» (40 проб с 5 объектов): пол доильного зала (резина), стены (кафель), оконные рамы (пластик), доильные аппараты, ограждения доильной установки.

Пробы отбирали при относительной влажности в коровнике – 81%, телятнике – 72%, родильном отделении – 74%; температуре в помещениях – $(24 \pm 2)^\circ\text{C}$; в телятнике установлена автоматизированная система вентиляции.

Отбор проб с поверхностей различных объектов осуществляли методом смывов согласно методическим рекомендациям МР 4.2.0220–20¹. Стерильный зонд-тампон увлажняли, опуская его в транспортную среду Amies, непосредственно перед взятием смыва. При этом составляли документ, включающий в себя информацию, необходимую для однозначной идентификации объекта: место взятия, основания и условия отбора, дата и время взятия проб, условия и сроки доставки в диагностическую лабораторию.

Идентификацию микроорганизмов, относящихся к семействам *Enterobacteriaceae* и *Staphylococcaceae*, проводили при помощи биохимических мульти микротестов: ММТ Е24 и ММТ С (ООО НПО «Иммунотэк», Россия) соответственно. Данные мульти микротесты предназначены для определения биохимической активности энтеробактерий и стафилококков в ходе бактериологического анализа и их идентификации до вида и основаны на определении у этих микроорганизмов ферментных систем, действующих на соответствующие субстраты. Микроорганизмы семейства *Bacillaceae* идентифицировали с помощью селективной питательной среды Донована, которая содержит селективный агент хлорид лития. Опыты проводили в лаборатории диагностических исследований и биотехнологий ФГБНУ «Омский аграрный научный центр».

Статистическая обработка результатов велась с использованием программы Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлено, что в помещениях коровника (дойное стадо) микрофлора представлена различными микроорганизмами. Такие производственные объекты, как пол, стены в стойлах и ограждения в них, подвержены высокой микробной загрязненности. В 48 исследуемых пробах в 122 случаях ($n = 93$) обнаруживали следующие виды микроорганизмов (табл. 1): смывы с пола – *E. coli* и *E. faecalis* (100,0% проб), *Proteus mirabilis* и *Klebsiella aerogenes* (75,0%), *Citrobacter freundii* и *Morganella morganii* (62,5%); со стен – *E. coli* и *P. mirabilis* (87,5%), *C. freundii*, *M. morganii*, *Bacillus cereus* и *Staphylococcus sciuri* (75,0%), *E. faecalis* (62,5%); с ограждений стойла – *E. coli*, *K. aerogenes*, *E. faecalis*, *Staphylococcus capitis* и *Staphylococcus simulans* (62,5%).

¹ МР 4.2.0220-20 Методы санитарно-бактериологического исследования микробной обсемененности объектов внешней среды: методические рекомендации (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 04.12.2020). <https://docs.cntd.ru/document/573595605?ysclid=mgu1xg4sw975021985>

Таблица 1

Результаты изучения видового состава микроорганизмов, циркулирующих в помещении для содержания крупного рогатого скота (дойное стадо), $n = 93$

Table 1

Results of study of species composition of the microorganisms circulating in the cattle facility (dairy herd), $n = 93$

Микро-организмы	Объекты исследований					
	Пол (резина)	Стены в стойле	Стены у входа	Окна (дерево)	Ограждения стойла	Дверь в коровнике
Положительные пробы, %						

Микроорганизмы семейства <i>Enterobacteriaceae</i>						
<i>E. coli</i>	100,0	87,5	0,0	0,0	62,5	0,0
<i>P. mirabilis</i>	75,0	87,5	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>K. aerogenes</i>	75,0	0,0	0,0	62,5	62,5	0,0
<i>C. freundii</i>	62,5	75,0	62,5	0,0	0,0	0,0
<i>M. morganii</i>	62,5	75,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>E. faecalis</i>	100,0	62,5	62,5	0,0	62,5	0,0

Микроорганизмы семейства <i>Bacillaceae</i>						
<i>B. cereus</i>	0,0	75,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Микроорганизмы семейства <i>Staphylococcaceae</i>						
<i>S. capitis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	62,5	0,0
<i>S. sciuri</i>	0,0	75,0	0,0	37,5	0,0	62,5
<i>S. simulans</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	62,5	0,0

Низкий уровень микробной контаминации отмечали на поверхностях оконных рам: *K. aerogenes* (62,5%) и *S. sciuri* (37,5%); двери, ведущей в коровник: *S. sciuri* (62,5%); в пробах, отобранных со стен у входа: *C. freundii* и *E. faecalis* (62,5%).

В помещении для содержания телят из 48 исследуемых проб в 54 случаях ($n = 49$) были выделены микроорганизмы, которые интенсивно контактируют такие объекты, как пол (*Hafnia alvei* – 100,0% проб,

Таблица 2

Результаты изучения видового состава микроорганизмов, циркулирующих в помещении для содержания телят (до 6 мес.), $n = 49$

Table 2

Results of study of species composition of the microorganisms circulating in the calf facility (up to 6 months), $n = 49$

Микро-организмы	Объекты исследований					
	Пол (солома)	Стены в стойле	Стены у входа	Окна (пластик)	Ограждения клеток	Дверь в телятник
Положительные пробы, %						
Микроорганизмы семейства <i>Enterobacteriaceae</i>						
<i>H. alvei</i>	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>C. freundii</i>	75,0	62,5	0,0	0,0	37,5	0,0
<i>E. faecalis</i>	75,0	0,0	0,0	0,0	87,5	0,0
Микроорганизмы семейства <i>Staphylococcaceae</i>						
<i>S. lentus</i>	0,0	0,0	75,0	75,0	0,0	75,0

Таблица 3

Результаты изучения видового состава микроорганизмов, циркулирующих в помещении родильного отделения, n = 46

Table 3

Results of study of species composition of the microorganisms circulating in the calving facility, n = 46

Микро-организмы	Объекты исследований				
	Пол (резина)	Стены в стойле	Стены у входа	Окна (дерево)	Перегородки
Положительные пробы, %					
Микроорганизмы семейства Enterobacteriaceae					
<i>K. ozaenae</i>	87,5	0,0	0,0	0,0	25,0
<i>H. alvei</i>	87,5	62,5	0,0	0,0	0,0
<i>P. mirabilis</i>	75,0	62,5	37,5	0,0	0,0
Микроорганизмы семейства Staphylococcaceae					
<i>S. intermedius</i>	0,0	87,5	0,0	87,5	0,0
					37,5

C. freundii – 75,0% и *E. faecalis* – 75,0%), ограждения клеток для телят (*E. faecalis* – 87,5% и *C. freundii* – 37,5%), стены в стойлах (*C. freundii* – 62,5%). На поверхностях оконных рам, стен у входа и двери в телятник были обнаружены *Staphylococcus lentus* в 75,0% проб (табл. 2).

В 48 исследуемых пробах из помещения родильного отделения микроорганизмы были обнаружены в 52 случаях (n = 46). Высокий уровень микробной контаминации наблюдали в материале, отобранном с поверхности пола (*Klebsiella ozaenae* – 87,5%, *H. alvei* – 87,5%, *P. mirabilis* – 75,0%) и расположенных в стойлах

Таблица 4

Результаты изучения видового состава микроорганизмов, циркулирующих в помещении доильного зала, n = 69

Table 4

Results of study of species composition of the microorganisms circulating in the milking hall, n = 69

Микро-организмы	Объекты исследований				
	Пол (резина)	Стены (кафель, глянцевый)	Окна (пластик)	Доильные аппараты (внутренняя поверхность)	Ограждения доильной установки (дюраль)
Положительные пробы, %					
Микроорганизмы семейства Enterobacteriaceae					
<i>E. coli</i>	87,5	0,0	0,0	0,0	62,5
<i>P. vulgaris</i>	87,5	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>H. alvei</i>	75,0	0,0	0,0	0,0	37,5
<i>C. freundii</i>	75,0	62,5	0,0	0,0	0,0
<i>M. morganii</i>	75,0	0,0	37,5	0,0	37,5
<i>E. faecalis</i>	75,0	0,0	0,0	0,0	37,5
Микроорганизмы семейства Staphylococcaceae					
<i>S. intermedius</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	37,5
<i>S. sciuri</i>	0,0	75,0	0,0	37,5	0,0
<i>S. simulans</i>	87,5	0,0	62,5	0,0	0,0

стен (*Staphylococcus intermedius* – 87,5%, *H. alvei* – 62,5% и *P. mirabilis* – 62,5%).

Низкий уровень микробной контаминации был установлен на оконных рамках и двери в родильном отделении – *S. intermedius* (87,5 и 37,5% проб соответственно). *K. ozaenae* обнаруживали в 25,0% смывов с поверхности перегородок, *P. mirabilis* были идентифицированы в 37,5% проб, взятых с расположенных при входе стен (табл. 3).

Из 40 исследуемых проб, отобранных в помещении доильного зала, в 84 случаях (n = 69) была выявлена микрофлора, которая характеризовалась большим разнообразием микроорганизмов. В смывах с пола *E. coli*, *Proteus vulgaris* и *S. simulans* обнаруживали в 87,5% проб, *H. alvei*, *C. freundii*, *M. morganii*, *E. faecalis* выявляли в 75,0% проб; с ограждений доильной установки – *E. coli* (62,5%), *H. alvei*, *M. morganii*, *E. faecalis* и *S. intermedius* обнаруживали в 37,5% проб (табл. 4).

На поверхностях стен, окон и доильных аппаратов отмечали низкий уровень микробной загрязненности. В 75,0% проб, взятых с поверхностей стен, были выявлены *S. sciuri* и в 62,5% – *C. freundii*; в смывах с поверхностей окон обнаружены *S. simulans* и *M. morganii* (62,5 и 37,5% соответственно), доильных аппаратов – *S. sciuri* (37,5%).

Выделенные микроорганизмы принадлежат к следующим группам устойчивости к дезинфицирующим: малоустойчивые – *E. coli*, *P. mirabilis*, *P. vulgaris*, *K. aerogenes*, *C. freundii*, *M. morganii*, *H. alvei*, *K. ozaenae* и *E. faecalis*; устойчивые – *S. capitis*, *S. simulans*, *S. intermedius*, *S. sciuri* и *S. latus*; особо устойчивые – *B. cereus*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что видовой состав микрофлоры помещений для содержания крупного рогатого скота представлен как патогенными, так и условно-патогенными микроорганизмами, входящими в семейства *Enterobacteriaceae*, *Bacillaceae* и *Staphylococcaceae*. Представителями первого из них являлись: *E. coli* (возбудитель колибактериоза молодняка сельскохозяйственных животных), *P. mirabilis* (вызывает гнойно-воспалительные процессы в ранах), *P. vulgaris* (вызывает кормовые токсицинфекции, гнойно-воспалительные процессы в ранах, энтериты, перитониты и сепсис), *K. aerogenes* (возбудитель оппортунистических инфекций), *C. freundii* (возбудитель инфекционных заболеваний мочевыделительной, дыхательной, кровеносной систем), *M. morganii* (инфекции мочевыводящих путей), *H. alvei* (уроинфекции, пневмонии, сепсис), *K. ozaenae* (инфекции верхних дыхательных путей), *E. faecalis* (инфекции мочевыводящих путей, желудочно-кишечного тракта, эндокардит). В пробах с производственных объектов обнаруживали бактерию *B. cereus* из семейства *Bacillaceae*, которая вызывает инфекции желудочно-кишечного тракта. Патогенными микроорганизмами из семейства *Staphylococcaceae* являлись *S. sciuri* (инфекции мочевыводящих путей, крови, эндокардит), *S. capitis* (возбудитель инфекционного менингита, остеомиелита, эндокардита), *S. simulans* (бактериемия, эндокардит), *S. intermedius* (возбудитель мастита, кожных инфекций), *S. latus* (абсцесс, сепсис).

Полученные данные о содержании микроорганизмов в производственной среде животноводческих помещений позволили определить места наибольшего бактериального загрязнения. Наиболее высокую микробиологическую нагрузку наблюдали на таких объектах, как пол, стены и ограждения в стойлах коровника (доильное

стадо), а также пол и ограждения доильной установки, расположенные в доильном зале. При этом микрофлора характеризовалась большим видовым разнообразием микроорганизмов. Низкий уровень микробной диссеминации установлен в помещениях родильного отделения и телятника, где содержится небольшое поголовье животных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. O Donovan S. M., McAloon C. G., O'Grady L., Geraghty T., Burrell A., McCarthy M.-C., et al. Use of conjoint analysis to weight biosecurity practices on pasture-based dairy farms to develop a novel audit tool – BioscoreDairy. *Frontiers in Veterinary Science*. 2024; 11:1462783. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1462783>
2. Gelalcha B. D., Gelgie A. E., Kerro Dego O. Prevalence and antimicrobial resistance profiles of extended-spectrum beta-lactamase-producing *Escherichia coli* in East Tennessee dairy farms. *Frontiers in Veterinary Science*. 2023; 10:1260433. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1260433>
3. Liu K., Zhang Y., Yu Z., Xu Q., Zheng N., Zhao S., et al. Ruminal microbiota-host interaction and its effect on nutrient metabolism. *Animal Nutrition*. 2021; 7 (1): 49–55. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.12.001>
4. Антоневский И. В., Плешакова В. И., Лещёва Н. А. Биопленкообразующая микрофлора в структуре микроорганизмов, выделенных от сельскохозяйственных и домашних животных. Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2025; 261 (1): 16–24. https://doi.org/10.31588/2413_4201_1883_1_261_16
5. Фисинин В. И., Трухачев В. И., Салеева И. П., Морозов В. Ю., Журавчук Е. В., Колесников Р. О., Иванов А. В. Микробиологические риски в промышленном птицеводстве и животноводстве. Сельскохозяйственная биология. 2018; 53 (6): 1120–1130. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2018.61120rus>
6. Донник И. М., Исаева А. Г., Мусихина Н. Б., Моисеева К. В., Гордеев А. А., Кривоногова А. С. Структура условно-патогенной микрофлоры на животноводческих предприятиях различного профиля. Ветеринария Кубани. 2019; (5): 18–21. <https://doi.org/10.33861/2071-8020-2019-5-18-21>
7. Морозов В. Ю., Сытник Д. А., Агарков А. В. Источники контаминации воздуха закрытых помещений и видовой состав микрофлоры. Вестник АПК Ставрополья. 2016; (1): 73–76. <https://elibrary.ru/vscvmf>
8. Каменская Т. Н., Лукьянчик С. А., Кривенок Л. Л. Микробная обсемененность помещений на комплексе по откорму крупного рогатого скота и их аэрозольная санация в присутствии телят. Экология и животный мир. 2017; (2): 35–39.
9. Галиуллин А. К., Софонов В. Г., Данилова Н. И., Софонов П. В., Магдеева Э. А., Зайцев А. В., Кузнецова Е. Л. Микробиологический анализ животноводческих помещений с подстилочными материалами. Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2022; 251 (3): 77–83. https://doi.org/10.31588/2413_42_01_1883_3_251_77
10. Плотников И. В., Глазунова Л. А. Влияние дезинфекции на количественный и качественный состав микрофлоры животноводческих помещений. Ветеринария и кормление. 2020; (1): 40–42. <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-1-10>
11. Музыка А. А., Шейграцова Л. Н., Курак А. С., Кирикович С. Н., Шматко Н. Н., Пучка М. П. и др. Оценка качества воздушной среды животноводческих помещений в зависимости от зон и точек размещения животных. Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2021; 24 (2): 201–211. <https://elibrary.ru/chgzm>
12. Ибрагимов А. Г. Экологические проблемы сельского хозяйства. Аграрная наука. 2019; (4): 73–75. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-324-4-73-75>
13. Curtis G., McGregor Argo C., Jones D., Grove-White D. The impact of early life nutrition and housing on growth and reproduction in dairy cattle. *PLoS ONE*. 2018; 13 (2): e0191687. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191687>
14. Liu H., Meng L., Dong L., Zhang Y., Wang J., Zheng N. Prevalence, antimicrobial susceptibility, and molecular characterization of *Escherichia coli* isolated from raw milk in dairy herds in Northern China. *Frontiers in Microbiology*. 2021; 12:730656. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.730656>
15. Кривенок Л. Л. Изучение микробной обсемененности в помещениях для содержания крупного рогатого скота. Экология и животный мир. 2024; (2): 38–43. <https://elibrary.ru/jvdhyb>
16. Глазунова Л. А., Плотников И. В., Глазунов Ю. В. Особенности микробиоценозов скотоводческих помещений Тюменской области. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019; (3): 227–230. <https://elibrary.ru/jqhgns>
17. Авдуевская Н. Н. Золотистый стафилококк – один из главных возбудителей мастита лактирующих коров. Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2020; (2): 245–249. <https://elibrary.ru/jymdom>
18. Zhang X., Ma Z., Hao P., Ji S., Gao Y. Characteristics and health impacts of bioaerosols in animal barns: A comprehensive study. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2024; 278:116381. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.116381>
19. Patterson L., Navarro-Gonzalez N., Jay-Russell M. T., Aminabadi P., Pires A. F. A. Risk factors of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in live-stock raised on diversified small-scale farms in California. *Epidemiology and Infection*. 2022; 150: e125. <https://doi.org/10.1017/S0950268822001005>
20. Wang Y., Zhang P., Wu J., Chen S., Jin Y., Long J., et al. Transmission of livestock-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* between animals, environment, and humans in the farm. *Environmental Science and Pollution Research*. 2023; 30 (37): 86521–86539. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-28532-7>
21. Кононенко А. Б., Банникова Д. А., Бритова С. В., Савинова Е. П., Набиуллина Д. Н. Мониторинг устойчивости условно-патогенных и патогенных энтеробактерий к дезинфицирующим средствам. Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2016; (4): 22–29. <https://elibrary.ru/xgsycl>
22. Ouyang H., Wang L., Sapkota D., Yang M., Morán J., Li L., et al. Control technologies to prevent aerosol-based disease transmission in animal agriculture production settings: a review of established and emerging approaches. *Frontiers in Veterinary Science*. 2023; 10:1291312. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1291312>
23. Ленченко Е. М., Абдуллаева А. М., Покровский А. А. Индикация биопленок микроорганизмов при мониторинге биологической безопасности пищевого сырья и окружающей среды. Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2024; (2): 233–238. <https://elibrary.ru/txituv>
24. Антоневский И. В., Плешакова В. И. Структурно-функциональные особенности бактериальных биопленок у сельскохозяйственных животных и объектов животноводческой инфраструктуры. Вестник Омского государственного аграрного университета. 2023; (1): 74–83. https://doi.org/10.48136/2222-0364_2023_1_74
25. Антоневский И. В., Плешакова В. И., Локтева А. С., Лещева Н. А. Видовой состав и антибиотикорезистентность бактериальных изолятов, выделенных от животных Омской области. Вестник КрасГАУ. 2023; (6): 97–103. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-6-97-103>
26. Ленченко Е. М., Степанов Д. В., Блюменкранц Д. А. Исследование влияния антибактериальных и фуниципидных препаратов на формирование биопленок микроорганизмов. Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2021; (4): 448–458. <https://elibrary.ru/bsthpm>
27. Смирнова Л. И., Забровская А. В., Макаров А. В. Изучение возбудителей ассоциированных бактериальных маститов коров в условиях промышленного комплекса. Международный вестник ветеринарии. 2024; (3): 20–27. <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2024.3.20>
28. Забровская А. В. Патогенные *Escherichia coli*: факторы вирулентности, распространение, проблемы диагностики. Международный вестник ветеринарии: 2023; (4): 87–95. <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2023.4.87>

REFERENCES

1. O Donovan S. M., McAloon C. G., O'Grady L., Geraghty T., Burrell A., McCarthy M.-C., et al. Use of conjoint analysis to weight biosecurity practices on pasture-based dairy farms to develop a novel audit tool – BioscoreDairy. *Frontiers in Veterinary Science*. 2024; 11:1462783. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1462783>
2. Gelalcha B. D., Gelgie A. E., Kerro Dego O. Prevalence and antimicrobial resistance profiles of extended-spectrum beta-lactamase-producing *Escherichia coli* in East Tennessee dairy farms. *Frontiers in Veterinary Science*. 2023; 10:1260433. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1260433>
3. Liu K., Zhang Y., Yu Z., Xu Q., Zheng N., Zhao S., et al. Ruminal microbiota-host interaction and its effect on nutrient metabolism. *Animal Nutrition*. 2021; 7 (1): 49–55. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.12.001>
4. Antonevsky I. V., Pleshakova V. I., Leshcheva N. A. Biofilm-forming microflora in the structure of microorganisms isolated from farm and domestic animals. *Scientific notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine*. 2025; 261 (1): 16–24. https://doi.org/10.31588/2413_4201_1883_1_261_16 (in Russ.)
5. Fisinin V. I., Trukhachev V. I., Saleeva I. P., Morozov V. Yu., Zhuravchuk E. V., Kolesnikov R. O., Ivanov A. V. Microbiological risks related to the industrial poultry and animal production. *Agricultural Biology*. 2018; 53 (6): 1120–1130. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2018.6.1120eng>
6. Donnik I. M., Isaeva A. G., Musikhina N. B., Moiseeva K. V., Gordeev A. A., Krivonogova A. S. Structure of opportunistic pathogenic microflora in various kinds of animal farms. *Veterinaria Kubani*. 2019; (5): 18–21. <https://doi.org/10.33861/2071-8020-2019-5-18-21> (in Russ.)
7. Morozov V. Yu., Sytnik D. A., Agarkov A. V. Contaminations sources of air closed pomeleshcheniy specific structure of microflora. *Agricultural Bulletin of Stavropol Region*. 2016; (1): 73–76. <https://elibrary.ru/vscvmf> (in Russ.)
8. Kamenskaya T. N., Lukyanchik S. A., Krivenok L. L. Microbial contamination of space in the complex for fattening cattle and their aerosol sanation in the presence of calves. *Ecology and Animal World*. 2017; (2): 35–39. (in Russ.)
9. Galiullin A. K., Sofronov V. G., Danilova N. I., Sofronov P. V., Magdeeva E. A., Zaitsev A. V., Kuznetsova E. L. Microbiological analysis of livestock

- premises with bedding materials. *Scientific notes of the Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine.* 2022; 251 (3): 77–83. https://doi.org/10.31588/2413_4201_1883_3_251_77 (in Russ.)
10. Plotnikov I.V., Glazunova L.A. The effect of disinfection on the quantitative and qualitative composition of the microflora of livestock buildings. *Veterinaria i kormlenie.* 2020; (1): 40–42. <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-1-10> (in Russ.)
11. Muzyka A. A., Sheigratsova L. N., Kurak A. S., Kirikovich S. N., Shmatko N. N., Puchka M. P., et al. Otsenka kachestva vozduzhnoi sredy zhivotnovodcheskikh pomeshchenii v zavisimosti ot zon i tochek razmeshcheniya zhivotnykh = Evaluation of indoor air quality in livestock facilities based on animal housing zones and locations. *Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva.* 2021; 24 (2): 201–211. <https://elibrary.ru/chgzvrm> (in Russ.)
12. Ibragimov A. G. Ecological problems of agriculture. *Agrarian Science.* 2019; (4): 73–75. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-324-4-73-75> (in Russ.)
13. Curtis G., McGregor Argo C., Jones D., Grove-White D. The impact of early life nutrition and housing on growth and reproduction in dairy cattle. *PLoS ONE.* 2018; 13 (2): e0191687. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191687>
14. Liu H., Meng L., Dong L., Zhang Y., Wang J., Zheng N. Prevalence, antimicrobial susceptibility, and molecular characterization of *Escherichia coli* isolated from raw milk in dairy herds in Northern China. *Frontiers in Microbiology.* 2021; 12:730656. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.730656>
15. Krivenok L. L. The study of microbial contamination in the premises for keeping cattle. *Ecology and Animal World.* 2024; (2): 38–43. <https://elibrary.ru/jvdyhyb> (in Russ.)
16. Glazunova L. A., Plotnikov I. V., Glazunov Yu. V. Peculiarities of microbiocenoses in livestock premises in the Tyumen Region. *Izvestia Orenburg State Agrarian University.* 2019; (3): 227–230. <https://elibrary.ru/jqhgsn> (in Russ.)
17. Avduevskaia N. N. *Staphylococcus aureus* is one of the main pathogens of mastitis of lactating cows. *Russian Journal „Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology“.* 2020; (2): 245–249. <https://elibrary.ru/jymdom> (in Russ.)
18. Zhang X., Ma Z., Hao P., Ji S., Gao Y. Characteristics and health impacts of bioaerosols in animal barns: A comprehensive study. *Ecotoxicology and Environmental Safety.* 2024; 278:116381. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.116381>
19. Patterson L., Navarro-Gonzalez N., Jay-Russell M. T., Aminabadi P., Pires A. F. A. Risk factors of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in livestock raised on diversified small-scale farms in California. *Epidemiology and*
- Infection.* 2022; 150: e125. <https://doi.org/10.1017/S0950268822001005>
20. Wang Y., Zhang P., Wu J., Chen S., Jin Y., Long J., et al. Transmission of livestock-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* between animals, environment, and humans in the farm. *Environmental Science and Pollution Research.* 2023; 30 (37): 86521–86539. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-28532-7>
21. Kononenko A. B., Bannikova D. A., Britova S. V., Savinova E. P., Nabulina D. N. Monitoring the stability of opportunistic and pathogenic *Enterobacteria* to disinfectants. *Russian Journal „Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology“.* 2016; (4): 22–29. <https://elibrary.ru/xgsvcl> (in Russ.)
22. Ouyang H., Wang L., Sapkota D., Yang M., Morán J., Li L., et al. Control technologies to prevent aerosol-based disease transmission in animal agriculture production settings: a review of established and emerging approaches. *Frontiers in Veterinary Science.* 2023; 10:1291312. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1291312>
23. Lenchenko E. M., Abdullayeva A. M., Pokrovsky A. A. Indication of microorganisms biofilms in monitoring the biosafety of food raw materials and the environment. *Russian Journal „Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology“.* 2024; (2): 233–238. <https://elibrary.ru/xtivuv> (in Russ.)
24. Antonevskiy I. V., Pleshakova V. I. Structural and functional features of bacterial biofilms in farm animals and livestock infrastructure. *Vestnik of Omsk SAU.* 2023; (1): 74–83. https://doi.org/10.48136/2222-0364_2023_1_74 (in Russ.)
25. Antonevskiy I. V., Pleshakova V. I., Lokteva A. S., Leshcheva N. A. Species composition and antibiotic resistance of bacterial isolates isolated from animals of the Omsk Region. *Bulletin of KrasSAU.* 2023; (6): 97–103. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-6-97-103> (in Russ.)
26. Lenchenko E. M., Stepanov D. V., Blumenkrants D. A. Research of the influence of antibacterial and fungicidal preparations on formation biofilm of microorganisms. *Russian Journal „Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology“.* 2021; (4): 448–458. <https://elibrary.ru/bsthpm> (in Russ.)
27. Smirnova L. I., Zabrovskaia A. V., Makarov A. V. Diagnostics of associated coliform mastitis of cows in industrial complex conditions. *International Journal of Veterinary Medicine.* 2024; (3): 20–27. <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2024.3.20> (in Russ.)
28. Zabrovskaia A. V. Pathogenic *Escherichia coli*: virulence factors, spread, diagnostic problems. *International Journal of Veterinary Medicine.* 2023; (4): 87–95. <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2023.4.87> (in Russ.)

Поступила в редакцию / Received 30.06.2025
Поступила после рецензирования / Revised 15.09.2025
Принята к публикации / Accepted 30.10.2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Новиков Артем Николаевич, канд. вет. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории специфической профилактики бруцеллеза отдела ветеринарии ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск, Россия; novikovart06@mail.ru

Аржаков Павел Викторович, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории диагностических исследований и биотехнологий отдела ветеринарии ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск, Россия; <https://orcid.org/0009-0001-0812-5540>, omdez@yandex.ru

Дудоладова Татьяна Сергеевна, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории диагностических исследований и биотехнологий отдела ветеринарии ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск, Россия; <https://orcid.org/0009-0006-8307-9472>, dud.08@mail.ru

Кособоков Евгений Андреевич, канд. вет. наук, старший научный сотрудник лаборатории диагностических исследований и биотехнологий отдела ветеринарии ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск, Россия; <https://orcid.org/0009-0007-4383-0038>, vet_nauka@mail.ru

Artem N. Novikov, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Leading Researcher, Laboratory of Specific Prevention of Brucellosis, Department of Veterinary Medicine, Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, Russia; novikovart06@mail.ru

Pavel V. Arzhakov, Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher, Diagnostic Research and Biotechnology Laboratory, Department of Veterinary Medicine, Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, Russia; <https://orcid.org/0009-0001-0812-5540>, omdez@yandex.ru

Tatiana S. Dudoladova, Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher, Diagnostic Research and Biotechnology Laboratory, Department of Veterinary Medicine, Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, Russia; <https://orcid.org/0009-0006-8307-9472>, dud.08@mail.ru

Evgeny A. Kosobokov, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Senior Researcher, Diagnostic Research and Biotechnology Laboratory, Department of Veterinary Medicine, Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, Russia; <https://orcid.org/0009-0007-4383-0038>, vet_nauka@mail.ru

Вклад авторов: Новиков А. Н. – формирование идеи, подготовка текста статьи, анализ полученных данных; Аржаков П. В. – составление плана исследований, идентификация микроорганизмов, редактирование текста статьи; Дудоладова Т. С. – научное консультирование, идентификация микроорганизмов, редактирование текста статьи; Кособоков Е. А. – отбор материала, доставка материала для исследований, редактирование текста статьи.

Contribution of the authors: Novikov A. N. – conceptualization, paper preparation, analysis of obtained data; Arzhakov P. V. – study design, microorganism identification, paper editing; Dudoladova T. S. – scientific consulting, microorganism identification, paper editing; Kosobokov E. A. – collection of samples, sample delivery for testing, paper editing.

ЖУРНАЛ «ВЕТЕРИНАРИЯ СЕГОДНЯ» ПРИГЛАШАЕТ АВТОРОВ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ СВОИХ НАУЧНЫХ РАБОТ

- Журнал основан в 2012 г. на базе ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных».
- Статьи публикуются на двух языках: русском и английском.
- Основными направлениями являются результаты теоретических и экспериментальных исследований в области ветеринарии и ветеринарной микробиологии, тенденций развития ветеринарной науки, обсуждение актуальных вопросов в области мониторинга и эпизоотологии болезней животных.
- Журнал распространяется по всей территории России, а также в крупнейших мировых научных центрах.
- Мы публикуем статьи как выдающихся, так и молодых ученых, специалистов-практиков, работников ветеринарных учреждений для обмена опытом, обеспечения устойчивого ветеринарного благополучия и новых научных дискуссий.

ЗАДАЧИ ЖУРНАЛА

- Изучение основных тенденций развития ветеринарной науки.
- Анализ широкого круга передовых технологий в области мониторинга и эпизоотологии болезней животных, представление результатов теоретических и экспериментальных исследований в данной области.
- Обсуждение актуальных вопросов ветеринарии.

ПОДРОБНЕЕ ОБ УСЛОВИЯХ ПУБЛИКАЦИИ СТАТЕЙ ВЫ МОЖЕТЕ УЗНАТЬ В НАШЕЙ РЕДАКЦИИ

Адрес: 600901, Владимирская обл., г. Владимир, мкр. Юрьевец, ул. Гвардейская, д. 6

Телефоны: +7 (4922) 26-15-12, 26-17-65, 26-19-88, доб. 22-27

Контактное лицо: Никешина Татьяна Борисовна, e-mail: nikeshina@arriah.ru

Узнайте больше на сайте журнала
<https://veterinary.arriah.ru/jour>

**«Ветеринария сегодня» –
это прекрасная возможность
заявить о себе миру!**

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫМ СТАТЬЯМ

К публикации принимаются статьи на двух языках – русском и английском, – содержащие результаты собственных научных исследований, объемом не менее 3000 слов для оригинальных статей и до 6000 слов – для обзора. Шрифт – Times New Roman (кириллица, 12 pt). Междустрочный интервал – одинарный.

Предоставление в редакцию рукописи статьи является подтверждением согласия автора на использование его произведения как в бумажном, так и в электронном виде. Авторы несут ответственность за полноту и достоверность цитируемой в их работах литературы, а также за публикацию заимствованного материала без ссылки на источник. Материалы направляются в редакцию с сопроводительным письмом от организации автора (форма на сайте).

СТРУКТУРА ПРЕДОСТАВЛЯЕМОЙ СТАТЬИ

1. УДК

2. Название статьи

3. Имя, отчество, фамилия авторов, место работы, город, страна, ORCID ID, адрес электронной почты.

4. **Резюме** (краткое точное изложение содержания статьи, включающее фактические сведения и выводы описываемой работы): 200–250 слов, но не более 2000 знаков. Для оригинальных статей резюме должно быть обязательно структурировано и включать разделы, отражающие порядок проведения исследования: *введение, цель исследования, материалы и методы, результаты, заключение*. Для обзоров и других типов публикаций структурирование резюме рекомендовано.

5. **Ключевые слова** (5–6 слов, словосочетаний), наиболее точно отображающие специфику статьи.

6. **Благодарности** (в случае финансирования исследования организацией или желания выразить благодарность определенным людям).

7. Для цитирования

8. Конфликт интересов

9. **Для корреспонденции** (фамилия, имя, отчество (полностью), ученая степень, научное звание, должность, адрес, электронная почта).

10. Введение

11. Материалы и методы

12. Результаты и обсуждение

13. Выводы или заключение

14. **Список литературы** (ванкуверский стиль – расположение источников в порядке их цитирования; количество цитируемых работ в оригинальных статьях – около 30, в обзорах – не более 60).

15. **Информация об авторах** (фамилия, имя, отчество (полностью), ученая степень, научное звание, должность, город, страна).

16. **Вклад авторов** (необходимо указать вклад авторов в подготовку статьи).

17. К размещению принимаются иллюстрированные материалы (фото, графики) хорошей контрастности, с разрешением не ниже 300 точек на дюйм (300 dpi), оригиналы прикладываются к статье отдельными файлами в формате .tif или .jpg (рисунки, не соответствующие требованиям, будут исключены из статей, поскольку достойное их воспроизведение типографским способом невозможно). Работа должна быть представлена в редакторе WORD, формат DOC, шрифт Times New Roman, размер шрифта – 12 pt, межстрочный интервал – одинарный, размер полей – по 2 см, отступ в начале абзаца – 1 см, форматирование по ширине.

Рисунки, таблицы, схемы, графики и пр. должны быть обязательно пронумерованы, иметь источники и умещаться в печатное поле страницы. Название таблицы – над таблицей; название рисунка/графика – под рисунком/графиком. Максимальное суммарное количество таблиц и рисунков в одной статье должно быть не более 5.

Оригиналы и копии присланных статей не возвращаются. Авторы должны гарантировать, что поданный материал не был ранее опубликован. Важным условием для принятия статей в журнал «Ветеринария сегодня» является выполнение всех вышеперечисленных требований редакции.



ФГБУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ОХРАНЫ
ЗДОРОВЬЯ ЖИВОТНЫХ»
FEDERAL CENTRE FOR ANIMAL HEALTH (ARRIAH)

РЕФЕРЕНТНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ВОЗЖ ПО ЯЩУРУ
WOAH REFERENCE LABORATORY FOR FOOT AND MOUTH DISEASE

РЕФЕРЕНТНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ВОЗЖ ПО ГРИППУ ПТИЦ
WOAH REFERENCE LABORATORY FOR AVIAN INFLUENZA

РЕФЕРЕНТНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ВОЗЖ ПО БОЛЕЗНИ НЬЮКАСЛА
WOAH REFERENCE LABORATORY FOR NEWCASTLE DISEASE

ЦЕНТР ВОЗЖ ПО СОТРУДНИЧЕСТВУ В ОБЛАСТИ
ДИАГНОСТИКИ И КОНТРОЛЯ ВИРУСНЫХ БОЛЕЗНЕЙ
ЖИВОТНЫХ ДЛЯ СТРАН ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ,
ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ И ЗАКАВКАЗЬЯ

WOAH COLLABORATING CENTRE FOR DIAGNOSIS AND CONTROL OF VIRAL
ANIMAL DISEASES IN EASTERN EUROPE, CENTRAL ASIA AND TRANSCAUCAΣIA

РЕФЕРЕНТНЫЙ ЦЕНТР ФАО ПО ЯЩУРУ
FAO REFERENCE CENTRE FOR FOOT-AND-MOUTH DISEASE

РЕФЕРЕНТНЫЙ ЦЕНТР ФАО ПО ЗООНОЗНЫМ
КОРОНАВИРУСАМ
FAO REFERENCE CENTRE FOR ZOONOTIC CORONAVIRUSES

ВАКЦИНА АССОЦИИРОВАННАЯ ПРОТИВ РОТАВИРУСНОЙ, КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИЙ И ЭШЕРИХИОЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ЭМУЛЬСИОННАЯ ИНАКТИВИРОВАННАЯ «ВНИИЗЖ-КолиРотаКор» (ARRIAH-ColiRotaCor)

Вакцина произведена из культуральных супензий ротавируса (штамм «№ 101 ВНИИЗЖ») и коронавируса (штамм «ВНИИЗЖ») крупного рогатого скота, инактивированных 1,2-аминоэтилазидридином, и бактериальных клеток *Escherichia coli* (штамм «EC-99»), имеющих адгезивный фактор F5 (K99), инактивированных формальдегидом, с добавлением масляного адьюванта в соотношении 30:70 по массе.

Препарат вызывает формирование стойкого иммунного ответа у стельных коров и/или нетелей через 14 сут после применения продолжительностью не менее 3 мес. с последующим формированием высокого титра колостральных антител у потомства к возбудителям ротавирусной, коронавирусной инфекций и эшерихиоза. Формирование иммунитета у телят начинается с момента выпойки молозива. Продолжительность колострального иммунитета телят – не менее 14 дней.

Стельных коров и/или нетелей начинают вакцинировать за 90–45 сут до предполагаемой даты отела. Вакцину вводят внутримышечно в область средней трети шеи в одной прививной дозе (2,0 см³), соблюдая правила асептики. Ревакцинацию проводят после запуска животных в сухостойный период.

Для иммунизации новорожденных телят первые порции молозива, полученного от иммунизированных коров, выпаивают не позднее 2 ч после рождения.

Молоко от вакцинированных новотельных коров рекомендуется собирать в течение первых 6–8 доек после отела и хранить при температуре 2–8 °C или в замороженном состоянии. Сборное молоко от вакцинированных новотельных коров (6–8 доек) рекомендуется добавлять каждому теленку по 3,0–6,0 л/сут в течение первых двух недель жизни.

Срок годности вакцины – не менее 12 мес. от даты выпуска при соблюдении условий хранения и транспортирования.

