



№ 2 - 2026

ISSN (2782-6252)

DOI: 10.52419/issn2782-6252.2026.2

НОРМАТИВНО - ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В ВЕТЕРИНАРИИ

/Legal regulation in veterinary medicine

Правовые акты Российской Федерации и субъектов РФ	8
---	---

Комментарии специалистов: проблемы и перспективы	18
--	----

Результаты научных исследований в ветеринарии

◆ Инфекционные болезни	46
------------------------	----

◆ Акушерство	104
--------------	-----

◆ Незаразные болезни	135
----------------------	-----

◆ Фармакология, токсикология	157
------------------------------	-----

◆ Зоогигиена, санитария, экология	162
-----------------------------------	-----

◆ Биохимия, анатомия, физиология	196
----------------------------------	-----

ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

www.spbguvvm.ru

НОРМАТИВНО - ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В ВЕТЕРИНАРИИ

/Legal regulation in veterinary medicine

DOI: 10.52419/issn2782-6252.2026.2

2. 2026

ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Главный редактор

Племяшов К.В. – доктор ветеринарных наук, профессор, член-корреспондент РАН, Санкт-Петербург, Россия

Зам. главного редактора

Орехов Д.А. – кандидат ветеринарных наук, доцент, Санкт-Петербург, Россия

Редакционная коллегия

Белопольский А.Е. – доктор ветеринарных наук, доцент, Санкт-Петербург, Россия

Болгов А.Е. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Петрозаводск, Россия

Воронин В.Н. – доктор биологических наук, профессор, Санкт-Петербург, Россия

Карпенко Л.Ю. – доктор биологических наук, профессор, Санкт-Петербург, Россия

Ковалёнок Ю.К. – доктор ветеринарных наук, профессор, Витебск, Республика Беларусь

Лайшев К.А. – доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН, Санкт-Петербург, Россия

Никитин Г.С. – кандидат ветеринарных наук, доцент, Санкт-Петербург, Россия

Панин А.Н. – доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН, Москва, Россия

Романенко Л.В. – доктор сельскохозяйственных наук, Санкт-Петербург, Россия

Сарсембаева Н.Б., доктор ветеринарных наук, профессор, Алматы, Республика Казахстан

Станишевская О.И. – доктор биологических наук, профессор, Санкт-Петербург, Россия

Стекольников А.А. – доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН, Санкт-Петербург, Россия

Сидорчук А.А. – доктор ветеринарных наук, профессор, Москва, Россия

Сухинин А.А. – доктор биологических наук, профессор, Санкт-Петербург, Россия

Семёнов В.Г. – доктор биологических наук, профессор, Чебоксары, Россия

Токарев А.Н. – доктор ветеринарных наук, доцент, Санкт-Петербург, Россия

Федоров Ю.Н. – доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, Москва, Россия

Шапиев И.Ш. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Санкт-Петербург, Россия

Mustafa Atasever - Prof., Dr. Erzurum, Turkiye

Kushvar Galib Mammadova-Dr., Azerbaijan

Iliia Tsachev, DVM, MSc, PhD, DSc, Prof., Stara Zagora, Bulgaria

Редакция журнала

Редактор Заходнова Д.В. – канд. вет. наук, доцент.

Выпуск. редактор Виноходова М.В. – канд. вет. наук, доцент

Сдано в набор 24.06.2026 г..

Подписано к печати 30.06.26 г. Формат 70×100 1/16.

Бумага глянцевая № 1. Печать офсетная. Цена свободная.

Усл. печ. л. 19,83±0,5 цв. вкл. Тираж 1001 экз.

Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии

- свидетельство о государственной регистрации средства массовой информации

ПИ № ФС № 77-82758 от 27 января 2022 года.;

Редакция не несет ответственности за содержание рекламных объявлений.

При перепечатке ссылка на журнал «Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии/ Legal regulation in veterinary medicine» обязательна.

Учредитель, издатель: ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины» (СПбГУВМ). Журнал ранее издавался под названием «Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии» с января 2007 года в Санкт-Петербурге; распространяется по всем регионам России. Периодичность издания: не менее 4 раз в год.

Журнал входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук.

Цель журнала: Освещение результатов перспективных направлений научно-исследовательской и практической деятельности специалистов в сфере ветеринарии и смежных отраслях, связанных с вопросами нормативно-правового регулирования.

Задачами издания являются:

- ♦ обобщение научных и практических достижений в области ветеринарии;

- ♦ мониторинг и анализ нормативно-правового регулирования в сфере ветеринарии;

- ♦ повышение научной и практической квалификации специалистов в области ветеринарии.

Журнал специализируется на освещении широкого круга вопросов особо опасных, различных болезней животных, материалов по результатам мониторинга ветеринарного законодательства России и её субъектов, а также международных нормативно-правовых актов по вопросам ветеринарии.

Адрес редакции и издательства: 196084, Санкт-Петербург, Черниговская 5. ФГБОУ ВО «СПбГУВМ». Редакция журнала «Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии / Legal regulation in veterinary medicine».

Телефон (812) 365-69-35.

E-mail: 3656935@gmail.com

С предложениями о размещении рекламы звоните по телефону (812) 365-69-35.

Редакция

Отпечатано в типографии ООО «РПК «АМИГО-ПРИНТ». 198095, г. Санкт-Петербург, ул. Розенштейна, д.21, оф. 748.

ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС В ОБЪЕДИНЕННОМ КАТАЛОГЕ «ПРЕССА РОССИИ»: 82392
АГЕНТСТВА: «КНИГА-СЕРВИС», «АРЗИ»

СОДЕРЖАНИЕ

Правовые акты Российской Федерации и субъектов РФ	8
Комментарии специалистов: проблемы и перспективы	
♦ Проблемы защиты и реализации права на возмещение ущерба, причиненного здоровью человека экологическим правонарушением. Сладкова Н.А., Макаров Д.А.	18
♦ Административно-правовые коллизии в системе федеральных органов исполнительной власти: проблемы разграничения полномочий Роспотребнадзора и Россельхознадзора при обращении продуктов животноводства. Шухов Ф.Г.	25
♦ К вопросу правового регулирования деятельности пограничного органа по поддержанию эпизоотического благополучия на государственной границе Республики Армения с Турецкой Республикой и Исламской Республикой Иран. Слободяник Р.В., Орехов Д.А., Дубков Ю.А., Скриголовский Н.Н.	30
♦ Ветеринарное законодательство в субъектах Российской Федерации на современном этапе. Орехов Д.А., Кузьмин В.А., Заходнова Д.В., Бараев Р.Х., Юсуфов М.П.	36
Результаты научных исследований в ветеринарии	
Инфекционные болезни	
♦ Инфекционный мастит крупного рогатого скота, вызванный микроорганизмами <i>Escherichia coli</i> : этиология, диагностика и проблемы лечения. Макавичк С.А., Хайтембу Р.Н.	46
♦ Видовое разнообразие и биологические свойства микроорганизмов рода <i>Staphylococcus</i> как возбудителей инфекционного мастита лактирующих коров. Комаров М.В.	54
♦ Оценка биосинтетической активности цитокинов IL-10 и IL-22 в рекомбинантном <i>Lactobacillus spp.</i> при их кодонной оптимизации. Самойленко В.С.	58
♦ Особенности культур бруцелл выделенных из организма северных оленей. Слепцов Е.С., Винокуров Н.В., Алферов И.В.	62
♦ Бактерии рода <i>Acinetobacter</i> как возбудители микробиологической порчи пищевых продуктов и сырья. Смирнова Л.И., Мальцева П.О.	66
♦ Комплексный обзор вакцинопрофилактики бруцеллеза сельскохозяйственных животных. Халиков А.А., Микаилов М.М., Гунашев Ш.А., Яникова Э.А.	70
♦ Практическое значение измерения концентрации цитокинов при бронхопневмонии телят. Степанова Н.А., Сухинин А.А.	80
♦ Производственные испытания дезинфицирующего средства «БА-12» в Жуалынском районе Жамбылской области. Сущих В.Ю., Лесов Б.Е., Каримов А.А., Юсупов М.	86
♦ Эпизоотология факторно-эндогенных инфекций. Макаров В.В., Барсуков Ю.И., Стекольников А.А.	91
Акушерство, гинекология	
♦ Генетические маркеры фертильности быков. Александрова С.С., Корочкина Е.А., Крылова Д.Д.	104
♦ Влияние концентрации спермы в нативных эякулятах петухов на кинетические показатели размороженных гамет. Курочкин А.А., Притужалова А.О., Кузьмина Т.И.	111
♦ Связь морфометрических показателей тела с качеством спермопродукции козлов зааненской породы. Лейбова В.Б., Никитина Е.В., Плешанов Н.В.	117
♦ Оценка оксидативного стресса и морфофункционального статуса ооцитов <i>Sus scrofa domesticus</i> , витрифицированных в присутствии TTP _{EG} *10PEG. Притужалова А.О., Кузьмина Т.И., Курочкин А.А.	123
♦ Роль положения и ширины таза в формировании воспроизводительной функции у коров. Николаев С.В.	130

CONTENTS

Acts of the Russian Federation and subjects of the Russian Federation	8
Comments of specialists: problems and prospects	
♦ Problems of protecting and realizing the right to compensation for damage caused to human health by an environmental offense. Sladkova N.A., Makarov D.A.	18
♦ Administrative and legal conflicts in the system of federal executive authorities: problems of powers differentiation of Rospotrebnadzor and Rosselkhoz nadzor in the handling of livestock products. Shukhov F.G.	25
♦ On the legal regulation of the activities of a border authority in maintaining epizootic welfare at the state border of the Republic of Armenia with the Republic of Türkiye and the Islamic Republic of Iran. Slobodyanik R.V., Orekhov D.A., Dubkov Yu.A., Skrigolovsky N.N.	30
♦ Veterinary Legislation in the Subjects of the Russian Federation at the Present Stage. Orekhov D.A., Kuzmin V.A., Zakhodnova D.V., Baraev R.Kh., Yusufov M.P.	36
The results of scientific research in veterinary medicine	
Infectious diseases	
♦ Infectious mastitis in cattle caused by <i>Escherichia coli</i> microorganisms: etiology, diagnosis, and treatment problems. Makavchik S.A., Khaitembu R.N.	46
♦ Species diversity and biological properties of microorganisms of the genus <i>Staphylococcus</i> as causative agents of infectious mastitis in lactating cows. Komarov M.V.	54
♦ Assessment of biosynthetic activity of cytokines IL-10 and IL-22 in recombinant <i>Lactobacillus spp.</i> following codon optimization. Samoylenko V.S.	58
♦ Features of <i>Brucella</i> cultures isolated from the body of reindeer. Sleptsov E.S., Vinokurov N.V., Alferov I.V.	62
♦ Bacteria of the genus <i>Acinetobacter</i> as pathogens of microbiological spoilage of food products and raw materials. Smirnova L.I., Maltseva P.O.	66
♦ Comprehensive review of the vaccine prevention of brucellosis of farm animals. Khalikov A.A., Mikailov M.M., Gunashev Sh.A., Yanikova E.A.	70
♦ Practical value of measuring cytokine concentration in calf bronchopneumonia. Stepanova N.A., Sukhinin A.A.	80
♦ Production tests of the disinfectant "BA-12" in the Zhualynsky district of the Zhambyl region. Sushchikh V.Yu., Lesov B.E., Karimov A.A., Yusupov M.	86
♦ Epizootology of factor-endogenous infections. Makarov V.V., Barsukov Yu.I., Stekolnikov A.A.	91
Obstetrics, gynecology	
♦ Genetic markers of bull fertility. Aleksandrova S.S., Korochkina E.A., Krylova D.D.	104
♦ Role of concentration and kinetic characteristics of rooster's native ejaculates in sperm cryoresistance formation. Kurochkin A.A., Prituzhalova A.O., Kuzmina T.I.	111
♦ Relationship between morphometric parameters of the body and the quality of sperm production in Saane goats. Leybova V.B., Nikitina E.V., Pleshanov N.V.	117
♦ Evaluation of oxidative stress and morphofunctional status of <i>Sus scrofa domestica</i> oocytes vitrified in the presence of TTP _{EG} *10PEG. Prituzhalova A.O., Kuzmina T.I., Kurochkin A.A.	123
♦ Role of the pelvic position and width in the formation of reproductive function in cows. Nikolaev S.V.	130

СОДЕРЖАНИЕ

Незаразные болезни

- ♦ Применение Катозала для восстановления кошек-доноров между отборами крови. **Звягина С.А., Ковалев С.П.** 135
- ♦ Эндоскопическая и гистоморфологическая оценка состояния слизистых оболочек сычуга и двенадцатиперстной кишки при абомазите телят. **Сычев С.А., Яшин А.В., Прусаков А.В.** 139
- ♦ Изменения клинико-биохимического профиля у собак с дилатационной кардиомиопатией на разных стадиях гемодинамических изменений при применении препарата «L-карнитин». **Погодаева К.А., Прусаков А.В., Яшин А.В.** 145
- ♦ Применение секрета мезенхимальных стволовых клеток для лечения лошади при хронической obstructивной болезни легких. **Нечаев А.Ю., Романова О.В., Сорока В.А., Карклин А.И., Кондратюк А.В.** 152

Фармакология, токсикология

- ♦ Изучение острой токсичности лекарственного препарата для ветеринарного применения АВЗмонензин 20, 40 на лабораторных животных. **Енгашев С.В., Енгашева Е.С., Лунегов А.М., Кузнецова Н.В.** 157

Зоогигиена, санитария, экология

- ♦ Клинико-морфологический взаимосвязи при введении меди в рацион индеек. **Капитонова Е.А., Ревякин И.М., Власенко Е.В.** 162
- ♦ Динамика качества объемистых кормов и ее влияние на потенциальную продуктивность молочного скота в Республике Татарстан. **Муханина Е.Н., Шакиров Ш.К., Фаттахова З.Ф., Чевтаева Н.Д.** 166
- ♦ Использование перспективных кормовых культур в смеси с белково-витаминно-минеральными добавками на обмен веществ у первотелок. **Николаева Н.А., Слепцов Е.С., Винокуров Н.В., Алферов И.В.** 171
- ♦ Комплексное сочетание полиморфных вариантов генов *OPN* и *IGF-1* в популяции крупного рогатого скота. **Сафина Н.Ю., Муханина Е.Н., Гайнутдинова Э.Р.** 176
- ♦ Микробная обсемененность отходов рыбного производства после биотермической обработки в компостерах «ЭКО». **Хоменко Р.М., Симейко А.В.** 180
- ♦ Влияние низкотемпературных параметров хранения на микробиологическую безопасность мяса различных категорий качества. **Каложная Т.В.** 185
- ♦ Современные технологии зоотехнической и ветеринарной науки в практике северного оленеводства. **Южаков А.А., Мусидрай А.А., Лайшев К.А.** 191

Биохимия, анатомия, физиология

- ♦ Обоснованность цитологического исследования спинномозговой жидкости для верификации менингоэнцефалита у кошек и собак. **Кочеткова И.А., Марюшина Т.О., Матвеева М.В., Крюковская Г.М., Львин Я.А.** 196
- ♦ Анатомия желчевыводящей системы кошки домашней. **Полянская А.И., Васильев Д.В.** 204
- ♦ Морфологическое состояние печени кур-несушек при скормливании кормовой добавки «Гербастор». **Берлинский Ю.Р., Мерзленко Р.А., Колесникова А.А.** 209
- ♦ Оценка минерального обмена у первотелок и телят голштинской породы при субклиническом кетозе. **Протасова Е.М., Кочуева Н.А.** 213
- ♦ Особенности развития фабрициевой сумки цыплят-бройлеров в результате дозированного низкотемпературного воздействия в чувствительный период раннего эмбриогенеза. **Федорова Е.С., Станишевская О.И.** 217
- ♦ Особенности становления иммунитета в неонатальный период у потомства от коров голштинской породы с метаболической дисфункцией печени. **Порываева А.П., Кузнецова Е.О., Дроздова Л.И., Черницкий А.Е.** 222
- ♦ Определение ветеринарных антимикробных препаратов в растительной продукции методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием. **Баиров А.Л., Куш И.В., Осина Е.С., Нурлыгаянова Г.А.** 234

CONTENTS

Non-communicable diseases

- ◆ Use of Katozal in purpose of recover of cats donors between donor blood collections. **Zvyagina S.A., Kovalev S.P.** 135
- ◆ Endoscopic and histomorphological assessment of the condition of the mucous membranes of the abomasum and duodenum in calves with abomasitis. **Sychev S.A., Yashin A.V., Prusakov A.V.** 139
- ◆ Changes in the clinical and biochemical profile in dogs with dilated cardiomyopathy at different stages of hemodynamic changes while taking L-carnitine. **Pogodaeva K.A., Prusakov A.V., Yashin A.V.** 145
- ◆ Application of the mesenchymal stem cell secretome for the treatment of horses with chronic obstructive pulmonary disease (clinical case). **Nechaev A.Yu., Romanova O.V., Soroka V.A., Karklin A.I., Kondratyuk A.V.** 152

Pharmacology, toxicology

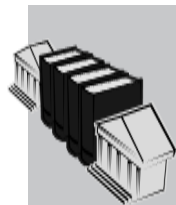
- ◆ Study of acute toxicity of the drug for veterinary use AVZmonensin 20, 40 on laboratory animals. **Engashev S.V., Engasheva E.S., Lunegov A.M., Kuznetsova N.V.** 157

Zoohygiene, sanitation, ecology

- ◆ Clinical and morphological relationships when introducing copper into the diet of turkeys. **Kapitonova E.A., Revyakin I.M., Vlasenko E.V.** 162
- ◆ Dynamics of the quality of bulk feeds and its impact on the potential productivity of dairy cattle in the Republic of Tatarstan. **Mukhanina E.N., Shakirov Sh.K., Fattakhova Z.F., Chevtaeva N.D.** 166
- ◆ The use of promising fodder crops in combination with protein, vitamin, and mineral supplements on the metabolism of first-calf heifers. **Nikolaeva N.A., Sleptsov E.S., Vinokurov N.V., Alferov I.V.** 171
- ◆ Complex combination of polymorphic variants of the *OPN* and *IGF-1* genes in a cattle population. **Safina N.Yu., Mukhanina E.N., Gainutdinova E.R.** 176
- ◆ Microbial contamination of fish production waste after processing in ECO biocomposters. **Khomenko R.M., Simeiko A.V.** 180
- ◆ Influence of low-temperature storage parameters on the microbiological safety of meat of different quality categories. **Kalyuzhnaya T.V.** 185
- ◆ Modern technologies of zootechnical and veterinary science in the practice of northern reindeer herding. **Yuzhakov A.A., Musidray A.A., Laishev K.A.** 191

Biochemistry, anatomy, physiology

- ◆ The validity of cerebrospinal fluid cytology for the verification of meningoencephalitis in cats and dogs. **Kochetkova I.A., Maryushina T.O., Matveeva M.V., Kryukovskaya G.M., Lvin Y.A.** 196
- ◆ Anatomy of the biliary system of the domestic cat. **Polyanskaya A.I., Vasiliev D.V.** 204
- ◆ Morphological state of the liver of laying hens when fed a feed additive "Herbastor". **Berlinsky Yu.R., Merzlenko R.A., Kolesnikova A.A.** 209
- ◆ Evaluation of mineral metabolism in heifers and holstein calves with subclinical ketosis. **Protasova E.M., Kochueva N.A.** 213
- ◆ Features of development of the bursa Fabricia in broiler chickens resulting from dosed low-temperature exposure during the sensitive period of early embryogenesis. **Fedorova E.S., Stanishevskaya O.I.** 217
- ◆ Features of the development of immunity in the neonatal period in the offspring of Holstein cows with metabolic liver dysfunction. **Poryvaeva A.P., Kuznetsova E.O., Drozdova L.I., Chernitsky A.E.** 222
- ◆ Determination of veterinary antimicrobial drugs in plant-based products by high-performance liquid chromatography with mass spectrometric detection. **Bairov A.L., Kushch I.V., Osinova E.S., Nurlygayanova G.A.** 234



ПРАВОВЫЕ АКТЫ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И СУБЪЕКТОВ РФ

РЕШЕНИЕ СОВЕТА ЕВРАЗИЙСКОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КОМИССИИ ОТ 24 ФЕВРАЛЯ 2026 Г. N 33 «О ВНЕСЕНИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РЕШЕНИЕ СОВЕТА ЕВРАЗИЙСКОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КОМИССИИ ОТ 21 ЯНВАРЯ 2022 Г. N 1»

В соответствии с пунктом 14 Протокола о применении санитарных, ветеринарно-санитарных и карантинных фитосанитарных мер, экстренных фитосанитарных мер (приложение N 12 к Договору о Евразийском экономическом союзе от 29 мая 2014 года) и пунктом 57 приложения N 1 к Регламенту работы Евразийской экономической комиссии, утвержденному Решением Высшего Евразийского экономического совета от 23 декабря 2014 г. N 98, Совет Евразийской экономической комиссии решил:

1. Внести в Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 21 января 2022 г. N 1 "О Правилах регулирования обращения ветеринарных лекарственных средств на таможенной

территории Евразийского экономического союза" изменения согласно приложению.

2. Настоящее Решение вступает в силу по истечении 30 календарных дней с даты его официального опубликования.

Источник публикации:

Официальный сайт Евразийского экономического союза <http://www.eaeunion.org/>, 25.03.2026 г.

Начало действия документа - 24.04.2026 г.

В соответствии с пунктом 2 данный документ вступает в силу по истечении 30 календарных дней с даты официального опубликования (опубликован на официальном сайте ЕАЭС <http://www.eaeunion.org/> - 25.03.2026 г.).

Члены Совета Евразийской экономической комиссии:

От Республики
Армения
М.ГРИГОРЯН

От Республики
Беларусь
Н.ПЕТКЕВИЧ

От Республики
Казахстан
С.ЖУМАНГАРИН

От Кыргызской
Республики
Д.АМАНГЕЛЬДИЕВ

От Российской
Федерации
А.ОВЕРЧУК

РЕШЕНИЕ КОЛЛЕГИИ ЕВРАЗИЙСКОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КОМИССИИ ОТ 28 АПРЕЛЯ 2026 Г. N 48 «О ВНЕСЕНИИ ИЗМЕНЕНИЯ В ПРИЛОЖЕНИЕ N 1(1) К МЕТОДИКЕ ОЦЕНКИ ПЛЕМЕННОЙ ЦЕННОСТИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА МОЛОЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ»

В соответствии со статьей 3 Соглашения о мерах, направленных на унификацию проведения селекционно-племенной работы с сельскохозяйственными животными в рамках Евразийского экономического союза, от 25 октября 2019 года Коллегия Евразийской экономической комиссии решила:

1. Внести в приложение N 1(1) к Методике оценки племенной ценности крупного рогатого скота молочного направления продуктивности, утвержденной Решением Коллегии Евразийской экономической комиссии от 24 ноября 2020 г. N 149, изменение согласно приложению.

2. Настоящее Решение вступает в силу по

истечении 30 календарных дней с даты его официального опубликования.

Председатель Коллегии
Евразийской экономической комиссии
Б.САГИНТАЕВ

Источник публикации:

Официальный сайт Евразийского экономического союза <http://www.eaeunion.org/>, 30.04.2026 г.

Начало действия документа - 30.05.2026 г.

В соответствии с пунктом 2 данный документ вступает в силу по истечении 30 календарных дней с даты официального опубликования (опубликован на Официальном сайте ЕАЭС <http://www.eaeunion.org/> - 30.04.2026 г.).

РЕШЕНИЕ КОЛЛЕГИИ ЕВРАЗИЙСКОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КОМИССИИ ОТ 25 МАЯ 2026 Г. N 57 «О ВНЕСЕНИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РЕШЕНИЕ КОЛЛЕГИИ ЕВРАЗИЙСКОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КОМИССИИ ОТ 17 АВГУСТА 2021 Г. N 105»

В соответствии с пунктом 30 Протокола об информационно-коммуникационных технологиях и информационном взаимодействии в рамках Евразийского экономического союза (приложение N 3 к Договору о Евразийском экономическом союзе от 29 мая 2014 года) Коллегия Евразийской экономической комиссии решила:

1. Внести в Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 17 августа 2021 г. N 105 "О технологических документах, регламентирующих информационное взаимодействие при реализации средствами интегрированной инфор-

мационной системы Евразийского экономического союза общего процесса "Формирование, ведение и использование базы данных о случаях обнаружения и распространения на территориях государств - членов Евразийского экономического союза заразных болезней животных, в том числе общих для человека и животных, и (или) товаров (продукции) животного происхождения, опасных в ветеринарно-санитарном отношении, а также о принятых ветеринарно-санитарных мерах" изменения согласно приложению.

2. Настоящее Решение вступает в силу по

истечения 30 календарных дней с даты его официального опубликования.

Председатель Коллегии
Евразийской экономической комиссии
Б.САГИНТАЕВ

Источник публикации:

Официальный сайт Евразийского экономиче-

ского союза <http://www.eaeunion.org/>, 28.05.2026 г.

Начало действия документа - 27.06.2026 г.

В соответствии с пунктом 2 данный документ вступает в силу по истечении 30 календарных дней с даты официального опубликования (опубликован на официальном сайте ЕАЭС <http://www.eaeunion.org/> - 28.05.2026 г.).

РЕШЕНИЕ КОЛЛЕГИИ ЕВРАЗИЙСКОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КОМИССИИ ОТ 25 МАЯ 2026 Г. N 58 «О ВНЕСЕНИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РЕШЕНИЕ КОЛЛЕГИИ ЕВРАЗИЙСКОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КОМИССИИ ОТ 17 АВГУСТА 2021 Г. N 104»

В соответствии с пунктом 30 Протокола об информационно-коммуникационных технологиях и информационном взаимодействии в рамках Евразийского экономического союза (приложение N 3 к Договору о Евразийском экономическом союзе от 29 мая 2014 года) Коллегия Евразийской экономической комиссии решила:

1. Внести в Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 17 августа 2021 г. N 104 "О технологических документах, регламентирующих информационное взаимодействие при реализации средствами интегрированной информационной системы Евразийского экономического союза общего процесса "Формирование, ведение и использование реестра организаций и лиц, осуществляющих производство, переработку и (или) хранение подконтрольных ветеринарно-санитарному надзору (контролю) товаров, ввозимых на тамо-

женную территорию Евразийского экономического союза" изменения согласно приложению.

2. Настоящее Решение вступает в силу по истечении 30 календарных дней с даты его официального опубликования.

Председатель Коллегии
Евразийской экономической комиссии
Б.САГИНТАЕВ

Источник публикации:

Официальный сайт Евразийского экономического союза <http://www.eaeunion.org/>, 28.05.2026 г.

Начало действия документа - 27.06.2026 г.

В соответствии с пунктом 2 данный документ вступает в силу по истечении 30 календарных дней с даты официального опубликования (опубликован на официальном сайте ЕАЭС <http://www.eaeunion.org/> - 28.05.2026 г.).

РЕШЕНИЕ КОЛЛЕГИИ ЕВРАЗИЙСКОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КОМИССИИ ОТ 9 ИЮНЯ 2026 Г. N 72 «О ВНЕСЕНИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РЕШЕНИЕ КОЛЛЕГИИ ЕВРАЗИЙСКОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КОМИССИИ ОТ 19 АПРЕЛЯ 2023 Г. N 51»

В соответствии с пунктом 30 Протокола об информационно-коммуникационных технологиях и информационном взаимодействии в рамках Евразийского экономического союза (приложение N 3 к Договору о Евразийском экономическом союзе от 29 мая 2014 года) Коллегия Евразийской экономической комиссии решила:

1. Внести в Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 19 апреля 2023 г. N 51 "О технологических документах, регламентирующих информационное взаимодействие при реализации средствами интегрированной информационной системы Евразийского экономического союза общего процесса "Формирование, ведение и использование базы данных о племенных животных и селекционных достижениях в области племенного

животноводства" изменения согласно приложению.

2. Настоящее Решение вступает в силу по истечении 30 календарных дней с даты его официального опубликования.

Председатель Коллегии
Евразийской экономической комиссии
Б.САГИНТАЕВ

Источник публикации:

Официальный сайт Евразийского экономического союза <http://www.eaeunion.org/>, 11.06.2026 г.

Начало действия документа - 11.07.2026 г.

В соответствии с пунктом 2 данный документ вступает в силу по истечении 30 календарных дней с даты официального опубликования (опубликован на официальном сайте ЕАЭС <http://www.eaeunion.org/> - 11.06.2026 г.).

РЕКОМЕНДАЦИЯ КОЛЛЕГИИ ЕВРАЗИЙСКОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КОМИССИИ ОТ 19 МАЯ 2026 Г. N 12 «О МЕРАХ ПО РАЗВИТИЮ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СФЕРЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ГОСУДАРСТВ - ЧЛЕНОВ ЕВРАЗИЙСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА»

Коллегия Евразийской экономической комиссии в соответствии с пунктом 2 статьи 95 Договора о Евразийском экономическом союзе от 29 мая 2014 года рекомендует государствам - членам Евразийского экономического союза (далее - Союз) с даты опубликования настоящей Рекомендации на официальном сайте Союза при осуществлении деятельности по цифровизации аграрной отрасли

принимать во внимание возможность реализации следующих мер:

а) разработка (актуализация) национальных программ цифровизации агропромышленного комплекса и переход на технологии с использованием искусственного интеллекта, включая:

оказание мер поддержки производителям сельскохозяйственной продукции при внедрении

цифровых решений в производство;

внедрение беспилотных наземных и авиационных систем в сфере агропромышленного комплекса;

автоматизацию сельскохозяйственного производства и перерабатывающей промышленности за счет внедрения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП), MES-платформ (системы управления производством), ERP-платформ (системы управления ресурсами предприятия) в сфере агропромышленного комплекса, автоматизированных систем управления, обеспечивающих планирование использования земель сельскохозяйственного назначения на основе цифровых (дистанционных, геоинформационных) технологий и методов компьютерного моделирования, а также внедрения измерительных приборов и современных систем поддержки оптимальных климатических условий;

реализацию комплексных проектов ("умная ферма", "умное земледелие", "умное поле" и т.д.);

внедрение цифровых технологий сбора, обработки и использования больших объемов данных о состоянии почв, растений и окружающей среды для обеспечения стабильного роста производства продукции растениеводства;

широкое применение технологии точного земледелия с использованием искусственного интеллекта и геоинформационных систем;

внедрение комплексов программно-аппаратных решений и роботизированных "умных" технологий на основе применения технологий промышленного интернета (интернета вещей) для выращивания растений в закрытых системах в защищенном грунте;

создание цифрового сервиса прогнозирования погоды и оценки сельскохозяйственных рисков;

создание типовых цифровых моделей объектов агропромышленного комплекса и соответствующей проектной документации в цифровом виде;

создание цифровой площадки по модели B2B (оптовый маркетплейс) для помощи производителям сельскохозяйственной продукции;

б) активизация работы, направленной на

внедрение общих процессов в рамках Союза по ведению единого реестра сортов сельскохозяйственных растений и базы данных о племенных животных и селекционных достижениях в области племенного животноводства;

в) формирование информационного ресурса, содержащего сведения о технологических и цифровых решениях в сфере агропромышленного комплекса, разработанных на национальном уровне;

г) развитие платформ для цифровой прослеживаемости сельскохозяйственной и пищевой продукции ("от поля до тарелки");

д) реализация исследовательских и инновационных программ в таких сферах, как искусственный интеллект, автоматизация за счет использования робототехники, инфраструктурное обеспечение для обмена знаниями, применение цифровых двойников в целях оптимизации бизнес-процессов;

е) развитие навыков работы с информационно-коммуникационными технологиями с целью получения доступа к информации, государственным услугам или управлению агротехническими устройствами в сельскохозяйственном производстве;

ж) содействие на государственном уровне в обеспечении возможности получения широкополосного доступа к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" и информационно-коммуникационным технологиям в сельской местности;

з) внедрение на национальном уровне индикаторов цифровой трансформации агропромышленного комплекса.

Председатель Коллегии
Евразийской экономической комиссии
Б.САГИНТАЕВ

Источник публикации:

Официальный сайт Евразийского экономического союза <http://www.eaeunion.org/>, 22.05.2026 г.

Начало действия документа - 22.05.2026 г.

В соответствии со вторым абзацем данный документ вступил в силу с даты опубликования на официальном сайте ЕАЭС <http://www.eaeunion.org/> - с 22 мая 2026 года.

ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ ОТ 19 МАРТА 2026 Г. N 295 «О ВНЕСЕНИИ ИЗМЕНЕНИЙ В НЕКОТОРЫЕ АКТЫ ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

Правительство Российской Федерации постановляет:

1. Утвердить прилагаемые изменения, которые вносятся в акты Правительства Российской Федерации.

2. Реализация полномочий, предусмотренных настоящим постановлением, осуществляется Министерством сельского хозяйства Российской Федерации и Федеральной службой по ветеринарному и фитосанитарному надзору в пределах установленной Правительством Российской Федерации предельной численности работников Министерства и Службы, а также бюджетных ассигнований, предусмотренных Министерству и Службе в федеральном бюджете на руководство и управление в сфере установленных функций.

3. Признать утратившими силу:

абзац второй подпункта "в" пункта 3 изменений, которые вносятся в акты Правительства

Российской Федерации по вопросам обращения лекарственных средств для ветеринарного применения, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 26 апреля 2011 г. N 323 "О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам обращения лекарственных средств для ветеринарного применения" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2011, N 18, ст. 2649);

подпункт "а" пункта 1 изменений, которые вносятся в акты Правительства Российской Федерации по вопросам обращения лекарственных средств для ветеринарного применения, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 12 сентября 2015 г. N 971 "О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам обращения лекарственных средств для ветери-

нарного применения" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2015, N 38, ст. 5297).

Председатель Правительства
Российской Федерации
М.МИШУСТИН

Источник публикации:

Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru>, 19.03.2026 г., "Собрание законодательства РФ", 23.03.2026 г., N 12, ст. 1452. Начало действия документа - 27.03.2026 г.

Утверждены
постановлением Правительства РФ
от 19 марта 2026 г. N 295

ИЗМЕНЕНИЯ, КОТОРЫЕ ВНОСЯТСЯ В АКТЫ ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

1. В Положении о Федеральной службе по ветеринарному и фитосанитарному надзору, утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации от 30 июня 2004 г. N 327 "Об утверждении Положения о Федеральной службе по ветеринарному и фитосанитарному надзору" (Российская газета, 2004, 15 июля; Собрание законодательства Российской Федерации, 2015, N 38, ст. 5297):

а) подпункт 5.2.7 признать утратившим силу;
б) подпункт 5.2(1).16 изложить в следующей редакции:

"5.2(1).16. организацию и (или) проведение фармацевтических инспекций производства лекарственных средств для ветеринарного применения на соответствие требованиям правил надлежащей производственной практики Евразийского экономического союза, выдачу, приостановление, возобновление или прекращение действия сертификатов (заключений) соответствия производства лекарственных средств для ветеринарного применения требованиям правил надлежащей производственной практики Евразийского экономического союза, внесение изменений в такие серти-

фикаты (заключения);";

в) подпункт 5.2(1).18 изложить в следующей редакции:

"5.2(1).18. установление порядка ведения и ведение государственного реестра сертификатов (заключений) соответствия производства лекарственных средств для ветеринарного применения требованиям правил надлежащей производственной практики Евразийского экономического союза;";

г) дополнить подпунктом 5.2(1).54 следующего содержания:

"5.2(1).54. утверждение порядка аттестации фармацевтических инспекторов, уполномоченных на проведение фармацевтических инспекций производства лекарственных средств для ветеринарного применения;";

2. Подпункт 5.2.25(29) Положения о Министерстве сельского хозяйства Российской Федерации, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 12 июня 2008 г. N 450 "О Министерстве сельского хозяйства Российской Федерации" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2008, N 25, ст. 2983; 2011, N 18, ст. 2649), признать утратившим силу.

ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ ОТ 15 АПРЕЛЯ 2026 Г. N 417 «О ВНЕСЕНИИ ИЗМЕНЕНИЙ В ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ОТ 12 МАРТА 2022 Г. N 353»

Правительство Российской Федерации постановляет:

1. Утвердить прилагаемые изменения, которые вносятся в приложение N 20 к постановлению Правительства Российской Федерации от 12 марта 2022 г. N 353 "Об особенностях разрешительной деятельности в Российской Федерации" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2022, N

12, ст. 1839; N 16, ст. 2668; N 26, ст. 4498; N 41, ст. 7092; 2023, N 5, ст. 801; N 42, ст. 7504; 2024, N 1, ст. 165; N 53, ст. 8744; 2026, N 1, ст. 76).

2. Настоящее постановление вступает в силу со дня его официального опубликования.

Председатель Правительства
Российской Федерации
М.МИШУСТИН

Утверждены
постановлением Правительства РФ
от 15 апреля 2026 г. N 417

ИЗМЕНЕНИЯ, КОТОРЫЕ ВНОСЯТСЯ В ПРИЛОЖЕНИЕ N 20 К ПОСТАНОВЛЕНИЮ ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ОТ 12 МАРТА 2022 Г. N 353

Дополнить пунктом 10 следующего содержания:
"10. Установить, что до принятия федерального закона, предусматривающего исключение требования о получении разрешения на ввод в гражданский оборот иммунобиологического лекарственного препарата для ветеринарного применения, впервые произведенного в Российской Федерации:

в отношении каждой из первых двух серий

иммунобиологического лекарственного препарата для ветеринарного применения получение разрешения на ввод в гражданский оборот первых двух серий такого препарата не требуется при условии представления производителем лекарственных средств для ветеринарного применения первых двух серий такого препарата в федеральный орган исполнительной власти, осу-

существляющий функции по контролю (надзору) в сфере обращения лекарственных средств для ветеринарного применения, уведомления о выпуске первых двух серий такого препарата в срок, не превышающий 5 календарных дней со дня подтверждения уполномоченным лицом указанного производителя соответствия такого препарата требованиям, установленным при его государственной регистрации, а в случае производства иммунобиологического лекарственного препарата для ветеринарного применения на территории Российской Федерации в целях импортозамещения - также протоколов исследований образцов, предусмотренных пунктом 4 настоящего документа;

после ввода в гражданский оборот первых двух серий иммунобиологического лекарственного препарата для ветеринарного применения получение первого разрешения на ввод в гражданский оборот последующих серий такого препарата сроком на 3 года не требуется при условии представления производителем лекарственных

средств для ветеринарного применения третьей серии такого препарата в федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по контролю (надзору) в сфере обращения лекарственных средств для ветеринарного применения, уведомления о выпуске третьей серии такого препарата в срок, не превышающий 5 календарных дней со дня подтверждения уполномоченным лицом указанного производителя соответствия такого препарата требованиям, установленным при его государственной регистрации."

Источник публикации:

Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru>, 15.04.2026 г., "Собрание законодательства РФ", 20.04.2026 г., N 16, ст. 2078. Начало действия документа - 15.04.2026 г.

В соответствии с пунктом 2 данный документ вступил в силу со дня официального опубликования (опубликован на Официальном интернет-портале правовой информации <http://pravo.gov.ru> - 15.04.2026 г.).

**ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ ОТ 8 МАЯ 2026 Г. N 529
«О ВНЕСЕНИИ ИЗМЕНЕНИЯ В ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ОТ 12 ИЮНЯ 2025 Г. N 890»**

Правительство Российской Федерации постановляет:

В пункте 2 постановления Правительства Российской Федерации от 12 июня 2025 г. N 890 "О генно-инженерно-модифицированных организмах и продукции, полученной с применением таких организмов или содержащей такие организмы, используемых для производства кормов, вывозимых с территории Российской Федерации" (Собрание законодательства Российской

Федерации, 2025, N 25, ст. 3412) слова "одного года" заменить словами "2 лет".

Председатель Правительства РФ
М.МИШУСТИН

Источник публикации:

Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru>, 15.05.2026 г., "Собрание законодательства РФ", 18.05.2026 г., N 20, ст. 2560.

Начало действия документа - 23.05.2026 г.

**ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ ОТ 10 МАЯ 2026 Г. N 536
«О ВНЕСЕНИИ ИЗМЕНЕНИЙ В ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ОТ 27 ОКТЯБРЯ 2021 Г. N 1844»**

Правительство Российской Федерации постановляет:

Утвердить прилагаемые изменения, которые вносятся в требования к разработке, содержанию, общественному обсуждению проектов форм проверочных листов, утверждению, применению, актуализации форм проверочных листов, а также случаи обязательного применения проверочных листов, утвержденные постановлением Правительства Российской Федерации от 27 октября 2021 г.

N 1844 "Об утверждении требований к разработке, содержанию, общественному обсуждению проектов форм проверочных листов, утверждению, применению, актуализации форм проверочных листов, а также случаев обязательного применения проверочных листов" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2021, N 44, ст. 7443).

Председатель Правительства
Российской Федерации
М.МИШУСТИН

Утверждены
постановлением Правительства РФ
от 10 мая 2026 г. N 536

**ИЗМЕНЕНИЯ,
КОТОРЫЕ ВНОСЯТСЯ В ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ, СОДЕРЖАНИЮ,
ОБЩЕСТВЕННОМУ ОБСУЖДЕНИЮ ПРОЕКТОВ ФОРМ ПРОВЕРОЧНЫХ ЛИСТОВ,
УТВЕРЖДЕНИЮ, ПРИМЕНЕНИЮ, АКТУАЛИЗАЦИИ ФОРМ ПРОВЕРОЧНЫХ
ЛИСТОВ, А ТАКЖЕ СЛУЧАИ ОБЯЗАТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ
ПРОВЕРОЧНЫХ ЛИСТОВ**

1. По тексту пунктов 3 и 5 слова "орган исполнительной власти субъекта" в соответствующ-

щих числе и падеже заменить словами "исполнительный орган субъекта" в соответствую-

ющих числе и падеже.

2. Абзац второй пункта 11 изложить в следующей редакции:

"Контрольные вопросы, включенные в проверочные листы, не должны противоречить внесенным в Федеральную государственную информационную систему "Реестр обязательных требова-

ний" сведениям, отражающим содержание обязательных требований."

Источник публикации:

Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru>, 10.05.2026 г., "Собрание законодательства РФ", 18.05.2026 г., N 20, ст. 2563. Начало действия документа - 18.05.2026 г.

**ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ ОТ 10 МАЯ 2026 Г. N 539
«О ВНЕСЕНИИ ИЗМЕНЕНИЙ В НЕКОТОРЫЕ АКТЫ ПРАВИТЕЛЬСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**

Правительство Российской Федерации постановляет:

1. Утвердить прилагаемые изменения, которые вносятся в акты Правительства Российской Федерации.

2. Настоящее постановление вступает в силу со дня его официального опубликования.

Председатель Правительства РФ
М.МИШУСТИН

Утверждены
постановлением Правительства РФ
от 10 мая 2026 г. N 539

**ИЗМЕНЕНИЯ,
КОТОРЫЕ ВНОСЯТСЯ В АКТЫ ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

1. В Положении о государственной информационной системе "Типовое облачное решение по автоматизации контрольной (надзорной) деятельности", утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2018 г. N 482 "О государственной информационной системе "Типовое облачное решение по автоматизации контрольной (надзорной) деятельности" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2018, N 18, ст. 2633; 2021, N 2, ст. 433; N 30, ст. 5781; 2022, N 19, ст. 3204; N 35, ст. 6081; 2023, N 12, ст. 2025; N 34, ст. 6589):

а) в подпункте "д" пункта 3 слова "мобильного приложения государственной информационной системы, используемого для проведения профилактических и контрольных (надзорных) мероприятий с использованием средств дистанционного взаимодействия" заменить словами "мобильного приложения "Инспектор";

б) в предложении первом пункта 5(4) слова "по вопросу осуществления консультирования и проведения профилактического визита в отношении такого контролируемого лица" заменить словами "по вопросу осуществления консультирования, проведения профилактического визита, а также заключения соглашения о надлежащем устранении выявленных нарушений обязательных требований в отношении такого контролируемого лица";

в) раздел I дополнить пунктом 5(9) следующего содержания:

"5(9). В составе государственной информационной системы функционирует мобильное приложение "Инспектор", обеспечивающее возможность проведения видео-конференц-связи, фотосъемки, видеозаписи, представления фото- и видеоматериалов, документов и сведений при проведении профилактических и контрольных (надзорных) мероприятий, осуществлении специальных режимов государственного контроля (надзора), оценке соответствия соискателя лицензии (лицензиата) или иного разрешения предъявляемым требованиям, подтверждении устранения выявленных ранее

нарушений, периодическом подтверждении соответствия лицензиата лицензионным требованиям, фиксации факта соответствия (несоответствия) средства размещения требованиям к типу средства размещения или типу и категории средства размещения.";

г) в приложении N 1 к указанному Положению: пункт 2 дополнить подпунктом "г" следующего содержания:

"г) категории риска осуществляемой гражданами и организациями деятельности либо категории риска принадлежащих им (используемых ими) иных объектов контроля.";

абзац второй подпункта "а" пункта 5 дополнить словами ", учетном номере объекта контроля в едином реестре видов федерального государственного контроля (надзора), регионального государственного контроля (надзора), муниципального контроля".

2. В Правилах формирования и ведения единого реестра уведомлений, представления и учета уведомлений о начале осуществления отдельных видов предпринимательской деятельности, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 27 мая 2025 г. N 725 "Об утверждении Правил формирования и ведения единого реестра уведомлений, представления и учета уведомлений о начале осуществления отдельных видов предпринимательской деятельности" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2025, N 22, ст. 2853):

а) пункт 1 после слов "юридическими лицами" дополнить словами "(в том числе иностранными юридическими лицами)";

б) абзац шестой подпункта "в" пункта 6 дополнить словами "(адрес в пределах места нахождения аккредитованного в соответствии с Федеральным законом "Об иностранных инвестициях в Российской Федерации" филиала иностранного юридического лица на территории Российской Федерации - для иностранного юридического лица)";

в) в пункте 10 слова "или единого государственного реестра индивидуальных предпринимателей соответственно" заменить словами ", единого государственного реестра индивидуальных предпринимателей или государственного реестра аккредитованных филиалов, представительств иностранных юридических лиц".

Источник публикации:

Официальный интернет-портал правовой информации

<http://pravo.gov.ru>, 10.05.2026 г., "Собрание законодательства РФ", 18.05.2026 г., N 20, ст. 2566. Начало действия документа - 10.05.2026 г.

В соответствии с пунктом 2 данный документ вступил в силу со дня официального опубликования (опубликован на Официальном интернет-портале правовой информации <http://pravo.gov.ru> - 10.05.2026 г.).

**ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ ОТ 27 МАЯ 2026 Г. N 604
«ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ПОЛОЖЕНИЯ О ПОРЯДКЕ ИЗЪЯТИЯ ИЗ ОБРАЩЕНИЯ, ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРТИЗЫ, ВРЕМЕННОГО ХРАНЕНИЯ, УТИЛИЗАЦИИ ИЛИ УНИЧТОЖЕНИЯ НЕКАЧЕСТВЕННЫХ И (ИЛИ) ОПАСНЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ, МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ, КОНТАКТИРУЮЩИХ С ПИЩЕВЫМИ ПРОДУКТАМИ»**

В соответствии с пунктами 3 и 4 статьи 3, пунктом 2 статьи 24 и пунктами 1 и 2 статьи 25 Федерального закона "О качестве и безопасности пищевых продуктов" Правительство Российской Федерации постановляет:

1. Утвердить прилагаемое Положение о порядке изъятия из обращения, проведения экспертизы, временного хранения, утилизации или уничтожения некачественных и (или) опасных пищевых продуктов, материалов и изделий, контактирующих с пищевыми продуктами.

2. Признать утратившим силу постановление Правительства Российской Федерации от 7 октября 2020 г. N 1612 "Об утверждении Положения о порядке изъятия из обращения, проведения экспертизы, временного хранения, утилизации или уничто-

жения некачественных и (или) опасных пищевых продуктов, материалов и изделий, контактирующих с пищевыми продуктами" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2020, N 42, ст. 6579).

3. Настоящее постановление вступает в силу с 1 сентября 2026 г. и действует до 1 сентября 2032 г.

Председатель Правительства РФ
М.МИШУСТИН

Источник публикации:

Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru>, 28.05.2026 г., "Собрание законодательства РФ", 01.06.2026 г., N 22, ст. 2862. Начало действия документа - 01.09.2026 г.

Срок действия документа ограничен 1 сентября 2032 года.

**ПРИКАЗ МИНИСТЕРСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ ОТ 26 ДЕКАБРЯ 2025 Г.
N 846 «ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ВЕТЕРИНАРНЫХ ПРАВИЛ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ЗООСАНИТАРНОГО СТАТУСА ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ, ОБЪЕКТОВ
КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА, ПОМЕЩЕНИЙ, НЕКАПИТАЛЬНЫХ СТРОЕНИЙ,
СООРУЖЕНИЙ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОТОРЫХ ФИЗИЧЕСКИЕ
И ЮРИДИЧЕСКИЕ ЛИЦА ОСУЩЕСТВЛЯЮТ ВЫРАЩИВАНИЕ, СОДЕРЖАНИЕ
И УБОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ, ПРОИЗВОДСТВО, ПЕРЕРАБОТКУ
И ХРАНЕНИЕ ПРОДУКЦИИ ПТИЦЕВОДСТВА»**

Зарегистрировано в Минюсте России 27 апреля 2026 г. N 86229

В соответствии со статьями 2.1 и 2.7 Закона Российской Федерации от 14 мая 1993 г. N 4979-1 "О ветеринарии" и подпунктом 5.2.9 пункта 5 Положения о Министерстве сельского хозяйства Российской Федерации, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 12 июня 2008 г. N 450, приказываю:

1. Утвердить прилагаемые Ветеринарные правила определения зоосанитарного статуса земельных участков, объектов капитального строительства, помещений, некапитальных строений, сооружений, с использованием которых физические и юридические лица осуществляют выращивание, содержание и убой сельскохозяйственной птицы, производство, переработку и хранение продукции птицеводства.

2. Настоящий приказ вступает в силу с 1 сентября 2028 г., за исключением подпункта "д" пункта 21, подпункта "а" пункта 23 и подпунктов "а" и "б" пункта 25 Ветеринарных правил определения зооса-

нитарного статуса земельных участков, объектов капитального строительства, помещений, некапитальных строений, сооружений, с использованием которых физические и юридические лица осуществляют выращивание, содержание и убой сельскохозяйственной птицы, производство, переработку и хранение продукции птицеводства, утвержденных настоящим приказом, которые вступают в силу с 1 сентября 2029 г., и действует до 1 сентября 2034 г.

Министр
О.Н.ЛУТ

Источник публикации:

Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru>, 28.04.2026 г.

Начало действия документа - 01.09.2028 г. (за исключением отдельных положений).

В соответствии с пунктом 2 данный документ вступает в силу с 1 сентября 2028 года, за исключением отдельных положений, вступающих в силу в иные сроки.

Срок действия документа ограничен 1 сентября 2034 года.

ПРИКАЗ МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ ОТ 25 ФЕВРАЛЯ 2026 Г. N 99 «ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ПЕРЕЧНЯ ЗАРАЗНЫХ БОЛЕЗНЕЙ ОБЪЕКТОВ ТОВАРНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ (ТОВАРНОГО РЫБОВОДСТВА), ИСПОЛЪЗУЕМОГО ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СТРАХОВАНИЯ С ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКОЙ»

Зарегистрировано в Минюсте России 19 марта 2026 г. N 85659

В соответствии с пунктом 10 статьи 2, пунктом 1 части 3 статьи 8 Федерального закона от 25 июля 2011 г. N 260-ФЗ "О государственной поддержке в сфере сельскохозяйственного страхования и о внесении изменений в Федеральный закон "О развитии сельского хозяйства" и пунктом 1 Положения о Министерстве сельского хозяйства Российской Федерации, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 12 июня 2008 г. N 450, приказываю:

1. Утвердить прилагаемый перечень заразных болезней объектов товарной аквакультуры (товарного рыбоводства), используемый для сельскохозяйственного страхования с государственной поддержкой.

2. Признать утратившими силу приказы Минсельхоза России:

от 22 августа 2018 г. N 369 "Об утверждении перечня заразных болезней объектов товарной

аквакультуры (товарного рыбоводства), используемого для сельскохозяйственного страхования с государственной поддержкой" (зарегистрирован Минюстом России 6 сентября 2018 г., регистрационный N 52106);

от 21 августа 2025 г. N 538 "О внесении изменений в перечень заразных болезней объектов товарной аквакультуры (товарного рыбоводства), используемый для сельскохозяйственного страхования с государственной поддержкой, утвержденный приказом Минсельхоза России от 22 августа 2018 г. N 369" (зарегистрирован Минюстом России 26 сентября 2025 г., регистрационный N 83679).

Министр
О.Н.ЛУТ

Источник публикации:

Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru>, 20.03.2026 г.

Начало действия документа - 31.03.2026 г.

ПРИКАЗ МИНИСТЕРСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ ОТ 4 МАРТА 2026 Г. N 122 «ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ПЕРЕЧНЯ ОРГАНИЗАЦИЙ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ПЕРВИЧНУЮ И (ИЛИ) ПОСЛЕДУЮЩУЮ (ПРОМЫШЛЕННУЮ) ПЕРЕРАБОТКУ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ И (ИЛИ) ПРОИЗВОДСТВО ИЗ ПРОДУКЦИИ (СЫРЬЯ), НЕ ОТНОСЯЩЕЙСЯ К СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ, ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ВЕТЕРИНАРНОГО ПРИМЕНЕНИЯ, КОРМОВЫХ И ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК, ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ»

Зарегистрировано в Минюсте России 30 марта 2026 г. N 85775

В соответствии с пунктом 10.1 части 1 статьи 71.1 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации" и абзацем вторым пункта 1 Положения о Министерстве сельского хозяйства Российской Федерации, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 12 июня 2008 г. N 450, приказываю:

Утвердить прилагаемый перечень организаций, осуществляющих первичную и (или) последующую (промышленную) переработку сельско-

хозяйственной продукции и (или) производство из продукции (сырья), не относящейся к сельскохозяйственной, лекарственных средств для ветеринарного применения, кормовых и пищевых добавок, ферментных препаратов.

Министр
О.Н.ЛУТ

Источник публикации:

Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru>, 30.03.2026 г.

Начало действия документа - 10.04.2026 г.

ПРИКАЗ МИНИСТЕРСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ ОТ 19 МАРТА 2026 Г. N 162 «ОБ УТВЕРЖДЕНИИ НОРМАТИВОВ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОТРЕБНОСТИ В ПСИХОТРОПНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВАХ ДЛЯ ВЕТЕРИНАРНОГО ПРИМЕНЕНИЯ»

В соответствии с подпунктом 5.2.25(26) пункта 5 Положения о Министерстве сельского хозяйства Российской Федерации, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 12 июня 2008 г. N 450, и пунктом 11 Правил хранения наркотических средств, психотропных веществ и их прекурсоров, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 30 апреля 2022 г. N 809, приказываю:

1. Утвердить прилагаемые нормативы для расчета потребности в психотропных лекарственных средствах для ветеринарного применения.

2. Признать утратившим силу приказ Минсельхоза России от 20 мая 2015 г. N 205 "Об утверждении нормативов для расчета потребности в наркотических и психотропных лекарственных средствах для ветеринарного применения" (зарегистрирован Минюстом России 17 июня 2015 г., регистрационный N 37676).

3. Настоящий приказ действует до 1 сентября 2028 г.
Министр О.Н.ЛУТ

Источник публикации:

Официальный интернет-портал правовой ин-

формации <http://pravo.gov.ru>, 18.06.2026 г. Нача-
ло действия документа - 29.06.2026 г.

Срок действия документа ограничен 1 сентяб-
ря 2028 года.

**ПРИКАЗ МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ ОТ 2 ИЮНЯ 2026 Г. N 373
«ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ВЕТЕРИНАРНЫХ ПРАВИЛ ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНОЙ
ЭКСПЕРТИЗЫ НЕКАЧЕСТВЕННЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ В ЦЕЛЯХ
ИХ УТИЛИЗАЦИИ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ
КОРМА ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ»**

Зарегистрировано в Минюсте России 2 июня 2026 г. N 86859

В соответствии с пунктами 1 и 2 статьи 2.1, пунктом 1 статьи 2.8, статьей 21 Закона Российской Федерации от 14 мая 1993 г. N 4979-1 "О ветеринарии", подпунктом 5.2.9 пункта 5 Положения о Министерстве сельского хозяйства Российской Федерации, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 12 июня 2008 г. N 450, и пунктами 6 и 10 Положения о порядке изъятия из обращения, проведения экспертизы, временного хранения, утилизации или уничтожения некачественных и (или) опасных пищевых продуктов, материалов и изделий, контактирующих с пищевыми продуктами, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 27 мая 2026 г. N 604, приказываю:

1. Утвердить прилагаемые Ветеринарные правила ветеринарно-санитарной экспертизы некачественных пищевых продуктов в целях их утилизации для последующего использования в качестве корма для сельскохозяйственных животных.

2. Настоящий приказ вступает в силу с 1 сентября 2026 г. и действует до 1 сентября 2032 г.

Министр
О.Н.ЛУТ

Источник публикации:

Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru>, 02.06.2026 г.

Начало действия документа - 01.09.2026 г.

Срок действия документа ограничен 1 сентября 2032 года.

**ПРИКАЗ МИНИСТЕРСТВА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РФ ОТ 8 МАЯ 2026 Г.
N 278 «О ВНЕСЕНИИ ИЗМЕНЕНИЙ В ПРИКАЗ МИНИСТЕРСТВА ПРИРОДНЫХ
РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ОТ 12.08.2020 N 591
«ОБ УСТАНОВЛЕНИИ ПОРЯДКА ОРГАНИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ОБЩЕСТВЕННЫХ ИНСПЕКТОРОВ В ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ЖИВОТНЫМИ,
ПОРЯДКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТАКИХ ИНСПЕКТОРОВ С ОРГАНАМИ
ГОСУДАРСТВЕННОГО НАДЗОРА В ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ЖИВОТНЫМИ,
ПОРЯДКА ВЫДАЧИ УДОСТОВЕРЕНИЯ, И ЕГО ФОРМЫ»**

Зарегистрировано в Минюсте России 2 июня 2026 г. N 86847

В соответствии со статьей 63 Федерального закона от 31.07.2025 N 304-ФЗ "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации", пунктом 3 части 2 статьи 5, частью 9 статьи 20 Федерального закона от 27.12.2018 N 498-ФЗ "Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" и подпунктом 5.2.41(2) пункта 5 Положения о Министерстве природных ресурсов и экологии Российской Федерации, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 11.11.2015 N 1219, приказываю:

внести изменения в приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 12.08.2020 N 591 "Об установлении

порядка организации деятельности общественных инспекторов в области обращения с животными, порядка взаимодействия таких инспекторов с органами государственного надзора в области обращения с животными, порядка выдачи удостоверения, и его формы" (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21.09.2020, регистрационный N 59967) согласно приложению к настоящему приказу.

Министр
А.А.КОЗЛОВ

Источник публикации:

Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru>, 02.06.2026 г.

Начало действия документа - 13.06.2026 г.

**ПОСТАНОВЛЕНИЕ ГЛАВНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО САНИТАРНОГО ВРАЧА РФ
ОТ 2 ИЮНЯ 2026 Г. N 17 «ОБ УТВЕРЖДЕНИИ
САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ПРАВИЛ СП 2.3.6.4281-26
«САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТОРГОВЫХ ОБЪЕКТОВ И РЫНКОВ, РЕАЛИЗУЮЩИХ
ПИЩЕВУЮ ПРОДУКЦИЮ»**

Зарегистрировано в Минюсте России 2 июня 2026 г. N 86851

В соответствии с пунктом 1 статьи 17 и пунктом 1 статьи 39 Федерального закона от 30.03.1999 N 52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения", пунктом 2 Положения о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.07.2000 N 554, постановляю:

1. Утвердить санитарно-эпидемиологические правила СП 2.3.6.4281-26 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям деятельности торговых объектов и рынков, реализующих пищевую продукцию" согласно приложению к настоящему постановлению.

2. Признать утратившими силу: постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 20.11.2020 N 36 "Об утверждении санитарно-эпидемиологических правил СП 2.3.6.3668-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям деятельности торговых объектов и рынков, реализующих пищевую продукцию" (зарегистрировано Минюстом России 18.12.2020,

регистрационный N 61572);

постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 18.06.2025 N 11 "О внесении изменений в санитарно-эпидемиологические правила СП 2.3.6.3668-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям деятельности торговых объектов и рынков, реализующих пищевую продукцию", утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 20.11.2020 N 36" (зарегистрировано Минюстом России 24.07.2025, регистрационный N 83056).

3. Настоящее постановление вступает в силу с 01.09.2026 и действует до 01.09.2032.

А.Ю.ПОПОВА

Источник публикации:

Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru>, 02.06.2026 г.

Начало действия документа - 01.09.2026 г.

Срок действия документа ограничен 1 сентября 2032 года.



КОММЕНТАРИИ

СПЕЦИАЛИСТОВ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

УДК 349.6:347.51

DOI: 10.52419/issn2782-6252.2026.2.18

ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ И РЕАЛИЗАЦИИ ПРАВА НА ВОЗМЕЩЕНИЕ УЩЕРБА, ПРИЧИНЕННОГО ЗДОРОВЬЮ ЧЕЛОВЕКА ЭКОЛОГИЧЕСКИМ ПРАВОНАРУШЕНИЕМ

Надежда Анатольевна Сладкова^{1✉}, Дмитрий Андреевич Макаров²

¹Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Российская Федерация

²Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина, Российская Федерация

¹канд. биол. наук, доц., email: decanatbioeco@yandex.ru orcid.org/0000-0002-2070-6698

²канд. юрид. наук, доц.

РЕФЕРАТ

В статье проводится комплексный анализ нормативно-правового регулирования и правоприменительной практики в сфере возмещения вреда здоровью, причиненного гражданам экологическими правонарушениями. Выявлен ряд существенных проблем, в том числе отсутствие в действующем законодательстве легальных дефиниций понятий «экологическое правонарушение» и «вред здоровью от воздействия окружающей среды», что порождает правовую неопределенность при квалификации деликта. Исследован гражданско-правовой механизм защиты, при этом особый акцент сделан на применении норм статьи 1079 Гражданского кодекса РФ, позволяющей квалифицировать деятельность, оказывающую негативное воздействие на природу, как источник повышенной опасности, что влечет ответственность причинителя вреда без вины. На основе анализа постановлений Пленумов Верховного Суда РФ и конкретных судебных решений установлено, что наиболее сложным этапом судебной защиты является доказывание прямой причинно-следственной связи между деятельностью конкретного предприятия и наступившим заболеванием. Отсутствие четкой процессуальной процедуры существенно ограничивает реализацию конституционной гарантии, предусмотренной статьей 42 Конституции РФ. Таким образом, эффективная защита права на здоровье в условиях экологического неблагополучия требует не только совершенствования нормативной базы, но и переориентации судебной практики в сторону приоритета охраны жизни и здоровья человека.

Ключевые слова: экологическое право, ущерб, вред здоровью, окружающая среда, экологическое правонарушение.

Для цитирования: Сладкова Н.А., Макаров Д.А. Проблемы защиты и реализации права на возмещение ущерба, причиненного здоровью человека экологическим правонарушением. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:18-24. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.18>

METHODOLOGICAL ASPECTS OF RECOMBINANT SUBSTANCES QUALITY CONTROL IN VETERINARY BIOLOGICAL PRODUCT MANUFACTURING

Nadezhda An. Sladkova^{1✉}, Dmitry An. Makarov²

¹Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Russian Federation

²A.S. Pushkin Leningrad State University, Russian Federation

¹Candidate of Biological Sciences, Assoc. Prof., email: decanatbioeco@yandex.ru, orcid.org/0000-0002-2070-6698

²Candidate of Law Science, Assoc. Prof.

ABSTRACT

This article provides a comprehensive analysis of the legal framework and law enforcement practices in the area of compensation for harm to health caused to individuals by environmental violations. A number of significant issues are identified, including the lack of legal definitions of the concepts of "environmental violation" and "harm to health from environmental exposure" in current legislation, which creates legal uncertainty when classifying the tort. The civil law mechanism for protection is examined, with a particular emphasis on the application of Article 1079 of the Civil Code of the Russian Federation, which allows for the classification of activities that have a negative impact on nature as a source of increased danger, which entails liability for the tortfeasor without fault. Based on an analysis of resolutions of the Plenums of the Supreme Court of the Russian Federation and specific court decisions, it is established that the most difficult stage of judicial protection is proving a direct causal relationship between the activities of a specific enterprise and the resulting disease. The lack of a clear procedural framework significantly limits the implementation of the constitutional

guarantee provided by Article 42 of the Constitution of the Russian Federation. Thus, effective protection of the right to health in the face of environmental challenges requires not only an improved regulatory framework but also a reorientation of judicial practice toward prioritizing the protection of human life and health.

Key words: environmental law, damage, harm to health, environment, environmental offense.

For citation: Sladkova N.A., Makarov D.A. Problems of protecting and realizing the right to compensation for damage caused to human health by an environmental offense. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:18-24. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.18>

ВВЕДЕНИЕ

Конституционное право каждого гражданина на благоприятную окружающую среду, закрепленное в статье 42 Конституции Российской Федерации, включает в себя три неотъемлемые составляющие: право на саму среду, право на информацию о ее состоянии и право на возмещение ущерба, причиненного здоровью или имуществу экологическим правонарушением. Если первые два элемента имеют относительно развитые механизмы реализации (нормирование, мониторинг, отчетность), то институт возмещения вреда здоровью, обусловленного негативным антропогенным воздействием, остается одной из самых сложных и малоэффективных областей правоприменительной практики.

Актуальность исследования обусловлена наличием правовых коллизий и пробелов в действующем законодательстве, существенно затрудняющих защиту прав потерпевших. Отсутствие на легальном уровне четкой дефиниции понятий «экологическое правонарушение» и «вред здоровью, причиненный экологическим фактором», а также смешение в правоприменении гражданско-правовых категорий «вред» и «ущерб» порождают неопределенность в выборе способов и оснований защиты. Кроме того, ключевой проблемой для судебной практики выступает процесс доказывания причинно-следственной связи между деятельностью хозяйствующего субъекта и наступившими негативными последствиями для здоровья человека, особенно в условиях накопленного (кумулятивного) воздействия загрязняющих веществ.

Целью настоящей статьи является системный анализ нормативно-правовой базы, регулирующей возмещение вреда здоровью от экологических деликтов, выявление существующих проблем правового регулирования и правоприменения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Основным методом при написании статьи выступает системный анализ нормативно-правовых актов, регулирующих сферу возмещения ущерба здоровью и акты экологического законодательства. Также в работе использовался метод обобщения, толкования норм и сравнительно-правовой анализ.

Основу законодательства в части возмещения вреда здоровью от экологических правонарушений составляют Конституция РФ, Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», Федеральный закон от 04.05.1999 №96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», Гражданский кодекс Российской Федерации от 30 ноября 1994 года № 51-ФЗ и многочисленные подзаконные нормативно правовые акты, а также акты высших судебных инстанций (Постановления

Пленума ВС РФ, Решения Конституционного суда РФ, Обзоры судебной практики ВС РФ и т.п.)

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Статья 42 Конституции Российской Федерации закрепляет незыблемое право каждого человека на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о её состоянии и на возмещение ущерба, причинённого его здоровью или имуществу экологическим правонарушением.

Закреплённое конституцией право на возмещение ущерба, причинённого здоровью в современной правоприменительной практике только начинает развиваться и не имеет достаточно проработанной базы как подзаконных нормативно-правовых актов, так и процессуальной процедуры, которые в полной мере позволили бы каждому потерпевшему лицу получить гарантии и защиту права на возмещение ущерба, причинённого его здоровью.

Формулировка статьи 42 Конституции РФ содержит ряд понятий, которые требуют определения. Так, экологическое правонарушение - это виновное, противоправное деяние, нарушающее природоохранительное законодательство и причиняющее вред окружающей природной среде и здоровью человека. Данное определение содержится в методических указаниях, которые имеют ограниченную силу, так как содержат ссылки на недействующие акты, в том числе и вышеприведённое определение. Таким образом, действующее законодательство не содержит легальной дефиниции рассматриваемого понятия. [7]

Аналогично, в законодательстве РФ отсутствует определение понятия «ущерб», и соотношение понятий «ущерб» и «вред».

Федеральный закон от 10.01.2002 №7 «Об охране окружающей среды» регламентирует только понятие вреда наносимого окружающей среде. Для оценки качества окружающей среды, а, следовательно, и вреда, причинённого природоохранного законодательства, но и санитарного. Также часть 2 статьи 29 Федерального закона от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» гласит, что граждане имеют право предъявлять иски о возмещении вреда здоровью и имуществу граждан, окружающей среде, причиненного загрязнением атмосферного воздуха.

Понятие «вред здоровью» раскрывается только Постановлением Правительства от 17 августа 2007 года № 522, которое утратило силу с 01 сентября 2025 года. Согласно указанного постановления под вредом, причиненным здоровью человека, понимается нарушение анатомической целостности и физиологической функции органов и тканей человека в результате воздействия физи-

ческих, химических, биологических и психических факторов внешней среды [2].

Учитывая тот факт, что законодательно закреплённого понятия вреда, причинённого здоровью человека, в настоящий момент нет, то возникает коллизия права, которая требуется законодательного разрешения.

В настоящий момент для того, чтобы подтвердить причинение вреда здоровью требуется соблюдение процедуры, установленной Приказом Минздрава от 8 апреля 2025 г. № 172н, который устанавливает степень тяжести причиненного вреда. Так, согласно данного Приказа Минздрава определение степени тяжести вреда, причиненного здоровью человека, проводится в медицинских организациях и иных организациях, осуществляющих медицинскую деятельность, имеющих лицензию на осуществление медицинской деятельности, включающую работу (услугу) по судебно-медицинской экспертизе [6].

Общий порядок возмещения вреда, в том числе причинённого здоровью человека экологическим правонарушением, регламентирован рядом статей Гражданского кодекса РФ, краткая характеристика и особенности правоприменения приведены в таблице 1.

Правоприменительная практика даёт ряд разъясняющих положений в части возмещения вреда здоровью и обеспечения государством реализации гарантий прав граждан на благоприятную окружающую среду.

Так Постановление Конституционного Суда РФ от 14.05.2009 № 8-П вносит конкретизацию экологических платежей, которые осуществляет природопользователь. В рамках своей хозяйственной деятельности осуществляя негативное воздействие на окружающую среду природопользователь вносит регулярно платежи в местный бюджет, если не превышает нормативы допустимого воздействия. Возмещение вреда, причиненного здоровью осуществляется в пользу гражданина – потерпевшего за неправомерное воздействие, вызвавшее болезнь или ухудшение здоровья, которое превышало допустимые нормативы [3].

Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 18.10.2012 № 21 «О применении судами законодательства об ответственности за нарушения в области охраны окружающей среды и природопользования» (далее - ПП ВС РФ №21) является ключевым актом толкования, который существенно расширил и конкретизировал механизмы реализации права граждан на возмещение ущерба от экологических правонарушений. Разъясняется, что вред здоровью может быть причинен как непосредственно, напрямую, например, отравление химикатами, так и опосредованно через загрязнение компонентов природной среды (воды, воздуха, почвы) [5].

Согласно пункта 1 статьи 77 и пункта 1 статьи 79 Федерального закона от 10 января 2002 г. №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» вред, причиненный здоровью граждан негативным воздействием окружающей среды в результате хозяйственной и иной деятельности юридических и физических лиц, подлежит возмещению в

полном объеме. При этом статья не содержит указаний в пределах нормативов качества и допустимого воздействия был причинен вред или при осуществлении деятельности превышающей установленные пределы и нормативы.

Пункт 34 ПП ВС РФ №21 предусматривает возмещение вреда, причиненного жизни и здоровью гражданина, в том числе:

- ♦ сокрытием экологической информации,
- ♦ предоставлением несвоевременной экологической информации,
- ♦ предоставлением недостоверной информации о состоянии окружающей среды,
- ♦ отказом в предоставлении такой информации, повлекшим возникновение заболевания.

Пунктом 44 ПП ВС РФ №21 установлено, что вред, причиненный здоровью граждан негативным воздействием окружающей среды, является основанием для компенсации морального вреда.

Таким образом понятие ущерба из ст. 42 Конституции РФ включает в себя компенсацию вреда здоровью и морального ущерба.

Касательно сроков исковой давности по предъявлению требований о возмещении вреда здоровью пунктом 42 ПП ВС РФ №21 установлено, что исковая давность не распространяется, однако требования, предъявленные по истечении трех лет с момента возникновения права на возмещение такого вреда, удовлетворяются за прошлое время не более чем за три года, предшествовавшие предъявлению иска.

Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 26.01.2010 № 1 «О применении судами гражданского законодательства, регулирующего отношения по обязательствам вследствие причинения вреда жизни или здоровью гражданина» (далее – ПП ВС РФ №1) конкретизирует, что источником повышенной опасности следует признать любую деятельность, осуществление которой создает повышенную вероятность причинения вреда из-за невозможности полного контроля за ней со стороны человека, а также деятельность по использованию, транспортировке, хранению предметов, веществ и других объектов производственного, хозяйственного или иного назначения, обладающих такими же свойствами. Учитывая тот факт, что осуществление деятельности, которая может нанести вред здоровью всегда связана с негативным воздействием на окружающую среду (осуществление выбросов, размещение отходов и т.п.), можно сделать вывод, что она всегда относится к деятельности с источником повышенной опасности (аварийные выбросы в атмосферы, сбросы в водные объекты, аварии при осуществлении деятельности по обращению с отходами) [4].

Пунктом 18 ПП ВС РФ №1 также установлено, что вред считается причиненным источником повышенной опасности, если он явился результатом его действия или проявления его вредоносных свойств. Вредоносные свойства негативного воздействия деятельности предприятий заключаются в наличии загрязняющих веществ в выбросах в атмосферу, в сбросах в водные объекты, а также компонентном составе опасных отходов.

Следовательно, в делах о возмещении вреда,

Таблица 1. Нормативные требования гражданского законодательства в части возмещения ущерба от экологических правонарушений.

Table 1. Regulatory requirements of civil legislation regarding compensation for damage from environmental violations.

№	Наименование статьи ГК РФ	Краткое содержание статьи ГК РФ	Особенности
1	2	3	4
1	Статья 12. Способы защиты гражданских прав	Защита гражданских прав осуществляется путем: - возмещения убытков, - взыскания неустойки, - компенсации морального вреда.	По смыслу статьи, при причинении вреда здоровью, вследствие неблагоприятного состояния окружающей среды, вызванного негативным воздействием (загрязнением воздуха, почвы и т.д) потерпевший может использовать несколько способов защиты.
2	Статья 15. Возмещение убытков	Лицо, право которого нарушено, может требовать полного возмещения причиненных ему убытков	Возмещение убытков может являться одним из способов защиты имущественных прав и могут выражаться во возмещении расходов на лечение, утраченный заработок)
3	Статья 16. Возмещение убытков, причиненных государственными органами и органами местного самоуправления	Убытки, причиненные гражданину или юридическому лицу в результате незаконных действий (бездействия) государственных органов подлежат возмещению РФ, соответствующим субъектом РФ или муниципальным образованием	Является самым сложным в части доказывания в суде. Может проявляться, например, в случае не принятия мер надзорным органом исполнительной власти по приостановке деятельности завода, нарушающего нормативы допустимых выбросов, послуживших развитием хронических заболеваний.
4	Статья 151. Компенсация морального вреда	Если гражданину причинен моральный вред суд может возложить на нарушителя обязанность денежной компенсации указанного вреда. При определении размеров компенсации морального вреда суд принимает во внимание степень вины нарушителя, а также учитывает степень физических и нравственных страданий, связанных с индивидуальными особенностями гражданина, которому причинен вред.	Имеет ключевое значение, так как вред здоровью непосредственно посягает на нематериальные блага человека – жизнь, здоровье. Моральный вред может проявляться в виде физических и нравственных страданий. Требования о компенсации морального вреда являются самостоятельными и не зависят от размера возмещения имущественного вреда.
5	Статья 1064. Общие основания ответственности за причинение вреда	Вред, причиненный личности или имуществу гражданина, а также вред, причиненный имуществу юридического лица, подлежит возмещению в полном объеме лицом, причинившим вред.	Закрепляет общие основания деликтной ответственности: наступление вреда, противоправность поведения причинителя вреда, причинно-следственная связь, а также вина причинителя вреда. Это условия требуют установления и доказывания в суде.
6	Статья 1065. Предупреждение причинения вреда	Если причиненный вред является последствием эксплуатации предприятия, сооружения либо иной производственной деятельности, которая продолжает причинять вред или угрожает новым вредом, суд вправе обязать ответчика, помимо возмещения вреда, приостановить или прекратить соответствующую деятельность.	Статья применяется как к действующим предприятиям, так и к планируемой деятельности.
7	Статья 1069. Ответственность за вред, причиненный государственными органами, органами местного самоуправления, а также их должностными лицами	Вред, причиненный гражданину или юридическому лицу в результате незаконных действий (бездействия) государственных органов подлежит возмещению.	Позволяет возложить ответственность на само государство, если вред здоровью стал следствием ненадлежащего исполнения властных полномочий гос. органов, которое может выражаться как в действии, так и бездействии.

Таблица 1. Продолжение.
Table 1. Continued.

№	Наименование статьи ГК РФ	Краткое содержание статьи ГК РФ	Особенности
1	2	3	4
8	Статья 1079. Ответственность за вред, причиненный деятельностью, создающей повышенную опасность для окружающих	Юридические лица и граждане, деятельность которых связана с повышенной опасностью для окружающих обязаны возместить вред, причиненный источником повышенной опасности, если не докажут, что вред возник вследствие непреодолимой силы или умысла потерпевшего	Статья устанавливает презумпцию вины владельца источника повышенной опасности, и, следовательно, возлагает ответственность за сам факт причинения вреда.
9	Статья 1080. Ответственность за совместно причиненный вред	Лица, совместно причинившие вред, отвечают перед потерпевшим солидарно. Лицо, неправомерно завладевшее чужим имуществом, которое в дальнейшем было повреждено или утрачено вследствие действий другого лица, действовавшего независимо от первого лица, отвечает за причиненный вред.	Потерпевший может взыскать всю сумму ущерба как со всех причинителей вместе, так и с любого из них по отдельности. Суд может распределить ответственность в долях, но только по заявлению потерпевшего и в его интересах.
10	Статья 1085. Объем и характер возмещения вреда, причиненного повреждением здоровья	При причинении гражданину увечья или ином повреждении его здоровья возмещению подлежит утраченный потерпевшим заработок (доход), который он имел либо определенно мог иметь, а также дополнительно понесенные расходы.	Потерпевший вправе выбрать более качественное платное лечение, если оно обоснованно с медицинской точки зрения, а расходы на него — разумны, что обусловлено Постановлением КС РФ № 4-П от 31.01.2025.
11	Статья 1099. Общие положения о компенсации морального вреда	Моральный вред, причиненный действиями (бездействием), нарушающими имущественные права гражданина, подлежит компенсации в случаях, предусмотренных законом. Компенсация морального вреда осуществляется независимо от подлежащего возмещению имущественного вреда	Если суд установит факт нарушения нематериальных благ (здоровье, достоинство, тайна) даже в рамках наличия имущественного конфликта, требование о компенсации морального вреда подлежит удовлетворению.

причиненного экологическим правонарушением следует всегда учитывать положения ст. 1079 ГК РФ и возмещать вред в независимости от наличия вины владельца источника повышенной опасности [4].

Реализация права на возмещение ущерба, причиненного здоровью экологическим правонарушением, в случае отказа в добровольной компенсации правонарушителем, реализуется в России только путём судебной защиты. При этом доказываю подлежит несколько юридических фактов [1]:

1. Совершение деяния, нарушающего экологическое законодательство.
2. Причинение вреда окружающей среде, выражающееся в её загрязнении.
3. Причинение вреда здоровью в связи с загрязнением компонентов окружающей среды.
4. Причинно-следственная связь между негативным воздействием правонарушителя на окружающую среду и влиянием её загрязнения на здоровье.

Зафиксировать факт противоправного деяния возможно только с участием надзорных органов исполнительной власти, которые обладают соответствующими полномочиями. Такие деяния могут выражаться в превышении норм допустимого негативного воздействия на окружающую среду, например, в связи с чрезмерными выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Установление факта правонарушения возможно только надзорными органами исполнительной власти, которые вправе привлекать к административной ответственности по главе 8

КоАП «Административные правонарушения в области охраны окружающей среды, природопользования и обращения с животными», а также к уголовной ответственности в соответствии с уголовным законодательством. Постановление о наложении мер административного или уголовного воздействия является доказательством факта совершения экологического правонарушения.

Доказательство факта причинения вреда окружающей среде является последствие противоправного деяния и выражается в превышении нормативов качества окружающей среды (ПДК, ПДУ и т.п.) в результате хозяйственной деятельности.

Факт причинения вреда здоровью требует документального подтверждения, например, в форме справки о состоянии здоровья, больничный лист, чеки о приобретении лекарств и т.п.

Наиболее сложным этапом является доказательство причинно-следственной связи между экологическим правонарушением и вредом здоровью потерпевшего. Чаще всего вред здоровью оказывается в результате негативного воздействия на атмосферный воздух. Доказательство этой связи требует подтверждения многих фактов:

После установления хозяйствующего субъекта, совершившего экологическое правонарушение, требуется доказать факт нахождения лица в месте, где произошло негативное воздействие и именно во время данного воздействия.

Необходимо доказать, что изменения в состоянии здоровья явились именно следствием того

негативного воздействия, которое осуществляло предприятие. Нужно доказать, что заболевания потерпевшего вызваны действием именно тех загрязняющих веществ и в той концентрации, которая была обнаружена в момент экологического правонарушения.

Нужно доказать не вызваны ли заболевания иными факторами, в том числе естественно-природными явлениями, либо деятельностью других предприятий, не являются ли осложнением в связи с имеющими заболеваниями потерпевшего, которые были до момента совершения экологического правонарушения.

Помимо возмещения вреда здоровью, в случае его доказательства, потерпевший вправе компенсировать и моральный вред в рамках гражданского законодательства (таблица 1).

Из судебной практики представляет интерес решение Ленинского районного суда г. Оренбурга от 31.10.2023г. по делу №2-6591/2023 Иск от гр. Гредасовой Е.А., а также решение Переволочского районного суда Оренбургской области от 29.09.2021г., апелляционное определение от 20.01.2022г. Оренбургского областного суда по делу №2а-551/2021 Иск гр. Батмановой С.А. В основу данных дел положены обстоятельства уголовных дел по ст. 251 УК РФ Загрязнение атмосферы, допущенные ответственными должностными лицами предприятий.

В деле гр. Батмановой С.А, речь идёт о виновном, умышленном нарушении технологических регламентов сотрудником Водоканала г. Оренбурга, в связи с чем, произошли выбросы сероводорода с превышением предельно допустимых концентраций (ПДК), что стало причиной отравления проживающих в непосредственной близости с очистными сооружениями граждан. В ходе уголовного дела виновный сотрудник Водоканала добровольно возместил вред гражданам, которые были признаны потерпевшими, в том числе, Гредасовой Е.А.

В последствии гражданка обратилась с иском о возмещении морального вреда, факт наличия которого у потерпевших предполагается, на что указывает п.32 ПП ВС от 26.01.2010 №1. Потерпевшему по делу о компенсации морального вреда необходимо доказать факт нарушения его личных неимущественных прав либо посягательство на принадлежащие ему нематериальные блага, а также действия ответчика, которые повлекли нарушения. Ответчик, со своей стороны, должен доказать отсутствие вины.

В каждом деле, удовлетворяя заявленные требования, суд ссылается на положения ст. 1064 и ст.1079 ГК РФ (таблица 1), в силу которых, обязанность возмещения вреда возлагается на юридическое лицо или гражданина, которые владеют

источником повышенной опасности. При определении размера компенсации морального вреда суд принимает во внимание степень вины нарушителя, требования разумности, справедливости и иные заслуживающие внимания обстоятельства. Суд также учитывает степень физических и нравственных страданий, связанных с индивидуальными особенностями лица, которому причинён вред (ст.1099, ст.1101 ГК РФ).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ правового механизма возмещения вреда здоровью, причиненного экологическим правонарушением, позволяет сделать вывод о его фрагментарности и недостаточной эффективности для достижения целей, провозглашенных статьей 42 Конституции РФ.

В ходе исследования были выявлены ключевые проблемы. Во-первых, существующая терминологическая неопределенность. Действующее законодательство не содержит легальных определений понятий «экологическое правонарушение» применительно к деликтным обязательствам перед гражданином, а также понятия «вред здоровью от воздействия окружающей среды».

Во-вторых, существует сложность процессуального доказывания вреда здоровью в суде. Наиболее труднопреодолимым барьером для истца остается доказывание прямой причинно-следственной связи между выбросами конкретного предприятия и возникновением специфического заболевания. Учитывая латентный и накопительный характер многих экологически обусловленных заболеваний, стандартный гражданско-процессуальный стандарт доказывания зачастую становится невыполнимым без создания специальных экспертных методик и распределения бремени доказывания в пользу более слабой стороны — гражданина.

В качестве предложений для совершенствования законодательства следует рассмотреть законодательное закрепление понятия «вред здоровью, причиненный негативным воздействием окружающей среды» непосредственно в Федеральном законе «Об охране окружающей среды». Также необходимо предусмотреть разработку методических рекомендаций по проведению судебно-медицинских экспертиз, направленных на выявление корреляции между состоянием здоровья населения и качеством окружающей среды на конкретной территории.

Таким образом, эффективная реализация конституционного права на возмещение ущерба здоровью требует не только модернизации нормативной базы, но и переориентации правоприменительной практики в сторону приоритета защиты жизни и здоровья человека

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Анисимов А.П., Каюшникова Ю.Е. Возмещение вреда, причиненного здоровью человека экологическим правонарушением. Правовая парадигма. 2017;16(2):36-44 DOI: <https://doi.org/10.15688/lc.jvolsu.2017.2.4>
2. Порядок применения результатов медико-биологических исследований для доказательства причинения вреда здоровью населения негативным воздействием химических факторов среды обитания: Методические указания.— М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2014. 66 с.
3. Постановление Конституционного Суда РФ от 14.05.2009 № 8-П «По делу о проверке конституцион-

ности положения подпункта "б" пункта 4 Постановления Правительства Российской Федерации «Об утверждении Порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия» в связи с запросом Верховного суда Республики Татарстан» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_87974/ (дата обращения 28.04.2026).

4. Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 26.01.2010 № 1 «О применении судами гражданского законодательства, регулирующего отношения по обязательствам вследствие причинения вреда жизни или здоровью гражданина» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_96790/ (дата обращения 28.04.2026).

5. Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 18.10.2012 № 21 (ред. от 15.12.2022) «О применении судами законодательства об ответственности за нарушения в области охраны окружающей среды и природопользования» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_136950/ (дата обращения 28.04.2026).

6. Приказ Минздрава России от 08.04.2025 №172н (ред. от 19.08.2025) "Об утверждении Порядка определения степени тяжести вреда, причиненного здоровью человека" (Зарегистрировано в Минюсте России 02.06.2025 № 82483). [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_506943/0816d211122716b108fe9831d911ca1a10fc7f04/ (дата обращения 18.03.2026).

7. Методические указания по оценке и возмещению вреда, нанесенного окружающей природной среде в результате экологических правонарушений (утв. Председателем Государственного комитета РФ по охране окружающей среды В.И.Данилов-Данильян) от 6 сентября 1999 года. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/901753162> (дата обращения 01.04.2026).

REFERENCES

1. Anisimov A.P., Kayushnikova Yu.E. Compensation for harm caused to human health by an environmental violation. Legal paradigm. 2017;16(2):36-44. (in Russ) DOI: 10.15688/lc.jvolsu. 2017.2.4

2. The procedure for applying the results of medical and biological studies to prove harm to public health caused by the negative impact of chemical factors in the environment: Methodological instructions. - Moscow: Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Rospotrebnadzor, 2014. 66 p. (in Russ)

3. Resolution of the Constitutional Court of the Russian Federation of 14.05.2009 N 8-П "On the case of verifying the constitutionality of the provision of subparagraph "b" of paragraph 4 of the Resolution of the Government of the Russian Federation "On approval of the Procedure for determining the fee and its maximum amounts for environmental pollution, waste disposal, and other types of harmful impact" in connection with the request of the Supreme Court of the Republic of Tatarstan" (in Russ) [Electronic resource]. Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_87974/ (date of access 28.04.2026).

4. Resolution of the Plenum of the Supreme Court of the Russian Federation of 26.01.2010 № 1 "On the application by courts of civil legislation regulating relations under obligations resulting from harm to the life or health of a citizen" (in Russ) [Electronic resource]. Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_96790/ (date of access 28.04.2026).

5. Resolution of the Plenum of the Supreme Court of the Russian Federation of 18.10.2012 № 21 (as amended on 15.12.2022) "On the application by the courts of legislation on liability for violations in the field of environmental protection and nature management" (in Russ) [Electronic resource]. Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_136950/ (date of access 28.04.2026).

6. Order of the Ministry of Health of Russia dated 08.04.2025 № 172n (as amended on 19.08.2025) On approval of the Procedure for determining the severity of harm caused to human health" (Registered in the Ministry of Justice of Russia on 02.06.2025 No. 82483). (in Russ) [Electronic resource]. Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_506943/0816d211122716b108fe9831d911ca1a10fc7f04/ (date of access 18.03.2026).

7. Methodological guidelines for the assessment and compensation of damage caused to the environment as a result of environmental violations (approved by the Chairman of the State Committee of the Russian Federation for Environmental Protection V.I. Danilov-Danilyan) dated September 6, 1999. (in Russ) [Electronic resource]. Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/901753162> (date of access 01.04.2026).

Поступила в редакцию / Received: 15.04.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 29.04.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

АДМИНИСТРАТИВНО-ПРАВОВЫЕ КОЛЛИЗИИ В СИСТЕМЕ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОРГАНОВ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ВЛАСТИ: ПРОБЛЕМЫ РАЗГРАНИЧЕНИЯ ПОЛНОМОЧИЙ РОСПОТРЕБНАДЗОРА И РОССЕЛЬХОЗНАДЗОРА ПРИ ОБРАЩЕНИИ ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОВОДСТВА

Федор Гелиевич Шухов^{1✉}

¹Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Российская Федерация
¹канд. юрид. наук, доц., fedor.ru@bk.ru, orcid.org/0009-0007-6234-9266

РЕФЕРАТ

Настоящая работа посвящена анализу административно-правовых коллизий, обусловленных разграничением компетенции Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор) и Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор) в сфере обращения продукции животноводства. Посредством сопоставительного изучения нормативных положений о службах, соответствующих статей КоАП РФ и технических регламентов ЕАЭС установлены участки пересечения контрольно-надзорных функций. Отдельное внимание акцентировано на недостаточности результативного межведомственного информационного взаимодействия и ее влиянию на административную нагрузку на бизнес. Анализируются ключевые судебные прецеденты, включая дело, рассмотренное Верховным Судом РФ, демонстрирующие конфликт компетенций. В заключении обосновывается необходимость законодательного закрепления момента перехода продукта из-под юрисдикции ветеринарного надзора под санитарно-эпидемиологический контроль и внедрения принципа «единого окна» для подконтрольных субъектов.

Ключевые слова: Роспотребнадзор, Россельхознадзор, разграничение полномочий, административно-правовые коллизии, государственный контроль (надзор), продукция животноводства, продовольственная безопасность, технические регламенты Таможенного союза, межведомственное взаимодействие.

Для цитирования: Шухов Ф.Г. Административно-правовые коллизии в системе федеральных органов исполнительной власти: проблемы разграничения полномочий Роспотребнадзора и Россельхознадзора при обращении продукции животноводства. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:25-29. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.25>

ADMINISTRATIVE AND LEGAL CONFLICTS IN THE SYSTEM OF FEDERAL EXECUTIVE AUTHORITIES: PROBLEMS OF POWERS DIFFERENTIATION OF RSPOTREBNADZOR AND ROSSELKHOZNADZOR IN THE HANDLING OF LIVESTOCK PRODUCTS

Fedor G. Shukhov^{1✉}

¹Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Russian Federation
¹Candidate of Law Science, Assoc. Prof., email: fedor.ru@bk.ru, orcid.org/0009-0007-6234-9266

ABSTRACT

This article examines the problem of administrative and legal conflicts arising from the delineation of powers between two federal executive authorities of the Russian Federation: the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare (Rospotrebnadzor) and the Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Surveillance (Rosselkhoz nadzor). Both agencies are responsible for ensuring food safety, yet their competencies overlap in the sphere of livestock product circulation, creating legal uncertainty and increasing the administrative burden on businesses.

The study is based on a comparative analysis of the provisions governing these services, the norms of the Code of Administrative Offenses of the Russian Federation, and the technical regulations of the Eurasian Economic Union (EAEU). The author identifies zones of duplication of control functions, particularly in the enforcement of technical regulations on food safety (TR CU 021/2011, TR CU 033/2013, TR CU 034/2013, TR EAEU 040/2016). Special attention is paid to the lack of effective interdepartmental information exchange, which exacerbates the problem: Rospotrebnadzor does not have access to the full chain of raw material origin, while Rosselkhoz nadzor lacks data on sanitary compliance.

Key judicial precedents are analyzed, including a case examined by the Appellate Panel of the Supreme Court of the Russian Federation (Case No. APL23-115), which demonstrates an open conflict of competencies, as well as other cases reflecting the simultaneous involvement of both agencies in disputes over the quality of livestock products.

The author concludes that the root cause of the conflict lies in the absence of a legislative norm fixing the moment when a product passes from veterinary supervision to sanitary-epidemiological control. The proposed solution involves consolidating the "single window" principle for controlled entities and establishing mandatory interdepartmental information exchange.

Key words: Rospotrebnadzor, Rosselkhoz nadzor, delimitation of powers, administrative and legal

conflicts, state control (supervision), livestock products, food safety, technical regulations of the Customs Union, interdepartmental interaction.

For citation: Shukhov F.G. Administrative and legal conflicts in the system of federal executive authorities: problems of powers differentiation of Rospotrebnadzor and Rosselkhoznadzor in the handling of livestock products. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:25-29. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.25>

ВВЕДЕНИЕ

В 2020 году в России утверждена обновленная Доктрина продовольственной безопасности [10], одной из целей которой является обеспечение граждан продукцией, соответствующей обязательным требованиям, при этом приоритет отдан самообеспечению пищевой продукцией. Обеспечение продовольственной безопасности выступает обязательной составляющей национальной безопасности и оказывает прямое воздействие на состояние здоровья и уровень благосостояния населения. В числе национальных приоритетов в данной области — повышение эффективности технического регулирования, санитарно-эпидемиологического, ветеринарного и фитосанитарного контроля (надзора), контроля в области обеспечения безопасности пищевой продукции для здоровья человека.

Органами исполнительной власти, отвечающими за реализацию этой цели, являются Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор) и Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Методологическую основу работы составляют формально-юридический, сравнительно-правовой и институциональный подходы. В качестве нормативной основы выступили: Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации, положения (уставы) о Роспотребнадзоре и Россельхознадзоре, Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях, а также технические регламенты Таможенного союза и ЕАЭС (ТР ТС 021/2011, 033/2013, 034/2013, ТР ЕАЭС 040/2016). Эмпирический материал представлен судебными актами (в частности, определением Апелляционной коллегии Верховного Суда РФ № АПЛ23-115) и сведениями, размещенными на официальных интернет-ресурсах обоих ведомств. Сравнительно-правовой метод позволил выявить зоны дублирования полномочий, формально-юридический — установить пробелы и коллизии в нормативных актах, анализ судебной практики — определить правовые позиции судов по вопросам разграничения компетенции.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Рассмотрим полномочия этих органов. Ключевые направления деятельности Роспотребнадзора определены в утвержденном Правительством РФ Положении [3]. Среди них: федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор; санитарно-карантинные мероприятия в пунктах пропуска через госграницу; контроль за соблюдением требований к качеству и безопасности пищевых продуктов, а также за организацией питания населения. Кроме того, ведомство уполномочено на создание и сопровождение информационной

системы сведений санитарно-эпидемиологического характера и осуществляет надзор за отдельными категориями продукции, впервые ввозимой на территорию РФ, включая пищевые продукты. Компетенция Россельхознадзора, закрепленная в соответствующем Положении [4], охватывает государственный надзор за качеством и безопасностью пищевых продуктов (в пределах установленной сферы ведения), а также выдачу разрешений на ввоз, вывоз и транзит по территории России животных, продукции животного происхождения, ветеринарных лекарственных средств, кормов и кормовых добавок. Указанные разрешительные полномочия включают возможность введения и отмены ограничительных мер.

Деятельность этих органов призвана обеспечивать полноценный государственный надзор в т.ч. продукции животного происхождения в целях обеспечения продовольственной безопасности. По содержанию положений о службах становится понятно, что Роспотребнадзор осуществляет контроль и надзор за соблюдением санитарно-эпидемиологических правил при обращении готовой к продаже, т.е. прошедшей обработку продукции животноводства, а Россельхознадзор — за соблюдением ветеринарных требований при заготовке и хранении необработанной продукции животноводства. Однако грань между этими процессами видится очень тонкой, и существуют определенные проблемы взаимодействия служб и сложности в разграничении полномочий, что влияет и на эффективность надзора, и на условия ведения бизнеса. Федеральный закон № 248-ФЗ в числе базовых начал государственного контроля называет стимулирование правомерного поведения подконтрольных субъектов и пропорциональность государственного вмешательства — меры воздействия должны применяться лишь теми органами, чьи действия объективно необходимы для обеспечения соблюдения обязательных требований.

В целом можно утверждать, что законодателем, при создании служб с близкими полномочиями в одной сфере (безопасность пищевой продукции), был заложен принцип преемственности: Россельхознадзор отвечает за цепочку перехода от животного к сырью животного происхождения, Роспотребнадзор — за готовую продукцию и ее реализацию потребителю, однако точки перехода от одного состояния в другое остаются вне зоны компетенций ведомств.

Сопоставление подведомственности дел об административных правонарушениях показывает, что оба ведомства уполномочены рассматривать дела по следующим категориям: нарушение требований к обращению с побочными продуктами животноводства (ст. 10.8.1 КоАП РФ); несоблюдение технических регламентов (ч. 1 и 2 ст. 14.43 КоАП РФ); недостоверное декларирование соответствия продукции (ст. 14.44); нарушение

порядка реализации продукции, подлежащей обязательному подтверждению соответствия (ст. 14.45); нарушение правил маркировки (ст. 14.46); неприятие изготовителем (продавцом) мер по предотвращению вреда при обращении продукции, не отвечающей требованиям технических регламентов (ст. 14.46.2).

Пищевые продукты, обращающиеся на рынке государств-членов Евразийского экономического союза (ЕАЭС), должны соответствовать требованиям технических регламентов о безопасности пищевой продукции [5], о безопасности мяса и мясной продукции (ТР ТС 034/2013) [7], о безопасности молока и молочной продукции (ТР ТС 033/2013) [6], о безопасности рыбы и рыбной продукции (ТР ЕАЭС 040/2016) [9]. Продукты животноводства обозначены в Едином перечне товаров, подлежащих ветеринарному контролю (надзору), утвержденный решением Комиссии Таможенного союза [6].

Государства осуществляют контроль над выполнением этих нормативных предписаний в соответствии со своим законодательством, однако, в отличие от внутригосударственного правового регулирования, наднациональное право ЕАЭС не проводит отчетливого разграничения между санитарно-эпидемиологическими и ветеринарными процедурами. Указанное обстоятельство создает предпосылки для различного толкования обязательств в рамках Таможенного союза, а также осуществления контроля за одними и теми же правилами. Более того, об объединении функций служб шла речь и в публичном пространстве, что, однако, не может быть реализовано и по их целям, и по их подчиненности: Роспотребнадзор находится в непосредственном подчинении Правительства Российской Федерации, тогда как Россельхознадзор подведомствен Министерству сельского хозяйства.

Кроме того, в публичное поле было вынесено и отсутствие информационного обмена между ведомствами. Так, в 2018 году Россельхознадзор обратил внимание на необходимость информационного обмена и предпринятые в установлении такого взаимодействия шаги, которые остались без ответа со стороны Роспотребнадзора. Обеспечение двустороннего доступа к ведомственным базам данных способствовало бы росту эффективности контрольной деятельности, исключению дублирующих проверок в отношении хозяйствующих субъектов, сокращению судебных расходов и, что наиболее существенно, укреплению продовольственной безопасности страны [2].

Однако эта сложность не была преодолена и в 2025 году, выяснилось, что несмотря на то, что сотрудникам Роспотребнадзора был предоставлен доступ в информационные системы Россельхознадзора, системы не использовались в работе, и в целом взаимодействие между ведомствами нарушено. Нормативное регулирование не устанавливает четкой границы между категориями «небезопасный» и «опасный» продукт, что создает разрыв в последовательности контрольных мероприятий [1].

Кроме того, отказ от взаимного использования информационных систем лишает органы важной информации – Роспотребнадзор не видит цепочки происхождения и поставки сырья, а Рос-

сельхознадзор – не имеет доступа к информации о соблюдении санитарных норм.

Таким образом, с одной стороны, имеет место избыточность (дублирование) компетенций, с другой – наблюдается ослабление ответственности и возникновение возможности уклоняться от решения отдельных управленческих задач под предлогом несовершенства правовых норм.

В тоже время можно утверждать, что у Роспотребнадзора полномочия более высокого уровня. Так, в соответствии с Постановлением Правительства РФ № 883, оба ведомства обязаны обеспечить мониторинг качества и безопасности пищевых продуктов. При этом именно на Роспотребнадзор возложена разработка методических рекомендаций по проведению указанного мониторинга и общая координация этой деятельности.

Показательным является прецедент, рассмотренный Апелляционной коллегией Верховного Суда РФ (дело № АПЛ23-115). Заявителем по делу выступало ООО «Азовчане», чью позицию в суде поддержал Роспотребнадзор. Вопреки доводам последнего, Верховный Суд подтвердил правомерность осуществления Россельхознадзором ветеринарного контроля в отношении готовой пищевой продукции животного происхождения. Данное дело наглядно иллюстрирует попытку одного ведомства расширить сферу своей компетенции за счет полномочий другого. В тоже время очевидно, что актуальная система порождает конфликт между ведомствами.

В другом деле в качестве третьи лиц участвовали и представители Роспотребнадзора, и Россельхознадзора. Еще одним подтверждением пересечения компетенций служит арбитражное дело № А41-88888/22, в рамках которого к участию в качестве третьих лиц привлекались одновременно и представители Роспотребнадзора, и представители Россельхознадзора. Предметом спора выступала поставка мясной и колбасной продукции, что свидетельствует о вовлеченности обоих ведомств в надзор за качеством и безопасностью мясных изделий на различных стадиях технологического цикла.

Относительно более определенное разграничение функций наблюдается в сфере санитарно-эпидемиологического надзора. Как следует из судебного решения по делу № 2-639/2023, вопросы установления санитарно-защитных зон на предприятиях пищевой промышленности относятся к исключительной компетенции Роспотребнадзора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенный анализ нормативных правовых актов, регламентирующих деятельность Роспотребнадзора и Россельхознадзора, а также соответствующих норм КоАП РФ, свидетельствует о существовании дублирующих компетенций, особенно в сфере контроля за соблюдением технических регламентов Таможенного союза на пищевую продукцию. Наднациональное право ЕАЭС не содержит отчетливой дифференциации санитарных и ветеринарных требований применительно к стадии оборота готовой пищевой продукции, что делегирует этот конфликт на национальный уровень. Первоис-

точником выявленной коллизии выступает отсутствие в российском законодательстве императивного предписания, определяющего точку перехода продукции из сферы ветеринарного надзора в сферу санитарно-эпидемиологического контроля.

Дополнительным фактором, обостряющим ситуацию, выступает неэффективность межведомственного информационного взаимодействия. Заявляемое на официальном уровне взаимодействие на практике сталкивается с разобщенностью ведомственных информационных ресурсов. Это напрямую нарушает принципы реформы контрольно-надзорной деятельности, что формирует для предпринимательского сообщества режим двойного контроля и увеличивает транзакционные издержки, связанные с прохождением обязательных административных процедур.

Судебная практика подтверждает наличие конфликта компетенций. Беспрецедентный ха-

рактер носит дело № АПЛ23-115, где Роспотребнадзор выступил на стороне заявителя, фактически противодействуя Россельхознадзору в судебном заседании, отстаивая расширительное толкование собственных полномочий. Одновременное привлечение обоих ведомств к участию в хозяйственных спорах о качестве продукции животного происхождения подчеркивает неопределенность их статуса в надзорном процессе на разных этапах товарооборота.

Для разрешения обозначенных коллизий недостаточно простой активизации межведомственного взаимодействия. Необходимым представляется нормативное закрепление принципа «единого окна» для подконтрольных субъектов на стадии оборота готовой продукции, а также создание полноценной системы взаимного информационного обмена, обеспеченной юридическими механизмами реализации.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кто ответит? Подделка продуктов обернулись скандалом для контролеров [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://aif.ru/money/market/kto-otvetit-poddelka-produktov-obernulis-skandalom-dlya-kontrolerov?ysclid=mlt5rhq658471248625> (дата обращения: 20.03.2026)
2. О необходимости информационного обмена между Роспотребнадзором и Россельхознадзором [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://fsvps.gov.ru/news/o-neobhodimosti-informacionnogo-obmena-mezhdu-rosпотреbnadzorom-i-rosselkhznadzorom/?ysclid=mlt5qtj7g2693719914> (дата обращения: 20.03.2026)
3. Постановление Правительства РФ от 30.06.2004 N 322 (ред. от 02.04.2025) «Об утверждении Положения о Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека» // СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_48298/ (дата обращения: 20.03.2026)
4. Постановление Правительства РФ от 30.06.2004 N 327 (ред. от 31.07.2025) «Об утверждении Положения о Федеральной службе по ветеринарному и фитосанитарному надзору» // СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_48372/ (дата обращения: 20.03.2026)
5. Решение Комиссия Таможенного Союза от 09.12.2011 N 880 «О принятии технического регламента Таможенного союза "О безопасности пищевой продукции"» // СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_124768/ (дата обращения: 20.03.2026)
6. Решение Комиссия Таможенного Союза от 18.06.2010 г. N 317 «О применении ветеринарно-санитарных мер в Евразийском экономическом союзе» // СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_102177/ (дата обращения: 20.03.2026)
7. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 09.10.2013 N 68 «О техническом регламенте Таможенного союза "О безопасности мяса и мясной продукции"» // СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_153234/ (дата обращения: 20.03.2026)
8. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 09.10.2013 N 67 «О техническом регламенте Таможенного союза "О безопасности молока и молочной продукции"» // СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_153289/ (дата обращения: 20.03.2026)
9. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 18.10.2016 N 162 «О техническом регламенте Таможенного союза "О безопасности рыбы и рыбной продукции"» // СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_214329/ (дата обращения: 20.03.2026)
10. Указ Президента РФ от 21 января 2020 г. N 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» // СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_343386/ (дата обращения: 20.03.2026)

REFERENCES

1. Who will answer? Counterfeit products turn into a scandal for inspectors [Electronic resource] (in Russ) Access mode: <https://aif.ru/money/market/kto-otvetit-poddelka-produktov-obernulis-skandalom-dlya-kontrolerov?ysclid=mlt5rhq658471248625> (date of access: 20.03.2026)
2. On the need for information exchange between Rospotrebnadzor and Rosselkhoz nadzor [Electronic resource] (in Russ) Access mode: <https://fsvps.gov.ru/news/o-neobhodimosti-informacionnogo-obmena-mezhdu-rosпотреbnadzorom-i-rosselkhznadzorom/?ysclid=mlt5qtj7g2693719914> (date of access: 20.03.2026)

3. Resolution of the Government of the Russian Federation of 30.06.2004 N 322 (as amended on 02.04.2025) "On Approval of the Regulation on the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing" // SPS "ConsultantPlus" [Electronic resource] (in Russ) Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_48298/ (accessed on 20.03.2026)
4. RF Government Resolution of 30.06.2004 N 327 (as amended on 31.07.2025) "On Approval of the Regulation on the Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Surveillance" // SPS "ConsultantPlus" [Electronic resource] (in Russ) Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_48372/ (accessed on 20.03.2026)
5. Decision of the Customs Union Commission of 09.12.2011 No. 880 "On the adoption of the technical regulations of the Customs Union "On food safety"" // SPS "ConsultantPlus" [Electronic resource] (in Russ) Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_124768/ (date of access: 20.03.2026)
6. Decision of the Customs Union Commission of 18.06.2010 No. 317 "On the application of veterinary and sanitary measures in the Eurasian Economic Union" // SPS "ConsultantPlus" [Electronic resource] (in Russ) Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_102177/ (date of access: 20.03.2026)
7. Decision of the Council of the Eurasian Economic Commission of 09.10.2013 N 68 "On the Technical Regulations of the Customs Union "On the Safety of Meat and Meat Products" // SPS "ConsultantPlus" [Electronic resource] (in Russ) Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_153234/ (date of access: 20.03.2026)
8. Decision of the Council of the Eurasian Economic Commission dated 09.10.2013 N 67 "On the Technical Regulations of the Customs Union "On the Safety of Milk and Dairy Products" // SPS "ConsultantPlus" [Electronic resource] (in Russ) Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_153289/ (date of access: 20.03.2026)
9. Decision of the Council of the Eurasian Economic Commission dated 18.10.2016 N 162 "On the Technical Customs Union Regulation "On the Safety of Fish and Fish Products" // SPS "ConsultantPlus" [Electronic resource] (in Russ) Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_214329/ (date of access: 20.03.2026)
10. Decree of the President of the Russian Federation of January 21, 2020 No. 20 "On Approval of the Doctrine of Food Security of the Russian Federation" // SPS "ConsultantPlus" [Electronic resource] (in Russ) Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_343386/ (date of access: 20.03.2026)

Поступила в редакцию / Received: 07.04.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 22.06.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

К ВОПРОСУ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОГРАНИЧНОГО ОРГАНА ПО ПОДДЕРЖАНИЮ ЭПИЗООТИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ НА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГРАНИЦЕ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ С ТУРЕЦКОЙ РЕСПУБЛИКОЙ И ИСЛАМСКОЙ РЕСПУБЛИКОЙ ИРАН

Роман Викторович Слободяник^{1✉}, Дмитрий Андреевич Орехов², Юрий Александрович Дубков³,
Николай Никодимович Скриголовский⁴

^{1,2}Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Российская Федерация

^{3,4}Войсковая часть 55056, Российская Федерация

¹канд. ветеринар. наук, e-mail: slobroman79@mail.ru, orcid.org/0000-0001-6656-8027

²канд. ветеринар. наук, доц., заведующий, кафедра организации, экономики и управления ветеринарным делом,
orcid.org/0000-0002-7858-1947

³канд. ветеринар. наук

⁴ветеринарный врач

РЕФЕРАТ

В статье рассмотрены вопросы правового регулирования деятельности пограничного органа по поддержанию эпизоотического благополучия на государственной границе Республики Армения с Турецкой Республикой и Исламской Республикой Иран. Цель исследования состояла в комплексном анализе нормативно-правовых основ ветеринарно-санитарного обеспечения, осуществляемого Пограничным управлением ФСБ России в Республике Армения. В работе использован метод документального анализа международных договоров, законодательства Российской Федерации и Республики Армения, а также ведомственных нормативных правовых актов, регламентирующих деятельность органов безопасности в сфере ветеринарно-санитарного обеспечения. Установлено, что поддержание эпизоотического благополучия на рассматриваемых участках государственной границы осуществляется на стыке национального законодательства Республики Армения, ветеринарного законодательства Российской Федерации и положений международных соглашений. Показано, что правовые подходы двух государств в части предупреждения заноса и распространения заразных болезней животных имеют существенное сходство, однако специальные нормы, непосредственно определяющие порядок действий пограничного органа в приграничной зоне, требуют дополнительной детализации. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости дальнейшего совершенствования ведомственного нормативно-правового регулирования ветеринарно-санитарного обеспечения пограничной деятельности.

Ключевые слова: эпизоотическое благополучие, государственная граница, ветеринарно-санитарное обеспечение, пограничный орган, правовое регулирование, Республика Армения, Федеральная служба безопасности, заразные болезни животных.

Для цитирования: Слободяник Р.В., Орехов Д.А., Дубков Ю.А., Скриголовский Н.Н. К вопросу правового регулирования деятельности пограничного органа по поддержанию эпизоотического благополучия на государственной границе Республики Армения с Турецкой Республикой и Исламской Республикой Иран. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:30-35. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.30>

ON THE LEGAL REGULATION OF THE ACTIVITIES OF A BORDER AUTHORITY IN MAINTAINING EPIZOOTIC WELFARE AT THE STATE BORDER OF THE REPUBLIC OF ARMENIA WITH THE REPUBLIC OF TÜRKIYE AND THE ISLAMIC REPUBLIC OF IRAN

Roman V. Slobodjanik^{1✉}, Dmitry An. Orekhov², Yuri Al. Dubkov³, Nikolay N. Skrigolovsky⁴

^{1,2}Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Russian Federation

^{3,4}Military Unit 55056, Russian Federation

¹Candidate of Veterinary Sciences, e-mail: slobroman79@mail.ru, orcid.org/0000-0001-6656-8027

²Candidate of Veterinary Sciences, Assoc. Prof., Head, Department of Organization, Economics, and Management of Veterinary Management, orcid.org/0000-0002-7858-1947

³Candidate of Veterinary Sciences

⁴Veterinarian

ABSTRACT

The article examines the issues of legal regulation of the activities of a border authority aimed at maintaining epizootic welfare at the state border of the Republic of Armenia with the Republic of Türkiye and the Islamic Republic of Iran. The purpose of the study was to conduct a comprehensive analysis of the regulatory and legal framework for veterinary and sanitary support carried out by the Border Directorate of the Federal Security Service of Russia in the Republic of Armenia. The study applied the method of documentary analysis of international treaties, the legislation of the Russian Federation and the Republic of Armenia, as well as departmental regulatory legal acts governing the activities of security agencies in the field of veterinary and sani-

tary support. It was established that the maintenance of epizootic welfare on the considered sections of the state border is carried out at the intersection of the national legislation of the Republic of Armenia, the veterinary legislation of the Russian Federation, and the provisions of international agreements. It is shown that the legal approaches of the two states to preventing the introduction and spread of contagious animal diseases are largely similar. However, the special provisions directly determining the procedure for actions of the border authority in the border area require further specification. The results obtained indicate the need for further improvement of departmental regulatory and legal regulation of veterinary and sanitary support for border activities.

Key words: epizootic welfare, state border, veterinary and sanitary support, border authority, legal regulation, Republic of Armenia, Federal Security Service, contagious animal diseases.

For citation: Slobodyanik R.V., Orekhov D.A., Dubkov Yu.A., Skrigolovsky N.N. On the legal regulation of the activities of a border authority in maintaining epizootic welfare at the state border of the Republic of Armenia with the Republic of Türkiye and the Islamic Republic of Iran. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:30-35. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.30>

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях деятельность пограничных подразделений ФСБ России не ограничивается территорией Российской Федерации и в отдельных случаях осуществляется за ее пределами. Такая практика обусловлена внешнеполитическими интересами Российской Федерации, задачами обеспечения национальной безопасности, а также необходимостью поддержания российского присутствия в государствах, с которыми сложились соответствующие договорно-правовые отношения. В данном контексте пограничные органы выступают не только как элемент охраны государственных рубежей, но и как участники более широкой системы обеспечения безопасности, включающей военные, правовые, санитарные, ветеринарные и организационные аспекты [1].

Участие Российской Федерации в охране границ иностранных государств имеет значение для поддержания стабильности регионов Кавказа и Закавказья. В настоящее время такие функции реализуются рядом пограничных органов ФСБ России. К ним относятся Пограничное управление ФСБ России в Республике Армения, осуществляющее деятельность на участках государственной границы Республики Армения с Турецкой Республикой и Исламской Республикой Иран; Пограничное управление ФСБ России в Республике Абхазия, обеспечивающее охрану границы с Грузией и отдельных морских пространств; а также Пограничное управление ФСБ России в Республике Южная Осетия, деятельность которого связана с охраной границы с Грузией [2,3,4].

Правовое регулирование деятельности пограничных органов за пределами Российской Федерации неоднократно становилось предметом научного анализа. В опубликованных работах рассматривались вопросы источников правового регулирования, объема компетенции пограничных органов, особенностей их полномочий и направлений совершенствования деятельности по охране государственных границ иностранных государств [5,6,7]. Вместе с тем специальный аспект, связанный с организацией ветеринарно-санитарного обеспечения и поддержанием эпизоотического благополучия в приграничной зоне, остается освещенным недостаточно полно.

Особое значение данный вопрос приобретает применительно к Республике Армения, поскольку деятельность российского пограничного органа осуществляется на территории иностранного

государства и затрагивает сразу несколько уровней правового регулирования. С одной стороны, применяются положения международных договоров и законодательства Республики Армения. С другой стороны, ветеринарно-санитарная служба пограничного органа входит в систему государственной ветеринарной службы Российской Федерации и руководствуется российским ветеринарным законодательством в пределах, не противоречащих законодательству государства пребывания.

Цель исследования заключалась в изучении правового регулирования деятельности пограничного органа по поддержанию эпизоотического благополучия на государственной границе Республики Армения с Турецкой Республикой и Исламской Республикой Иран.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования выступили нормативные правовые документы, регламентирующие деятельность Пограничного управления ФСБ России в Республике Армения по поддержанию эпизоотического благополучия на армяно-турецком и армяно-иранском участках государственной границы. Предметом исследования являлись положения международных договоров, законодательных актов Российской Федерации и Республики Армения, а также ведомственных документов, определяющих содержание ветеринарно-санитарного обеспечения органов безопасности.

Основным методом исследования являлся документальный анализ. Его применение позволило сопоставить нормы различных уровней правового регулирования, определить их функциональное назначение, выявить взаимосвязь между общими положениями ветеринарного законодательства и специальными нормами, регулирующими деятельность пограничных органов. В ходе анализа учитывались не только буквальные формулировки нормативных положений, но и их практическая направленность с точки зрения предупреждения заноса и распространения заразных болезней животных.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенный анализ показал, что правовая основа деятельности Пограничного управления ФСБ России в Республике Армения по поддержанию эпизоотического благополучия имеет многоуровневый характер. Она включает международные договоры между Российской Федерацией и Республикой Армения, нормы законода-

тельства Республики Армения, положения ветеринарного законодательства Российской Федерации, а также ведомственные документы, регулирующие организацию ветеринарно-санитарного обеспечения в органах безопасности.

Ветеринарно-санитарное сопровождение деятельности органов федеральной службы безопасности Российской Федерации, размещенных на территории Республики Армения, имеет особый правовой режим. Его специфика обусловлена тем, что пограничный орган осуществляет соответствующие мероприятия с учетом требований законодательства государства пребывания. Такой порядок следует из статей 3 и 5 Договора между Российской Федерацией и Республикой Армения о статусе Пограничных войск Российской Федерации, находящихся на территории Республики Армения, и условиях их функционирования [8]. При этом нормы российского законодательства также сохраняют значение, однако применяются лишь в той мере, в какой они не противоречат правовым положениям Республики Армения.

В законодательстве Республики Армения ветеринария рассматривается как совокупность обязательных требований и практических мер, ориентированных на предупреждение возникновения и распространения заразных болезней животных, включая заболевания, представляющие опасность как для животных, так и для человека. Кроме того, данная сфера направлена на поддержание стабильного эпизоотического благополучия и обеспечение безопасности в ветеринарном отношении. В статье 3 Закона Республики Армения «О ветеринарии» определены основные понятия, используемые в указанной области, а также закреплена задача ветеринарной службы по защите территории государства от заноса заразных болезней животных из-за рубежа [9].

Близкое по содержанию понимание ветеринарии содержится и в российском правовом поле. Закон Российской Федерации от 14.05.1993 г. № 4979-1 «О ветеринарии» характеризует ветеринарию как сферу научных знаний и практической деятельности, связанную с профилактикой и лечением болезней животных, обеспечением выпуска продукции животного происхождения, безопасной в ветеринарном отношении, а также с защитой населения от болезней, общих для человека и животных [10]. Таким образом, правовые подходы Российской Федерации и Республики Армения в данной части имеют общую направленность: ветеринария выступает не только узкой сферой профессиональной деятельности, но и одним из инструментов поддержания биологической, санитарной и эпизоотической безопасности.

Одной из задач государственной ветеринарной службы Российской Федерации является охрана территории Российской Федерации от заноса заразных болезней животных из иностранных государств [10]. Данная задача имеет прямую связь с пограничной деятельностью, поскольку именно приграничные территории объективно являются первым рубежом выявления и предупреждения соответствующих угроз. При этом содержание такой деятельности выходит за рамки формально-

го контроля и предполагает постоянный учет эпизоотической обстановки, анализ рисков, взаимодействие с компетентными органами и готовность к принятию ограничительных мер.

В систему государственной ветеринарной службы Российской Федерации входят ветеринарные и ветеринарно-санитарные службы федеральных органов исполнительной власти, включая службы федеральных органов исполнительной власти в области обеспечения безопасности и подведомственные им организации [10,11]. Это означает, что ветеринарно-санитарная служба пограничного органа обладает двойственной природой: с одной стороны, она функционирует в системе органов безопасности, а с другой — реализует задачи, относящиеся к сфере государственной ветеринарной службы.

Статья 7 Закона Российской Федерации «О ветеринарии» устанавливает порядок создания ветеринарно-санитарной службы федерального органа исполнительной власти в области обеспечения безопасности, а также определяет основы формирования ее организационной структуры, осуществления деятельности и финансового обеспечения. В пункте 2 данной статьи закреплено, что на объектах, подведомственных указанному органу, деятельность осуществляется на основании утвержденного положения, не противоречащего законодательству Российской Федерации, при методическом руководстве Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

Важное значение для рассматриваемой темы имеет Наставление по организации ветеринарно-санитарного обеспечения органов федеральной службы безопасности. В данном документе ветеринарно-санитарное обеспечение рассматривается как составная часть материально-технического обеспечения органов безопасности и представляет собой комплекс мероприятий, направленных на реализацию ветеринарного законодательства Российской Федерации в системе органов безопасности [12]. Такой подход позволяет рассматривать ветеринарно-санитарное обеспечение не как вспомогательную функцию, а как организованное направление служебной деятельности, имеющее профилактическое и контрольное значение.

В соответствии с Наставлением организация и проведение мероприятий ветеринарно-санитарного обеспечения возлагаются на ветеринарно-санитарную службу соответствующего органа безопасности. Ветеринарные специалисты обязаны вести учет эпизоотической и ветеринарно-санитарной обстановки в районах дислокации и оперативно-служебной деятельности органов безопасности [12]. Данная обязанность имеет особое значение для приграничных районов, где состояние эпизоотической обстановки может изменяться под влиянием факторов, находящихся за пределами непосредственной юрисдикции Российской Федерации.

Анализ эпизоотической ситуации на приграничных территориях сопредельного государства основывается на комплексном информационно-аналитическом подходе, включающем получение, проверку и последующее обобщение данных

из нескольких источников. При формировании такой оценки учитываются сведения, поступающие от пограничных нарядов, информация, полученная в рамках взаимодействия пограничных представителей, материалы оперативных подразделений органов безопасности, а также данные пограничных контрольных ветеринарных пунктов Государственной ветеринарной службы Российской Федерации. Наряду с этим принимаются во внимание результаты ветеринарного обследования животных, самовольно перешедших на территорию Российской Федерации, а также итоги лабораторного исследования проб, отобранных от павших животных, птиц и образцов почвы в местах их выявления [12].

Отдельного внимания заслуживает правовой аспект, связанный с соотношением внутренних государственных норм и международно-договорных обязательств Российской Федерации. В Законе Российской Федерации «О ветеринарии» закреплено положение, согласно которому при наличии в международном договоре Российской Федерации иных правил по вопросам животноводства, ветеринарии, ввоза и вывоза животных, а также продукции животного происхождения применению подлежат нормы соответствующего международного договора. Указанное правило имеет особую значимость для регулирования деятельности пограничных органов, осуществляемой за пределами территории Российской Федерации, поскольку именно международные соглашения выступают правовой основой для определения объема полномочий, порядка межгосударственного взаимодействия и согласования практических мер в сфере ветеринарной безопасности.

В рассматриваемом контексте существенное значение имеет Решение Комиссии Таможенного союза от 18.06.2010 № 317 «О применении ветеринарно-санитарных мер в Таможенном союзе». В последующем данный акт был изменен Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 23.11.2015 № 93, принятым с участием Республики Армения, Республики Беларусь, Республики Казахстан, Кыргызской Республики и Российской Федерации. В пункте 17 главы 3 указанного документа определен порядок реагирования на случаи несанкционированного перехода сельскохозяйственных животных на территорию сопредельных третьих стран. В подобных ситуациях компетентные органы обязаны принять меры, направленные на возврат животных, либо реализовать иные предусмотренные меры при обязательном соблюдении установленных ветеринарных требований [13].

Закон Республики Армения «О государственной границе» также содержит положения, имеющие значение для поддержания эпизоотического благополучия. В статье 23, регулирующей порядок осуществления хозяйственной деятельности в пограничной полосе, предусмотрено, что при эпизоотии или угрозе ее возникновения в целях предотвращения распространения заразных болезней животных в пограничной полосе может быть временно ограничено или запрещено скотоводство [14]. Эта норма показывает, что законодательство

Республики Армения признает приграничную хозяйственную деятельность одним из факторов, влияющих на эпизоотическую безопасность.

Распоряжением УМТО 7 Службы ФСБ России «Об организации ветеринарно-санитарного обеспечения органов федеральной службы безопасности в 2024 году» в сфере погранпредставительской деятельности предусмотрено рассмотрение вопросов, связанных с состоянием эпизоотической обстановки на территории сопредельного государства [15]. Это подтверждает, что обмен информацией и межведомственное взаимодействие рассматриваются как необходимые элементы профилактики эпизоотических угроз в пограничной зоне.

Исторически вопросы согласования мер ветеринарного контроля на рассматриваемом направлении получили развитие еще в советский период. В целях координации действий по контролю эпизоотической обстановки и недопущению переноса заразных болезней домашних животных на сопредельную территорию в 1935 году между Правительством СССР и Шахиншахским Правительством Ирана была заключена Санитарно-Ветеринарная Конвенция [16]. В дальнейшем это направление было конкретизировано Протоколом 1967 года, предусматривавшим меры по предотвращению перехода безнадзорного скота через государственную границу [17].

Аналогичное значение имеет Ветеринарное соглашение между Правительством СССР и Правительством Турецкой Республики 1967 года. Его положения были направлены на предупреждение заноса инфекционных болезней животных на территории договаривающихся сторон, развитие научно-технического взаимодействия в сфере ветеринарии, а также содействие торговле скотом и продукцией животноводства при соблюдении ветеринарных требований. Соглашение содержит перечень острозаразных болезней животных и порядок действий при их выявлении, а также предусматривает возможность согласования перечня иных эпизоотических болезней между ветеринарными службами сторон [18].

Сопоставление правовых норм Российской Федерации и Республики Армения позволяет сделать вывод о наличии близких подходов к определению целей деятельности в области ветеринарии. В обоих государствах акцент сделан на предупреждении распространения заразных болезней животных, защите населения от зоонозов и обеспечении благополучной в эпизоотическом отношении обстановки. Однако специфика деятельности пограничного органа заключается в том, что он действует на пересечении нескольких правовых режимов: «ветеринарного», «пограничного», «международного» и «ведомственного».

К числу проблемных аспектов можно отнести недостаточную детализацию алгоритмов действий при выявлении эпизоотической угрозы в непосредственной близости от государственной границы, порядок обмена информацией с компетентными органами государства пребывания, особенности документирования ветеринарно-санитарных мероприятий, а также распределение

ответственности между участниками межведомственного взаимодействия. Наличие таких вопросов не свидетельствует об отсутствии правового регулирования, однако указывает на необходимость его дальнейшего уточнения.

Представляется целесообразным развивать ведомственное нормативно-правовое регулирование в направлении закрепления более четких процедур мониторинга эпизоотической обстановки, порядка действий при несанкционированном переходе животных, правил учета информации, полученной от пограничных нарядов и пограничных представителей, а также механизмов взаимодействия с ветеринарными органами Республики Армения. Дополнительная конкретизация указанных положений позволит повысить предсказуемость правоприменения и обеспечить единообразие действий должностных лиц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На современном этапе функции по поддержанию эпизоотического благополучия на участках государственной границы Республики Армения с Турецкой Республикой и Исламской Республикой Иран осуществляются ветеринарно-санитарной службой Пограничного управления ФСБ России в Республике Армения. Указанная служба входит в систему государственной ветеринарной службы Российской Федерации и реализует соответствующие мероприятия в пределах установленной компетенции.
2. Правовое регулирование данной деятельности имеет комплексный характер и формируется на

основе законодательства Республики Армения, ветеринарного законодательства Российской Федерации, международных договоров и ведомственных нормативных правовых актов. При этом нормы российского законодательства применяются в той части, в которой они не противоречат законодательству государства пребывания.

3. Законодательство Российской Федерации и Республики Армения в сфере ветеринарии содержит сходные подходы к предупреждению заноса и распространения заразных болезней животных, обеспечению устойчивой эпизоотической обстановки и защите населения от болезней, общих для человека и животных.

4. Международные договоры и соглашения, действующие на армяно-иранском и армяно-турецком направлениях, имеют существенное значение для согласования мер ветеринарного контроля и предупреждения трансграничного распространения заразных болезней животных.
5. Ведомственное нормативно-правовое регулирование деятельности пограничного органа по поддержанию эпизоотического благополучия требует дальнейшей детализации. Наиболее значимыми направлениями совершенствования являются закрепление алгоритмов мониторинга эпизоотической обстановки, порядка информационного обмена, действий при несанкционированном переходе животных через государственную границу и правил документирования ветеринарно-санитарных мероприятий.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кичигин Н.В. Совершенствования правового регулирования деятельности по охране государственной границы иностранных государств пограничными органами. Право в Вооруженных Силах - Военно-правовое обозрение. 2018;10:118-123.
2. Соглашение между Российской Федерацией и Республикой Абхазия о совместных усилиях в охране государственной границы Республики Абхазия. Заключено в г. Москве 30 апреля 2009 г. Бюл. междунар. договоров. 2009;10.
3. Соглашение между Российской Федерацией и Республикой Южная Осетия о совместных усилиях в охране государственной границы Республики Южная Осетия. Заключено в г. Москве 30 апреля 2009 г. Бюл. междунар. договоров. 2009;10.
4. Договор между Российской Федерацией и Республикой Армения о статусе Пограничных войск Российской Федерации, находящихся на территории Республики Армения, и условиях их функционирования. Заключен в г. Ереване 30 сентября 1992 г. Бюл. междунар. договоров. 1995;6:16.
5. Кичигин Н.В. Особенности механизма правового регулирования охраны государственных границ иностранных государств пограничными органами федеральной службы безопасности. Право в Вооруженных Силах - Военно-правовое обозрение. 2018;3:100-104.
6. Кичигин Н.В. О правовых источниках деятельности пограничных органов по охране государственных границ иностранного государств. Право в Вооруженных Силах - Военно-правовое обозрение. 2018;6:112-118.
7. Кичигин Н.В. Особенности компетенций пограничных органов и классификация их полномочий в сфере охраны государственной границы иностранных государств. Право в Вооруженных Силах - Военно-правовое обозрение. 2018;8:100-104.
8. Договор между Российской Федерацией и Республикой Армения о статусе Пограничных войск Российской Федерации, находящихся на территории Республики Армения, и условиях их функционирования. Бюл. междунар. договоров. 1995;6:16.
9. Закон Республики Армения от 21.06.2014 № ЗР-137-Н «О ветеринарии». [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.arlis.am/hy/acts/173421> (дата обращения: 20.03.2026)
10. Закон Российской Федерации от 14.05.1993 г. № 4979-1 «О ветеринарии». // СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_4438/ (дата обращения: 20.03.2026)
11. Никитин И.Н., Никитин А.И. Организация государственного ветеринарного надзора: учебник. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: Лань. 2019:460 с.
12. Наставления по организации ветеринарно-санитарного обеспечения органов федеральной службы безопасности, утвержденного приказом ФСБ России от 7 декабря 2022 г. № 591.
13. Решение Комиссии Таможенного Союза от 18.06.2010 г. N 317 «О применении ветеринарно-санитарных мер в Евразийском экономическом союзе» // СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_102177/ (дата обращения: 20.03.2026)

14. Закон Республики Армения от 20.11.2001 № ЗР-265-Н «О государственной границе». Arlis [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.arlis.am/hy/acts/65131> (дата обращения: 20.03.2026)
15. Распоряжение ФСБ России «Об организации ветеринарно-санитарного обеспечения органов федеральной службы безопасности в 2024 году» от 29 декабря 2023 № 23/2/1-16096
16. Санитарно-Ветеринарная Конвенция между Правительством СССР и Шахиншахским Правительством Ирана от 27.08.1935 г. Электронная библиотека исторических документов. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.historyrussia.org/ru/nodes/138794-sanitarno-veterinarnaya-konventsia-mezhdu-soyuzom-sovetskih-sotsialisticheskikh-respublik-i-iranom-tegeran-27-avgusta-1935-goda> (дата обращения: 20.03.2026)
17. Протокол между Правительством СССР и Шахиншахским Правительством Ирана о мерах по предотвращению перехода безнадзорного скота через государственную границу от 13.03.1967 г. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1901260/titles/7E80KH> (дата обращения: 20.03.2026)
18. Ветеринарное соглашение между Правительством СССР и Правительством Турецкой Республики от 24.02.1967 г. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1901329/titles> (дата обращения: 20.03.2026)

REFERENCES

1. Kichigin N.V. Improving the Legal Regulation of Activities to Protect the State Borders of Foreign States by Border Agencies. *Law in the Armed Forces - Military Legal Review*. 2018; 10: 118-123. (in Russ)
2. Agreement between the Russian Federation and the Republic of Abkhazia on Joint Efforts to Protect the State Border of the Republic of Abkhazia. Concluded in Moscow on April 30, 2009. *Bulletin of International Treaties*. 2009; 10. (in Russ)
3. Agreement between the Russian Federation and the Republic of South Ossetia on Joint Efforts to Protect the State Border of the Republic of South Ossetia. Concluded in Moscow on April 30, 2009. *Bulletin of International Treaties*. 2009; 10. (in Russ)
4. Treaty between the Russian Federation and the Republic of Armenia on the Status of the Border Troops of the Russian Federation Stationed on the Territory of the Republic of Armenia and the Conditions of Their Functioning. Concluded in Yerevan on September 30, 1992. *Bull. of International Treaties*. 1995; 6:16. (in Russ)
5. Kichigin N.V. Features of the mechanism of legal regulation of the protection of state borders of foreign states by border agencies of the Federal Security Service. *Law in the Armed Forces - Military Legal Review*. 2018; 3:100-104. (in Russ)
6. Kichigin N.V. On the legal sources of the activities of border agencies in protecting the state borders of foreign states. *Law in the Armed Forces - Military Legal Review*. 2018; 6:112-118. (in Russ)
7. Kichigin N.V. Features of the competencies of border agencies and the classification of their powers in the sphere of protecting the state borders of foreign states. *Law in the Armed Forces - Military Legal Review*. 2018; 8:100-104. (in Russ)
8. Treaty between the Russian Federation and the Republic of Armenia on the Status of the Border Troops of the Russian Federation Stationed on the Territory of the Republic of Armenia and the Conditions of Their Functioning. *Bulletin of International Treaties*. 1995; 6:16. (in Russ)
9. Law of the Republic of Armenia dated June 21, 2014, No. ЗР-137-Н "On Veterinary Medicine". [Electronic resource] (in Russ) Available at: <https://www.arlis.am/hy/acts/173421> (accessed: March 20, 2026)
10. Law of the Russian Federation dated May 14, 1993, No. 4979-I "On Veterinary Medicine". // SPS "ConsultantPlus" [Electronic resource] (in Russ) Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_4438/ (date accessed: March 20, 2026)
11. Nikitin I.N., Nikitin A.I. *Organization of State Veterinary Supervision: textbook*. 2nd edition, revised and expanded. St. Petersburg: Lan. 2019: 460 p. (in Russ)
12. Instructions for the organization of veterinary and sanitary support for the Federal Security Service, approved by Order of the FSB of Russia dated December 7, 2022 No. 591/DSP. (in Russ)
13. Decision of the Customs Union Commission of June 18, 2010, No. 317 "On the Application of Veterinary and Sanitary Measures in the Eurasian Economic Union" // SPS "ConsultantPlus" [Electronic resource] (in Russ) Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_102177/ (date of access: March 20, 2026)
14. Law of the Republic of Armenia of November 20, 2001, No. ЗР-265-Н "On the State Border". Arlis [Electronic resource] (in Russ) Access mode: <https://www.arlis.am/hy/acts/65131> (date accessed: March 20, 2026)
15. Order of the FSB of Russia "On the organization of veterinary and sanitary support for the Federal Security Service agencies in 2024" dated December 29, 2023, No. 23/2/1-16096 / DSP. (in Russ)
16. Sanitary and Veterinary Convention between the Government of the USSR and the Shahanshah Government of Iran dated August 27, 1935. Electronic library of historical documents. [Electronic resource] (in Russ) Access mode: <https://docs.historyrussia.org/ru/nodes/138794-sanitarno-veterinarnaya-konventsia-mezhdu-soyuzom-sovetskih-sotsialisticheskikh-respublik-i-iranom-tegeran-27-avgusta-1935-goda> (date of access: 20.03.2026)
17. Protocol between the Government of the USSR and the Shahanshah Government of Iran on measures to prevent the crossing of stray livestock across the state border, 13.03.1967. [Electronic resource] (in Russ) Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/1901260/titles/7E80KH> (date of access: 20.03.2026)
18. Veterinary agreement between the Government of the USSR and the Government of the Republic of Turkey, dated February 24, 1967 [Electronic resource] (in Russ) Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/1901329/titles> (accessed: March 20, 2026)

Поступила в редакцию / Received: 24.01.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 24.06.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

**ВЕТЕРИНАРНОЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО В СУБЪЕКТАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ**

Дмитрий Андреевич Орехов^{1✉}, Владимир Александрович Кузьмин², Диана Витальевна Заходнова³,
Руслан Хасанович Бараев⁴, Мурад Парвизович Юсуфов⁵

^{1,2,3,4,5} Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Российская Федерация
¹ канд. ветеринар. наук, доцент, заведующий, кафедра организации, экономики и управления ветеринарным делом,
e-mail: orekhov_dima@mail.ru, orcid.org/0000-0002-7858-1947

² д-р ветеринар. наук, профессор, кафедра эпизоотологии имени Урбана В.П., orcid.org/0000-0002-6689-3468

³ канд. ветеринар. наук, доц., orcid.org/0000-0003-10228115X

⁴ аспирант, ассистент, orcid.org/0009-0007-3282-4193

⁵ аспирант

РЕФЕРАТ

В статье рассмотрены региональные нормативные правовые акты, регулирующие отношения в области ветеринарии в субъектах Российской Федерации. Показано, что законодательство субъектов Российской Федерации формирует организационные, правовые, экономические и социальные основы деятельности государственной ветеринарной службы на региональном уровне, конкретизируя положения федерального законодательства с учетом территориальных, хозяйственных, природно-климатических и социально-экономических особенностей. Проведен обзор законов о ветеринарии и актов, направленных на обеспечение эпизоотического и ветеринарно-санитарного благополучия, действующих в отдельных регионах страны. Установлено, что региональное регулирование охватывает вопросы полномочий органов государственной власти, структуры ветеринарной службы, финансирования, социальной поддержки специалистов, производственной ветеринарной службы, ветеринарно-санитарного мониторинга, учета и маркирования животных, организации противоэпизоотических мероприятий и регионального государственного контроля. Отмечено, что современные изменения законодательства связаны с цифровизацией учета животных, совершенствованием контрольной деятельности и необходимостью адаптации федеральных требований к условиям конкретных субъектов Российской Федерации. Результаты исследования могут быть использованы при дальнейшем развитии правового регулирования ветеринарной деятельности на региональном уровне. Сформулированы обобщенные выводы о значении региональных актов для поддержания эпизоотического благополучия, управляемости службы, защиты населения от зоонозов и устойчивости отрасли региона.

Ключевые слова: закон, подзаконные акты, ветеринарное законодательство, ветеринарная служба.

Для цитирования: Орехов Д.А., Кузьмин В.А., Заходнова Д.В., Бараев Р.Х., Юсуфов М.П. Ветеринарное законодательство в субъектах Российской Федерации на современном этапе. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:36-45. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.36>

**VETERINARY LEGISLATION IN THE SUBJECTS OF THE RUSSIAN FEDERATION
AT THE PRESENT STAGE**

Dmitry An. Orekhov^{1✉}, Vladimir Al. Kuzmin², Diana V. Zakhodnova³, Ruslan Kh. Baraev⁴, Murad Par. Yusufov⁵
^{1,2,3,4,5} Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Russian Federation

¹ Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Department of Organization, Economics and Management of Veterinary Affairs, e-mail: orekhov_dima@mail.ru, orcid.org/0000-0003-1158-7460

² Dr. of Veterinary Sciences, Professor, V.P. Urban Department of Epizootology, orcid.org/0000-0002-6689-3468

³ Candidate of Veterinary Sciences, Assoc. Prof., orcid.org/0000-0003-10228115X

⁴ Graduate student, Assistant, orcid.org/0009-0007-3282-4193

⁵ Graduate student

ABSTRACT

The article examines regional regulatory legal acts governing relations in the field of veterinary medicine in the subjects of the Russian Federation. It is shown that the legislation of the subjects of the Russian Federation forms the organizational, legal, economic and social foundations for the activities of the state veterinary service at the regional level, specifying the provisions of federal legislation with due regard to territorial, economic, natural-climatic and socio-economic characteristics. The article reviews veterinary laws and acts aimed at ensuring epizootic and veterinary-sanitary welfare that are in force in individual regions of the country. It has been established that regional regulation covers the powers of public authorities, the structure of the veterinary service, financing, social support for specialists, production veterinary services, veterinary-sanitary monitoring, animal registration and identification, the organization of anti-epizootic measures and regional state control. It is noted that current legislative changes are related to the digitalization of animal registration, improvement of control activities and the need to adapt federal requirements to the conditions of specific subjects of the Russian Federation. The research results may be used for further development of legal regulation of veterinary activities at the regional level. General conclusions are formulated on the importance of regional acts for maintaining epizootic welfare, service manageability, protection of the population from zoonoses and sustainability of the regional sector.

Key words: law, by-laws, veterinary legislation, veterinary service.

For citation: Orekhov D.A., Kuzmin V.A., Zakhodnova D.V., Baraev R.Kh., Yusufov M.P. Veterinary Legislation in the Subjects of the Russian Federation at the Present Stage. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:36-45. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.36>

ВВЕДЕНИЕ

Ветеринарное законодательство Российской Федерации следует рассматривать как совокупность взаимосвязанных правовых норм, посредством которых регулируются вопросы охраны здоровья животных, профилактики и ликвидации заразных болезней, ветеринарной безопасности продукции животного происхождения, а также защиты населения от зоонозных болезней. Федеральные нормативные правовые акты формируют единые базовые требования в данной сфере, однако значительная часть организационных и практических мероприятий реализуется непосредственно на уровне субъектов Российской Федерации [1].

Федеративное устройство государства обуславливает необходимость региональной конкретизации общих положений ветеринарного законодательства. В связи с этим субъекты Российской Федерации принимают собственные законы и иные нормативные правовые акты, регулирующие отдельные вопросы ветеринарной деятельности. Такие документы не подменяют федеральное регулирование, а обеспечивают его применение с учетом особенностей конкретной территории: структуры агропромышленного комплекса, уровня развития животноводства, эпизоотической обстановки, природно-климатических условий, организационного построения государственной ветеринарной службы и ресурсных возможностей региона.

На современном этапе роль региональных правовых актов в области ветеринарии становится особенно значимой. Это обусловлено необходимостью поддержания эпизоотического благополучия, внедрения системы маркирования и учета животных, развития механизмов регионального государственного контроля, совершенствования материального стимулирования и социальной поддержки ветеринарных специалистов, а также повышения эффективности управления ветеринарной службой на местах. Поэтому изучение действующих нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации в области ветеринарии имеет не только теоретическое, но и прикладное значение [2, 3, 4].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве материалов исследования использованы федеральные нормативные правовые акты, регулирующие отношения в области ветеринарии, законы субъектов Российской Федерации о ветеринарии, а также региональные документы, направленные на обеспечение эпизоотического и ветеринарно-санитарного благополучия территорий.

Методологическую основу работы составили нормативно-правовой, структурный, системный и функциональный подходы. Нормативно-правовой метод применялся для изучения содержания региональных законов и выявления закрепленных в них юридических механизмов регулирования ветеринарной деятельности. Структурный метод позволил выделить основные блоки регионального законодательства: полномочия органов госу-

дарственной власти, организацию государственной ветеринарной службы, финансовое и материально-техническое обеспечение, социальные гарантии специалистов и проведение специальных ветеринарных мероприятий. Системный подход использовался для рассмотрения законодательства субъектов Российской Федерации как составной части единой системы правового регулирования ветеринарии. Функциональный метод позволил определить практическую направленность отдельных норм и оценить их значение для организации ветеринарной деятельности на региональном уровне.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ветеринарное законодательство Российской Федерации включает Закон Российской Федерации «О ветеринарии», принимаемые в соответствии с ним федеральные нормативные правовые акты, а также законы и иные нормативные правовые акты субъектов Российской Федерации. На региональном уровне закрепляются положения, определяющие порядок организации ветеринарной деятельности, полномочия органов государственной власти, структуру государственной ветеринарной службы, вопросы материального обеспечения, социальные гарантии специалистов и дополнительные меры по предупреждению болезней животных [5, 6].

Анализ регионального законодательства показывает, что большинство законов субъектов Российской Федерации имеют общую правовую основу, но различаются по степени детализации и кругу регулируемых вопросов. В одних регионах акцент сделан на полномочиях органов власти и структуре ветеринарной службы, в других дополнительно регламентируются вопросы производственной ветеринарной службы, социальной поддержки специалистов, ветеринарно-санитарного мониторинга, регионального государственного контроля, маркирования и учета животных [7].

К числу наиболее часто встречающихся направлений регионального регулирования относятся:

- ♦ уточнение полномочий законодательных и исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации в области ветеринарии;
- ♦ определение статуса, задач и организационной структуры государственной ветеринарной службы региона;
- ♦ регламентация деятельности подведомственных государственных ветеринарных учреждений;
- ♦ закрепление прав и обязанностей должностных лиц государственной ветеринарной службы;
- ♦ организация мероприятий по предупреждению и ликвидации заразных и иных болезней животных;
- ♦ финансовое и материально-техническое обеспечение ветеринарной деятельности;
- ♦ меры социальной поддержки работников государственных ветеринарных учреждений;
- ♦ регулирование деятельности производственной ветеринарной службы, создаваемой хозяйствующими субъектами;

♦ порядок регистрации специалистов, осуществляющих предпринимательскую деятельность в области ветеринарии;

♦ вопросы маркирования, учета животных и определения зоосанитарного статуса объектов;

♦ взаимодействие органов ветеринарии с органами, осуществляющими функции в сферах сельского хозяйства, охраны окружающей среды, здравоохранения, гражданской обороны, правопорядка и иных смежных направлений.

Для наглядного сопоставления рассмотренных региональных актов целесообразно представить их в обобщенном виде (таблица 1).

Представленная систематизация показывает, что региональные акты сохраняют общую связь с федеральным законодательством, однако различаются по предмету регулирования, степени детализации полномочий органов власти, закреплению социальных гарантий, наличию норм о производственной ветеринарной службе, ветеринарно-санитарном мониторинге, маркировании и учете животных.

Ниже приведен обзор действующих региональных актов, иллюстрирующий разнообразие правовых моделей регулирования ветеринарного дела в субъектах Российской Федерации [8–32].

В Республике Татарстан региональное регулирование ветеринарной сферы было проведено одним из первых в стране: Закон Республики Татарстан «О ветеринарном деле в Республике Татарстан» от 13.07.1993 № 1934-XII появился вскоре после принятия федерального Закона Российской Федерации «О ветеринарии». Его значение состоит не только в закреплении общих правил ведения ветеринарного дела, но и в создании управленческой схемы для республиканской службы. В документе установлен порядок назначения руководителя уполномоченного органа исполнительной власти в области ветеринарии, а также руководителей государственных ветеринарных объединений районов и городов. Последующие редакции закона отражают обновление федеральных требований, включая обязанности владельцев животных по маркированию и передаче сведений, необходимых для их учета [8].

В Республике Башкортостан правовая модель ветеринарного управления основана на Законе Республики Башкортостан «О ветеринарии» от 03.03.1994 № ВС-22/43. Документ определяет, что государственная ветеринарная служба региона включает уполномоченный республиканский исполнительный орган и подведомственные ему организации, а его руководитель по должности выступает Главным государственным ветеринарным инспектором Республики Башкортостан. Наряду с публичной системой ветеринарии закон допускает функционирование производственных ветеринарных служб, создаваемых сельскохозяйственными предприятиями и иными организациями за счет собственных средств. В современной редакции акцент сделан на маркировании и учете животных, а также на определении зоосанитарного статуса объектов, связанных с содержанием, выращиванием, убоем животных и обращением подконтрольных товаров [9].

Правовые основы ветеринарной деятельности в Чувашской Республике закреплены Законом Чувашской Республики «О ветеринарии» от 06.06.1997 № 7. Его содержание охватывает рас-

пределение полномочий между региональными органами власти, организацию государственной ветеринарной службы и определение ее компетенции. Кроме того, в законе раскрыты базовые требования к предупреждению и ликвидации болезней животных, обеспечению безопасности продукции животного происхождения, финансовому и материально-техническому обеспечению ветеринарных мероприятий. Отдельные положения посвящены социальной поддержке специалистов и ответственности за несоблюдение ветеринарного законодательства [10].

Региональная система ветеринарного регулирования Алтайского края сформирована на основе Закона Алтайского края «О ветеринарии» от 04.11.1998 № 59-ЗС. Данный акт конкретизирует федеральные нормы применительно к краевой системе управления и закрепляет, что в государственную ветеринарную службу входят управление ветеринарии Алтайского края и подведомственные краевые государственные учреждения. В документе подробно описаны организационная структура службы, вопросы штатной численности и деятельность государственных ветеринарных учреждений. Значительное место занимают нормы социальной направленности, включая гарантии для специалистов, работающих во вредных и (или) опасных условиях труда, а также положения об обязательном социальном страховании [11].

В Волгоградской области компетенция региональных исполнительных органов в сфере ветеринарии определяется Законом Волгоградской области «О ветеринарии» от 13.09.1999 № 308-ОД. В соответствии с ним администрация области устанавливает структуру, функции, полномочия и порядок работы уполномоченного органа исполнительной власти в области ветеринарии. При этом организационное построение данного органа не является полностью автономным: оно подлежит согласованию с федеральным органом, осуществляющим нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. Такая конструкция позволяет сочетать региональное управление с соблюдением единых федеральных требований [12].

Пензенская область представлена одним из наиболее новых нормативных актов данной группы - Законом Пензенской области от 24.04.2024 № 4235-ЗПО «О ветеринарии в Пензенской области». Закон определяет компетенцию законодательной и исполнительной власти субъекта, а также полномочия специализированного органа в области ветеринарии. В круг регулируемых вопросов включены участие в федеральных мероприятиях, профилактика и ликвидация болезней животных, защита населения от зоонозов, разработка государственных программ, организация ветеринарно-санитарной экспертизы и регистрация специалистов, ведущих предпринимательскую деятельность в области ветеринарии. Социальный блок представлен компенсацией расходов на оплату жилья и коммунальных услуг для работников государственной ветеринарной службы, проживающих и работающих в сельской местности, рабочих поселках и поселках городского типа [13].

В Смоленской области регулирование ветеринарной сферы осуществляется Законом Смоленской области «О ветеринарии в Смоленской об-

Таблица 1. Сравнительная характеристика региональных нормативных правовых актов в области ветеринарии.

Table 1. Comparative characteristics of regional regulatory legal acts in the field of veterinary medicine.

Субъект Российской Федерации	Нормативный правовой акт	Основные особенности правового регулирования
Республика Татарстан	Закон «О ветеринарном деле в Республике Татарстан» от 13.07.1993 № 1934-ХП [8]	Закрепляет единые основы организации ветеринарного дела, порядок назначения руководителей ветеринарных органов и учреждений; актуализирован в части маркирования и учета животных.
Республика Башкортостан	Закон «О ветеринарии» от 03.03.1994 № ВС-22/43 [9]	Определяет систему государственной ветеринарной службы; предусматривает производственные ветеринарные службы; дополнен положениями о маркировании, учете животных и зоосанитарном статусе объектов.
Чувашская Республика	Закон «О ветеринарии» от 06.06.1997 № 7 [10]	Регламентирует полномочия органов власти, организацию государственной ветеринарной службы, профилактику и ликвидацию болезней животных, финансирование и социальную поддержку специалистов.
Алтайский край	Закон «О ветеринарии» от 04.11.1998 № 59-ЗС [11]	Детализирует структуру государственной ветеринарной службы, штатную численность учреждений и гарантии социальной поддержки, включая компенсации за вредные и опасные условия труда.
Волгоградская область	Закон «О ветеринарии» от 13.09.1999 № 308-ОД [12]	Определяет полномочия органов исполнительной власти; организационная структура уполномоченного органа устанавливается администрацией области по согласованию с федеральным органом.
Пензенская область	Закон «О ветеринарии в Пензенской области» от 24.04.2024 № 4235-ЗПО [13]	Отражает современную модель регулирования: профилактика и ликвидация болезней, государственные программы, ветеринарно-санитарная экспертиза, регистрация специалистов и коммунальные компенсации сельским ветспециалистам.
Смоленская область	Закон «О ветеринарии в Смоленской области» от 20.12.2004 № 102-з [14]	Закрепляет полномочия региональных органов власти, организацию ветеринарной службы, финансовое и материально-техническое обеспечение, меры социальной поддержки работников.
Тюменская область	Закон «О ветеринарии в Тюменской области» от 28.12.2004 № 304 [15]	Ориентирован на предупреждение и ликвидацию болезней, безопасность кормов и продукции; предусматривает возможность создания консультационно-координирующих органов.
Республика Тыва	Закон «О ветеринарии» от 29.12.2004 № 1095 ВХ-I [16]	Устанавливает правовые, экономические, социальные, финансовые и организационные основы ветеринарного дела с учетом многообразия форм собственности.
Карачаево-Черкесская Республика	Закон «О ветеринарии в Карачаево-Черкесской Республике» от 11.02.2005 № 30-РЗ [17]	Определяет полномочия Главы республики и исполнительных органов, задачи госветслужбы; предусматривает повышение должностных окладов сельским специалистам на 25%.
Республика Ингушетия	Закон «О ветеринарии» от 23.06.2005 № 28-РЗ [18]	Регламентирует полномочия органов власти, организацию уполномоченного органа и обязанности исполнительных органов при возникновении очагов заразных болезней животных.
Курганская область	Закон «О ветеринарии в Курганской области» от 05.10.2005 № 78 [19]	Охватывает управление ветеринарией, профилактику и ликвидацию болезней, безопасность кормов и продукции, ветеринарные услуги, финансирование и социальную поддержку специалистов.
Курская область	Закон «О ветеринарии Курской области» от 29.12.2005 № 119-ЗКО [20]	Разграничивает полномочия областной Думы, Губернатора и Комитета ветеринарии; закрепляет управление учреждениями, экспертизу, регистрацию частной практики и региональный контроль.
Амурская область	Закон «О ветеринарии» от 08.02.2005 № 434-ОЗ [21]	Определяет полномочия органов государственной власти и систему ветеринарной службы; регулирует финансовое и материально-техническое обеспечение уполномоченного органа и учреждений.
Московская область	Закон «О ветеринарии Московской области» от 08.06.2006 № 87/2006-ОЗ [22]	Имеет расширенный понятийный аппарат; закрепляет ветеринарно-санитарный мониторинг, реестры объектов, аттестацию должностных лиц, регистрацию специалистов-предпринимателей.

ласти» от 20.12.2004 № 102-з. Данный акт действует в пределах компетенции субъекта Российской Федерации и закрепляет полномочия Смоленской областной Думы, Администрации области и уполномоченного исполнительного органа. Его содержание не ограничивается распределе-

нием управленческих функций: в нем также определены основы организации ветеринарной службы, источники и порядок финансового и материально-технического обеспечения, а также меры социальной поддержки работников государственных ветеринарных учреждений [14].

Таблица 1. Продолжение.
Table 1. Continued.

Субъект Российской Федерации	Нормативный правовой акт	Основные особенности правового регулирования
Магаданская область	Закон «О ветеринарии в Магаданской области» от 06.12.2006 № 776-ОЗ [23]	Закрепляет единые принципы организации ветеринарии, структуру государственной ветеринарной службы и порядок осуществления регионального ветеринарного надзора.
Нижегородская область	Закон «О ветеринарии в Нижегородской области» от 01.02.2007 № 10-3 [24]	Содержит нормы о производственном контроле качества и безопасности пищевых продуктов и возможности создания производственных ветеринарных служб за счет хозяйствующих субъектов.
Республика Саха (Якутия)	Закон «О ветеринарии» от 14.02.2007 № 428-3 № 871-III [25]	Учитывает значение традиционных отраслей животноводства; распределяет полномочия органов власти, закрепляет статус специалистов, профилактику, учет и маркирование животных.
Кировская область	Закон «О ветеринарии Кировской области» от 30.07.2009 № 404-ЗО [26]	Вводит ветеринарно-санитарный мониторинг как систему сбора, анализа и оценки информации о состоянии здоровья животных; регулирует производственную ветеринарную службу.
Забайкальский край	Закон «О ветеринарии в Забайкальском крае» от 07.12.2009 № 292-33К [27]	Устанавливает порядок обеспечения эпизоотического и ветеринарно-санитарного благополучия, полномочия органов власти и организацию государственной ветеринарной службы.
Республика Дагестан	Закон «О ветеринарии» от 11.10.2010 № 52 [28]	Разграничивает полномочия Народного Собрания, Правительства и Комитета по ветеринарии; регулирует организацию, финансирование и материально-техническое обеспечение службы.
Новосибирская область	Закон «Об обеспечении эпизоотического и ветеринарно-санитарного благополучия в Новосибирской области» от 15.06.2004 № 199-ОЗ [29]	Имеет профилактическую направленность: предупреждение и ликвидация очагов, безопасность кормов и продукции, порядок введения карантина и ограничительных мероприятий.
Город Москва	Закон «Об эпизоотическом и ветеринарно-санитарном благополучии города Москвы» от 29.06.2005 № 33 [30]	Регулирует обеспечение эпизоотического и ветеринарно-санитарного благополучия мегаполиса, полномочия Правительства Москвы и задачи государственной ветеринарной службы.
Республика Бурятия	Закон «Об обеспечении эпизоотического и ветеринарно-санитарного благополучия в Республике Бурятия» от 26.03.2005 № 1054-III [31]	Закрепляет меры обеспечения благополучия территории, полномочия органов власти и местного самоуправления, финансирование и материально-техническое обеспечение службы.
Новгородская область	Областной закон «О полномочиях Администрации области в области ветеринарии» от 01.12.2008 № 413-ОЗ [32]	Имеет узкий предмет регулирования: закрепляет полномочия Правительства области и их реализацию через уполномоченный орган исполнительной власти.

Закон Тюменской области «О ветеринарии в Тюменской области» от 28.12.2004 № 304 ориентирован на комплексное обеспечение ветеринарной безопасности региона. Он регулирует вопросы предупреждения и ликвидации очагов заразных и массовых незаразных болезней животных, защиты населения от заболеваний, общих для человека и животных, а также безопасности кормов, кормовых добавок, растительной продукции, сырья и продукции животного происхождения. Специфической чертой данного закона является возможность создания при исполнительных органах Тюменской области консультационно-координирующих органов, предназначенных для согласования действий и усиления межведомственного взаимодействия в сфере ветеринарии [15].

В Республике Тыва базовым региональным актом выступает Закон Республики Тыва «О ветеринарии» от 29.12.2004 № 1095 ВХ-I. Он закрепляет правовые, экономические, социальные, финансовые и организационные основы ветеринарного дела на территории республики. Предмет регулирования охватывает охрану здоровья животных, птиц, зверей, рыб и пчел, а также профилактику болезней, общих для животных и человека. Закон устанавливает ветеринарно-санитарные требования и основы ветеринарного контроля с учетом существования различных форм собствен-

ности, что важно для регулирования деятельности как государственных, так и негосударственных участников ветеринарных отношений [16].

В Карачаево-Черкесской Республике правовые отношения в области ветеринарии урегулированы Законом Карачаево-Черкесской Республики «О ветеринарии в Карачаево-Черкесской Республике» от 11.02.2005 № 30-РЗ. Документ определяет полномочия Главы республики, исполнительных органов власти и государственной ветеринарной службы, а также фиксирует основные задачи последней. Особое место занимает социальная поддержка работников: закон предусматривает повышение должностных окладов специалистам, работающим в сельской местности, на 25%. Такая мера направлена на укрепление кадрового потенциала ветеринарной службы в сельских территориях [17].

Для Республики Ингушетия ключевым актом является Закон Республики Ингушетия «О ветеринарии» от 23.06.2005 № 28-РЗ. Он устанавливает полномочия органов государственной власти в сфере ветеринарии, включая полномочия Главы республики, а также определяет задачи и организацию деятельности уполномоченного исполнительного органа. Отдельный блок норм связан с обязанностями исполнительных органов власти при возникновении очагов заразных бо-

лезней животных. Тем самым закон создает правовую основу для реагирования на эпизоотические угрозы и проведения необходимых противоэпизоотических мероприятий [18].

В Курганской области Закон «О ветеринарии в Курганской области» от 05.10.2005 № 78 регулирует широкий круг отношений, связанных с ветеринарной безопасностью. Он охватывает предупреждение и ликвидацию заразных и иных болезней животных, защиту населения от зоонозов, обеспечение безопасности кормов, лекарственных средств для животных, сырья и продукции животного происхождения. Помимо этого, закон определяет порядок управления ветеринарией на территории области, организацию государственной ветеринарной службы, финансирование переданных региональных полномочий, оказание ветеринарных услуг и социальную поддержку специалистов. По своему содержанию данный акт относится к комплексным региональным законам в сфере ветеринарии [19].

Закон Курской области «О ветеринарии Курской области» от 29.12.2005 № 119-ЗКО задает организационно-правовую, экономическую и социальную основу функционирования региональной системы ветеринарной деятельности. В нем проведено разграничение полномочий между Курской областной Думой, Губернатором и исполнительными органами власти. Комитет ветеринарии Курской области уполномочен разрабатывать региональные нормативные акты, управлять государственными ветеринарными учреждениями, организовывать противоэпизоотические и лечебно-профилактические мероприятия, обеспечивать проведение ветеринарно-санитарной экспертизы, регистрировать специалистов частной практики и осуществлять региональный государственный контроль в пределах установленной компетенции [20].

В Амурской области Закон «О ветеринарии» от 08.02.2005 № 434-ОЗ закрепляет полномочия органов государственной власти и уполномоченного исполнительного органа в сфере ветеринарии. Наряду с этим документ определяет систему ветеринарной службы региона и регулирует вопросы финансового и материально-технического обеспечения деятельности как самого уполномоченного органа, так и подведомственных организаций. По своей направленности данный акт преимущественно формирует административную и ресурсную основу функционирования государственной ветеринарной службы области [21].

Закон Московской области «О ветеринарии Московской области» от 08.06.2006 № 87/2006-ОЗ отличается высокой степенью детализации. Он содержит широкий перечень полномочий Губернатора, Правительства Московской области и центрального исполнительного органа государственной власти в области ветеринарии. Уполномоченный орган обеспечивает эпизоотическое и ветеринарно-санитарное благополучие, координирует деятельность государственных ветеринарных учреждений, принимает правовые акты, организует ветеринарно-санитарную экспертизу, осуществляет ветеринарно-санитарный мониторинг, ведет региональные реестры объектов, назначает руководителей учреждений, проводит аттестацию должностных лиц и регистрирует специалистов-

предпринимателей. Важным отличием закона является развернутый понятийный аппарат, включающий определения ветеринарно-санитарного благополучия, ветеринарно-санитарной экспертизы, мониторинга, ограничительных мероприятий, продукции животного и растительного происхождения и эпизоотического благополучия [22].

В Магаданской области Закон «О ветеринарии в Магаданской области» от 06.12.2006 № 776-ОЗ закрепляет единые принципы организации ветеринарной деятельности с учетом федеральных требований. Его положения ориентированы на предупреждение болезней животных, выпуск безопасных в ветеринарном отношении продуктов животноводства и защиту населения от зоонозов. Кроме того, документ определяет структуру государственной ветеринарной службы и порядок осуществления регионального ветеринарного надзора. Это позволяет рассматривать закон как акт, обеспечивающий управляемость региональной системы ветеринарной безопасности [23].

Нижегородская область регулирует соответствующую сферу посредством Закона «О ветеринарии в Нижегородской области» от 01.02.2007 № 10-3. В нем установлены полномочия регионального правительства, Законодательного Собрания и Комитета ветеринарии Нижегородской области, а также закреплены вопросы финансового и материально-технического обеспечения службы и социальной поддержки специалистов. Отдельного внимания заслуживает регулирование производственного контроля качества и безопасности пищевых продуктов. Закон возлагает на юридических лиц и индивидуальных предпринимателей обязанность организовывать такой контроль и одновременно допускает создание производственных ветеринарных служб за счет средств хозяйствующих субъектов [24].

В Республике Саха (Якутия) Закон «О ветеринарии» от 14.02.2007 № 428-3 № 871-III определяет правовые основы деятельности, направленной на охрану здоровья животных, безопасность продуктов животноводства и профилактику болезней, общих для человека и животных. В документе распределены полномочия между Главой Республики Саха (Якутия), Правительством и уполномоченным исполнительным органом. Кроме того, закреплён статус специалистов в области ветеринарии, а также нормы, связанные с профилактикой, учетом и маркированием животных. Особая значимость этих положений обусловлена спецификой традиционного животноводства региона, включая оленеводство и коневодство [25].

В Кировской области Закон «О ветеринарии Кировской области» от 30.07.2009 № 404-ЗО устанавливает правовые, организационные и экономические основы ветеринарной деятельности. Среди его характерных положений выделяется закрепление ветеринарно-санитарного мониторинга как совокупности действий по сбору, обработке, анализу и оценке информации о состоянии здоровья животных, а также подготовке предложений по предупреждению заболеваний сельскохозяйственных животных и птицы. Кроме того, закон регулирует финансовое обеспечение государственной ветеринарной службы и вопросы организации производственной ветеринарной службы [26].

В Забайкальском крае Закон «О ветеринарии

в Забайкальском крае» от 07.12.2009 № 292-ЗЗК определяет региональный порядок обеспечения эпизоотического и ветеринарно-санитарного благополучия. Документ закрепляет полномочия Правительства Забайкальского края и органа исполнительной власти в области ветеринарии, устанавливает основы организации государственной ветеринарной службы, а также регулирует финансовое и материально-техническое обеспечение государственных ветеринарных организаций. Его назначение состоит в формировании устойчивой системы управления ветеринарными процессами на территории региона [27].

В Республике Дагестан Закон «О ветеринарии» от 11.10.2010 № 52 регулирует отношения, связанные с охраной здоровья животных, безопасностью продукции животноводства и защитой населения от зоонозов. В нем разграничены полномочия Народного Собрания, Правительства Республики Дагестан и Комитета по ветеринарии. Закон также определяет организацию деятельности государственной ветеринарной службы и вопросы ее финансового и материально-технического обеспечения, формируя правовую основу для функционирования региональной системы ветеринарного управления [28].

Отдельного рассмотрения требуют региональные акты, которые формально не всегда именуются законами о ветеринарии, но непосредственно направлены на обеспечение эпизоотического и ветеринарно-санитарного благополучия. Их содержание, как правило, сосредоточено на профилактике болезней животных, порядке введения карантина и ограничительных мероприятий, а также на обеспечении безопасности подконтрольной продукции. Такие документы дополняют традиционные законы о ветеринарии и усиливают профилактическую составляющую регионального регулирования.

В Новосибирской области действует Закон «Об обеспечении эпизоотического и ветеринарно-санитарного благополучия в Новосибирской области» от 15.06.2004 № 199-ОЗ. Его нормы направлены на предупреждение и ликвидацию очагов заразных и иных болезней животных, обеспечение безопасности кормов, кормовых добавок, лекарственных средств, растительной продукции, сырья и продукции животного происхождения. Наряду с этим закон ориентирован на защиту населения и снижение экономического ущерба, связанного с распространением опасных болезней животных. Документ разграничивает полномочия Законодательного Собрания, Правительства области и регионального управления ветеринарии, а также устанавливает правовые основания для противоэпизоотических мероприятий и введения карантинных либо ограничительных мер [29].

В городе Москве соответствующие отношения регулируются Законом города Москвы «Об эпизоотическом и ветеринарно-санитарном благополучии города Москвы» от 29.06.2005. Данный акт направлен на поддержание благополучия столицы, защиту населения от зоонозов, обеспечение производства и реализации безопасной продукции животного происхождения, а также предупреждение возникновения и распространения заразных и иных болезней животных. Закон закрепляет полномочия Правительства Москвы и уполномочен-

ного органа, определяет задачи государственной ветеринарной службы и устанавливает правовые основы деятельности индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, осуществляющих деятельность в сфере ветеринарии [30].

В Республике Бурятия Закон «Об обеспечении эпизоотического и ветеринарно-санитарного благополучия в Республике Бурятия» от 15.03.2005 № 1054-III определяет меры, направленные на поддержание благополучия территории. В документе закреплены полномочия Народного Хурала, Правительства, Главы Республики и органов местного самоуправления, а также вопросы организации, финансирования и материально-технического обеспечения государственной ветеринарной службы. Такая конструкция позволяет создать правовые условия для согласованной работы различных уровней публичной власти при решении задач ветеринарной безопасности [31].

В Новгородской области действует Областной закон от 01.12.2008 № 413-ОЗ «О полномочиях Администрации области в области ветеринарии». По сравнению с комплексными законами о ветеринарии он имеет более ограниченный предмет регулирования. Основное содержание документа связано с закреплением полномочий Правительства области в данной сфере и определением их реализации через уполномоченный исполнительный орган. Такой вариант регулирования можно рассматривать как минимальную правовую модель организации регионального ветеринарного управления [32].

Обобщение рассмотренных региональных актов показывает, что государственная ветеринарная служба субъектов Российской Федерации организуется не по единому шаблону, а с учетом особенностей конкретной территории. На содержание законов влияют административно-территориальное устройство, структура животноводства, финансовые возможности региона, природно-климатические условия, культурные и национальные особенности населения. Поэтому при общей опоре на федеральное законодательство региональные акты различаются по объему регулирования, степени детализации полномочий органов власти и набору специальных механизмов обеспечения эпизоотического и ветеринарно-санитарного благополучия.

Современный этап развития регионального ветеринарного законодательства характеризуется усилением норм, связанных с маркированием и учетом животных. Их значение выходит за рамки учетной процедуры: они обеспечивают прослеживаемость поголовья, повышают точность планирования профилактических мероприятий и позволяют более обоснованно распределять биологические препараты, вакцины и диагностикумы. Если учет сельскохозяйственных животных в регионе организован недостаточно эффективно, это может повлиять на обеспечение вакцинами и иными биопрепаратами, закупаемыми за счет федерального бюджета.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате анализа нормативных правовых актов установлено, что в субъектах Российской Федерации сформирована система регионального законодательства в области ветеринарии. Ее основу составляют законы о ветеринарии, а также

акты, регулирующие обеспечение эпизоотического и ветеринарно-санитарного благополучия.

Региональные законы развивают положения федерального законодательства и позволяют адаптировать правовое регулирование ветеринарной деятельности к условиям конкретного субъекта Российской Федерации. Они закрепляют полномочия органов государственной власти, структуру и задачи государственной ветеринарной службы, порядок финансирования, материально-техническое обеспечение, меры социальной поддержки специалистов, вопросы производственной ветеринарной службы, ветеринарно-санитарного мониторинга, учета животных и регионального государственного контроля.

Особенности регионального регулирования определяются уровнем развития животноводства, эпизоотической обстановкой, природно-климатическими условиями, экономическими воз-

можностями субъекта и организационной моделью ветеринарной службы. При этом общая тенденция современного этапа заключается в обновлении законодательства с учетом современных требований маркирования и учета животных, совершенствования контрольной (надзорной) деятельности, цифровизации в области ветеринарии и повышения эффективности противоэпизоотических мероприятий.

Исполнительные органы власти субъектов Российской Федерации — комитеты, департаменты, управления и отделы ветеринарии — осуществляют региональный государственный контроль (надзор) в области обращения с животными в пределах установленной компетенции. Наряду с этим они обеспечивают организацию профилактических, диагностических, лечебных и ветеринарно-санитарных мероприятий, необходимых для поддержания эпизоотического и ветеринарно-санитарного благополучия территорий.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках Государственного задания Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (рег. № НИОКТР 1025072800008-7)

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Закон Российской Федерации от 14.05.1993 № 4979-1 «О ветеринарии». СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_4438/ (дата обращения: 20.03.2026)
2. Федеральный закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации». СПС «КонсультантПлюс». [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358750/ (дата обращения: 20.03.2026)
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 05.04.2023 № 550 «Об утверждении Правил осуществления учета животных и перечня видов животных, подлежащих индивидуальному или групповому маркированию и учету, случаев осуществления индивидуального или группового маркирования и учета животных, а также сроков осуществления учета животных». СПС «КонсультантПлюс». [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_444220/ (дата обращения: 20.03.2026)
4. Приказ Минсельхоза России от 03.11.2023 № 832 «Об утверждении Ветеринарных правил маркирования и учета животных» // СПС «КонсультантПлюс». [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_463223/ (дата обращения: 20.03.2026)
5. Никитин И.Н., Калишин Н.М. Правовое регулирование ветеринарного дела в субъектах Российской Федерации. Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2013;2:4–7.
6. Никитин И.Н. Совершенствование правового регулирования ветеринарного дела в субъектах Российской Федерации. Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2018;233(1):118–120.
7. Шершнева И.И., Заходнова Д.В., Виноходова М.В. О внесении изменений в нормативно-правовые акты по маркированию и учету сельскохозяйственных животных с использованием цифровых технологий. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;1: 34–38. DOI: 10.52419/issn2782-6252.2026.1.34
8. Закон Республики Татарстан от 13.07.1993 № 1934-ХП «О ветеринарном деле в Республике Татарстан». СПС «КонсультантПлюс». [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_48298/ (дата обращения: 25.05.2026)
9. Закон Республики Башкортостан от 03.03.1994 № ВС-22/43 «О ветеринарии» СПС «КонсультантПлюс». [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_48298/ (дата обращения: 25.05.2026)
10. Закон Чувашской Республики от 06.06.1997 № 7 «О ветеринарии». Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/804959258> (дата обращения: 25.05.2026).
11. Закон Алтайского края от 04.11.1998 № 59-ЗС «О ветеринарии». Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/940707163> (дата обращения: 25.05.2026).
12. Закон Волгоградской области от 13.09.1999 № 308-ОД «О ветеринарии». Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/804917650> (дата обращения: 25.05.2026).
13. Закон Пензенской области от 24.04.2024 № 4235-ЗПО «О ветеринарии в Пензенской области». Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/407250450> (дата обращения: 25.05.2026).
14. Закон Смоленской области от 20.12.2004 № 102-з «О ветеринарии в Смоленской области». Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации [Электронный ресурс] Режим доступа: // <https://docs.cntd.ru/document/939380998> (дата обращения: 25.05.2026).
15. Закон Тюменской области от 28.12.2004 № 304 «О ветеринарии в Тюменской области». Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/802047919> (дата обращения: 25.05.2026).
16. Закон Республики Тыва от 29.12.2004 № 1095 ВХ-I «О ветеринарии». Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/802052392> (дата обращения: 25.05.2026).
17. Закон Карачаево-Черкесской Республики от 11.02.2005 № 30-РЗ «О ветеринарии в Карачаево-Черкесской Республике». Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации [Электронный ре-

- сурсе] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/802054625> (дата обращения: 25.05.2026).
18. Закон Республики Ингушетия от 23.06.2005 № 28-ПЗ «О ветеринарии». Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/802031591> (дата обращения: 25.05.2026).
19. Закон Курганской области от 05.10.2005 № 78 «О ветеринарии в Курганской области». Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/802038591> (дата обращения: 25.05.2026).
20. Закон Курской области от 29.12.2005 № 119-ЗКО «О ветеринарии Курской области». Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/908003556> (дата обращения: 25.05.2026).
21. Закон Амурской области от 08.02.2005 № 434-ОЗ «О ветеринарии». Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/961703139?ysclid=mr1talgbf7590369216> (дата обращения: 25.05.2026).
22. Закон Московской области от 08.06.2006 № 87/2006-ОЗ «О ветеринарии Московской области». Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/5812127?ysclid=mr1tbl2h91391310362> (дата обращения: 25.05.2026).
23. Закон Магаданской области от 06.12.2006 № 776-ОЗ «О ветеринарии в Магаданской области». Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/802082754?ysclid=mr1tcjbfro437034695> (дата обращения: 25.05.2026).
24. Закон Нижегородской области от 01.02.2007 № 10-З «О ветеринарии в Нижегородской области». Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/944929151?ysclid=mr1td4imf138044410> (дата обращения: 25.05.2026).
25. Закон Республики Саха (Якутия) от 14.02.2007 № 428-З № 871-III «О ветеринарии» // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/802093142?ysclid=mr1te8w3aw659143742> (дата обращения: 25.05.2026).
26. Закон Кировской области от 30.07.2009 № 404-ЗО «О ветеринарии Кировской области». Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/973023199> (дата обращения: 25.05.2026).
27. Закон Забайкальского края от 07.12.2009 № 292-ЗЗК «О ветеринарии в Забайкальском крае». Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/922220842?ysclid=mr1thrlu4c753429061> (дата обращения: 25.05.2026).
28. Закон Республики Дагестан от 11.10.2010 № 52 «О ветеринарии». Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/895270428?ysclid=mr1tifjz2n737414912> (дата обращения: 25.05.2026).
29. Закон Новосибирской области от 15.06.2004 № 199-ОЗ «Об обеспечении эпизоотического и ветеринарно-санитарного благополучия в Новосибирской области». Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/5415620?ysclid=mr1tj15icy507244830> (дата обращения: 25.05.2026).
30. Закон города Москвы от 29.06.2005 № 33 «Об эпизоотическом и ветеринарно-санитарном благополучии города Москвы». Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/3660077?ysclid=mr1tj06le5514446963> (дата обращения: 25.05.2026).
31. Закон Республики Бурятия от 26.03.2005 № 1054-III «Об обеспечении эпизоотического и ветеринарно-санитарного благополучия в Республике Бурятия». Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/802052253?ysclid=mr1tka77ig797002441> (дата обращения: 25.05.2026).
32. Областной закон Новгородской области от 01.12.2008 № 413-ОЗ «О полномочиях Администрации области в области ветеринарии». Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/424034466?marker> (дата обращения: 25.05.2026).

REFERENCES

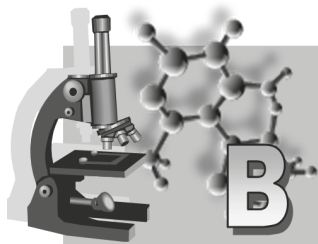
1. Law of the Russian Federation No. 4979-1 dated May 14, 1993 "On Veterinary Medicine". SPS "ConsultantPlus" [Electronic resource] Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_4438/ (date of access: 20.03.2026)
2. Federal Law No. 248-FZ dated July 31, 2020 "On State Control (Supervision) and Municipal Control in the Russian Federation". SPS "ConsultantPlus". [Electronic resource] Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358750/ (date of access: 25.05.2026)
3. Decree of the Government of the Russian Federation No. 550 dated April 5, 2023 "On Approval of the Rules for Carrying Out Animal Registration and the List of Animal Species Subject to Individual or Group Marking and Registration, Cases of Individual or Group Marking and Registration of Animals, and the Terms for Carrying Out Animal Registration". SPS "ConsultantPlus". [Electronic resource] Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_444220/ (date of access: 25.05.2026)
4. Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation No. 832 dated November 3, 2023 "On Approval of the Veterinary Rules for Marking and Registration of Animals". SPS "ConsultantPlus". [Electronic resource] Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_463223/ (date of access: 25.05.2026)
5. Nikitin I.N., Kalishin N.M. Legal Regulation of Veterinary Affairs in the Subjects of the Russian Federation. Issues of Legal Regulation in Veterinary Medicine. 2013;2:4–7.
6. Nikitin I.N. Improvement of Legal Regulation of Veterinary Affairs in the Subjects of the Russian Federation. Scientific Notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman. 2018;233(1):118–120.
7. Shershneva I.I., Zakhodnova D.V., Vinokhodova M.V. On Amendments to Regulatory Legal Acts on Marking and Accounting of Farm Animals Using Digital Technologies. Regulatory Legal Regulation in Veterinary Medicine. 2026;1: 34–38. DOI: 10.52419/issn2782-6252.2026.1.34
8. Law of the Republic of Tatarstan dated 13.07.1993 No. 1934-XII "On Veterinary Medicine in the Republic of Tatarstan". SPS "ConsultantPlus". [Electronic resource] Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_48298/ (date of access: 25.05.2026)
9. Law of the Republic of Bashkortostan dated 03.03.1994 No. BC-22/43 "On Veterinary Medicine". SPS "ConsultantPlus". [Electronic resource] Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_48298/ (date of access: 25.05.2026)

10. Law of the Chuvash Republic dated 06.06.1997 No. 7 "On Veterinary Medicine". Electronic Fund of Regulatory Technical and Regulatory Legal Information [Electronic resource] Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/804959258> (date of access: 25.05.2026).
11. Law of the Altai Territory dated 04.11.1998 No. 59-ZS "On Veterinary Medicine". Electronic Fund of Normative-Technical and Normative-Legal Information [Electronic resource] Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/940707163> (date of access: 25.05.2026).
12. Law of the Volgograd Region dated 13.09.1999 No. 308-OD "On Veterinary Medicine". Electronic Fund of Normative-Technical and Normative-Legal Information [Electronic resource] Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/804917650> (date of access: 25.05.2026).
13. Law of the Penza Region dated 24.04.2024 No. 4235-ZPO "On Veterinary Medicine in the Penza Region". Electronic Fund of Normative-Technical and Normative-Legal Information [Electronic resource] Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/407250450> (date of access: 25.05.2026).
14. Law of the Smolensk Region dated 20.12.2004 No. 102-z "On Veterinary Medicine in the Smolensk Region". Electronic Fund of Normative-Technical and Normative-Legal Information [Electronic resource] Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/939380998> (date of access: 25.05.2026).
15. Law of the Tyumen Region dated 28.12.2004 No. 304 "On Veterinary Medicine in the Tyumen Region". Electronic Fund of Normative-Technical and Normative-Legal Information [Electronic resource] Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/802047919> (date of access: 25.05.2026).
16. Law of the Republic of Tuva dated 29.12.2004 No. 1095 VKh-I "On Veterinary Medicine". Electronic Fund of Regulatory, Technical and Legal Information [Electronic resource] Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/802052392> (date of access: 25.05.2026).
17. Law of the Karachay-Cherkess Republic dated 11.02.2005 No. 30-RZ "On Veterinary Medicine in the Karachay-Cherkess Republic". Electronic Fund of Regulatory, Technical and Legal Information [Electronic resource] Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/802054625> (date of access: 25.05.2026).
18. Law of the Republic of Ingushetia dated 23.06.2005 No. 28-RZ "On Veterinary Medicine". Electronic Fund of Regulatory, Technical and Legal Information [Electronic resource] Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/802031591> (date of access: 25.05.2026).
19. Law of the Kurgan Region dated 05.10.2005 No. 78 "On Veterinary Medicine in the Kurgan Region". Electronic Fund of Regulatory, Technical and Legal Information [Electronic resource] Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/802038591> (date of access: 25.05.2026).
20. Law of the Kursk Region dated 29.12.2005 No. 119-ZKO "On Veterinary Medicine in the Kursk Region". Electronic Fund of Regulatory, Technical and Legal Information [Electronic resource] Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/908003556> (date of access: 25.05.2026).
21. Law of the Amur Region dated 08.02.2005 No. 434-OZ "On Veterinary Medicine". Electronic Fund of Regulatory, Technical and Legal Information [Electronic resource] Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/961703139?ysclid=mr1talgbf7590369216> (date of access: 25.05.2026).
22. Law of the Moscow Region dated 08.06.2006 No. 87/2006-OZ "On Veterinary Medicine in the Moscow Region". Electronic Fund of Regulatory and Technical Information [Electronic resource] Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/5812127?ysclid=mr1tbl2h91391310362> (date of access: 25.05.2026).
23. Law of the Magadan Region dated 06.12.2006 No. 776-OZ "On Veterinary Medicine in the Magadan Region". Electronic Fund of Regulatory and Technical Information [Electronic resource] Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/802082754?ysclid=mr1tcjbfpo437034695> (date of access: 25.05.2026).
24. Law of the Nizhny Novgorod Region dated 01.02.2007 No. 10-Z "On Veterinary Medicine in the Nizhny Novgorod Region". Electronic Fund of Regulatory and Technical Information [Electronic resource] Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/944929151?ysclid=mr1td4imf138044410> (date of access: 25.05.2026).
25. Law of the Sakha (Yakutia) Republic dated 14.02.2007 No. 428-Z No. 871-III "On Veterinary Medicine". Electronic Fund of Regulatory and Technical Information [Electronic resource] Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/802093142?ysclid=mr1te8w3aw659143742> (accessed on 25.05.2026).
26. Law of the Kirov Region dated 30.07.2009 No. 404-ZO "On Veterinary Medicine in the Kirov Region". Electronic Fund of Normative-Technical and Normative-Legal Information [Electronic resource] Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/973023199> (accessed on 25.05.2026).
27. Law of the Trans-Baikal Territory dated 07.12.2009 No. 292-ZZK "On Veterinary Medicine in the Trans-Baikal Territory". Electronic Fund of Normative-Technical and Normative-Legal Information [Electronic resource] Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/922220842?ysclid=mr1thrlu4c753429061> (accessed on 25.05.2026).
28. Law of the Republic of Dagestan dated 11.10.2010 No. 52 "On Veterinary Medicine". Electronic Fund of Normative-Technical and Normative-Legal Information [Electronic resource] Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/895270428?ysclid=mr1tifjz2n737414912> (accessed on 25.05.2026).
29. Law of the Novosibirsk Region dated 15.06.2004 No. 199-OZ "On Ensuring Epizootic and Veterinary-Sanitary Well-Being in the Novosibirsk Region". Electronic Fund of Normative-Technical and Normative-Legal Information [Electronic resource] Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/5415620?ysclid=mr1tj15icy507244830> (accessed on 25.05.2026).
30. Law of the City of Moscow dated 29.06.2005 No. 33 "On Epizootic and Veterinary-Sanitary Well-Being in the City of Moscow". Electronic Fund of Normative-Technical and Normative-Legal Information [Electronic resource] Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/3660077?ysclid=mr1tjo6le5514446963> (date of access: 25.05.2026).
31. Law of the Republic of Buryatia dated 26.03.2005 No. 1054-III "On Ensuring Epizootic and Veterinary-Sanitary Welfare in the Republic of Buryatia". Electronic Fund of Normative-Technical and Normative-Legal Information [Electronic resource] Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/802052253?ysclid=mr1tka77ig797002441> (date of access: 25.05.2026).
32. Regional Law of the Novgorod Region dated 01.12.2008 No. 413-OZ "On the Powers of the Regional Administration in the Field of Veterinary Medicine". Electronic Fund of Normative-Technical and Normative-Legal Information [Electronic resource] Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/424034466?marker> (date of access: 25.05.2026).

Поступила в редакцию / Received: 02.06.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 25.06.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026



РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ВЕТЕРИНАРИИ ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ

УДК 618.19-002-02-07085:579.842.11:636.2

DOI: 10.52419/issn2782-6252.2026.2.46

ИНФЕКЦИОННЫЙ МАСТИТ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА, ВЫЗВАННЫЙ МИКРООРГАНИЗМАМИ *ESCHERICHIA COLI*: ЭТИОЛОГИЯ, ДИАГНОСТИКА И ПРОБЛЕМЫ ЛЕЧЕНИЯ

Светлана Анатольевна Макавчик^{1✉}, Рауна. Н. Хайтембу²

^{1,2} Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Российская Федерация

¹ д-р ветеринар. наук, доц., доцент кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии, email:

groza81@mail.ru, orcid.org/0000-0001-5435-8321

² аспирант кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии

РЕФЕРАТ

Мастит у молочного скота представляет собой одну из наиболее экономически значимых проблем, стоящих перед мировым молочным сектором, приводя к существенным финансовым потерям, обусловленным снижением продуктивности, повышением затрат на содержание и преждевременной выбраковкой пораженных животных из стада. Будучи интрамаммарной инфекцией, мастит не только наносит урон благополучию животных, но и создает значительные риски для общественного здравоохранения, ухудшая качество молока и стандарты безопасности пищевой продукции. Среди экологических патогенов, ассоциированных с этим заболеванием, *Escherichia coli* выделяется в качестве основного этиологического агента острого клинического мастита. Штаммы, обозначаемые как патогенная для молочной железы *E. coli* (МРЕС), демонстрируют усиленные признаки вирулентности, которые обеспечивают их выживание и пролиферацию в тканях молочной железы, несмотря на врожденные иммунные защитные механизмы организма-хозяина. Однако точная корреляция между отдельными факторами вирулентности и клинической тяжестью мастита остается до конца не выясненной. Кроме того, широкое и зачастую нерегулируемое применение антимикробных препаратов в борьбе с маститом привело к появлению штаммов МРЕС, устойчивых ко всем основным классам антибиотиков, что значительно затрудняет эффективные терапевтические вмешательства и создает риски как для здоровья животных, так и для человека. Возникновение полирезистентных штаммов представляет собой критическую проблему, ограничивая эффективные варианты лечения и повышая риск терапевтических неудач. Был проведен литературный поиск с использованием библиографической базы данных PubMed, издательской платформы Frontiers и научной электронной библиотеки eLibrary. Для данного исследования были отобраны статьи, содержащие теоретические, экспериментальные и клинические данные по этиологии, диагностике и проблемам лечения инфекционного мастита у крупного рогатого скота, вызванного бактериями *Escherichia coli*. Настоящий обзор рассматривает этиологию, патогенез, иммунный ответ хозяина, методы диагностики и проблемы терапии инфекционного мастита, вызванного *E. coli* у молочного скота. В нем также обобщаются современные данные о факторах вирулентности патотипа МРЕС и антимикробной резистентности, а также обсуждаются ключевые пробелы в знаниях, которые необходимо восполнить для реализации профилактических мер.

Ключевые слова: патогенная для молочной железы *Escherichia coli*, устойчивость к противомикробным препаратам, вирулентность, антибиотики, крупный рогатый скот, патогенез мастита, взаимодействие хозяина и патогена, молоко, иммунный ответ.

Для цитирования: Макавчик С.А., Хайтембу Р.Н. Инфекционный мастит крупного рогатого скота, вызванный микроорганизмами *Escherichia coli*: этиология, диагностика и проблемы лечения. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:46-53. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.46>

INFECTIOUS MASTITIS IN CATTLE CAUSED BY *ESCHERICHIA COLI* MICROORGANISMS: ETIOLOGY, DIAGNOSIS, AND TREATMENT PROBLEMS

Svetlana An. Makavchik¹, Rauna N. Khaitembu²

^{1,2} Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Russian Federation

¹ Doctor of Veterinary Sciences, Assoc. Prof., Associate Professor, Department of Microbiology, Virology, and Immunology, email: groza81@mail.ru, orcid.org/0000-0001-5435-8321

ABSTRACT

Mastitis in dairy cattle represents one of the most economically significant challenges facing the global dairy sector, leading to substantial financial losses stemming from decreased milk production, elevated maintenance costs, and the premature removal of affected animals from the herd. As an intra-mammary infection, mastitis not only compromises animal welfare but also poses considerable public health risks by impairing milk quality and food safety standards. Among the environmental pathogens implicated in this condition, *Escherichia coli* stands out as a primary causative agent of acute clinical mastitis. Specifically, strains designated as mammary pathogenic *E. coli* (MPEC) demonstrate enhanced virulence traits that enable survival and proliferation within mammary tissue, despite the host organism's innate immune defences. However, the precise correlation between individual virulence factors and the clinical severity of mastitis remains incompletely elucidated. Furthermore, the widespread and frequently unregulated administration of antimicrobials in mastitis management has resulted in the emergence of mammary pathogenic *E. coli* (MPEC) strains resistant to all major classes of antibiotics. Thereby significantly hindering effective therapeutic interventions and posing risks to both animal and human health. The emergence of multidrug-resistant strains poses a critical challenge, limiting effective treatment options and increasing the risk of treatment failures. This literature research conducted using the bibliographic database PubMed, the publisher's platform Frontiers, and the scientific electronic library eLibrary. For this study, we used articles containing theoretical, experimental, and clinical data on the etiology, diagnosis, and treatment challenges of infectious mastitis in cattle caused by *Escherichia coli* bacteria. This review examines the etiology, pathogenesis, host immune response, diagnostic methods, and treatment challenges of infectious mastitis caused by *E. coli* in dairy cattle. It also summarizes current data on MPEC pathotype virulence factors and antimicrobial resistance, and discusses key gaps in the knowledge that needs to be addressed in order to comply with preventive measures.

Key words: mammary pathogenic *Escherichia coli*, antimicrobial resistance, virulence, antibiotics, cattle, mastitis pathogenesis, host-pathogen interaction, milk, immune response

For citation: Makavchik S.A., Khaitembu R.N. Infectious mastitis in cattle caused by *Escherichia coli* microorganisms: etiology, diagnosis, and treatment problems. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:46-53. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.46>

ВВЕДЕНИЕ

Мастит крупного рогатого скота представляет собой воспалительное заболевание молочной железы, характеризующееся патологическими изменениями в железистой ткани и нарушениями физико-химических и микробиологических свойств молока. Данное заболевание остаётся одной из наиболее распространённых и экономически значимых проблем в молочном животноводстве во всем мире. Мастит может развиваться вследствие неинфекционных факторов, таких как травмы или физиологический стресс, однако наиболее часто встречается инфекционная форма заболевания [1].

Болезнь влечёт существенные финансовые потери: затраты на диагностику и ветеринарное обслуживание, снижение надоев и производительности труда, а также косвенные убытки из-за ухудшения репродуктивных показателей и преждевременной выбраковки животных. [7, 16, 17, 24, 25, 26].

Бесконтрольное применение антибиотиков для лечения мастита у крупного рогатого скота приводит к появлению антибиотикоустойчивых бактерий в молоке и молочных продуктах, что представляет серьёзную угрозу для общественного здоровья. Одной из ключевых причин острого клинического мастита во всём мире является бактерия *Escherichia coli* (*E. coli*). Этот микроорганизм, обычно выступающий в роли комменсала кишечника, обладает гибким геномом, что позволяет ему проявлять патогенные свойства. Заражение может происходить через фекальное загрязнение кожи сосков. Выделен особый патотип *E. coli*, патогенный для молочной железы (MPEC), который несёт ответственность за раз-

витие мастита. Отдельные штаммы *E. coli* дополнительно приобрели специфические факторы вирулентности (ФВ), способствующие их проникновению в молочную железу, выживанию в ней и превращению органа в благоприятную среду обитания [7, 16, 24].

Таким образом, учитывая актуальность мастита, вызываемого *E. coli*, в данной статье рассматриваются важные аспекты характеристики возбудителя *E. coli*, диагностики и лечения. В связи с высокой актуальностью мастита, ассоциированного с *Escherichia coli*, в настоящей статье проанализированы ключевые аспекты характеристики данного возбудителя, а также современные подходы к диагностике и терапии заболевания.

Целью исследования является проанализировать и систематизировать опубликованные данные по этиологии, диагностике и проблемам лечения крупного рогатого скота с инфекционными маститами, вызванными бактериями *Escherichia coli*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для выполнения исследования проведён обзор научной литературы с использованием: библиографической базы данных PubMed, издательской платформы Frontiers и научной электронной библиотеки eLibrary. В анализ включены публикации, содержащие теоретические, экспериментальные и клинические данные по этиологии, диагностике и терапии мастита у крупного рогатого скота, обусловленного *Escherichia coli*.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно современным научным данным, мастит представляет собой серьёзную проблему в сфере молочного животноводства на междуна-

родном уровне, причём субклиническая форма заболевания преобладает над клинически выраженной [1].

Проблема новых патотипов *Escherichia coli*, обладающих патогенными свойствами

Внекишечные патогенные штаммы *Escherichia coli* (ExPEC) объединяют несколько подгрупп, в числе которых: уропатогенные *E. coli* (UPEC), *E. coli*, ассоциированные с менингитом (MNEC), и *E. coli*, ассоциированные с сепсисом (SEPEC). Эти подгруппы вызывают, соответственно, инфекции мочевыводящих путей, менингит, перитонит и сепсис. Данная классификация строится на выделении патотипов *E. coli* с учётом локализации инфекционного процесса, а также симптомов заболевания у людей и животных [2].

Новый патотип ExPEC, обозначенный как один из самых частых возбудителей маститов у крупного рогатого скота MPEC (mammary pathogenic *Escherichia coli*) [7, 16].

Некоторые исследования показали, что штаммы *E. coli*, выделенные от коров с маститом, обладают меньшим генотипическим разнообразием, чем штаммы из окружающей среды, и в большинстве случаев у них отсутствуют известные факторы вирулентности *E. coli*, что отражает пластичность генома [7, 16].

Несколько исследований показывают, что *E. coli*, выделенная от крупного рогатого скота, пораженного маститом, является естественным комменсалом желудочно-кишечного тракта крупного рогатого скота [3, 4, 5].

Факторы вирулентности *E. coli*, вовлечённые в развитие мастита у крупного рогатого скота, прежде всего обеспечивают колонизацию и выживание бактерии в гетерогенной среде желудочно-кишечного тракта. Вследствие этого штаммы *E. coli*, выделенные от животных с маститом, чаще всего носят оппортунистический характер: они способны вызывать инфекцию преимущественно у особей с ослабленным иммунитетом, в частности в перинатальный период, когда снижается рекрутирование лейкоцитов в молочную железу. Таким образом, тяжесть течения мастита в большей степени определяется внешними факторами и индивидуальной предрасположенностью животного (включая состояние врождённого иммунитета и стадию лактации), нежели собственно вирулентными свойствами возбудителя [7, 16].

Установлено, что удаление железа с помощью системы дицитрата железа тесно связано с бактериями *E. coli* как возбудителями инфекционных маститов и может влиять на тяжесть заболевания при инфекциях. Для преодоления низкого количества свободного железа в молоке *E. coli* экспрессирует различные системы транспорта железа, такие как высокоактивные сидерофоры (например, энтеробактин, аэробактин, феррихром) и внешняя мембрана, регулируемая железом.

Следует подчеркнуть, что указанные структурные компоненты представляют собой перспективную мишень для разработки новых терапевтических и профилактических препаратов [7, 8, 16].

В настоящее время отсутствует чёткое понимание влияния идентифицированных генов вирулентности на степень тяжести мастита у крупно-

го рогатого скота, провоцируемого *E. coli*. Обнаружение широкого спектра профилей генов вирулентности как в персистирующих, так и в транзитных изолятах указывает на значительную генотипическую гетерогенность *E. coli*, ассоциированной с маститом. Следует учитывать, что вариабельность клинических симптомов может быть обусловлена не только ещё не выявленными генами вирулентности, но и факторами хозяина, включая стадию лактации, возраст, пищевой и метаболический статус, количество и функциональную активность циркулирующих нейтрофилов, уровень соматических клеток в молоке и генетическую предрасположенность к устойчивости [16].

Однако, способность *E. coli* переноситься из молока в эпителиальные клетки молочной железы и выживать внутриклеточно. Адгезия эпителиальных клеток и инвазия являются важными факторами при хронической или персистирующей инфекции. Исследования *in vitro* показали, что персистирующие штаммы *E. coli*, ассоциированные с маститом, обладают большей способностью адгезировать, инвазировать и выживать в клетках молочной железы крупного рогатого скота, чем транзитные штаммы и имеют другой механизм внутриклеточного транспорта.

Исследования показали, что персистирующие изоляты *E. coli* чаще содержат гены *lrf*, кодирующие длинные полярные фимбрии, что связано с их способностью проникать в клетки эпителия молочной железы. В работе Керро Дего и соавторов, посвящённой экспрессии генов хозяина и патогена, установлено, что как острые, так и персистирующие штаммы *E. coli*, вызывающие мастит, усиливают экспрессию генов иммунного ответа (включая *IRF1*, *CD83*, *IL 1α*, *IL 6*, *IL 8*, *CCL20*, *CXCL2*, *MHC1*, *Casp3*, *CFB*). При этом стимуляция иммунного ответа была значительно сильнее при взаимодействии клеток с острыми штаммами по сравнению с персистирующими. Аналогичные результаты получены и в других исследованиях: острая форма мастита у крупного рогатого скота сопровождается более выраженной активацией иммунных реакций, воспаления, а также процессов обработки и презентации антигенов, чем хроническая форма [16].

Таким образом, персистирующий штамм *E. coli* индуцирует лишь умеренный иммунный ответ, которого недостаточно для элиминации возбудителя, что обеспечивает длительное выживание *E. coli* в тканях молочной железы.

Реакции иммунной системы организма на воздействие бактерий вида *Escherichia coli*.

Врождённый иммунитет крупного рогатого скота включает физические барьеры на кончике соска и ряд иммунных элементов (нейтрофилы, макрофаги, цитокины, NK-клетки, лактоферрин, комплемент), действующих на ранних стадиях инфекции *E. coli*. Эти компоненты формируют концентрацию соматических клеток (КСК), где нейтрофилы доминируют на начальном этапе воспаления, обеспечивая до 90 % прироста КСК. При проникновении патогенов в молочную железу нейтрофилы осуществляют первую линию клеточной защиты посредством фагоцитоза. Тяжесть мастита определя-

ется скоростью рекрутирования нейтрофилов в очаг инфекции и эффективностью их фагоцитарной активности против патогена [7,13].

У жвачных животных лактоферрин ингибирует рост *E. coli* за счёт связывания ионов железа. Цитокины (IL, CSF, IFN, TNF) обеспечивают врождённую защиту молочной железы, индуцируя местные (отёк, покраснение, боль) и системные (лихорадка, тахикардия и др.) признаки воспаления. При недостаточности врождённого иммунного ответа активируется приобретённый иммунитет, опосредованный лимфоцитами. Антитела, продуцируемые В-лимфоцитами, проникают в молоко через сосуды с повышенной проницаемостью. Цель воспалительной реакции при мастите является элиминация патогена, нейтрализация его токсинов и регенерация ткани вымени для восстановления молочной продуктивности. [2,8,10,16].

Начало мастита происходит, когда МРЕС проникает через сосковый канал, размножается в цистернах соска и молочной железы и распространяется по всей молочной железистой ткани. Попадая внутрь молочной железы, МРЕС ферментируют лактозу и используют ее в качестве источника энергии, чтобы размножаться, не прилипая к эпителиальной поверхности железы, оставаясь в цистернах, протоках и просвете альвеол. хронических внутримаммальных инфекций и рецидивирующему клиническому маститу. Размножение и последующий лизис МРЕС сопровождаются высвобождением липополисахарида (LPS) из внешней бактериальной мембраны. В дальнейшем LPS последовательно взаимодействует с рядом молекул: сначала с LPS-связывающим белком (LBP), затем в составе комплекса LPS-LBP — с кластером дифференцировки CD14. Этот механизм обеспечивает доставку LPS к толл-подобному рецептору 4 (TLR4) на поверхности макрофагов. Взаимодействие LPS с TLR4 инициирует внутриклеточный сигнальный путь, центральным звеном которого является активация ядерного фактора каппа-бета (NF-κB). Активированный NF-κB стимулирует макрофаги и эпителиальные клетки молочной железы к продукции провоспалительных медиаторов, включая цитокины (IL-1β, IL-1, IL-6, IL-8, TNF-α) и белки острой фазы воспаления (сывороточный амилоид А, гаптоглобин) [7,16].

Важно отметить, что TNF-α является основным медиатором эндотоксического шока, который возникает в случаях сверхострого мастита, вызванного колиформными бактериями [3,16].

Хемотактические факторы, особенно IL8, привлекают нейтрофилы из кровотока, которые функционируют как фагоциты в месте локализации инфекции в альвеолах. Эффективность фагоцитоза нейтрофилов напрямую влияет на развитие местного воспалительного процесса и тяжести течения мастита. Несмотря на то, что опсонизация не является обязательным условием для фагоцитоза, иммуноглобулины (в т.ч. IgG2 и IgM) распознают МРЕС посредством своих Fab-областей, а затем взаимодействуют с нейтрофилами через Fc-рецепторы, локализованные на плазматической мембране. Это взаимодействие способствует ускорению процесса фагоцитоза.

Воздействие на нейтрофилы жировых глобул и казеина приводит к потере цитоплазматических гранул (снижению бактерицидной активности) и изменению морфологии (округлению). Следовательно, для преодоления сниженных фагоцитарных возможностей и контроля инфекции необходимо большое количество нейтрофилов. Во время фагоцитоза нейтрофилы выделяют химические вещества, например, активные формы кислорода, которые уничтожают МРЕС, но также повреждают эпителиальные клетки молочной железы, что приводит к необратимому снижению выработки молока. Чтобы минимизировать повреждение тканей молочной железы, нейтрофилы подвергаются запрограммированной клеточной смерти (апоптозу) и выделяют хемокины, которые привлекают макрофаги к месту инфекции. На последнем этапе воспалительной реакции макрофаги быстро фагоцитируют апоптотические нейтрофилы (эффероцитоз), минимизируя высвобождение гранулярного содержимого, повреждающего ткань, тогда как в альвеолярной ткани молочной железы дендритные клетки, как правило, не реагируют на инфекцию МРЕС. Однако, когда эффероцитоз, осуществляемый макрофагами, неэффективен, происходит усиленное удаление апоптотических нейтрофилов дендритными клетками [7,16].

Таким образом, лечение молочной железы успешно только при минимальном повреждении ткани.

Диагностика мастита у коров

Клинический мастит легко выявляется по видимым отклонениям в вымени (например, покраснение, отек, повышение температуры и боль при физической пальпации) и молоке (например, наличие сгустков в прозрачных, сыровоточных или кровянистых выделениях). Однако, при субклиническом мастите для выявления заболевания необходимо использовать косвенные методы оценки воспаления. В отличие от клинического мастита, единственным видимым признаком животных с субклиническим маститом является снижение молочной продуктивности. Следовательно, для диагностики необходимы дополнительные тесты, основанные на определении количества соматических клеток в молоке (КСК). Тест на определение КСК используется в качестве индикатора здоровья молочной железы и качества молока. Обычно здоровые коровы дают молоко с содержанием соматических клеток менее 100 000/мл, в то время как у коров с клинической формой мастита минимальное содержание соматических клеток составляет 200 000/мл [7].

Микробиологическое культивирование проб молока как составных образцов от отдельных животных, так и образцов из отдельных четвертей вымени является важным инструментом выявления *E. coli* как возбудителя клинического мастита. Тем не менее в примерно 30% случаев бактерии не удаётся обнаружить стандартными методами из-за их низкой концентрации в пробе. В подобных ситуациях необходимо прибегать к повторному культивированию либо использовать специализированные методики [16, 19, 24].

Диагностика мастита, вызванного *Escherichia coli*: актуальные проблемы и стратегии совершенствования

шенствования методов.

Ранняя диагностика мастита у крупного рогатого скота важна из-за высоких затрат на лечение инфекций, вызванных *E. coli*, и необходимости поддерживать здоровье животных. Для своевременного выявления мастита часто используют определение количества соматических клеток (КСК), однако этот метод имеет недостатки, в частности, субъективность интерпретации результатов, что может приводить к ложноположительным и ложноотрицательным диагнозам [2, 24].

Генотипические методы дополняют фенотипическую идентификацию мастита у крупного рогатого скота, помогая решить проблему ложноотрицательных результатов. Так, около 30% клинических образцов мастита не дают роста в бактериальной культуре, но полимеразная цепная реакция (ПЦР) позволяет выявить патогены даже при подавленном росте, снижая число ложноотрицательных диагнозов [2, 24].

Другие методы молекулярного типирования, используемые для идентификации возбудителя мастита у крупного рогатого скота на видовом уровне и позволяет обнаружить распространенные виды возбудителей мастита [1, 16, 24].

Перспективным направлением в диагностике мастита, вызванного *E. coli*, является разработка новых биомаркеров с высокой чувствительностью и специфичностью — таких, которые можно быстро и эффективно применять непосредственно на месте у животных. Протеомные исследования выявили закономерности экспрессии белков: эти данные открывают возможности для поиска диагностических биомаркеров мастита у крупного рогатого скота, а также новых терапевтических мишеней — например, бактериальных иммуногенных белков для создания вакцин. При этом для рутинной диагностики ключевое значение имеют не только специфичность и чувствительность метода, но и его стоимость, скорость обработки и способность работать с большим количеством образцов молока. Протеомные методы позволяют точно определять биомаркеры — это важно для ранней диагностики мастита, оценки эффективности лечения и поиска новых мишеней для альтернативных методов терапии [16, 24].

Однако, многие современные достижения все еще не подходят для рутинной диагностики мастита крупного рогатого скота.

Лечение инфекционного мастита колиформной этиологии у крупного рогатого скота

Контроль окружающей среды особенно сложен, потому что *E. coli* повсеместно распространена в среде крупного рогатого скота. Поддерживающая помощь и лечение стероидными или нестероидными противовоспалительными препаратами (например, дексаметазон) должны быть первым вариантом лечения. Парентеральное введение фторхинолонов (например, энрофлоксацин, данофлоксацин, марбофлоксацин) или цефалоспоринов третьего поколения (например, цефтиофур) рекомендуется для лечения коров с тяжелой клинической формой мастита колиформной этиологии [12, 14, 16, 18, 21, 22, 24].

Таким образом, наиболее важными фактора-

ми профилактики мастита такого типа являются гигиена окружающей среды с учетом технологических процессов и квалификации персонала способствует рациональной фармакотерапии в условиях молочного животноводства.

Устойчивость к антимикробным препаратам микроорганизмов *Escherichia coli*, вызывающих мастит

Для лечения мастита, вызванного *E. coli*, одобрено несколько противомикробных препаратов, таких как тетрациклины, макролиды, сульфаниламиды, хинолоны и β -лактамы. К сожалению, антибиотикотерапия часто демонстрирует незначительный или нулевой эффект при лечении клинического или субклинического мастита, вызванного колиформными бактериями у крупного рогатого скота. Этот факт подтверждается увеличением числа устойчивых к антимикробным препаратам изолятов и растущим числом рецидивирующих и персистирующих случаев мастита, часто вызываемых одним и тем же изолятом *E. coli*. Бактерии *E. coli*, выделенные из молока крупного рогатого скота, пораженного маститом, устойчивы ко многим классам антибиотиков, включая, помимо прочего, ампициллин (например, клоксациллин), полипептид (например, бацитрацин), линкозамид (например, линкомицин) и макролид (например, эритромицин). При клиническом мастите следует проявлять особую осторожность при назначении лечения крупного рогатого скота антимикробными препаратами, поскольку антибиотики не всегда необходимы, например, в случаях отрицательных лабораторных результатов. Однако, тяжелые формы мастита, вызванные *E. coli*, требуют немедленного лечения после постановки диагноза из-за эндотоксин-индуцированного шока [5, 15, 16, 23].

Патологические изменения в молочной железе могут препятствовать распределению антимикробных препаратов в паренхиме вымени, не позволяя антимикробному препарату достичь места локализации воспаления или достичь субингибиторных концентраций. Существует предположение, что способность *E. coli* формировать биопленки на эпителии инфицированной молочной железы играет ключевую роль в развитии рецидивирующего мастита, поскольку биопленка обуславливает врожденную устойчивость патогена к комбинированной антимикробной терапии. Помимо этого, *E. coli* служит резервуаром генов антибиотикорезистентности и способна передавать их другим бактериям посредством горизонтального переноса. Согласно исследованиям, у маститных штаммов *E. coli* наиболее часто выявляются гены, кодирующие устойчивость к аминогликозидам (*aadA*), стрептомицину (*strA*, *strB*), тетрациклам (*tetA*, *tetC*), сульфаниламидам (*sulI*, *sulII*), ампициллину (*ampC*) и бета-лактамам (*blaTEM*, *blaCTX-M*). Отдельного внимания заслуживает продукция ферментов бета-лактамаз расширенного спектра (ESBL), представляющих собой один из наиболее серьезных механизмов резистентности при мастите, ассоциированном с *E. coli*. [15, 9]. Эти ферменты локализованы в плазмидах и могут гидролизовать пенициллин, цефалоспорины третьего и четвер-

того поколений и монобактамовые антибиотики. Выявление изолятов, продуцирующих ESBL, вызывает опасения из-за прямой связи между мультирезистентными бактериями и высокими показателями смертности среди людей. В глобальном масштабе регистрируется неуклонный рост колонизации кишечника здорового населения ESBL-продуцирующими штаммами *E. coli*: с 2,6% в 2003–2005 гг. до 21,1% в 2015–2018 гг., что соответствует среднегодовому приросту в 1,2%. Параллельно с этим в ряде стран (Китай, Египет, Германия, Греция и др.) зафиксировано выделение подобных штаммов от крупного рогатого скота с клиническими проявлениями мастита. Обнаружение ESBL-продуцентов в молоке вызывает обоснованную тревогу в связи с возможностью передачи этих патогенов человеку при употреблении сырой молочной продукции. Степень контаминации молока данными изолятами варьирует в широких пределах — от 0,4% до 25,4% [5,15,16,20,23].

Для рационального применения антимикробных препаратов и обоснованного выбора терапии, направленной исключительно на те четверти вымени, где возможно излечение, необходимо проводить оценку чувствительности возбудителей колимформного мастита. С этой целью используются такие методы, как антибиотикограмма, диско-диффузионный метод и определение минимальной ингибирующей концентрации (МИК).

На сегодняшний день в лабораторной практике наиболее востребован метод определения минимальных ингибирующих концентраций (МИК), отличающийся более высокой точностью по сравнению с классической антибиотикограммой [5,15,16,20,23].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Андреева А.А., Евграфова В.А., Воронина М.С., Прунтова О.В., Шадрова Н.Б. Этиология и эпизотология мастита коров (аналитический обзор). Ветеринария сегодня. 2024;13(1):27-35. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-1-27-35>
2. Забровская А.В. Патогенные *Escherichia coli*: факторы вирулентности, распространение, проблемы диагностики. Международный вестник ветеринарии. 2023;4:87-95. DOI 10.52419/issn2072-2419.2023.4.87
3. Машнин Д.В., Лещева Н.А., Плешакова В.И., Машнин А.В. Контроль серозного мастита коров, осложненного антибиотикорезистентной микрофлорой. Ветеринария. 2025;9:39-43. DOI 10.30896/0042-4846.2025.28.9.39-43
4. Плешакова В.И., Лещева Н.А., Антоневский И.В. Новые подходы к проблеме антибиотикорезистентности бактерий, выделенных у сельскохозяйственных и диких животных в свете концепции "Единое здоровье". Развитие агропромышленного комплекса в науке и образовании Российской Федерации в период цифровизации : Сборник материалов международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 18–21 сентября 2024 года. Екатеринбург. Уральский государственный аграрный университет. 2024: 156-164.
5. Пырников А.С., Крылова Е.В., Солтынская И.В. и др. Молекулярно-генетическая и фенотипическая оценка бактерий, выделенных при ветеринарном мониторинге резистентности. Генетические и радиационные технологии в сельском хозяйстве : Сборник докладов III международной молодежной конференции, Обнинск, 23–24 октября 2024 года. Обнинск: НИЦ "Курчатовский институт" - ВНИИРАЭ. 2024:76-79.
6. Ручко Е.Н., Плешакова В.И. Проблема антибиотикорезистентности микроорганизмов при лечении больных животных. Актуальные проблемы лечения и профилактики болезней молодняка : Материалы Международной научно-практической конференции, Витебск, 02–04 ноября 2022 года. Витебск: Учреждение образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины ". 2022: 288-292.
7. Семьнин Т.А. *Escherichia coli* как один из возбудителей маститов крупного рогатого скота (обзор). В сборнике: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. 2024: 4975-4978.
8. Addis M.F., Maffioli E.M., Cecilian F., Tangorra, F.M. Proteomics for the diagnosis of bovine mastitis: A

Однако, применение данного метода ограничено при исследовании бактерий, образующих биопленки, поскольку концентрация антибиотика, требуемая для эрадикации биопленочных структур, существенно (в несколько раз) превышает значения МИК, получаемые стандартным методом серийных разведений [1].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Инфекционный мастит колимформной этиологии в основном обусловлен одним видом бактерий, или даже одним клоном вида. Способность *E. coli* к горизонтальному переносу и приобретению экзогенной ДНК, в том числе детерминант вирулентности, способствует формированию штаммов, адаптированных к тканям молочной железы и способных индуцировать мастит. В связи с этим был предложен новый патотип — маммаропатогенная *E. coli* (МРЕС), ассоциированный с заболеванием у молочного скота. Отдельные изоляты *E. coli*, выделяемые при мастите, вырабатывали механизмы, позволяющие им успешно конкурировать с другой микрофлорой вымени и уклоняться от иммунного ответа хозяина. Вместе с тем следует подчеркнуть, что перечисленные факторы вирулентности не являются строго специфичными для маститных штаммов и широко распространены среди других представителей внекишечных патогенных *E. coli* (ExPEC) [11].

Таким образом, крайне важно понимать принципы, лежащие в основе стратегии инфицирования *E. coli*, чтобы разработать новые подходы к лечению и профилактике мастита, вызываемого этой бактерией, и, возможно, другими патогенами молочной железы.

review of the last decade. *Animal Frontiers*. 2023;13(1):35-43.

9. Alhussien M.N., Dang A.K.. Interaction between stress and the immune system and its implication in the susceptibility to mastitis in dairy cows: A review. *Research in Veterinary Science*. 2020;133:178-185.

10. Bag M.A.S., Khan M.S.R., Sami M.D.H., Begum F., Islam M.S., Rahman M.M., Rahman M.T. Virulence determinants and antimicrobial resistance of *E. coli* isolated from bovine clinical mastitis in some selected dairy farms of Bangladesh. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2021;28(11):6317-6323.

11. Bain L. Zadoks R.N. Molecular epidemiology of mastitis pathogens: new tools for old problems. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*. 2024;40(2):205-219.

12. Breen J.E., Bradley A.J. Rational and responsible use of antimicrobials in mastitis control: are we making progress? *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*. 2024;40(2):293-306.

13. Bronzo V., Lopreiato V., Riva F., Amadori M., Curone G., Addis M.F., Cremonesi P., Moroni P., Trevisi E., Castiglioni B. The Role of Innate Immune Response and Microbiome in Resilience of Dairy Cattle to Disease: The Mastitis Model. *Animals (Basel)*. 2020 Aug 11;10(8):1397. PMID: 32796642; PMCID: PMC7459693. doi: 10.3390/ani10081397

14. Cheng W.N., Han S.G. Bovine mastitis: risk factors, therapeutic strategies, and alternative treatments—A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2020;33 (11):1699.

15. Dego O.K. Current status of vaccines for bovine mastitis: A review. *Vaccines*. 2022;10(6): 894.

16. Derakhshani H., Fehr K.B., Sepehri S., Francoz D., De Buck J., Barkema H.W., Plaizier J.C., Khafipour E. Invited review: Microbiota of the bovine udder: Contributing factors and potential implications for udder health and mastitis susceptibility. *J Dairy Sci*. 2018 Dec;101(12):10605-10625. Epub 2018 Oct 3. PMID: 30292553. doi: 10.3168/jds.2018-14860

17. El-Sayed A., Kamel M. Bovine mastitis prevention and control in the post-antibiotic era. *Tropical Animal Health and Production*. 2021;53(2): 236.

18. Fesseha H., Mathewos M., Eshetu E. Isolation and multiple drug resistance patterns of *Escherichia coli* from bovine mastitis in selected dairy farms of Wolaita Sodo, Ethiopia. *Veterinary Medicine: Research and Reports*. 2021;12:259-269.

19. Hogeveen H., van der Voort M. Assessing the economic impact of mastitis. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*. 2023;39(2):191-203.

20. Klaas I.C., Wente N. Environmental mastitis: new challenges and control strategies. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*. 2023;39(2):221-236.

21. Lipkens Z., Piepers S., De Vliegher S. The association of quarter-level somatic cell count and bacteriological status with intramammary infection in early lactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2023;106(5): 3521-3534.

22. Liu G., Ali T., Gao J., Han B. Prevalence and characterization of biofilm-forming *Escherichia coli* isolated from bovine mastitis in China. *Journal of Dairy Science*. 2023;106(2):1234-1245.

23. Rainard P., Gilbert F.B., Foucras G. A critical appraisal of mastitis vaccines for dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2022;105(8):6379-6399.

24. Rainard P., Gilbert F.B., Martins R.P., Germon P., Foucras, G. Progress towards the elusive mastitis vaccines. *Vaccines*. 2022;10(2): 296.

25. Rudenko P., Sachivkina N., Vatinikov Y., Shabunin S., Engashev S., Kontsevaya S., Karamyan A., Bokov D., Kuznetsova O., Vasilieva E. Role of microorganisms isolated from cows with mastitis in Moscow region in biofilm formation. *Vet World*. 2021 Jan;14(1):40-48. doi: 10.14202/vetworld.2021.40-48. Epub 2021 Jan 7. PMID: 33642784; PMCID: PMC7896911.

26. Tilahun A. Terefe Y. A review on bovine mastitis with emphasis on its pathogenesis, diagnosis, and control. *Veterinary Medicine: Research and Reports*. 2024;15:1-15.

REFERENCES

1. Andreeva A.A., Evgrafova V.A., Voronina M.S., Pruntova O.V., Shadrova N.B. Etiology and epizootology of bovine mastitis (analytical review). *Veterinary Science Today*. 2024;13(1):27-35. (in Russ) <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-1-27-35>

2. Zbrovskaya A.V. Pathogenic *Escherichia coli*: virulence factors, distribution, and diagnostic problems. *International Veterinary Bulletin*. 2023;4:87-95. (in Russ) DOI 10.52419/issn2072-2419.2023.4.87

3. Mashnin D.V., Leshcheva N.A., Pleshakova V.I., Mashnin A.V. Control of serous mastitis in cows complicated by antibiotic-resistant microflora. *Veterinary science*. 2025; 9: 39-43. (in Russ) DOI 10.30896/0042-4846.2025.28.9.39-43

4. Pleshakova V.I., Leshcheva N.A., Antonevsky I.V. New approaches to the problem of antibiotic resistance of bacteria isolated from farm and wild animals in light of the "One Health" concept. Development of the agro-industrial complex in science and education of the Russian Federation in the era of digitalization: Collection of materials from the international scientific and practical conference, Yekaterinburg, September 18-21, 2024. Yekaterinburg. Ural State Agrarian University. 2024: 156-164. (in Russ)

5. Pyrsikov A.S., Krylova E.V., Soltynskaya I.V. et al. Molecular-genetic and phenotypic evaluation of bacteria isolated during veterinary resistance monitoring. Genetic and radiation technologies in agriculture: Proceedings of the III international youth conference, Obninsk, October 23-24, 2024. Obninsk: NRC "Kurchatov Institute" - VNIIRAE. 2024:76-79. (in Russ)

6. Ruchko E.N., Pleshakova V.I. The problem of antibiotic resistance of microorganisms in the treatment of

- sick animals. Actual problems of treatment and prevention of diseases in young animals: Proceedings of the International scientific and practical conference, Vitebsk, November 2-4, 2022 / Editorial board: N.I. Gavrichenko (editor-in-chief) [et al.]. Vitebsk: Educational Institution "Vitebsk Order of the Badge of Honor" State Academy of Veterinary Medicine". 2022: 288-292. (in Russ)
7. Semynin T.A. *Escherichia coli* as a causative agent of bovine mastitis (review). In: University Complex as a Regional Center for Education, Science, and Culture. 2024: 4975-4978. (in Russ)
 8. Addis M.F., Maffioli E.M., Cecilian F., Tangorra, F.M. Proteomics for the diagnosis of bovine mastitis: A review of the last decade. *Animal Frontiers*. 2023;13(1):35-43.
 9. Alhussien M.N., Dang A.K.. Interaction between stress and the immune system and its implication in the susceptibility to mastitis in dairy cows: A review. *Research in Veterinary Science*. 2020;133:178-185.
 10. Bag M.A.S., Khan M.S.R., Sami M.D.H., Begum F., Islam M.S., Rahman M.M., Rahman M.T. Virulence determinants and antimicrobial resistance of *E. coli* isolated from bovine clinical mastitis in some selected dairy farms of Bangladesh. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2021;28(11):6317-6323.
 11. Bain L. Zadoks R.N. Molecular epidemiology of mastitis pathogens: new tools for old problems. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*. 2024;40(2):205-219.
 12. Breen J.E., Bradley A.J. Rational and responsible use of antimicrobials in mastitis control: are we making progress? *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*. 2024;40(2):293-306.
 13. Bronzo V., Lopreiato V., Riva F., Amadori M., Curone G., Addis M.F., Cremonesi P., Moroni P., Trevisi E., Castiglioni B. The Role of Innate Immune Response and Microbiome in Resilience of Dairy Cattle to Disease: The Mastitis Model. *Animals (Basel)*. 2020 Aug 11;10(8):1397. PMID: 32796642; PMCID: PMC7459693. doi: 10.3390/ani10081397
 14. Cheng W.N., Han S.G. Bovine mastitis: risk factors, therapeutic strategies, and alternative treatments—A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2020;33 (11):1699.
 15. Dego O.K. Current status of vaccines for bovine mastitis: A review. *Vaccines*. 2022;10(6): 894.
 16. Derakhshani H., Fehr K.B., Sepehri S., Francoz D., De Buck J., Barkema H.W., Plaizier J.C., Khafipour E. Invited review: Microbiota of the bovine udder: Contributing factors and potential implications for udder health and mastitis susceptibility. *J Dairy Sci*. 2018 Dec;101(12):10605-10625. Epub 2018 Oct 3. PMID: 30292553. doi: 10.3168/jds.2018-14860
 17. El-Sayed A., Kamel M. Bovine mastitis prevention and control in the post-antibiotic era. *Tropical Animal Health and Production*. 2021;53(2): 236.
 18. Fesseha H., Mathewos M., Eshetu E. Isolation and multiple drug resistance patterns of *Escherichia coli* from bovine mastitis in selected dairy farms of Wolaita Sodo, Ethiopia. *Veterinary Medicine: Research and Reports*. 2021;12:259-269.
 19. Hogeveen H., van der Voort M. Assessing the economic impact of mastitis. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*. 2023;39(2):191-203.
 20. Klaas I.C., Wente N. Environmental mastitis: new challenges and control strategies. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*. 2023;39(2):221-236.
 21. Lipkens Z., Piepers S., De Vliegher S. The association of quarter-level somatic cell count and bacteriological status with intramammary infection in early lactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2023;106(5): 3521-3534.
 22. Liu G., Ali T., Gao J., Han B. Prevalence and characterization of biofilm-forming *Escherichia coli* isolated from bovine mastitis in China. *Journal of Dairy Science*. 2023;106(2):1234-1245.
 23. Rainard P., Gilbert F.B., Foucras G. A critical appraisal of mastitis vaccines for dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2022;105(8):6379-6399.
 24. Rainard P., Gilbert F.B., Martins R.P., Germon P., Foucras, G. Progress towards the elusive mastitis vaccines. *Vaccines*. 2022;10(2): 296.
 25. Rudenko P., Sachivkina N., Vatnikov Y., Shabunin S., Engashev S., Kontsevaya S., Karamyan A., Bokov D., Kuznetsova O., Vasilieva E. Role of microorganisms isolated from cows with mastitis in Moscow region in biofilm formation. *Vet World*. 2021 Jan;14(1):40-48. doi: 10.14202/vetworld.2021.40-48. Epub 2021 Jan 7. PMID: 33642784; PMCID: PMC7896911.
 26. Tilahun A. Terefe Y. A review on bovine mastitis with emphasis on its pathogenesis, diagnosis, and control. *Veterinary Medicine: Research and Reports*. 2024;15:1-15.

Поступила в редакцию / Received: 20.03.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 05.06.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИКРООРГАНИЗМОВ РОДА *STAPHYLOCOCCUS* КАК ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ИНФЕКЦИОННОГО МАСТИТА ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ

Михаил Витальевич Комаров^{1✉}

¹Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Российская Федерация
¹аспирант кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии, email: miha20136@gmail.com, orcid.org/0009-0001-4852-0692

РЕФЕРАТ

В работе рассматривается тема необходимости контроля и установления спектра клинически значимых микроорганизмов рода *Staphylococcus* с их биологическими свойствами, для рационального использования стратегий профилактики или лечения инфекционных маститов у лактирующих коров. По данным литературных источников и собственных исследований бактерии рода *Staphylococcus*, были определены как значимые микроорганизмы (ввиду высокого процента их выделения в молоке – 90,9 %) среди грамположительных. Определен видовой спектр бактерий рода *Staphylococcus* из маститного молока лактирующих коров: *Staphylococcus aureus* (n=50), *Staphylococcus intermedius* (n=20), *Staphylococcus epidermidis* (n=15), *Staphylococcus haemolyticus* (n=10), *Staphylococcus chromogenes* (n=5). Гемолиз (80%), расщепление маннита (82%), лецитиназная активность (75%), плазмокоагуляция (100%) – наивысшие значения относительно количества изолятов одного вида достигнуты у *Staphylococcus aureus*, а также – гемолиз (75%), расщепление маннита (82%), лецитиназная активность (75%), плазмокоагуляция (100%) – у *Staphylococcus intermedius*, что делает их клинически значимыми для идентификации. Установлено, что стафилококки способны образовывать биопленки, по уровню связывания кристаллического генциан фиолетового с суточными культурами выделенных бактерий, где клинически значимыми являлись – *Staphylococcus aureus* (80%) и *Staphylococcus intermedius* (75%) – процент образования биоплёнок относительно количества изолятов одного вида, который отражает потенциально значимых и возможных возбудителей мастита у лактирующих коров.

Ключевые слова: бактерии рода *Staphylococcus*, микроорганизмы, изоляты, инфекционный мастит, биологических, патогенных.

Для цитирования: Комаров М.В. Видовое разнообразие и биологические свойства микроорганизмов рода *Staphylococcus* как возбудителей инфекционного мастита лактирующих коров. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:54-57. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.54>

SPECIES DIVERSITY AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF MICROORGANISMS OF THE GENUS *STAPHYLOCOCCUS* AS CAUSATIVE AGENTS OF INFECTIOUS MASTITIS IN LACTATING COWS

Mikhail V. Komarov^{1✉}

¹St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, Russian Federation

¹Postgraduate student, Department of Microbiology, Virology, and Immunology, email: miha20136@gmail.com, orcid.org/0009-0001-4852-0692

ABSTRACT

The paper examines the need to monitor and define the spectrum of clinically significant microorganisms of the genus *Staphylococcus* and their biological properties for the rational use of strategies for the prevention or treatment of infectious mastitis in lactating cows. Based on literature sources and our own research, bacteria of the genus *Staphylococcus* were identified as significant microorganisms (due to the high percentage of their isolation in milk - 90.9%) among gram-positive bacteria. The species spectrum of bacteria of the genus *Staphylococcus* from mastitic milk of lactating cows was determined: *Staphylococcus aureus* (n = 50), *Staphylococcus intermedius* (n = 20), *Staphylococcus epidermidis* (n = 15), *Staphylococcus haemolyticus* (n = 10), *Staphylococcus chromogenes* (n = 5). Hemolysis in 80%, mannitol cleavage in 82%, lecithinase activity in 75%, and plasma coagulation in 100% of cases were detected in *Staphylococcus aureus*. Hemolysis in 75%, mannitol cleavage in 82%, lecithinase activity in 75%, and plasma coagulation in 100% were detected in *Staphylococcus intermedius*, making them clinically significant for identification. Staphylococci were found to be capable of forming biofilms, as determined by the level of crystalline gentian violet binding to daily cultures of isolated bacteria. *Staphylococcus aureus* (80%) and *Staphylococcus intermedius* (75%) were clinically significant as causative agents of infectious mastitis in lactating cows.

Key words: *Staphylococcus* bacteria, microorganisms, isolates, infectious mastitis, biological, pathogenic.

For citation: Komarov M.V. Species diversity and biological properties of microorganisms of the genus *Staphylococcus* as causative agents of infectious mastitis in lactating cows. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:54-57. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.54>

ВВЕДЕНИЕ

Закон Российской Федерации от 14.05.1993 N 4979-1 (ред. от 29.12.2025) "О ветеринарии", согласно статье 5, одной из задач государственной ветеринарной службы является - «предупреждение и ликвидация заразных и массовых незаразных болезней животных» – мастит вызванный различными микроорганизмами можно отнести к данному заявлению, а следовательно контроль видового разнообразия, биологических свойств поможет предупредить распространение данной болезни [1].

Федеральный закон от 30 декабря 2020 г. N 492-ФЗ «О биологической безопасности в российской федерации» - устанавливает основы обеспечения биологической безопасности и комплекса мер, в том числе предупреждения распространения, мониторинг, учет биологических свойств, потенциально опасных для человека и животных микроорганизмов. Поэтому в последние десятилетия усилен контроль за группой условно-патогенных микроорганизмов в виду широкого распространения и вариативности их биологических признаков. Что делает проблему их распространения актуальной на сегодняшний день [2,3].

Для снижения распространения и предпринятия мер, по лечению или профилактике, необходимо знать спектр микроорганизмов и ряд биологических свойств тех микроорганизмов, которые диагностируются чаще всего [4,5,6,7].

Среди грамположительных микроорганизмов, в маститном молоке полученном от лактирующих коров с субклиническим и клиническим маститом, в значительном количестве выделены изоляты бактерий рода *Staphylococcus* (90,9%), которые были определены как одни из основных микроорганизмов вызывающие мастит у группы лактирующих коров [8,9,10,11].

Цель работы – установить спектр клинически значимых грамположительных бактерий рода *Staphylococcus* и их биологические свойства.

Предлагаем ориентироваться на данные работы при выборе стратегии лечения или профилактики инфекционных маститов стафилококковой этиологии у лактирующих коров.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Было выбрано хозяйство в Ленинградской области для отбора проб молока от коров голштинской породы красно-пестрой масти, 5-6 лактации, возраста 6-7 лет, коровы содержатся в закрытом комплексе в стойлах, питаются силосом. Было отобрано 110 проб молока из правой и левой долей вымени от коров с клиническим и субклиническим маститом.

Выделение микроорганизмов производилась при помощи бактериологического метода диагностики. Для разделения микроорганизмов на грамотрицательных и грамположительных применялась окраска по Граму (Набор Микро-ГРАМ-НИЦФ, наб.100 мл, Россия) с последующим микроскопированием. Первичные посевы проб делали на простые питательные среды – мясопептонный бульон (МПБ) и мясопептонный агар (МПА) – и инкубировали в течение 24ч при $37\pm 1^\circ\text{C}$ в термостате. Затем делали посев на среду Сланеца–Бартли для энтерококков и на желточно-солевой агар (ЖСА), агар

Байрда-Паркера – для стафилококков.

Идентификация и подготовка чистых культур клинически значимых бактерий рода *Staphylococcus* проводилась с использованием биохимической тест - системы STAPHtest24 (Чешская Республика). Диагностику энтерококков до вида проводили с применением тест-системы *api_20_Strep* («BIOMERIEUX», Франция).

Чтобы разграничить стафилококков на коагулазоположительных и коагулазотрицательных. Производили исследование на плазмокоагуляцию. Проводили с применением набора реагентов «Плазма кроличья цитратная сухая», производства ЗАО «ЭКОлаб». Результат учитывали визуально и считали положительным, если наблюдали наличие свертывания плазмы (образование желеобразного сгустка). Гемолиз определяли при помощи кровяного МПА (производства ФБУН ГНЦ ПМБ, Оболенск, Московская область), засеянного определенными стафилококками. Способность образования биопленок полученными микроорганизмами оценивали по степени связывания кристаллического генциан фиолетового с суточными культурами выделенных бактерий [6]. Результаты биопленкообразования учитывали на микропланшетном ридере AMR – 100 с длиной волны 590нм (Allsheng, Китай). Коэффициент характеризующий образование биопленок, вычисляли по отношению A_{590} опыт к A_{590} контроль. Статистическую обработку полученных данных производили согласно оптической плотности окрашенного растворителя и расчетной таблицы с помощью «MicrosoftExcel».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Были определены грамположительные микроорганизмы – таблица 1, среди которых преобладали бактерии рода *Staphylococcus* выделенные из молока (90,9% случаев выделения). Стафилококки визуализированы как неподвижные микроорганизмы, округлой формы, расположенные в форме «грозди винограда».

Было установлено 5 видов клинически значимых стафилококков в 100 (n=100) полученных изолятах (в пробах молока): *Staphylococcus aureus* (n=50), *Staphylococcus intermedius* (n=20), *Staphylococcus epidermidis* (n=15), *Staphylococcus haemolyticus* (n=10), *Staphylococcus chromogenes* (n=5). Также были идентифицированы ассоциированные бактерии – *Enterococcus faecalis* (n=10). Высокий процент (90,9%) выделения и широкого видового спектра говорит о клинической значимости бактерий рода *Staphylococcus*.

Установили зоны гемолиза (обесцвечивание питательной среды) вокруг колоний стафилококков. О наличии лецитиназы свидетельствовало появление вокруг колоний бактерий рода *Staphylococcus* на среде ЖСА (производства ФБУН ГНЦ ПМБ, Оболенск, Московская область) зоны просветления. Расщепление маннита определено непосредственно в наборе STAPHtest24.

Получены данные о биологических свойствах тех или иных видов стафилококков представленные в таблице 2.

Установлены значимые биологические различия для разных видов изолятов стафилококков:

Таблица 1. Распределение количества проб, изолятов и процента выделения грамположительных микроорганизмов, в частности бактерий рода *Staphylococcus* из молока полученного от лактирующих коров (Примечание: абс. – абсолютные, % - процент).

Table 1. Distribution of the number of samples, isolates and the percentage of recovery of gram-positive microorganisms, in particular bacteria of the genus *Staphylococcus*, from milk obtained from lactating cows (Note: abs. – absolute, % – percentage).

Наименование изолятов/ биоматериал от лактирую- щих коров	Количество проб молока и изолятов (n)		Количество (изолятов) <i>Enterococcus faecalis</i>		Количество (изолятов) бактерий рода <i>Staphylococcus</i>		Видовой спектр бактерий
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	
Молоко	110	100,0	10	9,1	100	90,9	<i>Staphylococcus aureus</i> (n=50), <i>Staphylococcus intermedius</i> (n=20), <i>Staphylococcus epidermidis</i> (n=15), <i>Staphylococcus haemolyticus</i> (n=10), <i>Staphylococcus chromogenes</i> (n=5), <i>Enterococcus faecalis</i> (n=10)

Таблица 2. Количество биологических свойств у (изолятов) бактерий рода *Staphylococcus* выделенных из маститного молока (Примечание: «+» - положительная реакция, «-» - отрицательная реакция).

Table 2. The number of biological characteristics in (isolates) of bacteria of the genus *Staphylococcus* isolated from mastitis milk (Note: “+” is a positive reaction, “-” is a negative reaction).

Виды (изоляты) бактерий рода <i>Staphylococcus</i>	Биологические свойства									
	гемолиз		Плазмокоагуляция		Расщепление маннита		Лецитиназная активность		Биопленкообразование	
Реакция «+» и «-»	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
<i>Staphylococcus aureus</i> (n=50)	40	10	50	0	41	9	35	15	40	10
<i>Staphylococcus intermedius</i> (n=20)	15	5	20	0	15	5	12	8	15	5
<i>Staphylococcus epidermidis</i> (n=15)	8	7	0	15	0	15	10	5	11	4
<i>Staphylococcus haemolyticus</i> (n=10)	5	5	0	10	0	10	9	1	4	6
<i>Staphylococcus chromogenes</i> (n=5)	4	1	0	5	0	5	3	2	3	2
Итого n=100	72	28	70	30	56	44	69	31	73	27

Staphylococcus aureus – гемолиз в 80%, плазмокоагуляция в 100%, расщепление маннита 82%, лецитиназная активность 75%; *Staphylococcus intermedius* – гемолиз в 75%, плазмокоагуляция в 100%, расщепление маннита 75%, лецитиназная активность 60% случаев выделения. *Staphylococcus epidermidis* – гемолиз в 53%, плазмокоагуляция в 0%, расщепление маннита 0%, лецитиназная активность 66%; *Staphylococcus haemolyticus* – гемолиз в 50%, плазмокоагуляция в 0%, расщепление маннита 0%, лецитиназная активность 40%; *Staphylococcus chromogenes* – гемолиз в 80%, плазмокоагуляция 0%, расщепление маннита 0%, лецитиназная активность 60%. Таким образом, клинически значимыми, в виду широкого распространения и высокого количества положительных реакций на биологические свойства являются - *Staphylococcus aureus* и *Staphylococcus intermedius*. Определено, что стафилококки способны образовывать биопленки, по степени связывания кристаллического генциан фиолетового суточными культурами выделенных бактерий (значения в процентах относительно положительной реакции для каждого вида изолятов стафилококков): *Staphylococcus aureus* (80%), *Staphylococcus intermedius* (75%), *Staphylococcus epidermidis* (73%), *Staphylococcus haemolyticus* (40%), *Staphylococcus chromogenes* (60%). Где клинически значимыми являются *Staphylococcus aureus* (80%) и *Staphylococcus intermedius* (75%), в виду большого процента образования данного компонента, что свидетельствует о их биологических свойствах и участии, как потенциальных возбудите-

лей, в течении мастита у лактирующих коров.

Таким образом, в виду высокого процента выделения (90,9%) бактерий рода *Staphylococcus* из маститного молока, широкого видового многообразия и биологических свойств, можно предположить их в качестве потенциальных возбудителей инфекционного мастита у лактирующих коров. Что делает их видовой спектр значимым для выделения и диагностики с учетом их видовых особенностей. При учете, что данные других авторов (Smirnova, L.I., Rudenko, P., Макавчик С.А., и др.) указывают на значимость и контроль данной группы микроорганизмов [3,4,5,8,9]. Полученные сведения могут отличаться от данных других авторов из-за участия других животных, полученного биоматериала, методик, условий, погрешности, реагентов и других факторов влияющих на достоверность результатов исследования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлен спектр бактерий рода *Staphylococcus*, выделенных в количестве 100 изолятов из маститного молока. Где видовое разнообразие составили: *Staphylococcus aureus* (n=50), *Staphylococcus intermedius* (n=20), *Staphylococcus epidermidis* (n=15), *Staphylococcus haemolyticus* (n=10), *Staphylococcus chromogenes* (n=5). При этом клинически значимыми были *Staphylococcus aureus* и *Staphylococcus intermedius*, в виду высокого процента положительных реакций на биологические свойства: *Staphylococcus aureus* – гемолиз в 80%, плазмокоагуляция в 100%, расщепление маннита в 82%, лецитиназная активность в 75% случаев. *Staphylococcus intermedius* –

гемолиз в 75%, плазмокоагуляция в 100%, расщепление маннита 75%, лецитиназная активность 60% случаев выделения. Образования биопленок у *Staphylococcus aureus* в 80% и *Staphylococcus intermedius* в 75% играет роль в течение и формирование инфекционного мастита у лактирующих коров.

Важное замечание, что ряд условий влияет на достоверность результата, а именно – выбор жи-

вотных, клинического материала, условий содержания, метода исследования, учета результатов и других факторов.

Видовой спектр и биологические свойства данных бактерий помогут ветеринарным специалистам учесть ряд факторов при выборе стратегии лечения или профилактики инфекционных маститов у лактирующих коров.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Закон Российской Федерации "О ветеринарии" от 14.05.1993 N 4979-1 (ред. от 29.12.2025). СПС «КонсультантПлюс». [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_4438/ (дата обращения 25.03.2026).
2. Федеральный закон «О биологической безопасности в российской федерации» от 30 декабря 2020 г. N 492-ФЗ. СПС «КонсультантПлюс». [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372659/ (дата обращения 19.02.2026).
3. Smirnova L.I., Makavchik S.A., Sukhinin A.A., Prikhodko E.I., Zabrovskaya A.V. Bacteriological monitoring of the pathogens of mastitis in dairy complex of the NorthWest Region of the Russian Federation. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2019;10(1):2013-2020.
4. Rudenko P., Sachivkina N., Vatnikov Y. et al. Role of microorganisms isolated from cows with mastitis in Moscow region in biofilm formation. Veterinary world. 2021;14(1): 40-48. DOI:10.14202/vetworld.2021.40-48
5. Макавчик С.А. Бактериальные болезни крупного рогатого скота, вызванные полирезистентными микроорганизмами (диагностика, лечение и профилактика): автореферат диссертации доктора ветеринарных наук: 06.02.02 , 06.02.03/ Макавчик Светлана Анатольевна. 2021:39.
6. Марданова А.М., Кабанов Д.А., Рудакова Н.Л., Шарипова М.Р. Биопленки: основные методы исследования: учебно-методическое пособие. Казань: К(П)ФУ. 2016:42.
7. Тец В.В., Тец Г.В. Микробные биопленки и проблемы антибиотикотерапии. Практ. пульмонология. – 2013;4: 60.
8. Макавчик С.А., Сухинин А.А., Кузьмин В.А. Инфекционные болезни и иммунология животных: учебное пособие. Санкт-Петербург. 2024: 83.
9. Макавчик С.А., Смирнова Л.И., Сухинин А.А. Биологические свойства *Staphylococcus haemolyticus* как возбудителя мастита сельскохозяйственных животных. Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2019;4:54-56.
10. Иванюк В.П., Бобкова Г.Н. Этиологические аспекты и разработка лечебных приёмов при остром катаральном мастите у коров. Известия Оренбургского Государственного Аграрного Университета. 2020;1 (81):136-139.
11. Патент на базу данных. База данных устойчивости и чувствительности к антибактериальным препаратам грамположительных возбудителей гнойно-воспалительных бактериальных инфекций крупного рогатого скота на территории Северо-Западного Федерального Округа Российской Федерации. Комаров М.В., Макавчик С.А., Сухинин А.А. Патент № 2025621340.2025.

REFERENCES

1. Law of the Russian Federation "On Veterinary Medicine" of May 14, 1993, No. 4979-1 (as amended on December 29, 2025). SPS "ConsultantPlus". [Electronic resource]. (in Russ) Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_4438/ (accessed March 25, 2026).
2. Federal Law "On Biological Safety in the Russian Federation" of December 30, 2020, No. 492-FZ. SPS "ConsultantPlus". [Electronic resource]. (in Russ) Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372659/ (accessed February 19, 2026).
3. Smirnova L.I., Makavchik S.A., Sukhinin A.A., Prikhodko E.I., Zabrovskaya A.V. Bacteriological monitoring of the pathogens of mastitis in dairy complex of the NorthWest Region of the Russian Federation. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2019;10(1):2013-2020.
4. Rudenko P., Sachivkina N., Vatnikov Y. et al. Role of microorganisms isolated from cows with mastitis in Moscow region in biofilm formation. Veterinary world. 2021;14(1): 40-48. DOI:10.14202/vetworld.2021.40-48
5. Makavchik S.A. Bacterial diseases of cattle caused by multidrug-resistant microorganisms (diagnosis, treatment, and prevention): abstract of the dissertation of Doctor of Veterinary Sciences: 06.02.02, 06.02.03/ Makavchik Svetlana Anatolyevna. 2021:39. (in Russ)
6. Mardanova A.M., Kabanov D.A., Rudakova N.L., Sharipova M.R. Biofilms: basic research methods: a tutorial. Kazan: Kazan (Pavlodar) Federal University. 2016:42. (in Russ)
7. Tets V.V., Tets G.V. Microbial biofilms and problems of antibiotic therapy. Practical pulmonology. 2013; 4: 60. (in Russ)
8. Makavchik S.A., Sukhinin A.A., Kuzmin V.A. Infectious diseases and immunology of animals: a tutorial. St. Petersburg. 2024: 83. (in Russ)
9. Makavchik S.A., Smirnova L.I., Sukhinin A.A. Biological properties of *Staphylococcus haemolyticus* as a causative agent of mastitis in farm animals. Issues of legal regulation in veterinary medicine. 2019;4:54-56. (in Russ)
10. Ivanyuk V.P., Bobkova G.N. Etiological aspects and development of therapeutic methods for acute catarrhal mastitis in cows. Bulletin of the Orenburg State Agrarian University. 2020;1 (81):136-139. (in Russ)
11. Database patent. Database of resistance and sensitivity to antibacterial drugs of gram-positive pathogens of purulent-inflammatory bacterial infections in cattle in the Northwestern Federal District of the Russian Federation. Komarov M.V., Makavchik S.A., Sukhinin A.A. Patent No. 2025621340.2025. (in Russ)

Поступила в редакцию / Received: 07.04.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 09.06.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

ОЦЕНКА БИОСИНТЕТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЦИТОКИНОВ IL-10 И IL-22 В РЕКОМБИНАНТНОМ *LACTOBACILLUS SPP.* ПРИ ИХ КОДОННОЙ ОПТИМИЗАЦИИ**Виктор Сергеевич Самойленко^{1✉}**¹Северо-Кавказский федеральный университет, Российская Федерация¹канд.ветеринар.наук, заведующий кафедрой зоологии и паразитологии медико-биологического факультета, email: viktor_samoylenko_26@mail.ru, orcid.org/0009-0005-3291-1241**РЕФЕРАТ**

Разработка рекомбинантных пробиотических штаммов, способных к направленной доставке иммуномодулирующих белков в желудочно-кишечный тракт, представляет собой перспективную стратегию снижения применения антибиотиков в животноводстве. В данном исследовании описан процесс создания и характеристика рекомбинантного штамма *Lactobacillus spp.*, обеспечивающего стабильную коэкспрессию ключевых цитокинов — интерлейкина-10 (IL-10) и интерлейкина-22 (IL-22). В работе использовали штамм *Lactobacillus spp.* из Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов НИЦ «Курчатовский институт». На основе вектора pLacDual с репликоном pWV01 (5,2 тыс. п.н.) сконструирована плазмида pLacDualIL10/IL22 (12,5 тыс. п.н.), содержащая две независимые экспрессионные каскады под контролем промотора lacUV5 с кодон-оптимизированными генами IL-10 (534 п.н.) и IL-22 (501 п.н.). Оптимизация повысила индекс адаптации кодонов (CAI) с 0,65 до 0,92 для IL-10 и с 0,58 до 0,89 для IL-22. Трансформацию проводили методом электропорации с селекцией на средах с эритромицином (5 мкг/мл) и хлорамфениколом (10 мкг/мл). Экспрессию белков оценивали методом ELISA, биологическую активность — в пролиферативном тесте на PBMC. Стабильность плазмиды определяли в течение 50 пассажей. Получен рекомбинантный штамм с эффективностью трансформации $2,3 \times 10^3$ КОЕ/мкг ДНК; 95% клонов подтверждены методом колониевой ПЦР. Верифицированный штамм демонстрировал стабильную продукцию биологически активных IL-10 (85 ± 12 нг/мл) и IL-22 (72 ± 9 нг/мл) без взаимного подавления синтеза. Плазмидная конструкция показала исключительную стабильность — частота потери составила менее 1.2% за 50 генераций. Полученный штамм представляет собой перспективную основу для создания средств, направленных на усиление местного иммунитета и снижение использования антибиотиков в животноводстве за счёт локальной доставки иммуномодулирующих цитокинов.

Ключевые слова: лактобактерии, плазмиды, белки, коэкспрессия, интерлейкины.

Для цитирования: Самойленко В.С. Оценка биосинтетической активности цитокинов IL-10 и IL-22 в рекомбинантном *Lactobacillus spp.* при их кодонной оптимизации. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:58-61. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.58>

ASSESSMENT OF THE BIOSYNTHETIC ACTIVITY OF CYTOKINES IL-10 AND IL-22 IN RECOMBINANT *LACTOBACILLUS SPP.* FOLLOWING CODON OPTIMIZATION**Viktor S. Samoylenko^{1✉}**¹North Caucasus Federal University, Russian Federation¹Candidate of Veterinary Sciences, Acting Department of Zoology and Parasitology of the Faculty of Medicine and Biology, email: viktor_samoylenko_26@mail.ru, orcid.org/0009-0005-3291-1241**ABSTRACT**

The development of recombinant probiotic strains capable of targeted delivery of immunomodulatory proteins to the gastrointestinal tract represents a promising strategy for reducing antibiotic use in animal husbandry. This study describes the construction and characterization of a recombinant *Lactobacillus spp.* strain обеспечивающего stable co-expression of key cytokines—interleukin-10 (IL-10) and interleukin-22 (IL-22). A *Lactobacillus spp.* strain obtained from the All-Russian Collection of Industrial Microorganisms of the NRC “Kurchatov Institute” was used in this work. Based on the pLacDual vector with the pWV01 replicon (5.2 kb), the plasmid pLacDualIL10/IL22 (12.5 kb) was constructed, containing two independent expression cassettes under the control of the lacUV5 promoter with codon-optimized IL-10 (534 bp) and IL-22 (501 bp) genes. Codon optimization increased the codon adaptation index (CAI) from 0.65 to 0.92 for IL-10 and from 0.58 to 0.89 for IL-22. Transformation was performed by electroporation followed by selection on media supplemented with erythromycin (5 µg/mL) and chloramphenicol (10 µg/mL). ELISA determined protein expression levels, and biological activity was assessed using a PBMC proliferation assay. Plasmid stability was evaluated over 50 passages. A recombinant strain was obtained with a transformation efficiency of 2.3×10^3 CFU/µg DNA; 95% of clones were confirmed by colony PCR. The verified strain demonstrated stable production of biologically active IL-10 (85 ± 12 ng/mL) and IL-22 (72 ± 9 ng/mL) without mutual suppression of synthesis. The plasmid construct exhibited exceptional stability, with a loss frequency of less than 1.2% over 50 generations. The resulting strain represents a promising platform for the development of novel agents aimed at enhancing local immunity and reducing antibiotic use in animal husbandry through the localized delivery of immunomodulatory cytokines.

Key words: lactobacillus, plasmids, proteins, coexpression, interleukins.

For citation: Samoylenko V.S. Assessment of biosynthetic activity of cytokines IL-10 and IL-22 in recombinant *Lactobacillus spp.* following codon optimization. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:58-61. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.58>

ВВЕДЕНИЕ

Современное животноводство сталкивается с комплексными вызовами, связанными с необходимостью обеспечения продуктивности при одновременном соблюдении принципов биобезопасности, снижении использования антибиотиков и повышении устойчивости животных к заболеваниям. В этом контексте применение рекомбинантных пробиотических штаммов представляет собой стратегически важное направление, позволяющее совместить преимущества традиционных пробиотиков с целенаправленным воздействием на иммунную систему животных [1,2,9].

Традиционные подходы к введению цитокинов, основанные на системном применении рекомбинантных белков, имеют существенные ограничения: высокую стоимость производства, быструю деградацию *in vivo* и риск развития системных побочных эффектов. Альтернативная стратегия, предполагающая использование пробиотических штаммов в качестве "биофабрик" для локальной продукции целевых молекул, позволяет преодолеть эти ограничения. Лактобактерии, являясь естественными обитателями кишечника, идеально подходят для этой роли благодаря их способности к колонизации, устойчивости к кислоте и желчи, а также доказанной безопасности [5,7,8,10].

Разработка рекомбинантных пробиотических штаммов, способных к экспрессии иммуномодулирующих цитокинов, представляет собой одно из наиболее перспективных направлений современной биотехнологии и ветеринарной медицины. В последние десятилетия значительное внимание уделяется созданию микробных платформ для направленной доставки биологически активных молекул в желудочно-кишечный тракт сельскохозяйственных животных. Среди множества кандидатных молекул особый интерес вызывают интерлейкин-10 (IL-10) и интерлейкин-22 (IL-22) — ключевые цитокины, играющие pivotal роль в регуляции иммунного ответа и поддержании барьерной функции слизистых оболочек [3,4,6,11].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Оценку биосинтетической активности цитокинов IL-10 и IL-22 в рекомбинантном *Lactobacillus spp.* при их кодонной оптимизации проводили на базе Геномного Центра Северо-Кавказского Федерального университета и бактериологической лаборатории базовой кафедры эпизоотологии и микробиологии Ставропольского государственного аграрного университета, в период с 2024 по 2025 гг.

В работе использовали штамм *Lactobacillus spp.*, полученный из Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов НИЦ «Курчатовский институт». Для экспрессии цитокинов была сконструирована плазида pLacDualIL10/IL22 на основе вектора pLacDual с репликоном pWV01 размером 5.2 тыс. п.н. Конструкция содержала две независимые экспрессионные кассеты. Первая кассета

содержала промотор lacUV5, оптимизированный RBS (AGGAGG, $\Delta G = -9.8$ ккал/моль), кодон-оптимизированный ген IL-10 (534 п.н.) с сигнальным пептидом usp45. Вторая кассета содержала промотор lacUV5, RBS с 85% комплементарностью к 16S рРНК, ген IL-22 (501 п.н.) с сигнальным пептидом SP310.

Клетки культивировали в среде MRS с 1% глицина до OD₆₀₀ 0.6. После трехкратной отмывки стерильным 10% глицерином при 4°C проводили электропорацию в кюветах с зазором 2 мм. После электропорации клетки рекуперировали в среде MRS с 0.5 М сахарозой при 37°C в течение 2 часов. Отбор трансформантов проводили на селективных средах с эритромицином 5 мкг/мл и хлорамфениколом 10 мкг/мл. Верификацию клонов проводили методом колониевой ПЦР с праймерами: LacF: 5'-GCTAGC ATGCCTGCAGGTTCGAC-3' и LacR: 5'-CGACGG TATCGATAAGCTTGAT-3'.

Содержание IL-10 и IL-22 определяли методом ELISA с использованием коммерческих наборов. Специфическую активность цитокинов определяли в пролиферативном тесте на линии лимфоцитов РВМС. Стабильность плазмиды оценивали в течение 50 пассажей с подсчетом частоты потерь. Клетки культивировали в модифицированной среде MRS при 37°C. Мониторинг роста проводили путем измерения OD₆₀₀. Экспрессию цитокинов индуцировали на стационарной фазе роста.

Все эксперименты выполнены в трёх биологических повторностях. Данные представлены как среднее $\pm$ стандартное отклонение. Статистическую значимость определяли с помощью t-критерия Стьюдента ($p < 0.05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенного исследования был успешно сконструирован рекомбинантный штамм *Lactobacillus spp.*, способный к стабильной коэкспрессии иммуномодулирующих цитокинов IL-10 и IL-22. Ключевым достижением стала разработка плазмидной конструкции pLacDualIL10/IL22 размером 12.5 тыс. пар оснований, созданной на основе лактобактериального вектора pLacDual с репликоном pWV01 (рисунок 1).

Конструкция включала две независимые экспрессионные кассеты, содержащие кодон-оптимизированные гены цитокинов под контролем промотора lacUV5. Проведенная оптимизация кодонного состава позволила значительно повысить индекс адаптации кодонов: для IL-10 значение CAI увеличилось с 0.65 до 0.92, а для IL-22 - с 0.58 до 0.89, что обеспечило эффективную трансляцию гетерологичных белков в клетках лактобактерий.

Трансформация целевого штамма осуществлялась методом электропорации с последующей селекцией на средах, содержащих эритромицин (5 мкг/мл) и хлорамфеникол (10 мкг/мл). Эффективность трансформации составила 2.3×10^3 КОЕ/мкг ДНК, при этом 98% отобранных клонов де-

монстрировали устойчивость к обоим антибиотикам. Верификация методом колонийной ПЦР подтвердила наличие плазмидной ДНК у 95% проанализированных клонов (Таблица 1).

Из полученных значений, представленных в таблице 1 видно, что количественный анализ экспрессии методом ELISA выявил стабильную продукцию как IL-10 (85 ± 12 нг/мл), так и IL-22 (72 ± 9 нг/мл) в стационарной фазе роста. Максимальный уровень экспрессии наблюдался через 24 часа культивирования с последующим выходом на плато в течение следующих 24 часов. Важно отметить, что коэкспрессия обоих цитокинов не сопровождалась взаимным подавлением их синтеза, что свидетельствует о сбалансированной работе двух независимых экспрессионных кассет.

Функциональная характеристика полученных рекомбинантных белков подтвердила их полную биологическую активность. В пролиферативных тестах на линии лимфоцитов РВМС IL-10 проявлял выраженную иммуносупрессивную активность, в то время как IL-22 демонстрировал ожидаемые свойства по усилению регенерации эпителиальных клеток. Электрофоретический анализ подтвердил правильный молекулярный вес белков: 18.5 кДа для IL-10 и 20.3 кДа для IL-22.

Особого внимания заслуживает исключительная стабильность полученной плазмидной конструкции. При длительном пассировании (50 генераций) частота потерь плазмиды не превышала 1.2%, а уровень экспрессии сохранялся на уровне более 90% от исходного. Рестрикционный анализ не выявил делеций или перестроек в плазмидной ДНК, что подтверждает стабильность конструкции при prolonged культивировании.

Сравнительный анализ с монокэспрессионными системами продемонстрировал значительные преимущества разработанной конструкции. Отсутствие интерференции между экспрессионными кассетами, сбалансированное соотношение

IL-10/IL-22 (~1.2:1) и минимальная метаболическая нагрузка на клетки-хозяева делают данную систему идеальной для коэкспрессии двух функционально связанных цитокинов.

Оптимизация условий культивирования показала, что добавление 1% глюкозы в среду MRS увеличивает выход целевых белков на 25%, поддержание pH на уровне 6.8 значительно повышает стабильность экспрессии, а температура индукции 30°C является оптимальной для обеспечения правильного фолдинга рекомбинантных белков.

Полученные результаты демонстрируют не только успешное создание рекомбинантного штамма, но и отражают комплексный подход к решению проблемы коэкспрессии двух функционально активных цитокинов в пробиотических бактериях. Высокая стабильность плазмиды, сохранение продуктивности при длительном культивировании и сбалансированная экспрессия обоих цитокинов делают разработанный штамм перспективным для практического применения в качестве основы для создания новых кормовых добавок и терапевтических средств в животноводстве. Особую ценность представляет возможность локальной доставки иммуномодулирующих цитокинов непосредственно в желудочно-кишечный тракт животных, что открывает новые возможности для снижения использования антибиотиков и повышения естественной резистентности животных к инфекционным заболеваниям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование продемонстрировало успешное создание и характеристику рекомбинантного штамма *Lactobacillus spp.*, способного к стабильной коэкспрессии иммуномодулирующих цитокинов IL-10 и IL-22. Разработанная плазмидная конструкция pLacDualIL10/IL22 показала исключительную стабильность, с частотой потерь менее 1.2% после 50 генераций, что свидетельствует о надежности системы для долгосрочного применения. Ключевым достижением стала реализация сбалансированной коэкспрессии обоих цитокинов без признаков метаболической нагрузки на клетки-хозяева или интерференции между экспрессионными кассетами, с достижением стабильных уровней продукции IL-10 (85 ± 12 нг/мл) и IL-22 (72 ± 9 нг/мл) в стационарной фазе роста.

Функциональный анализ подтвердил полную биологическую активность рекомбинантных белков, соответствующих нативным цитокинам по иммуносупрессивным (IL-10) и регенеративным (IL-22) свойствам. Оптимизация условий культивирования, включая добавление 1% глицина для повышения эффективности электропорации, использование 0.5 М сахарозы для рекуперации

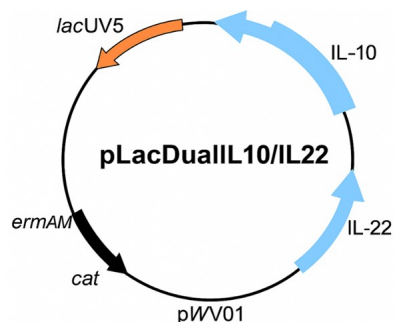


Рисунок 1. Схема сконструированной плазмиды pLacDualIL10/IL22.

Figure 1. Schematic of the constructed plasmid pLacDualIL10/IL22.

Таблица 1. Функциональные характеристики рекомбинантных цитокинов.

Table 1. Functional characteristics of recombinant cytokines.

Показатель	IL-10	IL-22
Молекулярная масса, кДа	18.5	20.3
Специфическая активность, ЕД/мг	$(1.8 \pm 0.2) \times 10^6$	$(1.2 \pm 0.1) \times 10^6$
Подавление TNF- α продукции, %	85 ± 4	-
Стимуляция пролиферации эпителиальных клеток, %	-	65 ± 5
Стабильность при хранении (4°C, 30 дней), %	95 ± 2	90 ± 3

клеток и поддержание pH на уровне 6,8, позволила значительно увеличить продуктивность системы. Полученный штамм демонстрирует высокий потенциал для практического применения в животноводстве в качестве основы для разработки инновационных кормовых добавок, направленных на модуляцию иммунного статуса животных через локальную доставку цитокинов в желудочно-кишечный тракт.

Важным преимуществом разработанной системы является ее способность обеспечивать сбалансированное соотношение IL-10/IL-22 (~1.2:1), что может иметь критическое значение для эффективной иммуномодуляции *in vivo*. Высокая стабильность плазмиды и сохранение продуктивности при длительном культивировании позволяют рассматривать данный штамм как перспективную платформу для промышленного применения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. He Y., Li F., Xu M. и др. Probiotic potential of lactic acid bacteria isolated from yaks. *Animal Diseases*. 2024;4. Art. 17. DOI: 10.1186/s44149-024-00124-z
2. Markowiak P., Śliżewska K. The role of probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition. *Gut Pathog*. 2018 Jun 6;10:21. doi: 10.1186/s13099-018-0250-0. PMID: 29930711; PMCID: PMC5989473.
3. Mathipa-Mdakane M. G., Thantsha M. S. *Lactocaseibacillus rhamnosus*: a suitable candidate for the construction of novel bioengineered probiotic strains for targeted pathogen control. *Foods*. 2022;11(6). Art. 785. DOI: 10.3390/foods11060785
4. Nguyen T.T., Nguyen H.M., Geiger B. и др. Heterologous expression of a recombinant lactobacillal β -galactosidase in *Lactobacillus plantarum*: effect of different parameters on the sakacin P-based expression system. *Microbial Cell Factories*. 2015;14. Art. 30. DOI: 10.1186/s12934-015-0214-8
5. Wang X., Zhang P., Zhang X. Probiotics regulate gut microbiota: an effective method to improve immunity. *Molecules*. 2021;26(19). Art. 6076. DOI: 10.3390/molecules26196076
6. Wei H.X., Wang B., Li B. IL-10 and IL-22 in mucosal immunity: driving protection and pathology. *Frontiers in Immunology*. 2020;11. Art. 1315. DOI: 10.3389/fimmu.2020.01315
7. Wu J., Xin Y., Kong J., Guo T. Genetic tools for the development of recombinant lactic acid bacteria. *Microbial Cell Factories*. 2021; 20(1). Art. 118. DOI: 10.1186/s12934-021-01607-1
8. Wu Z., Yang K., Zhang A. и др. Effects of *Lactobacillus acidophilus* on the growth performance, immune response, and intestinal barrier function of broiler chickens challenged with *Escherichia coli* O157. *Poultry Science*. 2021;100(9). Art. 101323. DOI: 10.1016/j.psj.2021.101323
9. Yang Y., Yu P., Huang Y. и др. Metabolic engineering of *Lactobacilli* spp. for disease treatment. *Microbial Cell Factories*. 2025;24(1). Art. 53. DOI: 10.1186/s12934-025-02682-4
10. Zhang J., McWhorter A. R., Khan S. и др. Characterization of *Lactobacillus* spp. isolated from layer hens as probiotic candidates. *BMC Veterinary Research*. 2025;21. Art. 416. DOI: 10.1186/s12917-025-04847-0
11. Zheng J., Wittouck S., Salvetti E. и др. A taxonomic note on the genus *Lactobacillus*: description of 23 novel genera, emended description of the genus *Lactobacillus Beijerinck* 1901, and union of Lactobacillaceae and Leuconostocaceae // *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 2020;70(4): 2782–2858. DOI: 10.1099/ijsem.0.004107

REFERENCES

1. He Y., Li F., Xu M. et al. Probiotic potential of lactic acid bacteria isolated from yaks. *Animal Diseases*. 2024;4. Art. 17. DOI: 10.1186/s44149-024-00124-z
2. Markowiak P., Śliżewska K. The role of probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition. *Gut Pathog*. 2018 Jun 6;10:21. doi: 10.1186/s13099-018-0250-0. PMID: 29930711; PMCID: PMC5989473.
3. Mathipa-Mdakane M. G., Thantsha M. S. *Lactocaseibacillus rhamnosus*: a suitable candidate for the construction of novel bioengineered probiotic strains for targeted pathogen control. *Foods*. 2022;11(6). Art. 785. DOI: 10.3390/foods11060785
4. Nguyen T.T., Nguyen H.M., Geiger B. et al. Heterologous expression of a recombinant lactobacill β -galactosidase in *Lactobacillus plantarum*: effect of different parameters on the sakacin P-based expression system. *Microbial Cell Factories*. 2015;14. Art. 30. DOI: 10.1186/s12934-015-0214-8
5. Wang X., Zhang P., Zhang X. Probiotics regulate gut microbiota: an effective method to improve immunity. *Molecules*. 2021;26(19). Art. 6076. DOI: 10.3390/molecules26196076
6. Wei H.X., Wang B., Li B. IL-10 and IL-22 in mucosal immunity: driving protection and pathology. *Frontiers in Immunology*. 2020;11. Art. 1315. DOI: 10.3389/fimmu.2020.01315
7. Wu J., Xin Y., Kong J., Guo T. Genetic tools for the development of recombinant lactic acid bacteria. *Microbial Cell Factories*. 2021; 20(1). Art. 118. DOI: 10.1186/s12934-021-01607-1 \
8. Wu Z., Yang K., Zhang A., et al. Effects of *Lactobacillus acidophilus* on the growth performance, immune response, and intestinal barrier function of broiler chickens challenged with *Escherichia coli* O157. *Poultry Science*. 2021;100(9). Art. 101323. DOI: 10.1016/j.psj.2021.101323
9. Yang Y., Yu P., Huang Y. et al. Metabolic engineering of *Lactobacilli* spp. for disease treatment. *Microbial Cell Factories*. 2025;24(1). Art. 53. DOI: 10.1186/s12934-025-02682-4
10. Zhang J., McWhorter A. R., Khan S., et al. Characterization of *Lactobacillus* spp. isolated from layer hens as probiotic candidates. *BMC Veterinary Research*. 2025;21. Art. 416. DOI: 10.1186/s12917-025-04847-0
11. Zheng J., Wittouck S., Salvetti E. et al. A taxonomic note on the genus *Lactobacillus*: description of 23 novel genera, emended description of the genus *Lactobacillus Beijerinck* 1901, and union of Lactobacillaceae and Leuconostocaceae // *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 2020;70(4): 2782–2858. DOI: 10.1099/ijsem.0.004107

Поступила в редакцию / Received: 25.02.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 26.06.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

ОСОБЕННОСТИ КУЛЬТУР БРУЦЕЛЛ ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ОРГАНИЗМА СЕВЕРНЫХ ОЛЕНЕЙ

Евгений Семенович Слепцов^{1✉}, Николай Васильевич Винокуров², Иван Владимирович Алферов³
^{1,2,3} Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова ФГБУН ФИЦ ЯНЦ СО РАН, Российская Федерация

¹ д-р ветеринар. наук, проф., главный научный сотрудник, e-mail: evgeniysemenovic@mail.ru, orcid.org/0000-0002-7478-9011

² д-р ветеринар. наук, доц., главный научный сотрудник, orcid.org/0000-0002-0781-2015

³ канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник, orcid.org/0000-0002-9795-5238

РЕФЕРАТ

Биологические характеристики патогенных штаммов *Brucella* у различных видов животных является наиболее важным фактором для борьбы с данным заболеванием. Результаты изучения культур бруцелл наиболее важен для разработки средств и методов специфической профилактики и диагностики. Использование контрольных штаммов *B. melitensis* 16М и *B. suis* 1330 в количестве 10 м.к. приводило к развитию обширного генерализованного заболевания у инфицированных животных. В то время как *B. abortus* 183 становился патогенным в большей степени при использовании 50 м.к. и вызывал распространенные инфекционные поражения, особенно при высоких дозах. В ходе изучения патогенности штамма «оленьего» 010 на крупном рогатом скоте, свиньях и овцах выяснилось, что его вирулентность ниже, чем у *B. abortus* 183 и *B. suis* 1330. Изолированные от диких и хозяйственно-содержимых популяций северных оленей в республике штаммы *Brucella* сохраняют стабильность и обусловленную однородность фенотипических характеристик. Типичная для гемокультуры картина: в сравнении с иными серовариями *Brucella*, указанные изоляты демонстрируют выраженную вирулентность и тропизм к *Rangifer tarandus*, тогда как *Sus scrofa*, *Bos taurus* и *Ovis aries*, наоборот, проявляют высокую видоспецифическую резистентность как при лабораторном инфицировании, так и в естественных биогеоценозах. Эпизоотологический мониторинг подтвердил автономность очагов бруцеллеза. В Якутии, что указывает на уникальную эпидемическую и эпизоотическую ситуацию, характерную исключительно для этого региона.

Ключевые слова: бруцеллез, олени, эпизоотология, инфекция, бактериология, штамм, иммунитет, специфическая профилактика.

Для цитирования: Слепцов Е.С., Винокуров Н.В., Алферов И.В. Особенности культур бруцелл выделенных из организма северных оленей. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:62-65. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.62>

FEATURES OF *BRUCELLA* CULTURES ISOLATED FROM THE BODY OF NORTH REINDEER

Evgeny S. Sleptsov^{1✉}, Nikolay V. Vinokurov², Ivan V. Alferov³

^{1,2,3} Yakut Scientific Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov, Russian Federation

¹ Dr. of Veterinary Sciences, Prof., Chief Researcher, e-mail: evgeniysemenovic@mail.ru, orcid.org/0000-0002-7478-9011

² Dr. of Veterinary Sciences, Assoc. Prof., Chief Researcher, orcid.org/0000-0002-0781-2015

³ Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, orcid.org/0000-0002-9795-5238

ABSTRACT

The biological characteristics of pathogenic *Brucella* strains in various animal species are the most important factor in the fight against this disease. The results of studying *Brucella* cultures are crucial for the development of specific prevention and diagnosis methods. The use of control strains of *B. melitensis* 16M and *B. suis* 1330 at a concentration of 10 m.c. resulted in the development of extensive generalized disease in infected animals. While *B. abortus* 183 became more pathogenic when used at 50 m.c. and caused widespread infectious lesions, especially at high doses. In the study of the pathogenicity of the "deer" strain 010 in cattle, pigs, and sheep, it was found that its virulence is lower than that of *B. abortus* 183 and *B. suis* 1330. Isolated from wild and economically-maintained populations of reindeer in the republic, *Brucella* strains retain stability and the resulting uniformity of phenotypic characteristics. A typical picture for the hemoculture: in comparison with other *Brucella* serovarieties, these isolates demonstrate pronounced virulence and tropism to *Rangifer tarandus*, whereas *Sus scrofa*, *Bos taurus*, and *Ovis aries*, on the contrary, show high species-specific resistance both in laboratory infection and in natural biogeocenoses. Epizootiological monitoring has confirmed the autonomy of brucellosis foci in Yakutia, which indicates a unique epidemic and epizootic situation that is specific to this region.

Key words: brucellosis, deer, epizootiology, infection, bacteriology, strain, immunity, specific prevention.

For citation: Sleptsov E.S., Vinokurov N.V., Alferov I.V. Features of *Brucella* cultures isolated from the body of reindeer. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:62-65. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.62>

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время бруцеллез северных оленей фиксируется в восьми неблагоприятных пунктах Якутии, в то время как два десятилетия назад их число достигало 60-ти пунктов. Эффективные меры правительства Республики Саха привели к существенному снижению заболеваемости, однако болезнь по-прежнему угрожает оленеводству в различных различных природно-климатических зонах. Исследователи П.Ф. Белов и В.В. Захаров отметили, что бруцеллы оленей обладают более высокой вирулентностью для человека по сравнению с *Brucella abortus*. Тем не менее, В.А. Забродин, А.Ф. Пинигин и Р.Б. Вашкевич констатировали, что данный возбудитель менее агрессивен для людей, вызывая преимущественно иммунобиологическую адаптацию без явных клинических проявлений, которые возникают лишь изредка. Однако этот вывод актуален преимущественно для коренных жителей, занимающихся оленеводством и как ранние исследования показали о том, что население затронутые данной отраслью невосприимчивы к заболеванию в виду наличия антител в крови, передающиеся от поколения к поколению. Исследования 1970-х годов показали, что ферментативная активность по уреазе полученная из оленьих штаммов, проявляет активность выше, чем *Brucella melitensis* и *Brucella abortus*, но ниже, чем у *Brucella suis*. Оленьи штаммы активно окисляют аминокислоты и сахара, а также обладают высокой активностью лактатоксидазы, быстро разлагая молочную и щавелевоуксусную кислоты, имея как кислотные, так и щелочные фосфатазы. Самое медленное расщепление фенолфталейн-фосфата наблюдается у *B. rangiferi*, в то время как наибольшая активность замечена у *B. suis* [1-6].

В этой связи, важно провести анализ характеристик культур бруцелл, выделенных из организма северных оленей, для усовершенствования противобруцеллезных мероприятий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводили в лаборатории оленеводства и традиционных отраслей Якутского НИИ сельского хозяйства ФГБУН ФИЦ ЯНЦ СО РАН и в секторе хронических инфекций Всероссийского института экспериментальной ветеринарии имени Я.Р. Коваленко, с обязательным соблюдением договорных обязательств и планов НИР. Исследование включало анализ морфологических и тинкториальных свойств культур микроорганизмов, применяя методики, одобренные комитетом продовольственной и сельскохозяйственной организации объединённых наций и всемирной организации по здравоохранению по бруцеллезу.

Для проведения бактериологического анализа на паренхиматозных органах и лимфатических узлах морских свинок, были применены следующие штаммы: олений штамм 010 в дозах 10 м.к. и 50 м.к. – 8 гол., олений штамм 121 в дозах 50 и 1000 м.к. – 10 гол., *B. abortus* 183 в дозах 50 м.к. и 1000 м.к. – 10 гол., *B. suis* 1330 в дозах 10 м.к. и 50 м.к. – 8 гол., *B. melitensis* 16М в дозах 10 м.к. и 50 м.к. – 8 гол.

Были использованы методы диагностики по реакции термореципитации, реакции агглюти-

нации с акрифлавиновым растворе и произведена окраска по методу Уайта-Вильсона для визуального исследования по степени диссоциации культуры среды. Полученные патологические материалы (лимфатические узлы, паренхиматозные органы) из отобранных голов северных оленей, подвергли к бактериологическому исследованию по мясо-пептонно-печеночному бульоне и агаре с добавлением глюкозы и глицерина, с последующим наблюдением за посевами в течение месяца. Культуры бруцелл оценивались визуально и микроскопически с использованием методов прямого и косопроходящего света, дифференциацию проводили с использованием кристалл-виолета. Интерпретация данных выполнена с помощью статистической обработки в программе Microsoft Office 2016 (Excel).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследование бактериальных штаммов рода *Brucella*, изолированных от северных оленей, демонстрирует, что эти изоляты обладают характеристиками, присущими представителям данного рода в целом. В научной среде до сих пор отсутствует унифицированный подход к систематике внутри рода *Brucella*, что затрудняет точную классификацию и дифференциацию различных видов. Исследование указывает, что штаммы бактерий *Brucella*, изолированные от северных оленей бруцеллезные штаммы демонстрируют высокую гомогенность по ключевым биологическим и молекулярно-генетическим параметрам. Тем не менее варибельность присутствует: их фенотипические и генотипические профили значительно расходятся с таковыми у прочих видов рода *Brucella*. Такими как *B. neotomae*, *B. melitensis*, *B. abortus*, *B. ovis* и *B. canis* позволяют предположить их принадлежность к отдельной таксономической группе внутри рода.

В ходе эксперимента пало пять животных, четыре из которых после 20 дней с момента инфицирования. Из органов были взяты биопробы для бактериального посева. Одно животное пало на третий день после заражения и не подверглась анализу. В результате исследований выделены культуры бруцелл на паренхиматозных органах и лимфатических узлах морских свинок из следующих штаммов: олений штамм 010 в дозах 10 м.к. и 50 м.к. выделено 4 из паренхиматозных органов и 2 из лимфоузлов, олений штамм 121 в дозах 50 и 1000 м.к. выделено 18 из паренхиматозных органов и 32 из лимфоузлов, *B. abortus* 183 в дозах 50 м.к. и 1000 м.к. выделено 24 из паренхиматозных органов и 11 из лимфоузлов, *B. suis* 1330 в дозах 10 м.к. и 50 м.к. выделено 8 из паренхиматозных органов и 6 из лимфоузлов, *B. melitensis* 16М в дозах 10 м.к. и 50 м.к. выделено 18 из паренхиматозных органов и 16 из лимфоузлов.

В проведенном исследовании все подопытные животные, за исключением особи №6554, были заражены штаммом *Brucella*, обозначенным как "олений" штамм 121, с экспозиционной дозой в пятьдесят микробных клеток. Это привело к активной агглютинационной реакции с титрами антител от 1:20 до 1:320. Применение штамма "олений" *Brucella* штамм 010 в количестве десять

бактериальных клеток вызвало распространенный инфекционный процесс у морских свинок. Патоген был изолирован из паховых лимфатических узлов, костного мозга и печёночной ткани испытуемых, что недвусмысленно подтверждало генерализованный, системный характер инфекции в организме. В рассматриваемом эксперименте штамм 121 проявил повышенную вирулентность: из лимфатических узлов и различных висцеральных органов инфицированных морских свинок были получены 50 бактериальных изолятов.

Гистологический анализ лимфоузлов и паренхиматозных органов животных, заражённых высокопатогенными штаммами *Brucella melitensis* 16М, *Brucella suis* 1330 и «оленьим» 010 по десятиклеточной дозе, выявил генерализованную инфекцию различной степени тяжести и распространённости. Нашли и ярко выраженные патологические изменения: эпителиоидные гранулемы, обширные некротические участки и цитоллиз в лимфоидной и паренхиматозной тканях.

Результаты экспериментов показывают, что изученные штаммы *Brucella* обладают сильными патогенными свойствами и способны индуцировать системный бруцеллёз у морских свинок после инокуляции 10–50 бактериальных клеток; эталонные штаммы *Brucella melitensis* 16М и *Brucella suis* 1330, которые использовались как контроль, это тоже подтвердили: они показали высокую вирулентность и вызывали тяжёлую генерализованную инфекцию у заражённых животных. *B. abortus* 183 проявлял патогенные свойства особенно при концентрации в 50 микробных клеток и при повышенных дозировках способствовал образованию обширных инфекционных поражений. Патоморфологический анализ показал серьёзные изменения: гиперплазию, цианотично-багровая дисхромия селезёнки с выраженной спленомегалией, бугристой фиброзной капсулой и множественными очаговыми некрозами, сопровождающиеся умеренной генерализованной лимфаденопатией и начальной диффузной гепатомегалией по типу паренхиматозного отёка.

В ходе исследования вирулентности «оленьего» изолята *Brucella abortus* 010 на разных сельскохозяйственных животных установле-

но, что его инфектоспособность достоверно ниже, чем у эталонных культур *Brucella abortus* 183 и *Brucella suis* 1330.

Изоляты *Brucella*, выделенные из северных оленей, по нескольким признакам сразу показывают свою особенность и заметно отличаются от штаммов *B. abortus*. Если смотреть на сероводородную активность и окрашивание сафранином, их биохимические свойства не совпадают с характеристиками эталонного штамма *Brucella melitensis* 16М. Сравнение со штаммом *Brucella suis* 1330 тоже дает вполне четкие различия: это сероводородная реакция, восстановительная способность фуксина и сафранина, а еще уреазная активность. Все это хорошо видно в данных и именно на их основе можно сделать обоснованные выводы о специфичности изучаемых микроорганизмов.

Ключевой момент, из-за которого оленей выделяют как одну из важных характеристик некоторых штаммов бруцелл характерны стойкие биологические признаки, выраженная вирулентность по отношению к лабораторным моделям и относительно слабая патогенность для прочих млекопитающих, среди них крупный рогатый скот, свиньи, овцы. Этому способствуют персистенция, внутриклеточная локализация, специфические пути трансмиссии и закономерности эпизоотического, эпидемического процесса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование культур *Brucella spp.*, изолированных из популяций северных оленей — как полудомашних, так и свободноживущих — на территории данной республики выявило, что их фенотипические характеристики остаются константными. Указанные изоляты демонстрировали акцентуированную вирулентность и патогенность, строго оленьего тропизма, чем отличаются от прочих штаммов *Brucella*. Тогда как свиньи, крупный рогатый скот и овцы, напротив, проявили высокую устойчивость к этим штаммам и в лабораторных условиях, и в естественных экосистемах. Эпизоотологические данные подтверждают, что дальше изучать эту инфекцию в контексте межвидовых взаимодействий и экосистемных процессов в Якутии по-прежнему нужно, и при этом эпидемиологическая и эпизоо-

Таблица 1. Особенности бруцелл, изолированных от северных оленей в Якутии.

Table 1. Features of *Brucella* isolated from reindeer in Yakutia.

Показатель	«Оленьи» штаммы бруцелл	<i>B. suis</i> 1330	<i>B. abortus</i> 544	<i>B. melitensis</i> 16М
Биотипы	—	1	1	1
Кол-во штаммов	17	1	1	1
Потребность CO ₂	—	—	+	—
Продукция H ₂ S	—	+	+	—
Уреазная активность	++++	++++	+	+++
Рост на средах с красками				
Тионин 1:25000	±	+	—	—
1:50000	+	+	—	+
1:100000	+	+	—	+
Фуксин 1:50000	—	—	+	+
1:100000	—	—	+	+
Метилвиолет 1:100000	—	—	+	—
Сафранин 1:5000	—	—	+	+
1:10000	+	—	+	+

тическая динамика здесь своя, особая, характерная именно для этого региона.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Слепцов Е.С., Евграфов Г.Г., Винокуров Н.В., Лайшев К.А., Федоров В.И., Искандаров М.И., Захарова О.И. Бруцеллез северных оленей и меры борьбы с ним в условиях Крайнего севера Российской Федерации. Новосибирск: АНС «СибАК», 2017. 126 с. ISBN: 978-5-4379-0539-5
2. Васильева А.А. Эпизоотология бруцеллеза северных оленей в тундровой зоне Якутии и оптимизация средств, методов диагностики и иммунопрофилактики: специальность 16.00.03: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук / Васильева Августа Алексеевна; 2000: 23 с.
3. Лайшев, К.А. Специфическая профилактика в системе противобруцеллезных мероприятий у северных оленей (теоретическое, экспериментальное и практическое обоснование): специальность 16.00.03: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора ветеринарных наук / Лайшев Касим Анверович; 1998: 35 с.
4. Гулюкин М.И., Гулюкин А.М., Искандаров М.И., Чернов А.Н., Шабейкин А.А., Белименко В.В., Племяшов К.В., Слепцов Е.С., Винокуров Н.В., Федоров В.И. Научно-обоснованная система противоэпизоотических мероприятий и современные способы диагностики, специфической профилактики и лечения инфекционных болезней домашних животных. Новосибирск: АНС «СибАК». 2019: 310 с. ISBN: 978-5-4379-0628-6
5. Федоров А.И., Игнатов П.Е., Искандаров М.И., Альбертян М.П., Искандарова С.С., Слепцов Е.С., Винокуров Н.В., Федоров В.И., Бочкарев И.И. Разработка бруцеллезных вакцинирующих соединений на основе антиген-полимерных комплексов. Новосибирск: АНС «СибАК», 2018: 118 с. ISBN: 978-5-4379-0577-7
6. Хоч А.А., Слепцов Е.С. Бруцеллез северных оленей в Якутии. Якутск: Сахаполиграфиздат, 2001. 216 с. ISBN: 5-85259-484-9

REFERENCES

1. Sleptsov E.S., Yevgrafov G.G., Vinokurov N.V., Laishev K.A., Fedorov V.I., Iskandarov M.I., Zakharova O.I. Reindeer brucellosis and control measures in the Far North of the Russian Federation. Novosibirsk: SibAB, 2017. 126 p. (in Russ) ISBN: 978-5-4379-0539-5
2. Vasilyeva A.A. Epizootology of reindeer brucellosis in the tundra zone of Yakutia and optimization of diagnostic tools, methods and immunoprophylaxis: specialty 16.00.03: abstract of the dissertation for the degree of candidate of veterinary Sciences / Vasilyeva Augusta Alekseevna; 2000: 23 p. (in Russ)
3. Laishev, K.A. Specific prevention in the system of anti-brucellosis measures in reindeer (theoretical, experimental and practical justification): specialty 16.00.03: abstract of the dissertation for the degree of Doctor of veterinary sciences / Laishev Kasim Anverovich; 1998: 35 p. (in Russ)
4. Gulyukin M.I., Gulyukin A.M., Iskandarov M.I., Chernov A.N., Shabeikin A.A., Belimenko V.V., Plemyashov K.V., Sleptsov E.S., Vinokurov N.V., Fedorov V.I. A scientifically based system of antiepidemic measures and modern methods of diagnosis, specific prevention and treatment of infectious diseases of pets. Novosibirsk: ANS SibAK, 2019. 310 p. (in Russ) ISBN: 978-5-4379-0628-6
5. Fedorov A.I., Ignatov P.E., Iskandarov M.I., Albertyan M.P., Iskandarova S.S., Sleptsov E.S., Vinokurov N.V., Fedorov V.I., Bochkarev I.I. Development of brucellosis vaccination compounds based on antigen polymer complexes. Novosibirsk: ANS SibAK, 2018. 118 p. (in Russ) ISBN: 978-5-4379-0577-7
6. Khoch A.A., Sleptsov E.S. Brucellosis of reindeer in Yakutia. Yakutsk: Sakhapolygrafizdat, 2001. 216 p. (in Russ) ISBN: 5-85259-484-9

Поступила в редакцию / Received: 05.06.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 22.06.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

БАКТЕРИИ РОДА *ACINETOBACTER* КАК ВОЗБУДИТЕЛИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ПОРЧИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И СЫРЬЯ

Любовь Ивановна Смирнова¹, Полина Олеговна Мальцева²

¹Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Российская Федерация

²Северо-Западное Межрегиональное управление Россельхознадзора, Российская Федерация

¹канд. ветеринар. наук, доцент, email: lubov965@rambler.ru

²специалист-эксперт

РЕФЕРАТ

Статья посвящена оптимизации выявления бактерий рода *Acinetobacter sp.* - основных возбудителей порчи охлажденных субпродуктов. В работе с использованием классических методов и хромогенной среды CHROMagarTM было изучено 30 проб печени (говяжьей, свиной и куриной), хранившихся при 4°C. Установлено, что на данной среде *Acinetobacter* образует характерные красные колонии, однако для его точной идентификации обязательно применение дополнительных тестов (отсутствие оксидазы, подвижности и ферментации глюкозы), позволяющих отличить его от сходных *Pseudomonas* и *Enterobacteriaceae*. Анализ влияния условий хранения показал, что при низких температурах рост *Enterobacteriaceae* подавляется, тогда как психрофильные *Pseudomonas* быстро размножаются, конкурируя с *Acinetobacter*, который может активизироваться даже при отсутствии в свежих пробах. Таким образом, среда CHROMagarTM эффективна для первичного скрининга, однако для надежной дифференциации необходим комплексный подход с использованием набора питательных сред и биохимических тестов, поскольку идентификация микроорганизмов до видового уровня остается затруднительной.

Ключевые слова: *Acinetobacter*, микробиологическая порча пищевых продуктов, субпродукты, печень, хромогенная среда CHROMagarTM *Acinetobacter*.

Для цитирования: Смирнова Л.И., Мальцева П.О. Бактерии рода *Acinetobacter* как возбудители микробиологической порчи пищевых продуктов и сырья. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:66-69. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.66>

BACTERIA OF THE GENUS *ACINETOBACTER* AS PATHOGENS OF MICROBIOLOGICAL SPOILAGE OF FOOD PRODUCTS AND RAW MATERIALS

Lyubov Iv. Smirnova¹, Polina O. Maltseva²

¹St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, Russian Federation

²North-West Interregional Administration of the Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Surveillance, Russian Federation

¹Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, email: lubov965@rambler.ru

²Specialist-Expert

ABSTRACT

This article focuses on optimizing the detection of *Acinetobacter* bacteria, the main spoilage pathogens of chilled offal. Thirty liver samples (beef, pork, and chicken) stored at 4°C were analyzed using conventional methods and the chromogenic CHROMagarTM medium. *Acinetobacter* formed characteristic red colonies on this medium. However, accurate identification requires additional tests (lack of oxidase, motility, and glucose fermentation) to distinguish it from similar *Pseudomonas* and *Enterobacteriaceae*. Analysis of the effects of storage conditions revealed that at low temperatures, the growth of *Enterobacteriaceae* is inhibited, while psychrophilic *Pseudomonas* rapidly multiplies, competing with *Acinetobacter*, which can become active even when absent from fresh samples. Thus, CHROMagarTM medium is effective for primary screening, but for reliable differentiation, a comprehensive approach using a range of nutrient media and biochemical tests is required, since identification of microorganisms to the species level remains difficult.

Key words: *Acinetobacter*, microbiological spoilage of food products, offal, liver, chromogenic medium CHROMagarTM *Acinetobacter*.

For citation: Smirnova L.I., Maltseva P.O. Bacteria of the genus *Acinetobacter* as pathogens of microbiological spoilage of food products and raw materials. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:66-69. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.66>

ВВЕДЕНИЕ

В пищевых продуктах, содержащих белки и жиры животного происхождения, при их хранении при комнатной температуре или в бытовом и промышленном холодильнике, как правило, находится широкий спектр бактерий, потенциально вызывающих микробиологическую порчу.

Основную группу представляют грамотрицательные психрофильные бактерии, характеризующиеся сходными культурально-биохимическими свойствами. Сами по себе они могут не вызывать явных признаков порчи, но в ассоциации приводят к расщеплению жиров и белков.

Одним из наиболее распространённых микроорганизмов этой группы является род *Acinetobac-*

ter. В природе представители этого рода - постоянные обитатели желудочно-кишечного тракта животных и человека. Их относят к типичной микрофлоре порчи охлажденных пищевых продуктов, а мезофильный *Acinetobacter baumannii* в настоящее время признан возбудителем одной из наиболее опасных госпитальных инфекций и характеризуется множественной лекарственной устойчивостью (резистентности к хинолонам, карбапенемам и т. д.) [1,2,3].

Целью нашей работы была оптимизация схемы выявления и идентификации, а также сравнительная характеристика культурально-биохимических свойств *Acinetobacter* и сходных с ними по биологическим свойства возбудителей микробиологической порчи при бактериологическом исследовании субпродуктов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве материала исследования использовали приобретенные в общедоступных центрах розничной торговли пробы субпродуктов: по 10 проб органолептический свежей, охлажденной говяжьей, свиной и куриной печени. Исследование проводили классическим бактериологическим методом, с первичным параллельным посевом отпечатком с поверхности и из глубины пробы на питательный агар, среду Эндо и хромогенную среду CHROMagarTM *Acinetobacter* (ЗАО «ДРГ Техсистемс») на первые и на 7-е сутки хранения в холодильнике, в аэробных условиях. Инкубацию посевов проводили в термостате (37°C) и при комнатной температуре (25°C) 72 часа. Затем отбирали характерные колонии, проводили бактериоскопию в препаратах, окрашенных по Граму, пересекали их на трехсахарный агар, фенилаланинагар и ПЖА с глюкозой и индикатором ВР, определяли каталазную и оксидазную активность, подвижность, использовали также тест-наборы API 20 NE.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Положительным результатом бактериологического исследования считали обнаружение в

первичных посевах на питательном агаре мелких и средних белых или слегка желтовато-белых блестящих колоний, а на среде Эндо – мелких, прозрачных светло-розовых колоний, напоминающих колонии сальмонелл. На хромогенной среде CHROMagarTM *Acinetobacter*, образовывали плоско-приподнятые, круглые, красные блестящие колонии. Энтеробактерии формировали колонии от синего до металлически-синего цвета. Окраска некоторых других не ферментирующих Грам(-) бактерий, таких как психрофильные *Pseudomonas sp.* или *Stenotrophomonas sp.* была схожей с *Acinetobacter*, но они отличались по форме и характеру поверхности колоний – были плоскими, со слегка складчатой поверхностью и неровным краем [1,2]. *Pseudomonas* легко отличить и по оксидазному тесту, они оксидазоположительны. *Stenotrophomonas* формировали точечные колонии. Изоляты *Acinetobacter* были каталазоположительными и оксидазоотрицательными. При микроскопии в мазке со среды Эндо обнаруживали короткие коккоподобные палочки, с хромогенной среды CHROMagarTM – более длинные, полиморфные палочки, на жидких средах - грамотрицательные кокки. При пересеве на трехсахарный агар изменений сахаров не наблюдалось - среда оставалась желтовато-красной, а через неделю хранения становилась малиновой. В ПЖА с индикатором бромкрезолпурпур и глюкозой наблюдался рост по уколу без изменения цвета среды, что свидетельствовало об отсутствии подвижности и сбраживания глюкозы. Реакция с хлорным железом при росте на фенилаланинагаре отрицательная. При идентификации с помощью тест-наборов API 20NE выделенные микроорганизмы были определены как *Acinetobacter sp.*

При сравнении роста микрофлоры на питательных средах в зависимости от срока хранения проб печени и температуры инкубирования посевов можно отметить следующие закономерности

Таблица 1. Основные дифференцирующие морфологические и культурально-биохимические свойства *Acinetobacter sp.*, выделенных из субпродуктов.

Table 1. Main differentiating morphological and cultural-biochemical properties of *Acinetobacter sp.* isolated from offal.

Тесты	<i>Acinetobacter sp.</i>	<i>Pseudomonas sp.</i>	Enterobacteriaceae
Рост на МПБ	Помутнение	Помутнение	Помутнение
Рост на МПА	Белые или желтовато-белые колонии	Серо-белые или зеленовато-серые колонии, гладкие или складчатые, с неровным краем	Полупрозрачные, гладкие, блестящие серо-белые колонии
Рост на среде Эндо	Светло-розовые гладкие блестящие колонии	Светло-розовые плоские колонии с неровным краем	Светло-розовые, ярко-розовые, малиновые и темно-вишневые колонии
CHROMagarTM	Красные гладкие блестящие колонии	Красные, розовые лиловые плоские складчатые колонии	Синие и фиолетовые колонии, рост угнетён
3-х сахарный агар	Желтовато-красный	Малиновый	Может быть изменён различным образом
Расщепление глюкозы	-	+	+
Расщепление лактозы	-	-	+/-
Оксидаза	-	+	-
Каталаза	+	-	+
Подвижность	-	+	+/-
Реакция с FeCl ₃ на фенилаланинагаре	-	-	+/-

Таблица 2. Интенсивность развития доминирующих микроорганизмов порчи (*Acinetobacter*, *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonadaceae*) в субпродуктах в зависимости от длительности хранения при температуре 40С.*

Table 2. Intensity of development of dominant spoilage microorganisms (*Acinetobacter*, *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonadaceae*) in offal depending on the duration of storage at a temperature of 40С.*

Свежие пробы, 1й день хранения при 4°С					8й день хранения при 4°С			
№ пробы	Основная микрофлора	Печень говяжья	Печень свиная	Печень цыплят	№ пробы	Печень говяжья	Печень свиная	Печень цыплят
1	<i>Acinetobacter</i> <i>Enterobacter</i> . <i>Pseudomonas</i>	+	-	+	1	+++	-	++++
		+	-	+		+	-	+
		+	+	-		-	+++	+
2	<i>Acinetobacter</i> <i>Enterobacter</i> . <i>Pseudomonas</i>	-	-	+	2	+	+	++++
		-	+	+		-	++	+
		-	+	-		++	+++	+
3	<i>Acinetobacter</i> <i>Enterobacter</i> . <i>Pseudomonas</i>	+	-	+	3	+++	+	+++
		-	++	+		-	+	+
		-	-	-		+++	+++	-
4	<i>Acinetobacter</i> <i>Enterobacter</i> . <i>Pseudomonas</i>	-	-	+	4	-	++	+++
		+	+	++		+	+	+
		+	-	-		+++	+	++
5	<i>Acinetobacter</i> <i>Enterobacter</i> . <i>Pseudomonas</i>	-	+	+	5	+	++++	+++
		+	-	+		+	+	+
		-	+	-		++	+++	++
6	<i>Acinetobacter</i> <i>Enterobacter</i> . <i>Pseudomonas</i>	+	-	-	6	+++	+	+++
		+	-	-		+	-	-
		+	-	-		++	+	+
7	<i>Acinetobacter</i> <i>Enterobacter</i> . <i>Pseudomonas</i>	++	-	-	7	++++	+	-
		++	+	-		++	++	++
		-	+	+		+	++++	+
8	<i>Acinetobacter</i> <i>Enterobacter</i> . <i>Pseudomonas</i>	+	-	-	8	+++	-	-
		-	+	++		+	+	+
		+	+	-		++	+++	+++
9	<i>Acinetobacter</i> <i>Enterobacter</i> . <i>Pseudomonas</i>	-	+	+	9	+	++++	+++
		++	+++	++		++	+	+
		-	-	-		+++	-	-
10	<i>Acinetobacter</i> <i>Enterobacter</i> . <i>Pseudomonas</i>	-	-	+	10	+	+	+++
		-	-	-		+	-	+
		-	+	+		++	+++	++

*+ единичные характерные колонии на среде Эндо и CHROMagarTM

++ от 10 до 50 характерных колоний на среде Эндо и CHROMagarTM

+++ обильный рост изолированных колоний на среде Эндо и CHROMagarTM

++++ сливной сплошной рост колоний, не поддающихся подсчету.

(Таблица 2).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализируя полученные результаты, можно отметить, что быстрее всего процесс микробиологической порчи прогрессировал в тех пробах, где изначально наблюдалось большое число микроорганизмов. Не выявлено различий при исследовании микрофлоры субпродуктов (печени) говядины, свинины и цыплят. Также очевидно, что при низкой температуре хранения в холодильнике подавляется рост энтеробактерий, даже если они изначально присутствовали в пробах в относительно большом количестве. Психрофильные псевдомонады, наоборот, размножаются в пробах при таких условиях очень быстро и конкурируют

с ацинетобактерами и другими психрофильными микроорганизмами, не упомянутыми в Таблице 2. *Acinetobacter* может быть не выявлен при исследовании свежих проб субпродуктов, но при этом данные бактерии активно развиваются и в дальнейшем проявляют свои свойства.

Выявление в пищевых продуктах и кормах, дифференциацию и идентификацию психрофильных бактерий рода *Acinetobacter* удобно проводить, используя хромогенные дифференциально-диагностические питательные среды типа CHROMagarTM. Однако необходимо в дополнение к ним обязательно применять набор других сред и биохимических тестов, причем идентификация до вида даже при этом остается проблематичной.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Смирнова Л.И., Сухинин А.А., Приходько Е.И. Санитарно-микробиологический контроль объектов внешней среды, сырья и пищевых продуктов: учебник для вузов. МСХ РФ. СПбГУВМ. Санкт-Петербург: Издательство СПбГУВМ. Квадро. 2025: 494 с.
2. Смирнова Л.И., Сухинин А.А., Приходько Е.И. Практическая микробиология для факультета биоэкологии. Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины. Издательство ВВМ. 2020: 208 с.
3. Смирнова Л.И., Сухинин А.А., Приходько Е.И. Прокариоты природных биотипов и методы их изу-

чения. Учебное пособие. Санкт-Петербургский университет ветеринарной медицины. Издательство ВВМ. 2020: 184 с.

REFERENCES

1. Smirnova L.I., Sukhinin A.A., Prihodko E.I. Sanitary and microbiological control of environmental objects, raw materials, and food products: a textbook for universities. St. Petersburg State University of Veterinary Medicine Publishing House. Quadro. 2025: 494 p. (in Russ)
2. Smirnova L.I., Sukhinin A.A., Prihodko E.I. Practical microbiology for the faculty of bioecology. St. Petersburg State University of Veterinary Medicine. VVM Publishing House. 2020: 208 p. (in Russ)
3. Smirnova L.I., Sukhinin A.A., Prihodko E.I. Prokaryotes of natural biotypes and methods for their study. Textbook. St. Petersburg University of Veterinary Medicine. VVM Publishing House. 2020: 184 p. (in Russ)

Поступила в редакцию / Received: 23.01.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 26.02.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

КОМПЛЕКСНЫЙ ОБЗОР ВАКЦИНОПРОФИЛАКТИКИ БРУЦЕЛЛЕЗА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Ахмед Алиасхабович Халиков^{1✉}, Михаил Муслимович Микайлов², Шахрудин Алиевич Гунашев³,
Эльмира Арслановна Яникова⁴

^{1,2,3,4} Прикаспийский зональный НИВИ – филиал ФГБНУ «ФАНЦ РД», Российская Федерация

¹ канд. ветеринар. наук, старший научный сотрудник, e-mail: axmedx93@mail.ru, orcid.org/0000-0002-9765-008X

² канд. ветеринар. наук, ведущий научный сотрудник, orcid.org/0000-0002-9620-431X

³ канд. ветеринар. наук, ведущий научный сотрудник, orcid.org/0000-0003-4804-2755

⁴ канд. ветеринар. наук, ведущий научный сотрудник, orcid.org/0000-0002-5561-2499

РЕФЕРАТ

Бруцеллез остается одним из значимых зоонозных заболеваний в животноводстве, нанося колоссальный экономический ущерб за счет аборт, снижения продуктивности, затрат на диагностику, меры контроля и ограничения международной торговли, а также представляя серьезную угрозу здоровью человека. Несмотря на многолетние усилия, искоренение болезни остается сложной задачей, особенно в регионах с высокой эндемичностью. Профилактика бруцеллеза у сельскохозяйственных животных держится на строгом соблюдении ветеринарно-санитарных мероприятий, где ключевую роль в снижении распространенности инфекции играет массовая вакцинопрофилактика. Данная статья ставит целью всесторонний анализ современных стратегий профилактики бруцеллеза, с особым акцентом на детальное описание и критическую оценку всех известных и применяемых вакцин.

Статья систематизирует обширные научные данные по истории разработки, составу, механизму действия, иммуногенности, эффективности, схеме применения, преимуществам и существенным недостаткам каждой вакцины. Рассмотрены классические живые аттенуированные вакцины (*B. abortus* 19, *B. melitensis* Rev.1, *B. abortus* 82 (SR82), *B. suis* S2 и др.), инактивированные вакцины (на основе цельноклеточных бактерий, субклеточные фракции), а также перспективные новые подходы, включая субъединичные, векторные, ДНК-вакцины и вакцины на основе мутантов с делецией генов вирулентности. Особое внимание уделено проблеме дифференциации вакцинированных от инфицированных животных. Подробно обсуждаются факторы, влияющие на эффективность вакцинации, практические аспекты применения вакцин, их безопасность для животных, а также роль вакцинопрофилактики в программах по контролю и эрадикации бруцеллеза. Статья подчеркивает необходимость комбинированного подхода, сочетающего вакцинацию с жесткими ветеринарно-санитарными мерами и строгим контролем перемещения животных. Обзор предоставляет исследователям, практикующим ветеринарным врачам и эпидемиологам исчерпывающую современную информацию для принятия обоснованных решений в борьбе с этим социально-экономически значимым заболеванием.

Ключевые слова: Бруцеллез, профилактика, крупный рогатый скот, овцы, козы, вакцина, Rev.1, *B. abortus* 82, RB51.

Для цитирования: Халиков А.А., Микайлов М.М., Гунашев Ш.А., Яникова Э.А. Комплексный обзор вакцинопрофилактики бруцеллеза сельскохозяйственных животных. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:70-79. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.70>

COMPREHENSIVE REVIEW OF THE VACCINE PREVENTION OF BRUCELLOSIS OF FARM ANIMALS

Ahmed A. Khalikov¹, Mikhail M. Mikailov², Shakhruudin A. Gunashev³, Elmira A. Yanikova⁴

^{1,2,3,4} Caspian zonal RVI – branch of FSBSI “FASC RD”, Russian Federation

¹ Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher, e-mail: axmedx93@mail.ru, orcid.org/0000-0002-9765-008X

² Candidate of Veterinary Sciences, Leading Researcher, orcid.org/0000-0002-9620-431X

³ Candidate of Veterinary Sciences, Leading Researcher, orcid.org/0000-0003-4804-2755

⁴ Candidate of Veterinary Sciences, Leading Researcher, orcid.org/0000-0002-5561-2499

ABSTRACT

Brucellosis remains one of the significant zoonotic diseases in animal husbandry, causing enormous economic damage due to abortions, reduced productivity, diagnostic costs, control measures and restrictions of international trade, as well as posing a serious threat to human health. Despite many years of efforts, eradication of the disease remains a difficult task, especially in regions with high endemicity. The prevention of brucellosis in farm animals is based on strict adherence of veterinary and sanitary measures, where mass vaccination plays a key role in reducing of prevalence of infection. This article aims a comprehensive analysis of current brucellosis prevention strategies, with a particular focus on a detailed description and critical evaluation of all known and used vaccines.

The article systematizes extensive scientific data on the history of development, composition, mechanism of action, immunogenicity, efficacy, application scheme, advantages and significant disadvantages of each

vaccine. Classical live attenuated vaccines (S19, Rev.1, B. abortus 82, B. suis S2, etc.), inactivated vaccines (based on whole-cell bacteria, subcellular fractions), as well as promising new approaches, including subunit, vector, DNA-vaccines and vaccines based on mutants with deletion of virulence genes, are considered. Special attention is paid to the problem of differentiation of vaccinated from infected animals. The factors, influencing the effectiveness of vaccination, practical aspects of the use of vaccines, their safety for animals, as well as the role of vaccine prophylaxis in programs on the control and eradication of brucellosis are discussed in detail. The article highlights the need of combined approach, combining vaccination with strict veterinary and sanitary measures and strict control of animal movement. The review provides researchers, veterinary practitioners and epidemiologists with comprehensive up-to-date information to make informed decisions in the fight against this socially and economically significant disease.

Key words: Brucellosis, prevention, cattle, sheep, goats, vaccine, Rev.1, *B. abortus* 82, RB51.

For citation: Khalikov A.A., Mikailov M.M., Gunashev Sh.A., Yanikova E.A. Comprehensive review of the vaccine prevention of brucellosis of farm animals. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:70-79. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.70>

ВВЕДЕНИЕ

Бруцеллёз — инфекционное заболевание, которое на протяжении более ста лет остаётся серьёзной проблемой ветеринарии и медицины. Первые сообщения о болезни, известной как «болезнь Мальты» или «средиземноморская лихорадка», появились в середине XIX века. В 1887 году британский микробиолог Дэвид Брюс выделил возбудителя заболевания — бактерию, которая получила название *Brucella* в его честь. Это открытие стало важным этапом в понимании природы заболевания и разработке методов борьбы с ним.

В течение XX века бруцеллёз приобрёл статус одной из наиболее значимых зоонозных инфекций, вызывая значительные экономические потери в животноводстве и представляя угрозу для здоровья человека. Несмотря на прогресс в изучении и контроле заболевания, бруцеллёз остаётся актуальной проблемой в ряде регионов мира, включая Россию [10,33].

Эта инфекция широко распространена в странах с развитым и развивающимся животноводством. По данным ВОЗ, ежегодно в мире регистрируется более 500 000 новых случаев заболевания у человека, при этом, реальное число может быть значительно выше из-за недоучёта и сложностей диагностики.

Социальная значимость заболевания обусловлена риском заражения человека, особенно работников животноводческих предприятий, ветеринарных специалистов и населения, употребляющего несертифицированную продукцию.

Причина устойчивой динамики заболевания кроется в особенностях самой инфекции: скрытое протекание у животных, несовершенство диагностических методов и недостаточная эффективность программ массовой иммунизации. К этому добавляются также социально-экономические факторы, такие как нехватка финансовых ресурсов, низкий уровень санитарной гигиены и свободное перемещение заражённых животных [1,7].

Современные исследователи уделяют особое внимание совершенствованию подходов к диагностике и профилактике, одним из центральных элементов которых является вакцинопрофилактика. За последние годы проводили огромную работу по разработке безопасных и эффективных вакцин для крупного рогатого скота, овец и коз, которые могут радикально изменить ситуацию и привести к сокращению числа слу-

чаев заболевания [3,6,12,14,15,20,24].

Однако, в процессе разработки новых вакцин возникло немало технических и организационных препятствий, таких как низкая доступность финансирования, дефицит квалифицированного персонала и необходимость межрегиональной координации. Анализ мирового опыта показывает, что успехи в деле борьбы с бруцеллёзом возможны только при условии тесного взаимодействия учёных, государственных структур и частного сектора. Обобщённые знания в данной области помогут повысить эффективность профилактических мер и сократить социальные и экономические последствия [6,7,9,17,21,26,28,29].

Цель настоящего обзора — показать современное состояние и перспективы развития вакцинации против бруцеллёза, подчеркнуть значение достижений прошлого и оценить потенциал будущего прогресса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В ходе подготовки статьи был проведён анализ отечественных и зарубежных публикаций, а также нормативных документов, регламентирующих профилактику бруцеллёза. Основные источники информации включали:

- ♦ Научные статьи и обзоры по эпизоотологии бруцеллёза.

- ♦ Методические рекомендации по профилактике, диагностике и контролю бруцеллёза, утверждённые Россельхознадзором.

Анализ проводился с использованием методов сравнительной эпизоотологической оценки, статистической обработки данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Бруцеллёз распространён на всех континентах, особенно в Азии, Африке и странах Ближнего Востока. В Китае серопревалентность среди крупного рогатого скота (КРС) — 1,5-3,1%, отдельных провинциях — более 30%. В Индии в штате Пенджаб 15,1% гол. крупного рогатого скота и буйволов были серопозитивны, около трети ферм имели хотя бы одно инфицированное животное. В Африке и Азии средняя распространённость — 8-12%, некоторых регионах — до 12% среди сельскохозяйственных животных. В Танзании уровень серопозитивности на отдельных фермах достигает 25,9%, некоторых регионах — до 15,5%.

При такой распространённости эта инфекция наносит огромный экономический ущерб хозяй-

ствам. По некоторым данным, прямые потери от бруцеллеза в Индии – 3,2 млн долларов в год, Китае – 2,5 млн долларов, Африке – 1,8 млн долларов. В Мексике и Монголии экономические потери также значительны, особенно в регионах с высокой распространённостью (таблица 1).

Одним из самых эффективных способов снижения распространённости является вакцинопрофилактика. В настоящее время в практике наиболее широко применяются живые аттенуированные вакцины: *B.abortus* 19 (для КРС, МРС), *B.abortus* 82, *B.abortus* 75/79 (для КРС), *B.melitensis* Rev.1 (для овец и коз), *B.suis* 61 (для свиней) и *B.abortus* RB51 и др. В Индии и Китае *B.abortus* 19 и *B.melitensis* Rev.1 используются десятилетиями и доказали свою эффективность в снижении заболеваемости и абортотов [2,4,8,9,11,15,16,18,19,23,24,26,28,32,37,41]. В Турции, Монголии и Бразилии массовая вакцинация молодняка также показала положительный эффект (таблица 2).

Вакцина *B.melitensis* Rev.1 представляет собой аттенуированный (ослабленный) штамм бактерии *Brucella melitensis*, предназначенный для профилактики бруцеллеза у мелкого рогатого скота (овец и коз). Вакцина была разработана в середине 1950-х годов Герцбергом и Эльбергом.

Она стала первым успешным аттенуированным вариантом вакцины против бруцеллеза, став популярным решением в борьбе с этим заболеванием в Средиземноморском регионе и на Ближнем Востоке, где традиционно занимаются разведением мелкого рогатого скота [3,14,15,19,22,29,36].

B.melitensis Rev.1 основана на штамме *Brucella melitensis* 5056, который прошел процедуру мутации и селекции для ослабления патогенных свойств. В отличие от других вакцин, таких как *B.abortus* 19 (используемая и для крупного рогатого скота), Rev.1 предназначена исключительно для МРС.

Механизм действия вакцины основан на стимуляции иммунитета хозяина, путем провокации активной реакции организма на внедрение ослабленного возбудителя. Антигены, присутствующие в вакцине, вызывают продуцирование антител и активацию специализированных клеток иммунной системы (лимфоциты, макрофаги), обеспечивая тем самым долгосрочную защиту от инфекции.

Эффективность вакцины *B.melitensis* Rev.1 доказана многочисленными исследованиями и практической деятельностью. Она демонстрирует безопасность, низкую токсичность и минимум побочных эффектов, даже при неправильной технике введения. Однократное введение вакцины облегчает работу ветеринарным специалистам в регионах с высокой численностью овец и коз. Стоимость вакцины невысока, что делает ее доступной для фермеров в развивающихся странах.

Вакцина имеет ряд преимуществ по сравнению с другими:

- ♦ она разработана специально для овец и коз, в то время как другие ее аналоги применяются для крупного и мелкого рогатого скота;

- ♦ данная вакцина меньше подвержена деградации при неблагоприятных условиях, что улучшает ее доступность в слаборазвитых регионах.

Несмотря на эффективность, *B.melitensis*

Rev.1 сохраняет риски абортов у суягных овец и коз и сложности в дифференциации вакцинированных и инфицированных животных (DIVA). Эти ограничения стимулировали разработку кандидатных вакцин: штамм 16MΔvjbR продемонстрировал снижение частоты абортов (с 4 до 1 случая в контролируемых испытаниях) при сохранении защитной эффективности, мутанты Rev.1 (например, Δbr26) решают проблему DIVA за счёт делеции иммунодоминантных белков, сохраняя при этом иммуногенность [43,48,].

Несмотря на вышеперечисленные преимущества, многие авторы предлагают использовать вместо *B.melitensis* Rev.1 вакцину *B.abortus* 19, которая была выделена доктором Джоном Баком из молока Джерсейской коровы. Эта вирулентная культура случайно пролежала при комнатной температуре в течение года и при тестировании на морских свинках показала меньшую вирулентность, по сравнению с предыдущими тестами. *B.abortus* 19 представляет собой гладкоклеточный аттенуированный (ослабленный) штамм бактерии *Brucella abortus* биовара 1, который утратил свою вирулентность, пройдя через десятки пассажей. Штамм сохраняет способность вызывать иммунный ответ у животных, но не способен вызывать само заболевание [11,15,16,28,44,48,49].

По заключению многих ученых, открытие вакцины *B.abortus* 19 стало поворотным моментом в истории борьбы с бруцеллезом, которая, примененная однажды, фактически закрывает дверь заболеванию на долгие годы [9,11].

Преимуществами этой вакцины являются: высокая эффективность, длительный иммунитет, доступность, сравнительно низкая цена и простота применения.

Однако, *B.abortus* 19 сохраняет существенные ограничения, включая способность вызывать аборты, остаточную вирулентность для животных и необходимость строгого соблюдения условий хранения и транспортировки.

В ответ на эти проблемы был разработан и коммерциализирован штамм *B.abortus* RB51 — генетически стабильный, неиндуцирующий антитела, выявляемые стандартными серологическими тестами.

Штамм *B.abortus* RB51 является шероховатым мутантом вирулентного штамма 2308, лишённым О-боковых цепей липополисахарида (ЛПС), что исключает выработку антител, вызывающих ложноположительные результаты в серологических тестах. Это позволило использовать RB51 в программах искоренения бруцеллеза, где необходима чёткая дифференциация вакцинированных и инфицированных животных. По данным USDA (United States Department of Agriculture), вакцина *B.abortus* RB51 была лицензирована в 1996 году и с тех пор широко применяется в США и ряде других стран, включая Канаду, Австралию и Испанию. В России данная вакцина тоже доступна и используется в ряде хозяйств с неблагополучной эпизоотической ситуацией [26,28,29,30,32,45,46].

По данным многих ученых, основным преимуществом этой вакцины является отсутствие поствакцинальных титров, при обеспечении за-

Таблица 1. Экономические последствия бруцеллёза.
Table 1. Economic consequences of brucellosis.

Регион	Прямые потери (млн \$/год)	Косвенные потери (млн \$/год)
Индия	3,2	5,1
Китай	2,5	4,0
Африка	1,8	3,2

Таблица 2. Сравнение вакцин против бруцеллёза.
Table 2. Comparison of brucellosis vaccines.

Вакцина	Вид животных	Эффективность	DIVA-совместимость	Побочные эффекты	Применение (страны)
<i>B.abortus</i> 19 ¹	КРС	Высокая	Нет	Есть	Индия, Китай, Бразилия, Монголия, Россия и др.
<i>B.melitensis</i> Rev.1 ²	Овцы, козы	Высокая	Нет	Есть	Китай, Турция, Иран и др.
<i>B.abortus</i> RB51 ³	КРС	Средняя	Частично	Меньше	США, Иран и др.
<i>B.abortus</i> 82 ⁴	КРС	Высокая	Частично	Меньше	Россия и страны СНГ
<i>B.abortus</i> 75/79	КРС	Высокая	Частично	Есть	Россия и страны СНГ
<i>B. suis</i> 61	Свиньи	Высокая	Частично	Меньше	Россия и страны СНГ

щиты крупного рогатого скота с высокой эффективностью. *B.abortus* RB51 менее вирулентна, чем S19 и не вызывает аборт при вакцинации у с/х животных, что расширяет возможности её применения [28,29,30].

Мета-анализ 2021 года подтвердил эффективность *B.abortus* RB51, в дозе 1010 КОЕ: 69,25% защиты от абортов и 57,05% от инфекции. Несмотря на такие преимущества, у нее есть и недостатки, она не одобрена для применения стельным коровам во многих странах, из-за риска осложнений, несмотря на меньшую вирулентность. Некоторые исследования указывают на ограниченную эффективность этой вакцины против определённых биоваров бруцелл.

Параллельно с этим, российские ученые разработали штаммы *B.abortus* 82 и *B.abortus* 75/79-AB, которые показали высокую эффективность в национальных программах оздоровления, при этом, штамм *B.abortus* 75/79-AB был успешно адаптирован для вакцинации верблюдов с индивидуальным подбором доз.

Вакцина штамма *Brucella abortus* 82 (SR82) была создана в СССР в 1970-х годах, как альтернатива вакцине *B.abortus* 19. Её разработка была обусловлена необходимостью снизить уровень поствакцинальной серопозитивности и повысить безопасность массовой иммунизации крупного рогатого скота. Вакцина *B.abortus* 82 была внедрена в ветеринарную практику в 1974 году и быстро получила широкое распространение в России и странах СНГ. В 1974 году 5300 хозяйств в России были неблагополучны по бруцеллёзу, к 2008 году их число снизилось до 68, что связано с массовым применением этой вакцины [1,2,4,5,8,9,14,17].

По сообщениям многих авторов широкое её применение позволило добиться существенного снижения числа неблагополучных по бруцеллёзу хозяйств в Российской Федерации.

Вакцина *B. abortus* 82 — живая аттенуированная, обладает сниженной вирулентностью и высокой иммуногенностью. Она формирует стойкий клеточный и гуморальный иммунитет у крупного рогатого скота, сроком до 12 месяцев. Вакцина может применяться как для массовой профилактики, так и экстренной иммунизации в очагах инфекции. Геномные исследования показали, что штамм *B.abortus* 82 относится к группе ST-2 и имеет мутации, связанные с ослаблением вирулентности, что повышает его безопасность. Вакцина формирует выраженный иммунный ответ и обеспечивает долгосрочную защиту животных.

В отличие от вакцины *B.abortus* 19, после применения *B.abortus* 82 у животных не формируется длительная поствакцинальная серопозитивность, что облегчает дифференциальную диагностику вакцинированных и инфицированных животных. Вакцина характеризуется низкой остаточной вирулентностью и может применяться животным различных возрастных групп при соблюдении инструкции. Массовое её применение позволило существенно сократить экономические потери от бруцеллёза в России и странах СНГ.

Недостатком этой вакцины является то, что, как и другие живые вакцины, может вызывать аборт при нарушении инструкции по применению, однако, этот риск ниже, чем у *B.abortus* 19.

Она не применяется в ряде стран Западной Европы и Северной Америки, где отдадут предпочтение *B.abortus* 19.

¹Приживаемость и расселение бруцелл вакцинного штамма *Brucella abortus* 19 в организме привитых животных / Н. В. Винокуров, М. Н. Сидоров, Е. П. Томашевская, Е. С. Слепцов // Ветеринария и кормление. — 2021. — № 2. — С. 13-15. — DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2021-2-3. — EDN VQLNKU.

²Турдиев, Ш. А. Производственные испытания вакцины из штамма Рев-1 в малых дозах / Ш. А. Турдиев, А. М. Муминов // Peasant. — 2012. — № 3. — С. 26а-27. — EDN PIQAZZ.

³Nandini P., Jakka P., Murugan S., Mazumdar V., Kumar D., Prakash R., Barbudde S.B., Radhakrishnan G. Immuno-profiling of *Brucella* proteins for developing improved vaccines and DIVA capable serodiagnostic assays for brucellosis / Front Microbiol. // № 14. — 2023. — DOI: 10.3389/fmicb.2023.1253349.

⁴Веселовский, С. Ю. Сравнительная оценка вакцин против бруцеллеза крупного рогатого скота из штаммов *Brucella abortus*: 82, KB 17/100 и РБ-51 / С. Ю. Веселовский, А. А. Частов, В. А. Агольцов // Научная жизнь. — 2016. — № 3. — С. 125-133. — EDN VXMTQD.

Многие авторы утверждают, что несмотря на широкое применение, как и любая живая вакцина, *B.abortus* 82 не полностью отвечает требованиям ветеринарной практики из-за abortивных свойств, однако, эта проблема частично решается вакцинацией телок в возрасте 4–6 или 12–14 месяцев. В России ежегодно вакцинируется до двух миллионов голов КРС этой вакциной.

Вакцина из штамма *Brucella abortus* 75/79-AB также была разработана в СССР, как альтернатива зарубежной вакцине *B.abortus* 19. Штамм был выделен из культуры, полученной при диагностическом бактериологическом исследовании коровы, положительно реагировавшей на бруцеллёз.

Вакцина представляет собой сухую живую лиофилизированную культуру, обладающую выраженными антигенными и иммуногенными свойствами. Иммуитет формируется через 21 день после вакцинации и сохраняется не менее 12 месяцев.

Она формирует стойкий клеточный и гуморальный иммунитеты, обеспечивая защиту животных на срок до года. Благодаря пониженной вирулентности, характеризуется низкой реактогенностью и минимальным риском поствакцинальных осложнений при соблюдении инструкции по применению. После применения *B.abortus* 75/79-AB у животных не формируется длительная поствакцинальная реакция, что облегчает дифференциальную диагностику вакцинированных и инфицированных животных.

Благодаря доступности и высокой эффективности, вакцина широко используется в массовых программах профилактики бруцеллеза. Как и большинство живых вакцин, может вызывать аборт у животных при нарушении инструкции по применению.

Несмотря на эффективность классических живых аттенуированных вакцин, их применение связано с рядом серьёзных ограничений:

- ♦ Проблема DIVA – невозможность дифференцировать вакцинированных животных от инфицированных с помощью стандартных серологических тестов.

- ♦ Abortогенность – риск индуцированных абортов у животных.

- ♦ Остаточная вирулентность – возможность вызывать заболевание у ослабленных животных при случайном заражении.

- ♦ Сложности контроля безопасности – необходимость строгого соблюдения условий хранения и транспортировки живых вакцин.

Эти ограничения стимулировали активные исследования в области разработки новых поколений вакцин, которые сочетали бы высокую иммуногенность с улучшенными показателями безопасности и возможностью чёткой дифференциации.

Основные направления современных разработок включают [6,13,22,23,25,27,31,34,35,38,39,40,42,43,47]:

1. Генетически модифицированные живые аттенуированные вакцины (ГМЖАВ)

- ♦ Генетически модифицированные вакцины создаются путём делеции ключевых генов вирулентности, что снижает abortогенность и позволяет использовать DIVA-тесты [43].

Примеры:

- ♦ Rev.1 Δ bp26 – делеция гена белка BP26, который является иммунодоминантным антигеном. Это позволяет использовать специфичные тесты для дифференциации вакцинированных и инфицированных животных. Исследования на козах показали сохранение защитной эффективности на уровне 85–90%.

- ♦ *B. abortus* RB51 – уже используется, но ведутся работы по его модификации (например, RB51 Δ cydC) для повышения безопасности и иммуногенности.

- ♦ *B. melitensis* 16M Δ vjbR – мутант с делецией гена регулятора вирулентности VjbR. В испытаниях на овцах показал снижение частоты абортов с 4% до 1%, при сохранении защиты против вирулентного штамма 16M.

Штамм Rev.1 Δ bp26, лишённый иммунодоминантного белка BP26, демонстрирует защитную эффективность на уровне 85–90% у мелкого рогатого скота.

2. Субъединичные вакцины

Состоят из очищенных антигенных белков или пептидов *Brucella*. Преимущества: полная безопасность (не содержат живых бактерий), возможность создания DIVA-совместимых препаратов, стабильность и простота хранения [39,47].

Наиболее изученные из них: Omp31, Omp25, BP26, L7/L12, SOD – вызывают сильный гуморальный и клеточный иммунный ответ и мульти-эпитопные конструкции – комбинация нескольких иммунодоминантных эпитопов для усиления иммуногенности.

Ограничения: часто требуют адъювантов для достижения достаточного уровня защиты, что может повышать стоимость и реактогенность.

3. Векторные вакцины

Используют безвредные вирусы или бактерии (векторы) для доставки генов антигенов *Brucella* в организм [30].

Примеры:

- ♦ Аденовирусные векторы – экспрессирующие Omp31 или L7/L12.

- ♦ Сальмонеллезные векторы – аттенуированные штаммы *Salmonella*, несущие гены *Brucella*.

- ♦ Вакцина вируса осповакцины – используется как платформа для экспрессии нескольких антигенов.

Преимущества: индукция сильного клеточного иммунитета, возможность перорального введения.

4. ДНК-вакцины

Введение плазмидной ДНК, кодирующей антигены бруцелл. Её преимуществами являются длительная экспрессия антигена, индукция как гуморального, так и клеточного иммунного ответа, стабильность и относительно низкая стоимость производства [6,13,37].

Примеры: плазмиды, кодирующие Omp31, BP26, L7/L12. Испытания на мышах показали защитную эффективность до 80%, но на крупных животных результаты пока скромнее.

5. Вакцины на основе наружных мембранных везикул (OMV)

Естественные нановезикулы, выделяемые бактериями *Brucella*, содержащие множество антигенов. Данные вакцины рекомендуют из-за их высокой иммуногенности, естественной адъювант-

Таблица 3. Современные вакцины против бруцеллёза.
Table 3. Modern vaccines against brucellosis.

Тип вакцины	Примеры	Преимущества	Недостатки, ограничения	Стадия разработки
ГМЖАВ	Rev.1 Δbp26, 16MΔvjbR	Высокая иммуногенность, DIVA-совместимость, сниженная абортотенность	Остаточная вирулентность, риск реверсии	Фаза полевых испытаний
Субъединичные	Omp31, BP26, L7/L12	Безопасность, DIVA-совместимость, стабильность	Требуют адъювантов, умеренная защитная эффективность	Лабораторные испытания
Векторные	Аденовирус-Omp31	Сильный клеточный иммунитет, возможность перорального введения	Иммунитет к вектору, возможная реактогенность	Лабораторные испытания
ДНК-вакцины	Плазмида pVAX-Omp31	Длительная экспрессия, индукция Th1-ответа, стабильность	Низкая эффективность у крупных животных, возможная интеграция	Экспериментальная стадия
OMV-вакцины	OMV <i>Brucella</i>	Мультиантигенный состав, естественная адъювантность	Сложность стандартизации, низкий выход при производстве	Ранние лабораторные исследования
Рекомбинантные шероховатые	<i>B. melitensis</i> B115	Отсутствие О-антигена, DIVA-совместимость, хорошая иммуногенность	Возможна остаточная вирулентность	Лабораторные испытания

ной активности и безопасности (не содержат живых бактерий). Перспективное направление, но пока на стадии лабораторных исследований [30].

6. Рекомбинантные вакцины с делецией LPS

Удаление генов, ответственных за синтез О-антигена липополисахарида (LPS), что приводит к образованию «шероховатых» (rough) мутантов. Пример: *B. melitensis* B115 – шероховатый мутант, перспективный для мелкого рогатого скота [25,34].

Преимущества: отсутствие интерференции с серологической диагностикой, так как антитела к О-антигену не образуются.

Каждый из этих подходов имеет свои преимущества и ограничения, что отражено в сравнительной таблице 3.

Опыт применения современных вакцин различается по регионам. В США и Канаде широко используется штамм *B. abortus* RB51 для КРС, параллельно ведутся исследования его модифицированных версий. В Европейском союзе, в условиях строгих требований к безопасности, предпочтение отдаётся инактивированным и субъединичным вакцинам, хотя их эффективность ниже. В России и странах СНГ продолжается использование классических вакцин *B. abortus* 82 и *B. abortus* 75/79-AB, но активно развиваются национальные разработки на основе мутантов *B. melitensis* Rev.1 и субъединичных композиций. В Китае и Индии массовая вакцинация *B. abortus* 19 и *B. melitensis* Rev.1 дополняется исследованиями ДНК- и векторных вакцин, адаптированных к локальным штаммам. В африканских странах из-за ограниченных ресурсов основной упор делается на живые аттенуированные вакцины, однако, изучаются возможности применения термостабильных мутантов, не требующих холодовой цепи.

Внедрение современных вакцин сталкивается с рядом трудностей, включая регуляторные барьеры, высокую стоимость разработки, логистиче-

ские сложности, недостаток данных полевых испытаний и консерватизм конечных пользователей. Перспективными направлениями являются создание поливалентных вакцин, разработка термостабильных препаратов, использование адаптивных платформ для быстрого ответа на новые штаммы, а также внедрение цифровых систем мониторинга эффективности вакцинации. Таким образом, современная вакцинопрофилактика бруцеллёза находится в стадии перехода от классических живых вакцин к более безопасным и дифференцируемым препаратам, однако, для их широкого внедрения необходимы комплексные усилия научного, регуляторного и логистического характера.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вакцинация остаётся основным и наиболее эффективным методом профилактики, однако, недостаточный охват, особенно в частных и мелких хозяйствах, снижает её общую эффективность. Создание и внедрение современных вакцин позволит улучшить контроль за распространением инфекции.

Организационные и системные проблемы, такие как недостаточная координация между ведомствами, ограниченное финансирование, слабый контроль перемещений и низкий уровень ветеринарной культуры, существенно препятствуют успешной профилактике.

На основе проведённого анализа предлагаются следующие рекомендации для совершенствования профилактики бруцеллёза:

Усиление государственного контроля за перемещением животных и продукции, внедрение цифровых систем учёта и мониторинга, а также ужесточение ответственности за нарушение ветеринарных правил.

Повышение квалификации ветеринарных специалистов и проведение информационно-

просветительской работы среди владельцев животных, направленной на повышение уровня ветеринарно-санитарной культуры.

Разработка и внедрение комплексных региональных программ по оздоровлению хозяйств, учитывающих эпидемиологическую ситуацию, особенности хозяйств и социально-экономические условия.

Активное международное сотрудничество и

обмен опытом, адаптация эффективных зарубежных практик с учётом местных условий.

Реализация этих рекомендаций позволит существенно повысить эффективность профилактики бруцеллёза, снизить заболеваемость среди сельскохозяйственных животных и уменьшить риски для здоровья человека.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Алексеева И.Г., Трофимов И.Г., Бажин М.А. Усовершенствование специфической профилактики и диагностики бруцеллёза крупного рогатого скота в новых условиях ведения животноводства. Вестник Омского государственного аграрного университета. 2022;2(46):70-78. DOI 10.48136/2222-0364_2022_2_70
2. Слепцов Е.С., Винокуров Н.В., Федоров В.И., Альбертрян М.П. Биологические свойства слабоагглютиногенной вакцины против бруцеллёза сельскохозяйственных животных. Евразийский союз ученых. 2016;4-5(25):88-90.
3. Багрян Г.Л., Маркосян Т.А., Ширванян А.Ю. и др. Влияние вакцинации на проявление эпизоотического процесса при бруцеллёзе крупного и мелкого рогатого скота. Эффективное животноводство. 2019;2(150):78-81.
4. Веселовский С.Ю., Частов А.А., Агольцов В.А. Сравнительная оценка вакцин против бруцеллёза крупного рогатого скота из штаммов *Brucella abortus*: 82, КВ 17/100 и РБ-51. Научная жизнь. 2016;3: 125-133.
5. Гордиенко Л.Н., Куликова Е.В., Новиков А.Н. Проявление реактогенности противобруцеллезной вакцины у интактных и ранее иммунизированных животных. Ветеринария. 2025;1:16-19. DOI 10.30896/0042-4846.2025.28.1.16-19
6. Девришов Д.А., Ельшазли М.А.Э. Перспективы создания ДНК вакцин против бруцеллёза животных. Современные технологии: актуальные вопросы, достижения и инновации: Сборник статей XII Международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Пенза, 23 декабря 2017 года. Под общей редакцией Г.Ю. Гуляева. Том Часть 1. Пенза: "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.). 2017: 268-271.
7. Дятлова В.И. Состояние проблемы разработки новых вакцин против бруцеллёза. Бактериология. 2019;4(4):29-41. DOI 10.20953/2500-1027-2019-4-29-41
8. Зенов Н.И., Гордиенко Л.Н., Куликова Е.В. Применение сухой живой вакцины из слабоагглютиногенного штамма *B. abortus* 82 для профилактики бруцеллёза северных оленей. Ветеринария. 2018;6: 31-33.
9. Нурлыгаянова Г.А., Белоусов В.И., Коба И.С. Вакцинация крупного рогатого скота против бруцеллёза в Российской Федерации. Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения: Сборник трудов научно-практической конференции, Москва, 08 ноября 2022 года. Под общей редакцией С.В. Позябина, Л.А. Гнездиловой. Москва: Сельскохозяйственные технологии, 2022: 184-185.
10. Шапиев М.Ш., Газимагомедов М.Г., Кабардиев С.Ш. и др. О мероприятиях по организации борьбы с нодулярным дерматитом крупного рогатого скота, оспой овец и бруцеллёзом животных в Республике Дагестан. Проблемы развития АПК региона. 2016;25(1-1(25)):152-159.
11. Винокуров Н.В., Сидоров М.Н., Томашевская Е.П., Слепцов Е.С. Приживаемость и расселение бруцелл вакцинного штамма *Brucella abortus* 19 в организме привитых животных. Ветеринария и кормление. 2021;2:13-15. DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2021-2-3
12. Найманов А.Х., Искандаров М.И., Федоров А.И. и др. Применение аллергического метода для исследования животных, вакцинированных бруцеллезной слабоагглютиногенной вакциной. Труды Всероссийского НИИ экспериментальной ветеринарии имени Я.П. Коваленко. 2023;83(1):89-95. DOI 10.31016/viev-2023-83-1-15
13. Ходарович Ю.М., Ельшазли М.А., Марзанова С.Н. и др. Разработка и оценка эффективности мультивалентной ДНК вакцины против бруцеллёза. Доклады Российской академии наук. Науки о жизни. 2025;520(1):31-37. DOI 10.31857/S2686738925010062
14. Веселовский С.Ю., Агольцов В.А., Попова О.М. и др. Результаты испытания сплит-конъюгированной вакцины против бруцеллёза животных в комбинации с различными иммуномодуляторами. Научная жизнь. 2018;10:153-163.
15. Муковнин А.А., Аракелян П.К., Тарануха Д.А. и др. Специфическая профилактика бруцеллёза животных (современные проблемы). Ветеринария. 2024;5:3-8. DOI 10.30896/0042-4846.2024.27.5.03-08
16. Аракелян П.К., Гайворонская Ю.Е., Руденко А.В. и др. Серологическая реактивность здоровых овец, иммунизированных против бруцеллёза живой вакциной из штамма *B. abortus* 19. Ветеринария. 2022;4:21-25. DOI 10.30896/0042-4846.2022.25.4.21-25
17. Слепцов Е.С., Федоров А.И., Винокуров Н.В. и др. Специфическая профилактика бруцеллёза крупного рогатого скота в Российской Федерации. Ветеринария и кормление. 2020;6:47-50. DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-6-14.
18. Слепцов Е.С., Румянцева Т.Д. Исследование аллергенности и антигенности вакцины из штамма *Brucella suis* 245 на лабораторных животных и северных оленях. Ветеринария и кормление. 2025;4:92-95. DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-4-20.
19. Турдиев Ш.А., Муминов А.М. Производственные испытания вакцины из штамма Рев-1 в малых дозах. Peasant. 2012;3:26-27.
20. Веселовский С.Ю., Агольцов В.А., Попова О.М. и др. Экспериментальное применение сплит-конъюгированной вакцины против бруцеллёза животных с использованием иммуномодулятора полиоксидония. Научная жизнь. 2018;2: 89-100.
21. Albertian M.P., Fedorov A.I., Iskandarov M.I. Brucellosis vaccines: past, present and future. Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. 2006;4:8-11.
22. Adabi M., Alamian S., Varasteh-Shams M., Ghaderi H., Shahbazi F., Gharekhani J. Molecular investigation of *Brucella* species belongs to sheep and goats in seropositive samples from an endemic area of Hamedan Province; famenin brucellosis cohort study. Archives of Razi Institute. 2023;78(4):1349. DOI: 10.32592/ARI.2023.78.4.1349
23. Aragón-Aranda B., De Miguel M.J., Lázaro-Antón L., Salvador-Bescós M., Zúñiga-Ripa A., Moriyón I., Iriarte M., Muñoz P.M., Conde-Alvarez R. Development of attenuated live vaccine candidates against swine brucellosis in a non-zoonotic *B. suis* biovar 2 background. Vet Res. 2020;51(1). DOI: 10.1186/s13567-020-00815-8

24. Ali A., Waris A., Khan M.A., Asim M., Khan A.U., Khan S., Zeb J. Recent advancement, immune responses, and mechanism of action of various vaccines against intracellular bacterial infections. *Life Sci.* 2023;314. DOI: 10.1016/j.lfs.2022.121332
25. Alizadeh H., Dezfulian M., Rahnema M., Fallah J., Esmaceli D., Protection of BALB/c mice against pathogenic *Brucella abortus* and *Brucella melitensis* by vaccination with recombinant *Omp16* // Iranian Journal of Basic Medical Sciences. 2019;22(11): 1302. DOI: 10.22038/ijbms.2019.36369.8665
26. Blasco J.M., Moreno E., Muñoz P.M., Conde-Álvarez R., Moriyón I. A review of three decades of use of the cattle brucellosis rough vaccine *Brucella abortus* RB51: myths and facts. *BMC Vet Res.* 2023;19(1). DOI: 10.1186/s12917-023-03773-3
27. Chen S., Wang C., Chen Q., Zhao D., Liu Y., Zhao S., Fu S., He X., Yang B., Zhao Q., An Q., Zhang Z., Cheng Y., Man C., Liu G., Wei X., Zhang W., Du L., Wang F. Downregulation of Three Novel miRNAs in the Lymph Nodes of Sheep Immunized With the *Brucella suis* Strain 2 Vaccine. *Front Vet Sci.* 2022;9. DOI: 10.3389/fvets.2022.813170
28. De Oliveira M.M., Pereira C.R., De Oliveira I.R., Godfroid J., Lage A.P., Dorneles E.M. Efficacy of *Brucella abortus* S19 and RB51 vaccine strains: A systematic review and meta-analysis. *Transboundary and emerging diseases.* 2022;69(4): 32-51. DOI: org/10.1111/tbed.14259
29. Heidary M., Dashtbin S., Ghanavati R., Mahdizade Ari M., Bostanghadiri N., Darbandi A., Navidifar T., Talebi M. Evaluation of Brucellosis Vaccines: A Comprehensive Review. *Front Vet Sci.* 2022;18(9). DOI: 10.3389/fvets.2022.925773
30. Huy T.X.N., Nguyen T.T., Kim H., Reyes A.W.B., Kim S., *Brucella* Phagocytosis Mediated by Pathogen-Host Interactions and Their Intracellular Survival. *Microorganisms.* 2022;10. DOI: 10.3390/microorganisms10102003
31. Huy T. X. N., Nguyen T. T., Reyes A. W. B., Vu S. H., Min W., Lee H. J., Kim S. Immunization with a combination of four recombinant *Brucella abortus* proteins *Omp16*, *Omp19*, *Omp28*, and *L7/L12* induces T helper 1 immune response against virulent *B. abortus* 544 infection in BALB/c mice. *Frontiers in veterinary science.* 2021;7. DOI: 10.3389/fvets.2020.577026
32. Kreeger T.J., DeLiberto T.J., Olsen S.C., Edwards W.H., Cook W.E. Safety of *Brucella abortus* strain RB 51 vaccine in non-target ungulates and coyotes. *J Wildl Dis.* 2002;38(3): 552-557. DOI: 10.7589/0090-3558-38.3.552
33. Khurana S.K., Sehrawat A., Tiwari R., Prasad M., Gulati B., Shabbir M.Z., Chhabra R., Karthik K., Patel S.K., Pathak M., Iqbal Yatoo M., Gupta V.K., Dhama K., Sah R., Chaicumpa W. Bovine brucellosis - a comprehensive review. *Vet Q.* 2021;41(1): 61-88. DOI: 10.1080/01652176.2020.1868616
34. Kaushik P., Singh D.K., Kumar S.V., Tiwari A.K., Shukla G., Dayal S., Chaudhuri P. Protection of mice against *Brucella abortus* 544 challenge by vaccination with recombinant *OMP28* adjuvanted with CpG oligonucleotides. *Vet Res Commun.* 2010;34(2): 119-132. DOI: 10.1007/s11259-009-9337-x. Epub 2009 Dec 16.
35. Khodarovich Y.M., Elshazly M.A., Shell W.S., Nassif S.A., Devrishov D.A., Magomedova S.A., Marzanova S.N., Deyev S.M. Development and Efficacy Evaluation of Multivalent DNA Vaccine against Brucellosis. *Dokl Biol Sci.* 2025;520(1): 22-27. DOI: 10.1134/S0012496624600544
36. Li L.M., Xiang W.T., Li T., Xiang M. M., Liu F., Li J. M. Efficacy of *Brucella* Vaccines in Sheep: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Transbound Emerg Dis.* 2024;26. DOI: 10.1155/2024/5524768
37. Liu C.F., Zhai J.B., Liang C., De E.J., Zhang G.Q., Wang L.J., Liang X.W. Research progress in new brucellosis vaccine types. *Chinese Journal of Zoonoses.* 2022; 38 (12):1141-1146. DOI: 10.3969/j.issn.1002-2694.2022.00.162
38. Liu X., Xiu C., He L., Zhao Y., Li B. Strong immune response and protection against *Brucella abortus* by *Omp25* and *BP26* mRNA vaccine candidates. *Int. Immunopharmacol.* 2025;158. DOI: 10.1016/j.intimp.2025.114765
39. Mu J., Li Q., Yan X., Mao X., Shi Y., Qin Y., Liu C., Wang W. Detection of *Brucella* S2 vaccine strain by a loop-mediated isothermal amplification (LAMP) method. *Front Cell Infect Microbiol.* 2022;12. DOI: 10.3389/fcimb.2022.1023243
40. Muñoz P.M., Conde-Álvarez R., Andrés-Barranco S., de Miguel M.J., Zúñiga-Ripa A., Aragón-Aranda B., Salvador-Bescós M., Martínez-Gómez E., Iriarte M., Barberán M., Vizcaino N., Moriyón I., Blasco J.M. A *Brucella melitensis* H38ΔwbkF rough mutant protects against *Brucella ovis* in rams. *Vet Res.* 2022;53(1). DOI: 10.1186/s13567-022-01034-z
41. Nandini P., Jakka P., Murugan S., Mazumdar V., Kumar D., Prakash R., Barbudhe S.B., Radhakrishnan G. Immunoprofiling of *Brucella* proteins for developing improved vaccines and DIVA capable serodiagnostic assays for brucellosis. *Front Microbiol.* 2023;14. DOI: 10.3389/fmicb.2023.1253349
42. Poveda-Urkixo I., Mena-Bueno S., Ramírez G.A., Zabalza-Baranguá A., Tsois R.M., Grilló M.J. *Brucella melitensis* Rev1Δwzm: Placental pathogenesis studies and safety in pregnant ewes. *Vaccine.* 2024;42(17):3710-3720. DOI: 10.1016/j.vaccine.2024.04.085
43. Daugaliyeva A.T., Daugaliyeva S.T., Kydyr N.S. et al. Study of molecular virulence factors of *brucella* isolates for vaccine development. *Micribiology and Virology.* 2025;1(48):137-152. DOI 10.53729/mv-as.2025.01.07
44. Saidu A.S., Singh M., Kumar A., Mahajan N.K., Mittal D., Chhabra R., Joshi V.G., Musallam I.I., Sadiq U. Studies on intra-ocular vaccination of adult cattle with reduced dose *Brucella abortus* strain-19 vaccine. *Heliyon.* 2022;8(2): DOI: 10.1016/j.heliyon.2022.e08937
45. Saadat M., Bandehpour M., Kazemi B., Mosaffa N. Immunogenic Consideration of a Designed Polypeptide Against Brucellosis Compared to RB51: An *In Vivo* Study. *Avicenna J Med Biotechnol.* 2024;16(4): 251-259. DOI: 10.18502/ajmb.v16i4.16741
46. Sarmadi M., Gheibi A., Khanahmad H., Khorramizadeh M.R., Hejazi S.H., Zahedi N., Mianesaz H., Kashfi K. Design and Characterization of a Recombinant *Brucella abortus* RB51 Vaccine That Elicits Enhanced T Cell-Mediated Immune Response. *Vaccines (Basel).* 2022;10(3). DOI: 10.3390/vaccines10030388
47. Uslu A., Erganis O. Development of *Brucella melitensis* Rev.1 Δ*Omp19* mutants with DIVA feature and comparison of their efficacy against three commercial vaccines in a mouse model. *Mol Immunol.* 2021;133: 44-52. DOI: 10.1016/j.molimm.2021.02.006
48. Wang S., Wang W., Sun K., Bateer H., Zhao X. Comparative genomic analysis between newly sequenced *Brucella abortus* vaccine strain A19 and another *Brucella abortus* vaccine S19. *Genomics.* 2020;112(2): 1444-1453. DOI: 10.1016/j.ygeno.2019.08.015
49. Wang S., Zhao X., Sun K., Bateer H., Wang W. The Genome Sequence of *Brucella abortus* vaccine strain A19 provides insights on its virulence attenuation compared to *Brucella abortus* strain 9-941. *Gene.* 2022;1(830). DOI: 10.1016/j.gene.2022.146521

REFERENCES

1. Alekseeva I.G., Trofimov I.G., Bazhin M.A. Improving Specific Prevention and Diagnostics of Bovine Brucellosis in New Livestock Farming Conditions. Bulletin of Omsk State Agrarian University. 2022;2(46):70-78. (in Russ) DOI 10.48136/2222-0364_2022_2_70
2. Sleptsov E.S., Vinokurov N.V., Fedorov V.I., Albertyan M.P. Biological Properties of a Weakly Agglutinogenic Vaccine against Brucellosis in Farm Animals. Eurasian Union of Scientists. 2016;4-5(25):88-90. (in Russ)
3. Bagiyani G.L., Markosyan T.A., Shirvanyan A.Yu. et al. The influence of vaccination on the manifestation of the epizootic process in brucellosis of cattle and small ruminants. Effective animal husbandry. 2019; 2 (150): 78-81. (in Russ)
4. Veselovsky S. Yu., Chastov A. A., Agol'tsov V. A. Comparative evaluation of vaccines against bovine brucellosis from *Brucella abortus* strains: 82, KV 17/100 and RB-51. Scientific life. 2016; 3: 125-133. (in Russ)
5. Gordienko L. N., Kulikova E. V., Novikov A. N. Reactogenicity of the anti-brucellosis vaccine in intact and previously immunized animals. Veterinary science. 2025; 1: 16-19. (in Russ) DOI 10.30896/0042-4846.2025.28.1.16-19
6. Devrishov D.A., Elshazli M.A.E. Prospects for the Creation of DNA Vaccines against Animal Brucellosis. Modern Technologies: Current Issues, Achievements, and Innovations: Collection of Articles from the XII International Scientific and Practical Conference. In 2 parts, Penza, December 23, 2017. General editor G.Yu. Gulyaev. Volume Part 1. Penza: "Science and Education" (IP Gulyaev G.Yu.). 2017: 268-271. (in Russ)
7. Dyatlova V.I. The State of the Problem of Developing New Vaccines against Brucellosis. Bacteriology. 2019; 4(4):29-41. (in Russ) DOI 10.20953/2500-1027-2019-4-29-41
8. Zenov N.I., Gordienko L.N., Kulikova E.V. Use of a dry live vaccine from the weakly agglutinogenic *B. abortus* 82 strain for the prevention of brucellosis in reindeer. Veterinary Science. 2018;6: 31-33. (in Russ)
9. Nurlygayanova G.A., Belousov V.I., Koba I.S. Vaccination of cattle against brucellosis in the Russian Federation. Actual problems of veterinary medicine, animal science, biotechnology and examination of raw materials and products of animal origin: Collection of papers of the scientific and practical conference, Moscow, November 8, 2022. General editors: S.V. Pozyabin, L.A. Gnezdilova. Moscow: Agricultural Technologies, 2022: 184-185. (in Russ)
10. Shapiev M.Sh., Gazimagomedov M.G., Kabardiev S.Sh., et al. On measures to organize the fight against lumpy skin disease in cattle, sheep pox, and animal brucellosis in the Republic of Dagestan. Problems of Development of the Regional Agro-Industrial Complex. 2016;25(1-1(25)):152-159. (in Russ)
11. Vinokurov N.V., Sidorov M.N., Tomashevskaya E.P., Sleptsov E.S. Survival and dissemination of *Brucella* vaccine strain *Brucella abortus* 19 in the body of vaccinated animals. Veterinary Science and Nutrition. 2021;2:13-15. (in Russ) DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2021-2-3
12. Naimanov A.Kh., Iskandarov M.I., Fedorov A.I., et al. Application of the allergy method to study animals vaccinated with a weakly agglutinogenic brucellosis vaccine. Proceedings of the All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after Ya.R. Kovalenko. 2023; 83(1):89-95. (in Russ) DOI 10.31016/viev-2023-83-1-15
13. Khodarrowich Yu.M., Elshazli M.A., Marzanova S.N., et al. Development and evaluation of the effectiveness of a multivalent DNA vaccine against brucellosis. Reports of the Russian Academy of Sciences. Life Sciences. 2025; 520(1):31-37. (in Russ) DOI 10.31857/S2686738925010062
14. Veselovsky S. Yu., Agol'tsov V. A., Popova O. M., et al. Results of a trial of a split-conjugate vaccine against animal brucellosis in combination with various immunomodulators. Scientific Life. 2018; 10: 153-163. (in Russ)
15. Mukovnin A. A., Arakelyan P. K., Taranukha D. A. Specific prevention of animal brucellosis (modern problems). Veterinary Science. 2024; 5:3-8. (in Russ) DOI 10.30896/0042-4846.2024.27.5.03-08
16. Arakelian P.K., Gaivoronskaya Yu.E., Rudenko A.V., et al. Serological reactivity of healthy sheep immunized against brucellosis with a live vaccine from the *B. abortus* strain 19. Veterinary Science. 2022; 4:21-25. (in Russ) DOI 10.30896/0042-4846.2022.25.4.21-25
17. Sleptsov E.S., Fedorov A.I., Vinokurov N.V. et al. Specific prevention of bovine brucellosis in the Russian Federation. Veterinary Science and Nutrition. 2020; 6:47-50. (in Russ) DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-6-14.
18. Sleptsov E.S., Rumyantseva T.D. Study of allergenicity and antigenicity of a vaccine from the *Brucella suis* 245 strain in laboratory animals and reindeer. Veterinary Science and Nutrition. 2025; 4:92-95. (in Russ) DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-4-20.
19. Turdiev Sh.A., Muminov A.M. Production trials of the Rev-1 strain vaccine in small doses. Peasant. 2012;3:26-27. (in Russ)
20. Veselovsky S. Yu., Agol'tsov V. A., Popova O. M., et al. Experimental use of a split-conjugate vaccine against animal brucellosis using the immunomodulator polyoxidonium. Scientific Life. 2018; 2: 89-100. (in Russ)
21. Albertian M.P., Fedorov A.I., Iskandarov M.I. Brucellosis vaccines: past, present and future. Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. 2006;4:8-11.
22. Adabi M., Alamian S., Varasteh-Shams M., Ghaderi H., Shahbazi F., Gharekhani J. Molecular investigation of *Brucella* species belongs to sheep and goats in seropositive samples from an endemic area of Hamedan Province; famenin brucellosis cohort study. Archives of Razi Institute. 2023;78(4):1349. DOI: 10.32592/ARI.2023.78.4.1349
23. Aragón-Aranda B., De Miguel M.J., Lázaro-Antón L., Salvador-Bescós M., Zúñiga-Ripa A., Moriyón I., Iriarte M., Muñoz P.M., Conde-Álvarez R. Development of attenuated live vaccine candidates against swine brucellosis in a non-zoonotic *B. suis* biovar 2 background. Vet Res. 2020;51(1). DOI: 10.1186/s13567-020-00815-8
24. Ali A., Waris A., Khan M.A., Asim M., Khan A.U., Khan S., Zeb J. Recent advancement, immune responses, and mechanism of action of various vaccines against intracellular bacterial infections. Life Sci. 2023;314. DOI: 10.1016/j.lfs.2022.121332
25. Alizadeh H., Dezfoulian M., Rahnema M., Fallah J., Esmaeili D., Protection of BALB/c mice against pathogenic *Brucella abortus* and *Brucella melitensis* by vaccination with recombinant *Omp16* // Iranian Journal of Basic Medical Sciences. 2019;22(11): 1302. DOI: 10.22038/ijbms.2019.36369.8665
26. Blasco J.M., Moreno E., Muñoz P.M., Conde-Álvarez R., Moriyón I. A review of three decades of use of the cattle brucellosis rough vaccine *Brucella abortus* RB51: myths and facts. BMC Vet Res. 2023;19(1). DOI: 10.1186/s12917-023-03773-3
27. Chen S., Wang C., Chen Q., Zhao D., Liu Y., Zhao S., Fu S., He X., Yang B., Zhao Q., An Q., Zhang Z., Cheng Y., Man C., Liu G., Wei X., Zhang W., Du L., Wang F. Downregulation of Three Novel miRNAs in the Lymph Nodes of Sheep Immunized With the *Brucella suis* Strain 2 Vaccine. Front Vet Sci. 2022;9. DOI: 10.3389/fvets.2022.813170
28. De Oliveira M.M., Pereira C.R., De Oliveira I.R., Godfroid J., Lage A.P., Dorneles E.M. Efficacy of *Brucella abortus*

- S19 and RB51 vaccine strains: A systematic review and meta-analysis. *Transboundary and emerging diseases*. 2022;69(4): 32-51. DOI: org/10.1111/tbed.14259
29. Heidary M., Dashtbin S., Ghanavati R., Mahdizade Ari M., Bostanghadiri N., Darbandi A., Navidifar T., Talebi M. Evaluation of Brucellosis Vaccines: A Comprehensive Review. *Front Vet Sci*. 2022;18(9). DOI: 10.3389/fvets.2022.925773
30. Huy T.X.N., Nguyen T.T., Kim H., Reyes A.W.B., Kim S., *Brucella* Phagocytosis Mediated by Pathogen-Host Interactions and Their Intracellular Survival. *Microorganisms*. 2022;10. DOI: 10.3390/microorganisms10102003
31. Huy T. X. N., Nguyen T. T., Reyes A. W. B., Vu S. H., Min W., Lee H. J., Kim S. Immunization with a combination of four recombinant *Brucella abortus* proteins Omp16, Omp19, Omp28, and L7/L12 induces T helper 1 immune response against virulent *B. abortus* 544 infection in BALB/c mice. *Frontiers in veterinary science*. 2021;7. DOI: 10.3389/fvets.2020.577026
32. Kreeger T.J., DeLiberto T.J., Olsen S.C., Edwards W.H., Cook W.E. Safety of *Brucella abortus* strain RB 51 vaccine in non-target ungulates and coyotes. *J Wildl Dis*. 2002;38(3): 552-557. DOI: 10.7589/0090-3558-38.3.552
33. Khurana S.K., Sehrawat A., Tiwari R., Prasad M., Gulati B., Shabbir M.Z., Chhabra R., Karthik K., Patel S.K., Pathak M., Iqbal Yattoo M., Gupta V.K., Dhama K., Sah R., Chaicumpa W. Bovine brucellosis - a comprehensive review. *Vet Q*. 2021;41(1): 61-88. DOI: 10.1080/01652176.2020.1868616
34. Kaushik P., Singh D.K., Kumar S.V., Tiwari A.K., Shukla G., Dayal S., Chaudhuri P. Protection of mice against *Brucella abortus* 544 challenge by vaccination with recombinant OMP28 adjuvanted with CpG oligonucleotides. *Vet Res Commun*. 2010;34(2): 119-132. DOI: 10.1007/s11259-009-9337-x. Epub 2009 Dec 16.
35. Khodarovich Y.M., Elshazly M.A., Shell W.S., Nassif S.A., Devrishov D.A., Magomedova S.A., Marzanova S.N., Deyev S.M. Development and Efficacy Evaluation of Multivalent DNA Vaccine against Brucellosis. *Dokl Biol Sci*. 2025;520(1): 22-27. DOI: 10.1134/S0012496624600544
36. Li L.M., Xiang W.T., Li T., Xiang M. M., Liu F., Li J. M. Efficacy of *Brucella* Vaccines in Sheep: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Transbound Emerg Dis*. 2024;26. DOI: 10.1155/2024/5524768
37. Liu C.F., Zhai J.B., Liang C., De E.J., Zhang G.Q., Wang L.J., Liang X.W. Research progress in new brucellosis vaccine types. *Chinese Journal of Zoonoses*. 2022; 38 (12):1141-1146. DOI: 10.3969/j.issn.1002-2694.2022.00.162
38. Liu X., Xiu C., He L., Zhao Y., Li B. Strong immune response and protection against *Brucella abortus* by Omp25 and BP26 mRNA vaccine candidates. *Int. Immunopharmacol*. 2025;158. DOI: 10.1016/j.intimp.2025.114765
39. Mu J., Li Q., Yan X., Mao X., Shi Y., Qin Y., Liu C., Wang W. Detection of *Brucella* S2 vaccine strain by a loop-mediated isothermal amplification (LAMP) method. *Front Cell Infect Microbiol*. 2022;12. DOI: 10.3389/fcimb.2022.1023243
40. Muñoz P.M., Conde-Álvarez R., Andrés-Barranco S., de Miguel M.J., Zúñiga-Ripa A., Aragón-Aranda B., Salvador-Bescós M., Martínez-Gómez E., Iriarte M., Barberán M., Vizcaíno N., Moriyón I., Blasco J.M. A *Brucella melitensis* H38ΔwbkF rough mutant protects against *Brucella ovis* in rams. *Vet Res*. 2022;53(1). DOI: 10.1186/s13567-022-01034-z
41. Nandini P., Jakka P., Murugan S., Mazumdar V., Kumar D., Prakash R., Barbuddhe S.B., Radhakrishnan G. Immuno-profiling of *Brucella* proteins for developing improved vaccines and DIVA capable serodiagnostic assays for brucellosis. *Front Microbiol*. 2023;14. DOI: 10.3389/fmicb.2023.1253349
42. Poveda-Urkixo I., Mena-Bueno S., Ramírez G.A., Zabalza-Baranguá A., Tsois R.M., Grilló M.J. *Brucella melitensis* Rev1Δwzm: Placental pathogenesis studies and safety in pregnant ewes. *Vaccine*. 2024;42(17):3710-3720. DOI: 10.1016/j.vaccine.2024.04.085
43. Daugaliyeva A.T., Daugaliyeva S.T., Kydyr N.S. et al. Study of molecular virulence factors of *brucella* isolates for vaccine development. *Microbiology and Virology*. 2025;1(48):137-152. DOI 10.53729/mv-as.2025.01.07
44. Saidu A.S., Singh M., Kumar A., Mahajan N.K., Mittal D., Chhabra R., Joshi V.G., Musallam I.I., Sadiq U. Studies on intra-ocular vaccination of adult cattle with reduced dose *Brucella abortus* strain-19 vaccine. *Heliyon*. 2022;8(2): DOI: 10.1016/j.heliyon.2022.e08937
45. Saadat M., Bandehpour M., Kazemi B., Mosaffa N. Immunogenic Consideration of a Designed Polypeptide Against Brucellosis Compared to RB51: An *In Vivo* Study. *Avicenna J Med Biotechnol*. 2024;16(4): 251-259. DOI: 10.18502/ajmb.v16i4.16741
46. Sarmadi M., Gheibi A., Khanahmad H., Khorramizadeh M.R., Hejazi S.H., Zahedi N., Mianesaz H., Kashfi K. Design and Characterization of a Recombinant *Brucella abortus* RB51 Vaccine That Elicits Enhanced T Cell-Mediated Immune Response. *Vaccines (Basel)*. 2022;10(3). DOI: 10.3390/vaccines10030388
47. Uslu A., Erganis O. Development of *Brucella melitensis* Rev.1 ΔOmp19 mutants with DIVA feature and comparison of their efficacy against three commercial vaccines in a mouse model. *Mol Immunol*. 2021;133: 44-52. DOI: 10.1016/j.molimm.2021.02.006
48. Wang S., Wang W., Sun K., Bateer H., Zhao X. Comparative genomic analysis between newly sequenced *Brucella abortus* vaccine strain A19 and another *Brucella abortus* vaccine S19. *Genomics*. 2020;112(2): 1444-1453. DOI: 10.1016/j.ygeno.2019.08.015
49. Wang S., Zhao X., Sun K., Bateer H., Wang W. The Genome Sequence of *Brucella abortus* vaccine strain A19 provides insights on its virulence attenuation compared to *Brucella abortus* strain 9-941. *Gene*. 2022;1(830). DOI: 10.1016/j.gene.2022.146521

Поступила в редакцию / Received: 18.03.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 18.06.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЦИТОКИНОВ ПРИ БРОНХОПНЕВМОНИИ ТЕЛЯТ

Наталья Алексеевна Степанова^{1✉}, Александр Александрович Сухинин²

^{1,2}Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Российская Федерация
¹аспирант каф. микробиологии, вирусологии и иммунологии, email: nas2001@list.ru, orcid.org/0009-0006-9374-8545

²д-р биол. наук, проф., заведующий кафедрой микробиологии, вирусологии и иммунологии, orcid.org/0000-0002-1234-3440

РЕФЕРАТ

Поражение респираторного тракта телят по своей распространенности занимают второе место среди болезней молодняка крупного рогатого скота. Интересующая нас бронхопневмония телят наносит значительный экономический ущерб хозяйствам. Согласно имеющимся литературным данным из важных прогностических аспектов возникновения и развития данной патологии служит измерение концентрации цитокинов в крови телят, которое успешно внедрено в рутинную практику зарубежных ветеринарных специалистов. Целью работы стало обобщение имеющихся данных о роли цитокинов в патогенезе бронхопневмонии телят, а также обоснование необходимости исследования цитокинового профиля не только в научных исследованиях, но и в практике ветеринарных врачей. На основании проанализированных литературных источников мы выделяем следующие изменения цитокинового профиля крови у больных телят: снижение концентрации ИЛ-1А и повышение уровня ИЛ-1β, ИЛ-6, ИЛ-8; при отборе проб с помощью бронхоальвеолярного лаважа повышение концентрации ФНО-α и ИФН-γ; при переходе воспалительного процесса в альвеолярную ткань лёгких повышение ИЛ-12, ИЛ-6, ФНО-α и ИФН-γ.

Ключевые слова: бронхопневмония, телята, цитокины, цитокиновый профиль.

Для цитирования: Степанова Н.А., Сухинин А.А. Практическое значение измерения концентрации цитокинов при бронхопневмонии телят. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:80-85. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.80>

PRACTICAL VALUE OF MEASURING CYTOKINE CONCENTRATION IN CALF BRONCHOPNEUMONIA

Natalia A.I. Stepanova¹, Aleksandr A.I. Sukhinin²

^{1,2}Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Russian Federation

¹Postgraduate Student, Department of Microbiology, Virology, and Immunology, email: nas2001@list.ru, orcid.org/0009-0006-9374-8545

²Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Microbiology, Virology, and Immunology, orcid.org/0000-0002-1234-3440

ABSTRACT

Lesions of the respiratory tract of calves in their prevalence rank second among diseases of young cattle. The bronchopneumonia of calves that interests us causes significant economic damage to farms. According to the available literature, one of the important prognostic aspects of the emergence and development of this pathology is the measurement of the concentration of cytokines in the blood of calves, which successfully introduced into the routine practice of foreign veterinary specialists. The aim of the work was to summarize the available data on the role of cytokines in the pathogenesis of calf bronchopneumonia, as well as to justify the need to study the cytokine profile not only in scientific research, but also in the practice of veterinary doctors. Based on the analyzed literature we identify the following changes in the cytokine profile of blood in sick calves: a decrease in the concentration of IL-1A and an increase in the level of IL-1β, IL-6, IL-8; during sampling using bronchoalveolar lavage, an increase in the concentration of TNF- α and IFN- γ; during the transition of the inflammatory process into the alveolar tissue of the lungs, an increase in IL-12, IL-6, TNF- α and IFN- γ.

Key words: bronchopneumonia, calves, cytokines, cytokine profile.

For citation: Stepanova N.A., Sukhinin A.A. Practical value of measuring cytokine concentration in calf bronchopneumonia. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:80-85. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.80>

ВВЕДЕНИЕ

Согласно исследованиям гуманной медицины и опытам зарубежных ветеринарных врачей, изменение концентрации цитокинов в крови животных имеет важное прогностическое значение при поражении респираторного тракта. Мы обратились к этой теме в рамках исследования патогенеза бронхопневмонии молодняка крупного

рогатого скота и подбора методов прогнозирования тяжести развития данного заболевания.

Поражение респираторного тракта у телят среди регистрируемых заболеваний данной возрастной группы занимает по встречаемости второе место. Бронхопневмонию телят можно с уверенностью назвать полиэтиологическим заболеванием [6,9]. Попадение чужеродного агента вле-

чет за собой неспецифический ответ альвеоцитов, запускающий каскад реакций иммунитета, в результате которых вместе в межклеточное пространство выделяются продукты распада как клеток микроорганизмов, так и самих иммунокомпетентных клеток. Несмотря на важную роль цитокинов в возникновении и развитии бронхопневмонии телят, цитокиновый профиль не используется ветеринарными специалистами Российской Федерации для диагностических и прогностических целей. Целью исследования стало обобщение имеющихся данных о роли цитокинов в патогенезе бронхопневмонии телят, а также обоснование необходимости исследования цитокинового профиля не только в научных исследованиях, но и в практике ветеринарных врачей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При исследовании важности определения концентрации цитокинов в крови мы опирались на обзорную статью отечественных специалистов в области интенсивной терапии и реанимации [5]. При анализе зарубежной литературы мы включали в подборку источники, в которых сообщались данные о прогностической роли цитокинов, изменении концентрации провоспалительных и противовоспалительных цитокинов при бронхопневмонии телят. Поиск литературы осуществлялся в базах данных РИНЦ, PubMed, Google Scholar. Ключевыми словами для поиска служили: бронхопневмония телят, цитокины, цитокиновый профиль, bronchopneumonia, calves, cytokines, cytokine profile, а также перечень интересующих провоспалительных и противовоспалительных цитокинов. Нами включались оригинальные исследования авторов за последние двадцать лет, состоявшие из собственных исследований концентрации цитокинов в крови телят, больных бронхопневмонией. Первично было отобрано 75 источников, после изучения результатов исследований – 37. Оставшиеся 37 источников литературы были проанализированы нами в полном объеме.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Болезни дыхательной системы, в частности интересующая нас бронхопневмония, полиэтиологичны по своей природе [6,9]. Предрасполагающими факторами являются нарушение условий кормления и содержания, а именно скученное содержание, формирование поголовья из разных хозяйств, переохлаждение молодняка [1,3,4,8,14].

Частую бронхопневмония вызывается ассоциацией возбудителей. Причины возникновения бронхопневмонии телят можно разделить на эндогенные и экзогенные. К эндогенным относят неудовлетворительную селекционную работу, близкородственное скрещивание, особенности анатомического строения трахеи, узкий просвет бронхов, к экзогенным – инфекционные агенты (микроорганизмы и вирусы).

Неспецифический ответ клеток легочной ткани запускает иммунную реакцию в ответ на внедрение чужеродного агента, продукты распада бактериальных клеток, разрушение самих альвеоцитов и выделение их содержимого в межклет-

точное пространство. Активаторами иммунного ответа служат так называемые паттерны патогена (PAMPs — pathogen-associated molecular patterns) и паттерны повреждения (DAMPs — damage-associated molecular patterns) [24,25].

PAMPs – это поверхностные и внутриклеточные консервативные молекулы, которые среди микроорганизмов имеют сходное строение. В качестве примеров можно привести липополисахариды, ДНК и белки бактерий, липотейхоевые кислоты, пептидогликаны [24]. Они связываются с рецепторами семейств TLR (Toll-like receptors), NLR (NOD-like receptors), а также с другими рецепторами многих клеток организма, что приводит к продукции хемокинов и провоспалительных цитокинов [37].

DAMPs – это внутриорганизменные молекулы, встречающиеся в эукариотических клетках (белки шапероны, фибриноген, ДНК митохондрий). Активация врожденного иммунитета происходит в связи с попаданием этих паттернов в межклеточное пространство в связи с повреждением и разрушением клеток [25]. Затем происходит активация рецепторов семейства TLR, NLR, мембранного гликозилфосфатидилинозитол-связанного белка (CD-14) и другие рецепторы.

Важно отметить, что бронхопневмония бактериальной этиологии роль паттернов воспаления несколько меняется: и DAMPs, и PAMPs активируют иммунный ответ посредством разрушения клеток из-за бактериальных токсинов [13].

В ответ на это в первую очередь посредством рецепторов семейства TLR активируются классические провоспалительные сигнальные каскады, в результате чего выделяются провоспалительные цитокины: интерлейкины ИЛ-1 β , ИЛ-6, ИЛ-8, ИЛ-12, фактор некроза опухолей альфа (ФНО- α), интерфероны, хемокины [19,21]. Активация рецепторов семейства NLR ведет к образованию супрамолекулярного мультифункционального белкового комплекса (инфламасомы), который при расщеплении неактивной прокаспазы 1 до образования активной каспазы 1 ведет к протеолизу неактивных форм про-ИЛ-1 β и про-ИЛ-18 до образования функционально активных цитокинов (ИЛ-1 β и ИЛ-18). Также каспаза 1 запускает специфические типы клеточной гибели: пироптоз с выделением цитокинов или некроптоз под действием бактериальных токсинов [20,27,35].

Ответ альвеолоцитов и эпителиоцитов бронхов в большей степени направлен на секрецию цитокинов и хемокинов [15]. Первоначальное выделение цитокинов и хемокинов необходимо для привлечения нейтрофилов и моноцитов в область воспаления.

Интерлейкин-1 β синтезируется в неактивном виде моноцитами, макрофагами, В-лимфоцитами и фибробластами. ИЛ-1 β является медиатором воспаления, помимо общих реакций организма вызывает синтез пептидов острой фазы ответа (например, С-реактивного белка, комплемента) [2]. ИЛ-6 синтезируется лейкоцитами и стимулирует воспалительную реакцию через Т-лимфоциты и провоспалительные Т-хелперы. Также благодаря ему происходит дифференциация

ция В-лимфоцитов и образование цитотоксических Т-лимфоцитов. ИЛ-8 синтезируется макрофагами, тучными клетками и эндотелиоцитами, что ведёт к хемотаксису нейтрофилов, базофилов и Т-лимфоцитов к очагу воспаления. ИЛ-12 синтезируется макрофагами при их взаимодействии с антигеном, вызывает дифференциация Т-лимфоцитов, а также стимулирует продукцию других цитокинов (ИФН- γ и ФНО- α). Интерферон- γ , секретируемый Т-хелперами, НК-клетками, макрофагами и В-лимфоцитами, активирует макрофаги и угнетает вирусную репликацию (то есть встраивание и инфицирование клеток-мишеней хозяина). Фактор некроза опухолей- α (ФНО- α) – внеклеточный белок, синтезируемый моноцитами и макрофагами, стимулирует продукцию раннее перечисленных провоспалительных интерлейкинов. Хемокины – группа цитокинов, усиливающих хемотаксис лейкоцитов в очаг воспаления [5].

Немаловажную роль в патогенезе бронхопневмонии играют противовоспалительные цитокины: интерлейкин ИЛ-10 и антагонист рецептора ИЛ-1. В начале воспалительной реакции эти цитокины снижают повреждение тканей, не позволяют воспалению перейти в патологический процесс. ИЛ-10 синтезируется моноцитами, макрофагами и лейкоцитами. Он препятствует созреванию дендритных клеток (лейкоцитов с отростчатым строением, которые, связываясь с антигеном, помогают Т-клеткам его распознать), снижая действие провоспалительного ИЛ-12. Также ИЛ-10 не позволяет проявиться молекулам главного комплекса гистосовместимости II класса на дендритных клетках, макрофагах и В-лимфоцитах, что ведёт к нарушению их взаимодействия с Т-хелперами и снижению распознавания лимфоцитами антигена. Антагонист рецептора интерлейкина-1 помимо иммунокомпетентных клеток вырабатывается в эпителиоцитах и адипоцитах, снижает провоспалительное действие интерлейкина ИЛ-1 β [5].

Анализ изменения концентрации основных цитокинов в начале бронхопневмонии позволяет оценить смещение иммунной реакции в ту или иную сторону. Отклонение показателей цитокинов может вести к гипо- или гиперреактивному иммунному ответу, что не гарантирует благоприятный исход заболевания. По данным зарубежной литературы, исследование цитокинового профиля имеет важную диагностическую и прогностическую функцию при оценке течения инфекционных болезней животных. Для количественного измерения цитокинов используют следующие методы: биологическое тестирование (по цитотоксическому эффекту, по индукции пролиферации, по индукции дифференцировки и по противовирусному эффекту), твёрдофазный ИФА (сендвич-ELISA), обратная транскриптаза полимеразная цепная реакция (RT-PCR), а также проточная цитометрия [7].

Согласно исследованиям Rheid C. (2024), при бронхопневмонии телят вирусной этиологии регистрировали снижение ИЛ-1 α и повышение ИЛ-1 β , медикаментозное ингибирование уровня

которого не улучшало течение заболевания. Также авторы вывели зависимость повышения уровня ИЛ-6 с поражением нижних дыхательных путей [28]. Согласно исследованиям Guzman E. (2015), повышенный уровень ФНО- α и ИФН- γ регистрировался при взятии у телят с бронхопневмонией вирусной этиологии бронхоальвеолярного лаважа, а в очагах пневмонии среди цитокинов выделяли повышение ИЛ-12, ИФН- γ , ФНО- α , ИЛ-6 [16]. Согласно исследованиям Sow F.B. (2011), при экспериментальном заражении ягнят респираторно-синцитиальным вирусом крупного рогатого скота, который в частности относится в одним из этиологических факторов развития бронхопневмонии, изменения в респираторном тракте приравнивались к тяжелому течению [22,31]. Авторы отмечали повышение таких провоспалительных цитокинов, как ИФН- γ , ИЛ-8, что согласуется с ранними исследованиями о влиянии респираторно-синцитиального вируса на выработку провоспалительных цитокинов [10].

Согласно исследованиям Sacco R.E. (2012) у телят с диагнозом бронхопневмония вирусной этиологии (в пробах подтверждено заражение респираторно-синцитиальным вирусом) отмечалось повышение уровня матричных РНК ИЛ-8, ИЛ-12p40 и ИФН- γ [30]. Авторы акцентируют внимание на повышение уровня ИЛ-12p40, которое в образцах лёгких телят, инфицированных респираторно-синцитиальным вирусом, был в 11 раз выше, чем в образцах здоровых телят. Исследования Miao C. (2004) дополняют предыдущие данные, авторы отмечают, что продукция ИФН- γ ниже в ответ на вакцинный изолят респираторно-синцитиального вируса КРС [23].

Исследования Taylor G. (2014) В свою очередь опровергли понижение уровня ИЛ-1 β , концентрация которого при заражении телят респираторно-синцитиальным вирусом росла (как в культурах клеток почки КРС – линии MDBK, так и в моноцитах), что противоречит результатам Triantafilou K. и др. (2013), которые обнаружили, что рекомбинантный респираторно-синцитиальный вирус человека не индуцировал повышение секреции данного цитокина в эпителии лёгких человека [34]. Причины этого расхождения пока неясны, авторами выдвигается гипотеза о низкой схожести аминокислотной последовательности белков вирусов, которая составляет 38 % [33].

В ходе исследования авторы обнаружили повышение экспрессии гена ИЛ-10 более чем в 25 раз как в поражённых, так и в непоражённых участках лёгких телят, инфицированных респираторно-синцитиальным вирусом, по сравнению с уровнем здоровой контрольной группы. Экспрессия гена трансформирующего ростового фактора β 1 была выше в участках лёгочной ткани без воспаления, но в тех же пробах не всегда обнаруживался ИЛ-4. Также данные авторов согласуются с исследованием Sow F.B. (2011), они отмечали значительное повышение уровня ИЛ-8 в поражённых лёгких телят, инфицированных респираторно-синцитиальным вирусом, но наивысшая концентрация данного цитокина регистрировалась авторами на 7-й день после заражения [30,31].

Согласно данным исследований Bringardner B.D. (2008), некоторые цитокины участвуют в патогенезе возникновения и развития лёгочного фиброза [12]. Трансформирующий ростовой фактор- β 1, а также ФНО- α и ИЛ-17A стимулируют пролиферацию лёгочных фибробластов, что ведёт к образованию и накоплению коллагена [11, 26, 29, 32, 36]

Авторами исследований Ider M. (2022) было подтверждено, что трансформирующий ростовой фактор β -1 провоцирует развитие фиброза благодаря увеличению внеклеточного матрикса за счет повышенного синтеза коллагена и снижения продукции протеазы. Экспрессия данного цитокина происходит в альвеолярных и гиперпластических альвеолярных эпителиальных клетках, причем по данным авторов его концентрация повышается у телят с диагнозом пневмония [18]

При бронхопневмонии телят для дифференциации цитокинового шторма от сепсиса как причины развития у телят повреждения альвеол легких с сопутствующей патологией сердца (инфаркт миокарда, перикардит) ученые исследо-

вали концентрации ИЛ-1 β , ИЛ-6, ИЛ-8 в сыворотки крови, которую отбирали посмертно из сердца. Авторы отмечали, что несмотря на различие патологических процессов в сердце, концентрация цитокинов достоверно не отличалась [17].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя из проанализированных нами данных, можно сделать вывод, что цитокиновый профиль имеет важное значение для понимания прогноза и исхода бронхопневмонии телят. Так мы можем кратко выделить следующие тенденции изменения концентрации цитокинов: при бронхопневмонии телят регистрируют снижение концентрации ИЛ-1A и повышение уровня ИЛ-1 β , ИЛ-6, ИЛ-8; при отборе проб с помощью бронхоальвеолярного лаважа отмечают повышение концентрации ФНО- α и ИФН- γ ; при переходе воспалительного процесса в альвеолярную ткань лёгких происходит повышение ИЛ-12, ИЛ-6, ФНО- α и ИФН- γ .

Помимо этого, исследование цитокинового профиля позволяет оценить иммунный статус организма.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Басова Н.Ю., Схатум А.К., Фёдоров Ю.Е., Пачина В.В., Старосёлов М.А. Структура респираторных болезней молодняка крупного рогатого скота бактериальной этиологии. Ветеринария Кубани. 2017;4:13-14.
2. Батршина Р.И. Цитокины и характеристика гена. Молодой ученый. 2022;51 (446): 128-130.
3. Глотов А.Г., Глотова Т.И. Респираторно-синцитиальная инфекция крупного рогатого скота. Труды всероссийского НИИ экспериментальной ветеринарии имени Я.Р. Коваленко. 2021;82(1): 65-71.
4. Ермилова Т.С., Самбурова М.А., Кашарная О.В., Салимзаде Э.А.О. Респираторные заболевания молодняка крупного рогатого скота. Ветеринария сегодня. 2022;11(3): 203-209.
5. Зинина Е.П., Царенко С.В., Логунов Д.Ю., Тухватулин А.И., Бабаянц А.В., Аврамоов А.А. Роль провоспалительных и противовоспалительных цитокинов при бактериальной пневмонии. Обзор литературы. Вестник интенсивной терапии имени А.И. Салтанова. 2021;1:77-89.
6. Нефедченко А.В., Глотов А.Г., Котенева С.В., Глотова Т.И. Выявление и количественная оценка вирусных и бактериальных возбудителей респираторных болезней крупного рогатого скота при помощи ПЦР в реальном времени. Сельскохозяйственная биология. 2021;56(4): 695-706.
7. Орадова А.Ш., Садуакасова К.З., Лесова С.Д. Лабораторная диагностика цитокинов (обзорная статья). Вестник КазНМУ. 2017;2: С. 200-203.
8. Шабунин С.В., Шахов А.Г., Черницкий А.Е., Золотарев А.И., Рецкий М.И. Респираторные болезни телят: современный взгляд на проблему. Ветеринария. 2015;5:3-13.
9. Шубина Т.П., Герасименко Д.В., Силайкина А.Е. Бронхопневмония телят и методы её лечения. Международный научно-исследовательский журнал. 2024;4 (142):1-4.
10. Bermejo-Martin J.F., Garcia-Arevalo M.C., Alonso A., De Lejarazu R.O., Pino M., Resino S., Tenorio A., Bernardo D., Leon A.J. Persistence of proinflammatory response after severe respiratory syncytial virus disease in children. J Allergy Clin Immunol. 2007;119: 1547-1550 doi: 10.1016/j.jaci.2007.03.014
11. Biernacka A., Dobaczewski M., Frangogiannis N.G. TGF- β signaling in fibrosis. Growth Factors. 2011;5 (29):196-202.
12. Bringardner B.D., Baran C.P., Eubank T.D., Marsh C.B. The role of inflammation in the pathogenesis of idiopathic pulmonary fibrosis. Antioxid Redox Signal. 2008;2(10):287-301.
13. Gong T., Liu L., Jiang W. et al. DAMP-sensing receptors in sterile inflammation and inflammatory diseases. Nat Rev Immunol. 2020;20 (2): 95-112. DOI: 10.1038/s41577-019-0215-7
14. Gorden P.J., Plummer P. Control, Management, and Prevention of Bovine Respiratory Disease in Dairy Calves and Cows. Vet. Clin. Food Anim. 2010;26:243-259.
15. Grousd J.A., Rich H.E., Alcorn J.F. Host-pathogen interactions in gram-positive bacterial pneumonia. Clin Microbiol Rev. 2019;32 (3). DOI: 10.1128/CMR.00107-18
16. Guzman E., Taylor G. Immunology of bovine respiratory syncytial virus in calves. Mol Immunol. 2015;66 (1): 48-56.
17. 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. Vet Pathol. 2023;60 (2): 214-225. PMID: 36625178; PMCID: PMC9969494.
18. Ider M., Maden M. Biomarkers of infectious pneumonia in naturally infected calves. Am J Vet Res. 2022 Jul 13;83(8):ajvr.21.10.0172. doi: 10.2460/ajvr.21.10.0172. PMID: 35895787.
19. Koppe U., Suttrop N., Opitz B. Recognition of Streptococcus pneumoniae by the innate immune system. Cell Microbiol. 2012;14 (4): 460-466. DOI: 10.1111/j.1462-5822.2011.01746.x
20. Kumar S.R., Paudel S., Ghimire L. et al. Emerging roles of inflammasomes in acute pneumonia. Am J Respir Crit Care Med. 2018; 197(2): 160-171. DOI: 10.1164/rccm.201707-1391PP
21. Marongiu L., Gornati L., Artuso I., et al. Below the surface: The inner lives of TLR4 and TLR9. J Leukoc Biol. 2019;106(1):147-160. DOI: 10.1002/JLB.3MIR1218-483RR
22. Meyerholz D.K., Grubor B., Fach S.J., Sacco R.E., Lehmkuhl H.D. Reduced clearance of respiratory syncytial virus infection in a preterm lamb model. Microbes Infect. 2004;6 (14): 1312-1319. doi: 10.1016/j.micinf.2004.08.006
23. Miao C., Woolums A.R., Zarlenga D.S., Brown C.C., Brown J.C., Williams S.M., Scott M.A. Effects of a single in-

- tranasal dose of modified-live bovine respiratory syncytial virus vaccine on cytokine messenger RNA expression following viral challenge in calves. *Am J Vet Res.* 2004;6 (65): 25-33. PMID: 15198210. doi: 10.2460/ajvr.2004.65.725
24. Nicaise V., Roux M., Zipfel C. Recent advances in PAMP-Triggered immunity against bacteria: Pattern recognition receptors watch over and raise the alarm. *Plant Physiol.* 2009;150(4):1638–1647. DOI: 10.1104/pp.109.139709
25. Pandolfi F., Altamura S., Frosali S., et al. Key Role of DAMP in Inflammation, Cancer, and Tissue Repair. *Clin Ther.* 2016;38(5):1017–1028. DOI: 10.1016/j.clinthera.2016.02.028
26. Piguet P.F., Vesin C. Treatment by human recombinant soluble TNF receptor of pulmonary fibrosis induced by bleomycin or silica in mice. *Eur Respir J.* 1994;7:515–518.
27. Rabes A., Suttrop N., Opitz B. Inflammasomes in pneumococcal infection: Innate immune sensing and bacterial evasion strategies. In: *Current Topics in Microbiology and Immunology.* Springer Verlag. 2016;397: 215–227. DOI: 10.1007/978-3-319-41171-2_11
28. Reid C., Donlon J., Remot A., Kennedy E., De Matteis G., O'Farrelly C., McAloon C., Meade K.G. Hyper-induction of IL-6 after TLR1/2 stimulation in calves with bovine respiratory disease. *PLoS One.* 2024;19 (11): e0309964. PMID: 39541407; PMCID: PMC11563416. doi: 10.1371/journal.pone.0309964
29. Røntved CM, Tjørnehøj K, Viuff B, Larsen LE, Godson DL, Rønsholt L, Alexandersen S. Increased pulmonary secretion of tumor necrosis factor-alpha in calves experimentally infected with bovine respiratory syncytial virus. *Vet Immunol Immunopathol.* 2000 Oct 31;76(3-4):199-214. doi: 10.1016/s0165-2427(00)00214-2. PMID: 11044554; PMCID: PMC7119796.
30. Sacco R.E., Nonnecke B.J., Palmer M.V., Waters W.R., Lippolis J.D., Reinhardt T.A. Differential expression of cytokines in response to respiratory syncytial virus infection of calves with high or low circulating 25-hydroxyvitamin D3. *PLoS One.* 2012;3 (7):e33074. doi: 10.1371/journal.pone.0033074. PMID: 22412984; PMCID: PMC3297628
31. Sow F.B., Gallup J.M., Krishnan S., Patera A.C., Suzich J., Ackermann M.R. Respiratory syncytial virus infection is associated with an altered innate immunity and a heightened pro-inflammatory response in the lungs of preterm lambs. *Respir Res.* 2011;12(1):106. doi: 10.1186/1465-9921-12-106. PMID: 21827668; PMCID: PMC3170232.
32. Simonian P.L., Roark C.L., Wehrmann F. Th17-polarized immune response in a murine model of hypersensitivity pneumonitis and lung fibrosis. *J Immunol.* 2009; 1 (182):657–665.
33. Taylor G., Wyld S., Valarcher J.F., Guzman E., Thom M., Widdison S., Buchholz U.J. Recombinant bovine respiratory syncytial virus with deletion of the SH gene induces increased apoptosis and pro-inflammatory cytokines in vitro, and is attenuated and induces protective immunity in calves. *J Gen Virol.* 2014;6 (95):1244-1254. doi: 10.1099/vir.0.064931-0. PMID: 24700100; PMCID: PMC4027036
34. Triantafilou K., Kar S, Vakakis E, Kotecha S, Triantafilou M. Human respiratory syncytial virus viroporin SH: a viral recognition pathway used by the host to signal inflammasome activation. *Thorax.* 2013;1 (68):66-75. doi: 10.1136/thoraxjnl-2012-202182. PMID: 23229815.
35. Fang R., Tsuchiya K., Kawamura I., et al. Critical Roles of ASC Inflammasomes in Caspase-1 Activation and Host Innate Resistance to *Streptococcus pneumoniae* Infection. *J Immunol.* 2011;187 (9):4890–4899. DOI: 10.4049/jimmunol.1100381
36. Wilson M.S., Madala S.K., Ramalingam T.R., Gochuico B.R., Rosas I.O., Cheever A.W., Wynn T.A. Bleomycin and IL-1 β -mediated pulmonary fibrosis is IL-17A dependent. *J Exp Med.* 2010 Mar 15;207(3):535-52. doi: 10.1084/jem.20092121. Epub 2010 Feb 22. PMID: 20176803; PMCID: PMC2839145.
37. Zipfel C. Early molecular events in PAMP-triggered immunity. *Curr Opin Plant Biol.* 2009;12 (4): 414–420. DOI: 10.1016/j.pbi.2009.06.003

REFERENCES

- Basova N.Yu., Shatum A.K., Fedorov Yu.E., Pachina V.V., Staroselov M.A. Structure of bacterial respiratory diseases in young cattle. *Veterinary Science of Kuban.* 2017;4:13-14. (in Russ)
- Batrshina R.I. Cytokines and gene characteristics. *Young Scientist.* 2022;51 (446): 128-130. (in Russ)
- Glotov A.G., Glotova T.I. Bovine respiratory syncytial infection. *Transactions of the All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after Ya.R. Kovalenko.* 2021;82(1): 65-71. (in Russ)
- Ermilova T.S., Samburova M.A., Kasharnaya O.V., Salimzade E.A.O. Respiratory diseases of young cattle. *Veterinary science today.* 2022; 11(3): 203-209. (in Russ)
- Zinina E.P., Tsarenko S.V., Logunov D.Yu., Tukhvatulin A.I., Babayants A.V., Avramov A.A. The role of proinflammatory and anti-inflammatory cytokines in bacterial pneumonia. A literature review. *Saltanov Bulletin of Intensive Care.* 2021; 1: 77–89. (in Russ)
- Nefedchenko A.V., Glotov A.G., Koteneva S.V., Glotova T.I. Detection and quantitative assessment of viral and bacterial pathogens causing bovine respiratory diseases using real-time PCR. *Agricultural biology.* 2021; 56(4): 695-706. (in Russ)
- Oradova A.Sh., Saduakassova K.Z., Lesova S.D. Laboratory diagnostics of cytokines (review article). *Bulletin of KazNMU.* 2017;2: 200-203. (in Russ)
- Shabunin S.V., Shakhov A.G., Chernitsky A.E., Zolotarev A.I., Retsky M.I. Respiratory diseases of calves: a modern view of the problem. *Veterinary science.* 2015;5:3-13. (in Russ)
- Shubina T.P., Gerasimenko D.V., Silaykina A.E. Bronchopneumonia in calves and methods of its treatment. *International research journal.* 2024;4 (142):1-4. (in Russ)
- Bermejo-Martin J.F., Garcia-Arevalo M.C., Alonso A., De Lejarazu R.O., Pino M., Resino S., Tenorio A., Bernardo D., Leon A.J. Persistence of proinflammatory response after severe respiratory syncytial virus disease in children. *J Allergy Clin Immunol.* 2007;119: 1547–1550 doi: 10.1016/j.jaci.2007.03.014
- Biernacka A., Dobaczewski M., Frangogiannis N.G. TGF- β signaling in fibrosis. *Growth Factors.* 2011;5 (29):196–202.
- Bringardner B.D., Baran C.P., Eubank T.D., Marsh C.B. The role of inflammation in the pathogenesis of idiopathic pulmonary fibrosis. *Antioxid Redox Signal.* 2008;2(10):287–301.
- Gong T., Liu L., Jiang W. et al. DAMP-sensing receptors in sterile inflammation and inflammatory diseases. *Nat Rev Immunol.* 2020;20 (2): 95-112. DOI: 10.1038/s41577-019-0215-7
- Gorden P.J., Plummer P. Control, Management, and Prevention of Bovine Respiratory Disease in Dairy Calves and Cows. *Vet. Clin. Food Anim.* 2010;26:243-259.
- Grousd J.A., Rich H.E., Alcorn J.F. Host-pathogen interactions in gram-positive bacterial pneumonia. *Clin Microbiol*

Rev. 2019;32 (3). DOI: 10.1128/CMR.00107-18

16. Guzman E., Taylor G. Immunology of bovine respiratory syncytial virus in calves. *Mol Immunol.* 2015;66 (1): 48-56.
17. Haydock L.A.J., Fenton R.K., Sergejewich L., Veldhuizen R.A.W., Smerek D., Ojic D., Caswell J.L. Bronchopneumonia with interstitial pneumonia in beef feedlot cattle: Characterization and laboratory investigation. *Vet Pathol.* 2023;60 (2): 214-225. PMID: 36625178; PMCID: PMC9969494.
18. Ider M., Maden M. Biomarkers of infectious pneumonia in naturally infected calves. *Am J Vet Res.* 2022 Jul 13;83(8):ajvr.21.10.0172. doi: 10.2460/ajvr.21.10.0172. PMID: 35895787.
19. Koppe U., Suttorp N., Opitz B. Recognition of *Streptococcus pneumoniae* by the innate immune system. *Cell Microbiol.* 2012;14 (4): 460-466. DOI: 10.1111/j.1462-5822.2011.01746.x
20. Kumar S.R., Paudel S., Ghimire L. et al. Emerging roles of inflammasomes in acute pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med.* 2018; 197(2): 160-171. DOI: 10.1164/rccm.201707-1391PP
21. Marongiu L., Gornati L., Artuso I., et al. Below the surface: The inner lives of TLR4 and TLR9. *J Leukoc Biol.* 2019;106(1):147-160. DOI: 10.1002/JLB.3MIR1218-483RR
22. Meyerholz D.K., Grubor B., Fach S.J., Sacco R.E., Lehmkuhl H.D. Reduced clearance of respiratory syncytial virus infection in a preterm lamb model. *Microbes Infect.* 2004;6 (14): 1312-1319. doi: 10.1016/j.micinf.2004.08.006
23. Miao C., Woolums A.R., Zarlenga D.S., Brown C.C., Brown J.C., Williams S.M., Scott M.A. Effects of a single intranasal dose of modified-live bovine respiratory syncytial virus vaccine on cytokine messenger RNA expression following viral challenge in calves. *Am J Vet Res.* 2004;6 (65): 25-33. PMID: 15198210. doi: 10.2460/ajvr.2004.65.725
24. Nicaise V., Roux M., Zipfel C. Recent advances in PAMP-Triggered immunity against bacteria: Pattern recognition receptors watch over and raise the alarm. *Plant Physiol.* 2009;150(4):1638-1647. DOI: 10.1104/pp.109.139709
25. Pandolfi F., Altamura S., Frosali S., et al. Key Role of DAMP in Inflammation, Cancer, and Tissue Repair. *Clin Ther.* 2016;38(5):1017-1028. DOI: 10.1016/j.clinthera.2016.02.028
26. Piguet P.F., Vesin C. Treatment by human recombinant soluble TNF receptor of pulmonary fibrosis induced by bleomycin or silica in mice. *Eur Respir J.* 1994;7:515-518.
27. Rabes A., Suttorp N., Opitz B. Inflammasomes in pneumococcal infection: Innate immune sensing and bacterial evasion strategies. In: *Current Topics in Microbiology and Immunology.* Springer Verlag. 2016;397: 215-227. DOI: 10.1007/978-3-319-41171-2_11
28. Reid C., Donlon J., Remot A., Kennedy E., De Matteis G., O'Farrelly C., McAloon C., Meade K.G. Hyper-induction of IL-6 after TLR1/2 stimulation in calves with bovine respiratory disease. *PLoS One.* 2024;19 (11): e0309964. PMID: 39541407; PMCID: PMC11563416. doi: 10.1371/journal.pone.0309964
29. Røntved CM, Tjørnehøj K, Viuff B, Larsen LE, Godson DL, Rønsholt L, Alexandersen S. Increased pulmonary secretion of tumor necrosis factor- α in calves experimentally infected with bovine respiratory syncytial virus. *Vet Immunol Immunopathol.* 2000 Oct 31;76(3-4):199-214. doi: 10.1016/s0165-2427(00)00214-2. PMID: 11044554; PMCID: PMC7119796.
30. Sacco R.E., Nonnecke B.J., Palmer M.V., Waters W.R., Lippolis J.D., Reinhardt T.A. Differential expression of cytokines in response to respiratory syncytial virus infection of calves with high or low circulating 25-hydroxyvitamin D3. *PLoS One.* 2012;3 (7):e33074. doi: 10.1371/journal.pone.0033074. PMID: 22412984; PMCID: PMC3297628
31. Sow F.B., Gallup J.M., Krishnan S., Patera A.C., Suzich J., Ackermann M.R. Respiratory syncytial virus infection is associated with an altered innate immunity and a heightened pro-inflammatory response in the lungs of preterm lambs. *Respir Res.* 2011;12(1):106. doi: 10.1186/1465-9921-12-106. PMID: 21827668; PMCID: PMC3170232.
32. Simonian P.L., Roark C.L., Wehrmann F. Th17-polarized immune response in a murine model of hypersensitivity pneumonitis and lung fibrosis. *J Immunol.* 2009; 1 (182):657-665.
33. Taylor G., Wyld S., Valarcher J.F., Guzman E., Thom M., Widdison S., Buchholz U.J. Recombinant bovine respiratory syncytial virus with deletion of the SH gene induces increased apoptosis and pro-inflammatory cytokines in vitro, and is attenuated and induces protective immunity in calves. *J Gen Virol.* 2014;6 (95):1244-1254. doi: 10.1099/vir.0.064931-0. PMID: 24700100; PMCID: PMC4027036
34. Triantafyllou K., Kar S, Vakakis E, Kotecha S, Triantafyllou M. Human respiratory syncytial virus viroporin SH: a viral recognition pathway used by the host to signal inflammasome activation. *Thorax.* 2013;1 (68):66-75. doi: 10.1136/thoraxjnl-2012-202182. PMID: 23229815.
35. Fang R., Tsuchiya K., Kawamura I., et al. Critical Roles of ASC Inflammasomes in Caspase-1 Activation and Host Innate Resistance to *Streptococcus pneumoniae* Infection. *J Immunol.* 2011;187 (9):4890-4899. DOI: 10.4049/jimmunol.1100381
36. Wilson M.S., Madala S.K., Ramalingam T.R., Gochuico B.R., Rosas I.O., Cheever A.W., Wynn T.A. Bleomycin and IL-1 β -mediated pulmonary fibrosis is IL-17A dependent. *J Exp Med.* 2010 Mar 15;207(3):535-52. doi: 10.1084/jem.20092121. Epub 2010 Feb 22. PMID: 20176803; PMCID: PMC2839145.
37. Zipfel C. Early molecular events in PAMP-triggered immunity. *Curr Opin Plant Biol.* 2009;12 (4): 414-420. DOI: 10.1016/j.pbi.2009.06.003

Поступила в редакцию / Received: 05.03.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 22.06.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩЕГО СРЕДСТВА «БА-12» В ЖУАЛЫНСКОМ РАЙОНЕ ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ

Владислава Юрьевна Суших^{1✉}, Б.Е. Лесов², А.А. Каримов³, Малик Р. Юсупов⁴

^{1,2,3,4}*Казахский научно-исследовательский ветеринарный институт, Российская Федерация*

¹*канд. ветеринар. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории бактериологии, email: vladasali@mail.ru, orcid.org/0000-0002-3520-2257*

²*заведующий ЮКО НИВС, orcid.org/0009-0009-3149-2160*

³*научный сотрудник лаборатории бактериологии, orcid.org/0000-0002-4897-490X*

⁴*научный сотрудник лаборатории бактериологии, orcid.org/0000-0002-3810-2286*

РЕФЕРАТ

В Республике Казахстан достаточно часто регистрируются случаи заболевания людей и животных сибирской язвой. Основным фактором риска эпизоотического неблагополучия являются многочисленные сибирезавенные скотомогильники, расположенные во всех областях республики. В связи с этим на современном этапе возникла необходимость разработки эффективных методов санации почвы и объектов окружающей среды при данной инфекции.

Целью работы являлось определение эффективности дезинфицирующего средства «БА-12» при обеззараживании почвы, загрязненной возбудителем сибирской язвы.

Экспериментальные работы по обеззараживанию поверхностных слоев почвы проводили в Жуалынском районе, расположенном в северо-западной части Жамбылской области, которая является одной из наиболее неблагополучных по сибирской язве в республике (индекс эпизоотичности - 0,40).

Для обеззараживания инфицированной почвы в опыте использовали рабочий раствор дезинфицирующего средства «БА-12» в 20%-ной концентрации. Для обеззараживания загрязненного участка пастбища размером 3 × 3 м была проведена двукратная обработка почвы с интервалом 60 минут. При первичной и вторичной обработке участка использовали по 270 л рабочего раствора из расчета 30 л/м² в соответствии с инструкцией по применению.

По завершении опыта с территории опытного участка были отобраны образцы почвы, которые направили для комиссионного исследования в Республиканскую референтную лабораторию по ветеринарии. Согласно протоколу исследования № 4-S23R-135/G-79-02-01 от 18.10.2023 г. (микроскопия, бактериология, ПЦР), ни в одном из образцов почвы, обработанных дезинфицирующим средством «БА-12», возбудитель сибирской язвы не обнаружен.

В целом результаты исследований показали, что двукратная обработка участка, инфицированного возбудителем *B. anthracis*, 20%-ным раствором дезинфицирующего средства «БА-12» обеспечила полную санацию поверхностных слоев загрязненной почвы.

Ключевые слова: сибирская язва, обеззараживание, почва, дезинфицирующее средство.

Для цитирования: Суших В.Ю., Лесов Б.Е., Каримов А.А., Юсупов М. Производственные испытания дезинфицирующего средства «БА-12» в Жуалынском районе Жамбылской области. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:86-90. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.86>

PRODUCTION TESTS OF THE DISINFECTANT “BA-12” IN THE ZHUALYN DISTRICT OF THE ZHAMBYL REGION

Vladislava Yu. Sushchikh^{1✉}, B.E. Lesov², A.A. Karimov³, Malik R. Yusupov⁴

^{1,2,3,4}*Kazakh Veterinary Research Institute, Russian Federation*

¹*Candidate of Veterinary Sciences, Leading Researcher, Bacteriology Laboratory, email: vladasali@mail.ru, orcid.org/0000-0002-3520-2257*

²*Head of the South Kazakhstan Research Institute of Veterinary Science, orcid.org/0009-0009-3149-2160*

³*Researcher, Bacteriology Laboratory, orcid.org/0000-0002-4897-490X*

⁴*Researcher, Bacteriology Laboratory, orcid.org/0000-0002-3810-2286*

ABSTRACT

In the Republic of Kazakhstan, cases of anthrax infection in humans and animals are registered relatively frequently. The main risk factor for the unfavorable epizootic situation is the numerous anthrax burial sites located in all regions of the republic. In this regard, at the present stage, there is a need to develop effective methods for the sanitation of soil and environmental objects in this infection.

The aim of the study was to determine the efficacy of the disinfectant «BA-12» in the decontamination of soil contaminated with the anthrax pathogen.

Experimental studies on the decontamination of surface soil layers were conducted in the Zhualy District, located in the northwestern part of the Zhambyl Region, which is one of the most anthrax-unfavorable regions in the republic (epizooticity index - 0.40).

A 20% working solution of the disinfectant «BA-12» was used for the decontamination of infected soil. A

contaminated pasture area measuring 3×3 m was treated twice at an interval of 60 minutes. During the initial and repeated treatments, 270 L of the working solution was used for each treatment at a rate of 30 L/m² in accordance with the instructions for use. Upon completion of the experiment, soil samples were collected from the experimental site and submitted for commission examination to the Republican Reference Veterinary Laboratory. According to Test Report No. 4-S23R-135/G-79-02-01 dated October 18, 2023 (microscopy, bacteriology, PCR), the anthrax pathogen was not detected in any of the soil samples treated with the disinfectant BA-12.

Overall, the study results demonstrated that double treatment of a site infected with *B. anthracis* using a 20% solution of the disinfectant «BA-12» ensured complete sanitation of the surface layers of contaminated soil.

Key words: anthrax, decontamination, soil, disinfectant, effectiveness.

For citation: Sushchikh V.Yu., Lesov B.E., Karimov A.A., Yusupov M. Production tests of the disinfectant "BA-12" in the Zhualynsky district of the Zhambyl region. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:86-90. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.86>

ВВЕДЕНИЕ

В Казахстане в каждой области имеются зоны повышенной опасности возникновения вспышек сибирской язвы [1, 2]. В настоящее время, при увеличивающихся темпах социально-экономических преобразований в регионе, не исключается возможность попадания инфицированных территорий в зону проведения агрогидромелиоративных, строительных, изыскательских и прочих работ, связанных с выемкой, перемещением или укреплением грунта, содержащего споры сибирской язвы.

Известно, что участки почвы, обсеменённые возбудителем сибирской язвы на глубину до 20–40 см, являются наиболее опасными. Такие участки возникают в результате попадания в почву различного начала от больных животных, а также при растаскивании несвоевременно убраных сибирезавённых трупов плотоядными животными, хищными птицами, насекомыми и т. д. [3–6]. За счёт этих очагов происходят отдельные спорадические вспышки сибирской язвы с последующим заражением новых групп домашних и диких животных, формируя круговорот почвенных патогенов «почва–организм–почва», что способствует появлению новых участков поверхностных почвенных очагов сибирезавённой инфекции [7].

Мероприятия, предусмотренные соответствующими инструктивными материалами, не могут гарантировать стабильное благополучие территории вследствие отсутствия надёжных методов дезинфекции почвы сибирезавённых очагов. В связи с этим ветеринарная практика должна располагать эффективными методами дезинфекции почвы в полевых условиях, то есть на пастбищах, скотопрогонных трассах и других участках, где возможен контакт животных с возбудителем сибирской язвы.

Целью работы являлся контроль эффективности дезинфицирующего средства «БА-12» при обеззараживании почвы, загрязнённой возбудителем сибирской язвы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На территории пастбища Каракорган, расположенного в Жуалынском районе Жамбылской области, проведены комиссионные производственные испытания комплексного дезинфицирующего средства «БА-12», состоящего из двух растворов — основного и буферного, и относящегося к 3 классу опасности (умеренно опасные вещества).

В состав основного раствора средства входят: дидецилдиметиламмония хлорид, дидецилдиме-

тиламмония бромид, глутаровый альдегид, изопропиловый спирт и очищенная вода. Буферный раствор содержит карбамид, изопропиловый спирт и очищенную воду.

Приготовление 20%-ного рабочего раствора для обеззараживания проводили непосредственно перед применением. Для этого буферный раствор смешивали с водой, после чего добавляли основной раствор в соответствии с инструкцией «Приготовление рабочих растворов дезинфицирующего ветеринарного средства БА-12». Полученную смесь тщательно перемешивали до получения однородного раствора.

За трое суток до начала эксперимента на исследуемом участке методом случайной выборки было отобрано 26 проб почвы, при лабораторном исследовании которых в 4 образцах выявлен возбудитель сибирской язвы.

Перед проведением работ был определён инфицированный участок, который обозначили предупредительной лентой. По его периметру на расстоянии 0,5 м из почвы были сформированы барьеры высотой 0,2–0,3 м для предотвращения растекания дезинфицирующего раствора. Перед проведением обработки опытный участок также был обозначен предупредительной лентой (рисунок 1).

На рисунке 1 показан процесс обозначения и ограждения экспериментального участка предупредительной лентой.

Для обеззараживания использовали 540 л раствора «БА-12» в 20%-ной концентрации. Обработку почвы проводили методом опрыскивания с использованием установки ДУК двукратно с интервалом 60 минут. Через 24 часа после обеззараживания по всему периметру обработанного участка отбирали пробы почвы.



Рисунок 1. Обозначение и ограждение экспериментального участка.

Figure 1. Designation and fencing of the experimental area.



Рисунок 2. Процессы первичной и вторичной обработки опытного участка.
Figure 2. Processes of primary and secondary processing of the experimental site.

Отбор образцов почвы проводили с поверхности и с глубин 5, 10, 15, 20, 25 и 30 см. На каждом глубинном горизонте пробы отбирали по углам и в центре обрабатываемого участка, по 2-3 образца из каждой точки отбора.

После обеззараживания верхний слой почвы опытного участка снимали на глубину 25 см, помещали в плотные пакеты и утилизировали в яме Беккари.

Критерием эффективности обеззараживания служило наличие либо отсутствие жизнеспособной культуры *Bacillus anthracis* в образцах почвы, отобранных после обработки участка исследуемым дезинфицирующим средством.

Все образцы почвы, отобранные с экспериментального участка, после соответствующей упаковки и маркировки вместе с сопроводительной документацией были направлены в Республиканскую референтную лабораторию по ветеринарии для проведения контрольных исследований.

После проведения обработки и удаления верхнего слоя почвы с исследуемого участка методом «конверта» с поверхности, а также с глубин 5-10 и 20 см, было дополнительно отобрано ещё 45 проб почвы, которые подвергли лабораторным исследованиям в условиях института.

Работы по обеззараживанию и отбору проб почвы проводили в противочумных костюмах I типа, которые после каждого использования ежедневно уничтожали методом сжигания. Резиновые сапоги и используемый инвентарь (совки, лопаты) после завершения работ ежедневно дополнительно обрабатывали 10%-ным раствором едкого натра.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Жамбылская область расположена на территории Республики Казахстан и характеризуется высоким риском заражения возбудителем сибирской язвы (индекс эпизоотичности - 0,40).

На территории области зарегистрировано 91 СНП и 199 эпизоотических и эпидемических очагов сибирской язвы. В период с 1954 по 2024 гг. в данной области сибирской язвой заболели 2520 сельскохозяйственных животных и 285 человек [8, 9].

При этом анализ эпизоотологической ситуации показывает, что и в последние годы показатели заболеваемости среди людей и сельскохозяйственных животных в Жамбылской области остаются одними из самых высоких в республике. Так, в 2022 г. заболели 13 человек, пали 3 лошади и 5 голов крупного рогатого скота. В 2023 г. в области заболели 19 человек, в том чис-

ле в Жуалынском районе - 10, в Таласском - 6, в Жамбылском - 1, а также 2 человека в г. Тараз.

Все заболевшие не подтверждали участие в убое или разделке туш животных, больных сибирской язвой. В 2024 и 2025 гг. в г. Тараз были госпитализированы работники убойного цеха с диагнозом «сибирская язва»; при этом в обоих случаях источник инфекции установлен не был.

Дифференциация территории области по степени риска возникновения вспышек сибирской язвы показывает, что максимальный риск отмечается в Жуалынском районе, расположенном в северо-западной части Жамбылской области. В данном районе зарегистрировано 13 стационарно неблагополучных пунктов и 38 почвенных сибирезженных очагов; коэффициент очаговости составляет 25, что является самым высоким показателем в республике.

Как было указано выше, в 2023 году в Жуалынском районе, в п. Каракорган, были зарегистрированы многочисленные случаи заболевания людей сибирской язвой. В ходе эпизоотологического расследования ветеринарным специалистом Жуалынского района на территории пастбища п. Каракорган был определён участок, на котором ранее местными жителями был обнаружен труп павшей коровы. Установлено, что после обнаружения труп животного был помещён в яму Беккари без проведения лабораторных исследований.

В ходе последующих мониторинговых исследований на территории пастбища Каракорган, расположенного на расстоянии 5 км от населённого пункта Каракорган и 3 км от соседнего населённого пункта Тасбастау Жуалынского района, специалистами Национального референтного центра по ветеринарии Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан был проведён отбор проб почвы и выполнены их лабораторные исследования.

При проведении микробиологических и молекулярно-генетических исследований образцов почвы, отобранных непосредственно с участка, где был обнаружен труп павшей коровы, были получены положительные результаты на наличие возбудителя *B. anthracis*.

Согласно распоряжению КВКН МСХ РК (вх. № 17-03-07/2178-И от 21.09.2023 г.) сотрудниками ТОО «КазНИВИ» был осуществлён выезд для проведения обеззараживания данной территории с использованием дезинфицирующего средства «БА-12».

Предварительный осмотр территории показал, что на данном участке имеется густая раститель-



Рисунок 3. Опытный участок, накрытый полиэтиленовой пленкой.

Figure 3. Experimental plot covered with polyethylene film.



Рисунок 5. Процесс обработки прилегающей к опытному участку территории.

Figure 5. Processing of the area adjacent to the experimental site.

ность (осока, сухая трава), а тип почвы - суглинок.

Перед проведением работ данный участок был обозначен предупредительной лентой. Также по периметру участка из почвы были сформированы барьеры высотой 0,2–0,3 м для предотвращения растекания дезинфицирующего раствора.

Для обеззараживания инфицированной почвы разведение дезинфицирующего средства «БА-12» проводили непосредственно перед применением. В опыте использовали рабочий раствор в 20%-ной концентрации. Для обработки участка размером 3×3 м было приготовлено 270 л рабочего раствора, что соответствует расходу 30 л/м^2 , согласно инструкции по применению ДС «БА-12».

Учитывая наличие высокой травы на экспериментальном участке, перед началом работы была проведена предварительная аэрозольная обработка всей растительности как на площадке, так и по её периметру.

После полного орошения участка, проведённого для исключения образования пылевых частиц, была выполнена первичная обработка почвы.

Через 60 минут после однократного внесения раствора провели перекопку почвы на глубину 25 см, после чего территорию повторно обработали дезинфицирующим средством в аналогичном объёме - 270 л на участок (рисунок 2).

На рисунке 3 показан процесс накрытия опытного участка полиэтиленовой плёнкой. После вторичной обработки почвы экспозиция обеззараживания также составила 60 минут, после чего обработанный участок был вновь накрыт плёнкой.

Для контроля качества дезинфекции через 24



Рисунок 4. Процесс отбора проб на экспериментальном участке после снятия верхнего слоя почвы через 24 часа.

Figure 4. Sampling process at the experimental site after removing the topsoil after 24 hours.

часа после повторной обработки с территории опытного участка конвертным методом были отобраны образцы почвы (рисунок 4).

После завершения процесса отбора образцов почвы было проведено снятие верхнего слоя обработанной почвы по всему периметру опытного участка на глубину 25 см.

Далее вся изъятая и обработанная почва была помещена в специально подготовленные плотные мешки и транспортирована на специальном транспорте в яму Беккари, расположенную вблизи п. Коренбель (на расстоянии 7 км).

По окончании дезинфекции вся территория вокруг экспериментального участка в радиусе 30 м, а также кузов автомашины после загрузки мешков с почвой были обработаны 20%-ным раствором «БА-12» (рисунок 5).

Все пробы почвы, отобранные после обработки дезинфицирующим средством «БА-12», в количестве 90 образцов, были помещены в контейнеры, промаркированы, упакованы в коробки и опечатаны сотрудником районного Комитета ветеринарного контроля и надзора МСХ РК. Упакованные и опечатанные пробы почвы с сопроводительными документами были переданы в Алматинский филиал Национального референтного центра по ветеринарии КВКН МСХ РК, где были проведены бактериологические и молекулярно-генетические исследования на наличие или отсутствие возбудителя *B. anthracis*.

Лабораторные исследования проводились в течение 20 дней. Согласно представленному протоколу исследования № 4-S23R-135/G-79-02-01 от 18.10.2023 г. (микроскопия, бактериология, ПЦР), в образцах почвы, обработанной дезинфицирующим средством «БА-12», возбудитель сибирской язвы не обнаружен.

Бактериологическое и ПЦР-исследование 45 проб почвы, дополнительно отобранных с опытного участка после завершения процесса обеззараживания и удаления поверхностного слоя почвы, подтвердило отсутствие возбудителя *B. anthracis* как в споровой, так и в вегетативной формах.

Положительные результаты производственных испытаний комплексного дезинфицирующего средства «БА-12» при обеззараживании поверхностных слоёв почвы свидетельствуют о перспективности дальнейшего изучения эффективности препарата для санации более глубоких почвенных горизонтов на территории почвенных

сибиреязвенных очагов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённые экспериментальные исследования по оценке эффективности дезинфицирующего средства «БА-12» показали высокую бактерицидную и спороцидную эффективность данного препарата. Проведение противоэпизоотических

мероприятий при сибирской язве с использованием предлагаемого дезинфицирующего средства позволит надёжно и в короткие сроки осуществлять обеззараживание объектов внешней среды (места гибели и/или прирезки больных животных, территории сибиреязвенных захоронений и др.).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Лухнова Л.Ю., Избанова У.А., Сансызбаев Е.Б. Обзор эпидемической, эпизоотической ситуации по сибирской язве в Казахстане, ближнем и дальнем зарубежье. Медицина. 2018;6 (192): 40–47.
2. Кадастр почвенных очагов сибирской язвы на территории Республики Казахстан. Алматы. 2017:128 с.
3. Локтионова М.Н. Закономерности территориального распределения и проявления активности стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов Российской Федерации: автореф. дис. ... канд. наук. М. 2011:18 с.
4. Косжанов Б.М. Некоторые особенности эпизоотического процесса сибирской язвы в Казахстане. Актуальные вопросы профилактики сибирской язвы. М. 1990: 24–25.
5. Лухнова Л.Ю., Айкимбаев Т.К., Ерубасев Т.В. и др. Профилактика сибирской язвы в Казахстане: монография. Алматы. 2020: 258 с.
6. Избанова У.А., Лухнова Л.Ю., Куница Т.Н. Современная эпизоотолого-эпидемиологическая ситуация по особо опасным инфекциям (сибирская язва, туляремия, бруцеллез). Окружающая среда и здоровье человека. 2017;1:23–37.
7. Маринин Л.И., Дятлов И.А., Шишкова Н.А. Сибиреязвенные скотомогильники: проблемы и решения. М. Династия. 2017: 215 с.
8. Суших В.Ю., Султанов А.А., Лухнова Л.Ю. и др. Почвенные очаги сибирской язвы на территории Казахстана, обустройство, содержание, классификация: монография. Алматы, 2019: 123 с.
9. Кадастр стационарно неблагополучных по сибирской язве населенных пунктов Республики Казахстан (1935–2018 гг.). под ред. Л.Ю. Лухновой. Алматы. 2019: 460 с.

REFERENCES

1. Lukhnova L.Yu., Izbanova U.A., Sansyzbaev E.B. Review of the Epidemiological and Epizootic Situation with Anthrax in Kazakhstan and Abroad. Medicine. 2018; 6 (192): 40–47. (in Russ)
2. Cadastre of Soil-Based Anthrax Foci in the Republic of Kazakhstan. Almaty. 2017: 128 p. (in Russ)
3. Loktionova M.N. Patterns of Territorial Distribution and Activity of Stationary Anthrax-Emergent Localities in the Russian Federation: Abstract of a PhD Thesis. Moscow, 2011: 18 p. (in Russ)
4. Koszhanov B.M. Some Features of the Epizootic Process of Anthrax in Kazakhstan. Current Issues in Anthrax Prevention. Moscow, 1990: 24–25. (in Russ)
5. Lukhnova L.Yu., Aikimbaev T.K., Erubaev T.V. and others. Prevention of anthrax in Kazakhstan: monograph. Almaty. 2020: 258 p. (in Russ)
6. Izbanova U.A., Lukhnova L.Yu., Kunitsa T.N. Current epizootological and epidemiological situation regarding particularly dangerous infections (anthrax, tularemia, brucellosis). Environment and human health. 2017;1:23–37. (in Russ)
7. Marinin L.I., Dyatlov I.A., Shishkova N.A. Anthrax burial sites: problems and solutions. M. Dynasty. 2017: 215 p. (in Russ)
8. Sushikh V.Yu., Sultanov A.A., Lukhnova L.Yu. Soil-borne anthrax foci in Kazakhstan, development, maintenance, and classification: monograph. Almaty, 2019: 123 p. (in Russ)
9. Cadastre of permanently anthrax-affected settlements in the Republic of Kazakhstan (1935–2018). edited by L. Yu. Lukhnova. Almaty. 2019: 460 p.

Поступила в редакцию / Received: 06.04.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 23.06.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

ЭПИЗООТОЛОГИЯ ФАКТОРНО-ЭНДОГЕННЫХ ИНФЕКЦИЙ**Владимир Владимирович Макаров^{1✉}, Юрий Иванович Барсуков², Анатолий Александрович Стекольников³**^{1,2}Центр ветеринарии, Российская Федерация³Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Российская Федерация¹д-р биол.наук, проф., email: vvm-39@yandex.ru, orcid.org/0000-0002-8464-6380²канд.ветеринар.наук³д-р ветеринар.наук, проф., академик РАН, orcid.org/0000-0002-0619-4286**РЕФЕРАТ**

Статья посвящена изучению эпизоотологии факторно-эндогенных инфекций. Рассмотрены теоретические основы эпизоотического процесса, различия между классическим экзогенным вариантом инфекционной патологии и эндогенным, «закрытым» вариантом, при котором решающую роль играют факторы риска, дисбиоз, иммунодефицитные состояния и активация условно-патогенных микроорганизмов. Особое внимание уделено микробиологическим предпосылкам эндогенных инфекций, эубиозу, дисбиозу, персистенции вирусов и условной патогенности представителей микробиоты. Показано, что факторно-эндогенные инфекции не всегда укладываются в традиционную модель эпизоотического процесса, поскольку могут развиваться без типичного заноса возбудителя и цепной передачи. Обосновано, что такие заболевания сохраняют популяционное значение для промышленного животноводства и требуют рассмотрения в рамках современной эпизоотологии. Сделан акцент на необходимости учитывать состояние микробиоты, факторы содержания, иммунологический статус животных и условия среды при оценке риска возникновения массовой инфекционной патологии. Практическая значимость работы связана с уточнением подходов к профилактике факторных заболеваний и интерпретации их эпизоотологического статуса. Это особенно важно для крупных хозяйств с высокой плотностью поголовья животных и технологическими нагрузками.

Ключевые слова: факторные болезни, эпизоотология, эубиоз, условная патогенность.

Для цитирования: Макаров В.В., Барсуков Ю.И., Стекольников А.А. Эпизоотология факторно-эндогенных инфекций. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:91-103. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.91>

EPIZOOTOLOGY OF FACTOR-ENDOGENOUS INFECTIONS**Vladimir V. Makarov^{1✉}, Yuri I. Barsukov², Anatoly A. Stekolnikov³**^{1,2}Veterinary Center, Russian Federation³Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Russian Federation¹Dr. of Biological Sciences, Professor, email: vvm-39@yandex.ru, orcid.org/0000-0002-8464-6380²Candidate of Veterinary Science³Dr. of Veterinary Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, orcid.org/0000-0002-0619-4286**ABSTRACT**

The article is devoted to the study of the epizootology of factor-endogenous infections. The theoretical foundations of the epizootic process are considered, including the differences between the classical exogenous variant of infectious pathology and the endogenous, "closed" variant, in which risk factors, dysbiosis, immunodeficiency states, and activation of opportunistic microorganisms play a decisive role. Particular attention is paid to the microbiological prerequisites of endogenous infections, eubiosis, dysbiosis, viral persistence, and the opportunistic pathogenicity of microbiota representatives. It is shown that factor-endogenous infections do not always fit into the traditional model of the epizootic process, since they may develop without typical pathogen introduction and chain transmission. It is substantiated that such diseases retain population significance for industrial livestock farming and should be considered within the framework of modern epizootology. Emphasis is placed on the need to take into account the state of the microbiota, housing factors, the immunological status of animals, and environmental conditions when assessing the risk of mass infectious pathology. The practical significance of the work is associated with the clarification of approaches to the prevention of factor-related diseases and the interpretation of their epizootological status. This is especially important for large farms with high animal stocking density and technological stressors".

Key words: factor-related diseases, epizootology, eubiosis, opportunistic pathogenicity.

For citation: Makarov V.V., Barsukov Yu.I., Stekolnikov A.A. Epizootology of factor-endogenous infections. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:91-103. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.91>

ВВЕДЕНИЕ

Эпизоотология (греч. *epi* над + *zoon* животное + *logos* учение, эпидемиология животных, ветеринарная эпидемиология, animal epidemiology,

veterinary epidemiology) в отечественном обращении – сфера профессиональной научной, практической деятельности и учебная дисциплина, призванные изучать причины, условия, закономер-

ности возникновения, распространения, угасания болезней животных, разрабатывать на этой основе организационные принципы и методы профилактики и борьбы с ними и реализовывать их [10]. Поскольку эпизоотология буквально означает изучение явлений, имеющих массовый, популяционный, надындивидуальный характер, для оценки состояния животных наиболее приемлемы эпизоотологические параметры – характеристики популяции животных, подверженные изменениям под воздействием инфекционных болезней или иных явлений массовой патологии. Важнейшие из них – здоровье, продуктивность, воспроизводство, эпидемиологическая опасность (для человека). В рациональной и современной формулировке предметом ее изучения является заболеваемость как самостоятельное явление патологии животных и эпизоотический процесс как механизм ее формирования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Эпизоотологический метод исследования – совокупность разнообразных методических приемов и способов, объединенных на основе общности предмета исследования, предназначен для обеспечения наиболее полной и всесторонней характеристики этого предмета как комплексного явления биологической и зоосоциальной природы. Основные задачи эпизоотологического исследования сводятся к изучению закономерностей, характеризующих популяционную динамику животных по эпизоотологическим параметрам. По определению, эпизоотологический метод не отвергает возможность исследования патологических явлений как инфекционной (эпизоотический процесс в традиционном понимании), так и неинфекционной (заболеваемость) природы, объективно относящихся к популяционному уровню ветеринарии [15]. В ветеринарии популяционный уровень относится прежде всего к профилактической ее сфере – массовой заболеваемости, эпизоотическому процессу, эпизоотологии в целом.

Материалом для анализа послужили научные публикации и обобщающие работы, посвященные эпизоотическому процессу, факторно-эндогенной патологии, зубиозу, дисбиозу, персистенции вирусов и условной патогенности микроорганизмов. Исследование выполнено как ана-

литический обзор с использованием общенаучных методов анализа, обобщения, сопоставления и систематизации литературных данных. Основное внимание уделялось выявлению теоретических признаков, позволяющих разграничивать классический экзогенный эпизоотический процесс и факторно-эндогенный механизм формирования заболеваемости продуктивных животных.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проблема эпизоотического процесса в данном контексте достаточно подробно рассмотрена в предыдущей публикации [13, 14]. Обобщенная картина представлена на рисунке 1.

Настоящее сообщение посвящается анализу внутренних механизмов формирования факторно-эндогенной заболеваемости – общей микробиологии, зубиозу и природе эндогенности бактерий, персистенции вирусов, условной патогенности возбудителей.

Первый, классический вариант эпизоотического процесса формирования заболеваемости на рисунке можно дополнительно обозначить как экзогенный, «открытый» на основании фундаментальных особенностей этиопатогенетической сути и динамики взаимоотношений его компонентов. Это облигатная природа «*contagium vivum*», унифакторная этиологическая, нозологическая детерминированность патологии возбудителем и вместе с этим его обособленность как биологического вида, паразитизм как форма его существования в соответствии со всеми условиями функционирования биосистем.

Второй вариант эндогенный, «закрытый». Фундаментальные отличия от первого заключаются в облигатной, критической роли *causa prima* в этиологии патологических процессов не возбудителя в классическом понимании, а внешних и внутренних факторов риска различной природы, в зависимости от которых условно-патогенные микроорганизмы-«возбудители» – эндогенные комменсалы и представители зубиоты (см. ниже) животного организма исполняют лишь роль конечного эффектора болезни.

«Неэпизоотичность» инфекций этой категории заключается лишь в частичной реализации комплекса патобиоза – «процессов инфекционного+эпизоотического», отсутствии экзогенного за-

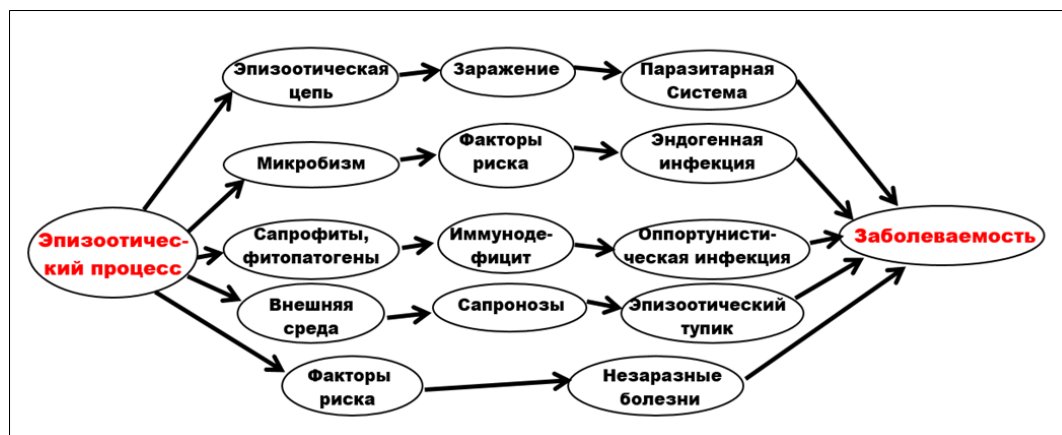


Рисунок 1. Эпизоотический процесс как механизм формирования заболеваемости.

Figure 1. Epizootic process as a mechanism for the formation of morbidity.

ражения как такового, многоуровневой цепной трансмиссии (путей, направлений, механизмов) и прочих эпизоотологических атрибутов в тривиальном смысле. Заселение микроорганизмами внутренней среды животного организма происходит как банальная инвазия при осуществлении всякого рода жизненных функций и отправлений (физиология, этология, фенология и т. п.), сразу после рождения, с бессимптомным тотальным внутривидовым распространением среди животных в условиях микробизма и вообще максимальной «приземленностью», подверженностью их контактам с естественными факторами среды обитания, в том числе и микробиологической.

Микробиология

Своеобразие факторно-эндогенной патологии вполне объяснимо в контексте естественной истории микромира. Микроорганизмы, в частности бактерии, успешно существуют на Земле три с половиной млрд лет, пережив два ледниковых периода. Наряду с продуцентами и консументами (потребителями) в структурной триаде любой экосистемы они представляют прежде всего третий неотъемлемый атрибут – редуцентов (деструкторов) всей органической материи (величайшее открытие Луи Пастера!). Их планетарная биомасса превышает суммарно таковую животных и растений, составляет более половины живой протоплазмы (по некоторым данным до 90%), 1030 микробных клеток, около 3 тысяч родов, до 1.5 млн видов. Таким образом подавляющая часть биоразнообразия Земли – микробная [29].

Ввиду своего экологического предназначения бактерии-редуценты обитают как во внешней среде, так и в организме животных и человека, везде, где есть органическая материя (т. е. банально – жизнь). Применительно к животному миру они, образно говоря, наши ближайшие соседи, которые делят с нами наше тело и пищу (рисунок 2).

Преобладающая форма биотических отношений бактерий с теплокровными – зубиоз, явление микробиоценологического порядка, означающее наличие и существование в животном организме до 1014 (100 триллионов) микроорганизмов-зубионтов от 500 до 1000 видов, микробиоту-нормофлору, выполняющую не менее десяти полезных и даже необходимых для последнего функций в качестве его своеобразного экстракорпорального органа [5]. Это

антагонистическая резистентность к экзо- и условно-патогенным микробам-возбудителям, синтез витаминов группы В, ферментативное расщепление пищевых продуктов, укрепление иммунной защиты. Зубиоз охватывает микробиоту ротовой полости и носоглотки, пищевода и желудка, тонкого и толстого отделов кишечника, мочеполовой системы, кожи, конъюнктивы, наружного уха [16, 18].

В XXI в. Новые методы анализа позволили уточнить, что общая масса микробиома человека составляет около 2 кг, сопоставимо с массой головного мозга или печени. Соотношение всех без исключения клеток человека и его микробиоты примерно 1:1, с небольшим перевесом в пользу микробиома: 3.8×10^{13} против 3.0×10^{13} , т. е. 38 и 30 триллионов. Вместе с тем по количеству генов микробиом превосходит человеческий геном в 500 раз: более 3 миллионов генов против 23 тысяч генов человека [17].

Важное ветеринарно-медицинское значение имеет комменсализм целого ряда бактерий-сапрофитов, естественных компонентов экосистем окружающей среды, вторая, наряду с зубиозом, форма взаимоотношений с освоением среды биотического типа, преимущественно нижнего отдела пищеварительного тракта животных. В их числе представители микрофлоры кишечника родов *Clostridia*, *Bacillus*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Candida* и др. Они неизбежно поступают в макроорганизмы извне в ходе разнообразных связей последних со средой обитания, особенно животных, заселяют их открытые анатомические системы. В данном случае развитие отношений «сапрофит ↔ макроорганизм» предполагает реальность последовательно разных этапов становления комменсализма от выраженных условно патогенных патобионтов (*Mycobacterium*, *Clostridia*) до взаимно полезных (*Fusobacterium*). При этом мощный ферментативный редуцирующий аппарат сапрофитов-комменсалов – основной ресурс их патогенности *in vivo*.

В здоровом организме микробиоценозы обоих типов представляют эволюционно отработанные, индивидуально стабильные, сбалансированные динамичные надорганизменные симбиосистемы, регулируемые генетическими возможностями микроба и механизмами врожденного иммунитета хозяина.

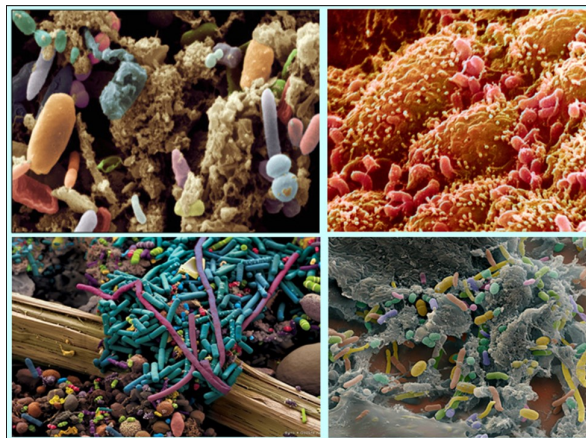


Рисунок 2. Микробный пейзаж пищеварительного тракта *in situ* (www.sciencephoto.com).
Figure 2. Microbial landscape of the digestive tract *in situ* (www.sciencephoto.com).

На каждом участке эпителиальных и кожных покровов формируется своеобразная, характерная в каждом случае микробиота, к которой вырабатывается местная толерантность [2, 3, 4, 18, 25].

Природа эндогенной инфекции

В принципе это аутоинфекция (аутогенная, эндогенная инфекция), инфекционные заболевания, вызванные микроорганизмами, входящими в состав микробиоты животного (эпителиальные стрептококки и стафилококки, кишечная палочка, протей, некоторые грибы и др.). Инфекционные процессы этого типа не предполагают полноценного инфекционного цикла [13, 14], они возникают из-за внешних и внутренних причин, детерминант повреждающего и иммуносупрессивного характера, провоцирующих экзальтацию патогенности микроорганизмов, которые уже присутствует бессимптомно в организме животного неопределенное время.

То, что инфекции могут возникать из внутренней среды организма, известно еще со времени «золотой эры бактериологии» конца XIX в. благодаря ранним открытиям Луи Пастера в микробиологии, доказавшим роль микробов в этиологии родильной горячки, абсцессов и других патологических процессов. Тем не менее до середины XX в. в микробиологии безальтернативно доминировали постулаты Коха, утверждавшие неизбежность связи между конкретным патогеном и определенным заболеванием. Было принято, что каждое инфекционное заболевание этиологически самостоятельно, вызывается «своим», определенным микроорганизмом, который облигатно патогенен для восприимчивого объекта. Абсолютизация триады Генле-Коха служила основанием для установления этиопатогенетической ассоциации, т. е. причинно-следственной связи «микроб ↔ болезнь».

С середины XX в., с началом фундаментального исследования микрофлоры человека, ее потенциальной патогенности, систематизации знаний в этой области, было установлено, что вовсе не уникальны явления, когда многие бактерии – ее компоненты (эпителиальные стафилококки, энтеробактерии) при определенных условиях (стресс, дисбиоз, иммунодефицит) могут вызывать заболевания. Для описания таких случаев стали использоваться термины эндогенная инфекция и условно-патогенные микроорганизмы. Особенно остро оказалось востребованным факторно-эндогенное направление в инфекционной патологии с возникновением и развитием пандемии ВИЧ-инфекции и связанной с этим чрезвычайной проблемой оппортунистических заболеваний. В XXI в. понимание эндогенных инфекций расширилось благодаря прогрессу геномики и иммунологии.

Эубиоз

Современные исследования углубили понимание микрорекосистемной и метагенетической природы эндогенных инфекций. Эубиоз – ключевое явление микробиоценотического порядка, биосистемно взаимосвязанный комплекс компонентов и отношений «макроорганизм-хозяин ↔ микроорганизмы, его заселяющие, ↔ окружающая среда» в состоянии динамического равновесия. Ма-

териально это совокупность популяций эубионтов (микробиоценозов) в составе облигатной (резидентной) микрофлоры (бифидобактерии, лактобактерии, кишечная палочка и др.), выполняющей защитные функции, участвующей в обмене веществ, синтезе витаминов, аминокислот, поддерживающей колонизационную резистентность, и условно-патогенных микроорганизмов-патобионтов в незначительном количестве, не вызывающих заболеваний при нормальном состоянии иммунитета; патогенные микроорганизмы в норме отсутствуют [19, 20].

Микробные популяции заселяют естественные биотопы здорового хозяина, которые в экологическом контексте представляют организменную среду обитания, один из четырех универсальных типов, наряду с водной, воздушной наземной и почвенной [28]. Сообщество микроорганизмов (бактерий, архей, вирусов, грибов, протистов) или совокупность генов этих микроорганизмов, населяющих организм животного, принято называть микробиота (или микробиом в более широком значении) [18]. Это нормофлора, выполняющая не менее десяти полезных и даже необходимых для последнего функций.

Широкая «эксплуатация» в природе организменной среды обитания от очевидно вредоносных паразитов и возбудителей инфекций до «уравновешенных» эубионтов – безусловный результат биологической эволюции соактантов эубиоза и убиквитарного распространения явления по всему таксономическому спектру животного мира, обусловленный тесным и длительным взаимодействием между микро- и макроорганизмами. Процесс коадаптации в системе «макроорганизм ↔ эндосимбионтные бактерии» включал стереотипные исторические этапы (i) первоначального антагонизма с активным сопротивлением вторжению чужеродных микроорганизмов, (ii) формирования симбиоза, где обе стороны получили выгоду: микроорганизмы – питательные вещества и среду обитания, макроорганизм – помощь в пищеварении, синтезе витаминов, защите от патогенов, (iii) стабилизации и специализации до состояния динамического равновесия с определенным устойчивым количественным и видовым составом микроорганизмов в разных биотопах (местообитаниях) макроорганизма. Коэволюционным итогом развития эубиоза является его универсальная общебиологическая целесообразность, симбиотическая стабильность взаимоотношений, роль критического фактора обеспечения в целом физического, ментального благосостояния и здоровья хозяина на оптимальном уровне [5, 20, 21].

По современным представлениям эубиоз (нормобиоценоз, нормофлора) – эволюционно сложившееся состояние динамического равновесия между макроорганизмом и сообществом микроорганизмов, колонизирующих его тело, особенно желудочно-кишечный тракт. Биохимическое, метаболическое, иммунное здоровье макроорганизма-хозяина обуславливают ключевые функции эубиоза.

Подавление эубионтами роста условно-патогенных и патогенных микроорганизмов за счет конкурентных отношений, выработки анти-

биотикоподобных веществ (бактериоцинов), органических кислот создает колонизационную резистентность. Метаболическая поддержка обеспечивается участием нормофлоры в ферментативном расщеплении клетчатки, белков, жиров, синтезе и усвоении витаминов (группы В, К, фолиевой, никотиновой кислот), аминокислот, других важнейших нутриентов; простейший пример – пищеварение жвачных, где микробиом рубца обеспечивает переваривание клетчатки, превращая грубые растительные корма в усвояемые соединения.

Нормофлора с самого рождения стимулирует развитие лимфоидной ткани кишечника, синтез иммуноглобулинов и интерферона, факторы врожденного иммунитета (лизоцим, комплемент), обезвреживает эндо- и экзогенные токсины, продукты гниения, тяжелые металлы, фенолы. Кишечный микробиом вообще рассматривается как своеобразный «экстракорпоральный орган», по значимости сопоставимый с другими морфофункциональными системами организма (иммунной, сердечно-сосудистой и т. д.) [5]. Исследования продолжают раскрывать новые аспекты взаимодействия макроорганизма и его микрофлоры, включая влияние микробиоты на мозг, психическое здоровье, риск хронических заболеваний [21].

По сути это сложная динамичная микроэкосистема, локализованная внутри хозяина как биотической среде обитания, играющая ключевую роль во всем спектре жизненных функций и отклонений хозяина – здоровье и благополучии, питания, развитии и поддержании иммунной системы, поведении и размножении, выступает в роли барьера от потенциальных патогенов. Симбиотические отношения развивались на протяжении многих поколений, на состав микробиома влияют факторы, связанные с физиологией и экологией организма (вид, возраст, рацион, условия существования), а также другие биотические и абиотические факторы окружающей среды.

С животными ассоциированы микроорганизмы многих сотен видов [30]. Вся эта биомасса, исходя из роли в патологии, рационально делится на две категории. Во-первых, это исходно и симбиотически полезная нормофлора. Именно ее представители являются результатом эволюционной зрелости эубиоза, закономерно преобладают количественно и качественно (бифидо-, лактобактерии, бактероиды, непатогенные формы *Escherichia coli*), выполняют ключевые функции эубиоза (см. выше).

Во-вторых, это микроорганизмы, занимающие организменную среду обитания «на правах» комменсалов, т. е. преимущественно с выгодой для себя, не оказывающие на хозяина ни полезного, ни патогенного влияния непосредственно, но с очевидным условно-патогенным потенциалом. Т. е. в отличие от эубионтов это патобионты. Их многочисленный состав представлен анаэробными и аэробными бактериями (энтерококки, клостридии, зубактерии, энтеробактерии, стрепто- и стафилококки) и грибами. К этой категории также относятся возбудители, обуславливающие уже нозологически определенные инфекции факторно

-эндогенной природы, значение которых в ветеринарии и эпизоотологии в настоящее время является преобладающим, – некоторые вирусы, гноеродные бактерии, патогенные сапрофиты (вирусы диареи, парагриппа и ИРТ КРС, бактерии родов *Escherichia*, *Proteus*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Haemophilus*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella*, *Fusiformis*, *Clostridium*, *Bacillus*, *Mycobacterium*, *Candida*, *Cryptococcus*, *Aspergillus* и др.). Микроорганизмы этой категории – вероятные эволюционные «попутчики» эубиоза, адаптировались к комфорту внутренней среды животного организма, не более того. Именно они представляют ее случайное и нестабильное население в условиях микробизма.

Принципиально важно, что эубиоз характеризуется динамическим равновесием между макроорганизмом и микробиотой, при котором облигатные эубионты (бифидобактерии, лактобактерии и др.) превалируют над условно-патогенными и патогенными, обеспечивая колонизационную резистентность в норме.

Эндогенные микроорганизмы-составляющие эубиоза не элиминируются из организма хозяина его защитными механизмами врожденного и адаптивного иммунитета. Это эволюционно стабилизированный симбиоз с хозяином как на организменном, так и популяционном, и экосистемном уровнях по сравнению с возбудителями классических эпизоотических инфекций, инфекционный цикл которых, напротив, зиждется на универсальном прерывистом цепном кругообороте через обязательное заражение (см. рисунок 1) как основном условии эпизоотического процесса – обычным исходом является детерминированное острое течение и выздоровление или, реже, смерть.

Стабильность эубиоза обуславливается целым рядом механизмов обеспечения его уравновешенного состояния. Многие эндогенные бактерии – автохтонные симбионты, то есть постоянные члены нормальной микрофлоры (аутофлоры) животных, макроорганизм «не считает» их врагами, поэтому не запускает механизмы элиминации. Эндогенные бактерии эволюционно приспособились к жизни в конкретных «экстракорпоральных», «открытых» биотопах (кишечник, слизистые, кожа, т. е. по сути *ex vivo*) вне пределов абсолютной компетенции гуморальных и клеточных эффекторов адаптивного и врожденного иммунитета, где анатомические и микробиологические условия способствуют их изоляции и сохранению.

Эубионты и комменсалы – резидентная микробиота т. наз. приборьерных полостей в организме хозяина. Для них не характерны инвазивность и бактериемия, генерализация инфекционных процессов и сепсис явления редкие и случайные. Они остаются за пределами компетенции иммунной системы адаптивного, лимфоидного типа, среда их обитания контролируется антибактериальными «пограничниками» врожденного иммунитета. Иммунная система хозяина может быть толерантна и не отторгать нормальную микрофлору ввиду отсутствия воспалительных сигналов от этих бактерий [3, 4].

Многие эндогенные бактерии, особенно из

второй категории, обрели специфические свойства, которые впоследствии стали служить факторами их условной патогенности: инвазивность (жгутики, фимбрии), специфическую адгезию к клеткам хозяина (адгезины), защиту от эффекторов иммунитета (капсулы, биопленки), выживание в условиях конкуренции с другими микробами (бактериоцины).

При изменении благоприятных условий (например, избыточном росте популяций) они могут переходить в т. наз. некультивируемые формы (*viable non-culturable bacteria*) и сохраняться неопределенное время, когда иммунная система их «не замечает», они устойчивы к антибиотикам, действующим на растущие, биосинтезирующие клетки, но с реверсией в инфекционное состояние [24]. В качестве анатомических ниш, недоступных для эффекторов иммунитета и антимикробных субстанций (антител, химиопрепаратов, антибиотиков), используют для персистенции внутриклеточную среду (вездесущие макрофаги), волосяные фолликулы (стереотип – стафилококковые и стрептококковые пиодермы), абсцессы. Таким образом элиминация зубионтов исключается в норме, возможна только в крайних случаях, в основном искусственного порядка (массивные антибиотические воздействия), что приводит к новым проблемам.

Дисбиоз

Естественно, что в любой биосистемной динамике, саморегулируемой внутренними и внешними факторами, возможны нарушения отношений соактантов, сбалансированных в норме. Внутриорганизменные микрэкосистемы, составляющие зубиоз, не являются исключением – стойкие нарушения равновесных отношений становятся причиной возникновения и развития дисбиоза (дисбактериоза). Именно такие, выпадающие из-под симбиосистемного контроля аномалии сопровождаются разнообразными патологическими последствиями в зависимости от локализации процесса (функциональная диарея, мальдигестия и мальабсорбция, вплоть до авитаминоза В). Дисбактериоз – отдельное явление дисбиоза, относящееся, главным образом, к микрофлоре кишечника, клинически выражается в форме различных дисфункций желудочно-кишечного тракта, длительно протекающих расстройств, в которых не участвуют патогенные энтеробактерии. Основными факторами возникновения дисбактериозов являются кишечные инфекции и чрезмерное применение антимикробных химиопрепаратов [19, 20, 25].

Дисбиоз и в целом нарушение регуляции баланса микрофлоры является ключевым условием возникновения факторно-эндогенной патологии. Снижение числа «полезных» зубионтов и нарушение оптимальных пропорций многочисленных составляющих микробиоты хозяина приводит к ослаблению одной из основных их функций – обеспечению колонизационной резистентности, прочие эндогенные условно-патогенные бактерии второй категории-патобионты получают преимущество, заполняют освободившиеся ниши, используют возможности транслокации и генерализации за пределами своих обычных внутрихо-

зяйных биотопов. Возникают устойчивые циклы повсеместного роста их популяций, сопровождающиеся локальными полиорганными повреждениями тканей и воспалительными процессами, активируется генетическая изменчивость, формирование патогенных клонов путем генетического обмена, происходит отбор наиболее устойчивых штаммов под давлением иммунитета и иных антибиотических факторов [3, 4, 30].

Персистенция вирусов

Вирусы в современном понимании – «облигатные внутриклеточные паразиты или симбионты, обладающие собственными геномами, кодирующими информацию, необходимую для вирусной репродукции (автономно от генетических систем хозяина), но не кодирующими всю систему трансляции и мембранного аппарата». Это одна из двух «империй жизни» (другая представлена клеточными организмами). Существование древнейшего, частично автономного, непрерывного во времени мира вирусов, самой многочисленной формы жизни на Земле (дуодециллион, или 1039 вирусов), очевидно является ключевым компонентом биосферы от ее зарождения в доклеточную эру до наших дней. Представление о вирусах как автономных трансмиссивных генетических программах вышло за рамки первоначальной модели паразитических патогенов и преимущественно негативных эффектов с признанием их важнейшей роли в эволюции живой материи, функционировании естественных экосистем, в планетарном круговороте генов, вещества, энергии, в экономике природы в целом, их рассматривают в качестве крупных геохимических действующих сил [6, 7, 11].

Существует широкий спектр явлений, отражающих облигатную паразитическую и симбиотическую сущность безусловного существования вирусов исключительно в организменной среде обитания. Поэтому вполне обоснованно рассматривать вирусы наряду с бактериями и иными клеточными формами патогенов в контексте факторной патологии и условной патогенности. Вместе с тем зубиоз вирусов, чрезвычайно полезный для хозяина аналогично описанному в отношении бактерий, по-видимому не возможен ввиду их облигатного внутриклеточного паразитизма и критической связи с клеткой-хозяином, т. е. неспособностью к независимому существованию *ex vivo*. Единственным примером подобия бактериальному зубиозу является установленное явление генетической инвазии вирусов в геномы хозяев как результат своего рода ксенотропизма и межвидовых инфекций, получившее название эндогенизации (1, 9, 35). Патологический потенциал явления эндогенизации вирусов *per se* пока недостаточно ясен, но есть чрезвычайно интересный пример: эндогенный гаммаретровирус коалы (KoRV), не реликт, а возникший совсем недавно, всего несколько десятилетий назад, распространенный среди 90-100% этих животных в Австралии, провоцирующий тяжелые летальные оппортунистические инфекции, представляет реальную критическую угрозу, обрекающую на вымирание весь биологический вид целиком [8].

Наряду с «привычными» представлениями о вирусах как облигатных вредоносных и разрушительных агентах существует достаточно большой спектр явлений сбалансированного состояния микропаразитарных систем «вирус ↔ клетка», нецитолитических форм вирусных инфекций и нецитопатогенных вирусов. Это многочисленные контаминанты клеточных культур и куриных эмбрионов – адено- и аденоассоциированные вирусы-сателлиты, вирус ССЯ-76, непатогенные вирусы ньюкаслской болезни, онкогенные и медленные ретровирусы, и др. Примерами чрезвычайного значения для науки и практики является отсутствие цитопатогенности вирусов (цитоллиза в тривиальном понимании) при бешенстве, классической чуме свиней, вирусной диарее КРС, в патобиозе которых не требуется разрушение клетки-хозяина (нейрона или лимфоцитов, соответственно), а действуют иные механизмы.

Факторная природа вирусной патологии, в отличие от классических вариантов инфекции и эпизоотического процесса первого типа, основана на различных формах и механизмах персистенции (от лат. *Persist* – постоянно пребывать, оставаться) (рисунок 3). Общеизвестны несколько форм пролонгированного вплоть до неопределенного времени, скрытого, не манифестного, сбалансированного состояния вирусных паразитарных микрэкосистем внутриклеточного уровня.

Латентная инфекция (лат. *latens* – скрытый) – очень длительное, нередко пожизненное состояние инфицированности без клинического проявления и с трудно определяемыми маркерами. Для латентных инфекций характерно присутствие возбудителя в организме в предельно низких количествах, слабая индукция иммунных реакций и, как следствие этого, обострение латенции под влиянием провоцирующих факторов. Во время латенции отсутствуют симптомы или иные признаки патологии, не происходит экскреции вируса, т. е. организм хозяина не становится источни-

ком инфекции и не заразен. В основе явления – сложные динамические взаимоотношения возбудителя и хозяина на генетическом, клеточном (эпигенетическом) и организменном уровне.

Вирусы переходят в латентное состояние только в специализированных типах клеток-хозяев как микросредах, которые обеспечивают необходимые для этого эпигенетические условия. Обычно это долгоживущие, не делящиеся клетки. Метаболизм, связанный с клеточным покоем, является частью долгосрочной стратегии вирусной латенции. Во всех случаях вирусная латенция должна реактивироваться («обостряться»), чтобы продолжить существование возбудителя в новых циклах активной инфекции «заражение → латенция → реактивация» [32].

Состояние латенции вирусов практически соответствует существованию условно-патогенных бактерий-патобионтов (см. выше).

Первый, генетический вариант латенции – это фаза жизненного цикла вирусов после первоначального заражения, когда продуктивная инфекция с образованием вирусных частиц не устанавливается, но вирусный геном остается в клетке-хозяине в неактивном состоянии и может впоследствии реактивироваться. Существуют два основных механизма.

(i) Эписомальная латенция, при которой вирусный геном не интегрирован в ДНК хозяина, сохраняется в виде самостоятельного генетического элемента (эписом) в цитоплазме или ядре клетки в стабилизированной форме отдельных линейных или кольцевых структур, потенциально уязвимой для защитных механизмов хозяина (например, рибозимов или факторов деградации генов). Типичные примеры: герпесвирусы болезни Ауески у взрослых свиней, ИРТ, ринопневмонии лошадей, вирусы герпеса человека [23].

(ii) Интегративный тип инфекции, когда вирусный геном в виде ДНК или ДНК-копии своего РНК-генома, образованной путем обратной транскрипции, интегрирован в ДНК клетки-хозяина (в

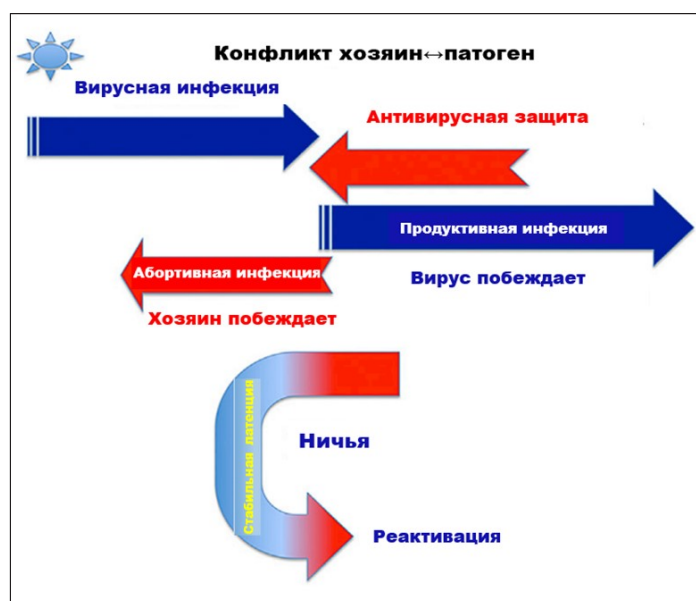


Рисунок 3. Общая динамика конфликта хозяин ↔ патоген [33].

Figure 3. General dynamics of the host ↔ pathogen conflict [33].

форме провируса), пассивно реплицируется вместе с клеточным геномом при митотическом делении, оставаясь в латентном состоянии, не уязвим для эффекторов иммунной системы и других воздействий без гибели клетки-хозяина. Примеры: герпесвирус болезни Марека, другие онкогенные ДНК-содержащие и ретровирусы [9].

В данном случае вирусы используют и перепрограммируют механизмы противовирусной защиты хозяина, чтобы обеспечить стабильную латенцию. Врожденное сопротивление организма-хозяина, ограничивающее продуктивную литическую инфекцию, способствует формированию латентной инфекции, в частности, формированию латентных эписом. Связанные с этим элементы вирусных геномов ускользают от обнаружения эффекторами врожденного иммунитета и перенаправляют воспалительные процессы, создавая условия для латентной инфекции. Состояние латенции поддерживается специфическими вирусными генами, экспрессирующимися только в связи с латентностью. Их продукты обеспечивают корректную репликацию вирусных эписом при делении клетки-хозяина, защищают их от нуклеолитической атаки клеточных рибозимов, вирус в целом от иммунной системы [32].

Реактивация латенции генетического типа происходит аналогично факторам риска как ключевым условиям возникновения факторно-эндогенной патологии вследствие эффектов, нарушающих состояние цитоплазмы инфицированных клеток и сложный внутриклеточный уравновешенный процесс, регулируемый взаимодействием вирусных и клеточных факторов. Может быть инициирована различными внешними и внутренними стимулами; метаболический стресс и апоптоз, воспалительные цитокины, сигналы дифференциации клеток хозяина, повреждения и репарации ДНК, различные эпигенетические дегенераторы могут изменять баланс сигналов врожденного иммунитета для содействия активации генов литического цикла [23, 32].

Второй вариант латенции – эпигенетический, внутриклеточный, состояние продолжительной инфекции, ассоциированной с клеткой-хозяином, нецитолитического типа. Это клеточно-ассоциированная хроническая инфекция.

Нецитолитические (нецитопатогенные) вирусные инфекции характеризуются репликацией вирусов без фатальной гибели клеток хозяина. Такая стратегия позволяет им сохраняться в организме хозяина в течение неопределенно длительного времени, избегая обнаружения иммунной системой и устанавливая хронические или латентные инфекции на организменном уровне. При этом продолжительность жизни инфицированных клеток приблизительно равна таковой неинфицированных клеток, что контрастирует с тривиальными цитолитическими инфекциями. Внутриклеточные механизмы нецитолитической вирусной латенции в общем плане заключаются в негативной модуляции апоптоза клеток хозяина (блокада проапоптотических путей, активации каспаз, индукция антиапоптотических белков, вообще нарушение метаболического сигналинга) и механизмов клеточной

толерантности (десенсибилизация внутриклеточных факторов врожденного иммунитета, подавление интерфероновой реакции).

Примерами эпигенетической латенции, т. е. нецитолитической хронической вирусной репликации, могут служить лентивирусные инфекции (инфекционная анемия лошадей и др., [9]), вирус Ньюкаслской болезни асимптоматических патотипов, и др. (см. выше). Но главной проблемой в контексте факторно-эндогенной патологии является вирус диареи (ВД) КРС и его нецитопатогенный (НЦП) и цитопатогенный (ЦП) диморфизм [22].

Это, вероятно, один из наиболее распространенных патогенов КРС в мире. Эпизоотическим вариантом является только вирус НЦП фенотипа. После заражения и кратковременного доброкачественного переболевания вирус сохраняется в виде скрытой хронической инфекции в некоторых тканях с иммунной привилегией (т. наз. забарьерные органы), развивается значительный иммунный ответ, проявляющийся в чрезвычайно высоких титрах антител. При заражении матери на ранних сроках беременности НЦП биотип обуславливает у плода до созревания его адаптивной иммунной системы персистентную инфекцию. Такое потомство может развиваться и рождаться здоровым, но остается персистентно инфицированным на всю жизнь. Благодаря раннему началу внутриутробной инфекции эти животные становятся иммунотолерантными к инфицирующему вирусу и обеспечивают сохранение вируса в популяции хозяина.

Тем не менее у них возможно возникновение смертельной болезни слизистых с тяжелыми поражениями желудочно-кишечного тракта, вызванной ЦП биотипом вируса, который, помимо персистирующего биотипа НЦП, может быть в этих случаях выявлен. Появление ЦП биотопа с неконтролируемой репликацией, вызывающего цитопатологические изменения, в том числе вакуолизацию цитоплазмы и апоптоз клеток, обусловлено широким спектром мутационных изменений персистирующего вируса НЦП. Новый биотоп вируса распространяется на желудочно-кишечный тракт, некроз кератиноцитов приводит к эрозии и изъязвлению эпителия, диарее и обезвоживанию, вторичной бактериальной инфекции и септицемии. Смерть наступает в течение нескольких дней или недель. Заболевания слизистых оболочек развиваются только у животных с иммунодефицитом и неизменно приводят к летальному исходу [32]. Вероятной причиной такой патогенетической активизации ЦП биотопа ВД на уровне организма хозяина служит отмена механизма его иммуноопосредованной негативной селекции у иммунокомпрометированных особей (см. выше).

Таким образом, новые биотопы вируса диареи КРС с фенотипом ЦП не вызывают персистирующую инфекцию. Представляется неожиданным, что, возможно по тем же причинам, они оказываются не способными к цепной трансмиссии и распространению инфекции в популяции. Т. е. этим демонстрируется феномен «вирусного вымирания» («viral emergence to extinction»), не

имеющего отношения к эволюции паразита, но фатального для хозяина [33].

Персистентная инфекция – неопределенно длительная, нередко пожизненная инфекция без клинического проявления, но, в отличие от латенции, с активным размножением и выделением возбудителя на фоне высокого уровня индукции иммунных реакций. Более точно суть явления определяется как персистентная толерантная инфекция под иммунным контролем, или латенция второго типа, которая обычно устанавливается при заражении организма в самом раннем возрасте. Под воздействием провоцирующих факторов (прежде всего иммунодепрессантов) при персистентных инфекциях экстенсивно развиваются признаки хронической системной, нехарактерной патологии. Это состояние в достаточной степени также соответствует существованию условно-патогенных бактерий-патобионтов. Типичные примеры: алеутская болезнь норок, лимфоцитарный хориоменингит, хроническая форма АЧС.

Есть еще две формы длительного состояния инфицированности. Это **хронические инфекции** – эпизоотологически рациональная группа болезней, характеризующихся хроническим, длительным течением с растянутым во времени развитием специфического симптомокомплекса (туберкулез, бруцеллез, лейкоз КРС), и **медленные инфекции** (slow virus infections) – архаичное обозначение группы болезней с очень длительным, медленно прогрессирующим развитием специфического симптомокомплекса вплоть до неизбежного фатального исхода. Эта особая категория объединяет ряд вирусных (маеди-висна, аденоматоз, болезнь Борна и др.) и все прионные инфекции. Однако эти заболевания ни в коей мере не соответствуют условиям факторно-эндогенной патологии.

Латентно и персистентно инфицированные клетки действуют как долгосрочные резервуары, что делает полное освобождение организма-хозяина от вирусов крайне сложным.

При вирусных инфекциях в этих случаях активный смысл факторов риска по сути тот же, что и для бактерий-патобионтов, хотя более значимы delicate механизмы регуляции, связанные с врожденным и адаптивным иммунитетом. Это стрессоры, иммуносупрессия (болезни, медикаменты, старение), гормональные изменения, воспалительные процессы, интеркуррентные инфекции.

Условная патогенность

Подавляющее большинство представителей микробиоты животного организма при определенных условиях способны вызывать субклинические и клинические проявления болезней инфекционной природы. В обсуждаемом контексте наибольшее значение имеют компоненты микробиоты животных кишечной и эпителиальной локализации. Из облигатной кишечной микрофлоры только бифидобактерии (род *Bifidobacterium*) считаются не патогенными. Например, известная «безобидная» и убиквитарная кишечная палочка (*E. coli*), основной представитель колиформной нормофлоры, обитающая в толстом кишечнике, при изменении локализации способна приобре-

тать условную патогенность и явиться причиной нескольких десятков нозологически определенных инфекционных заболеваний и патологических состояний кишечной и внекишечной полиорганной локализации. В числе первых энтеритные формы колибактериозов (эшерихиозов) у молодняка всех животных и птиц, тяжелые септические процессы и особенно энтеросептическая отечная болезнь поросят. При транслокации из кишечника и генерализации – септицемии, маститы, комплекс ММА у свиней, аборт, артриты, эндометриты, циститы, пиелонефриты, абсцессы, раневые инфекции и даже менингиты [27].

Условная патогенность эубионтов и комменсалов – патогенность, зависящая от факторов, нарушающих симбиотическое равновесие соактантов. Означает, что, несмотря на отсутствие облигатной способности вызывать патологический процесс в сбалансированной норме, отдельные компоненты их структуры, функции и метаболиты спонтанно обладают потенциальной вредоносностью для макроорганизма-хозяина, но только при определенных условиях нарушенного баланса в сторону снижения количества истинных эубионтов и роста патобионтов. Т. е. наличие условно-патогенных бактерий в организме в небольших количествах – норма, но их преобладание свидетельствует о нарушении микроэкосистемного баланса.

Отсюда вытекает важный практический вывод – банальное выделение микроорганизма per se как предполагаемого возбудителя при каком-либо патологическом процессе не является бесспорным доказательством его этиологической роли, т. к. он таким же образом обнаруживается и у здоровых. Последнее принято утверждать только на основании аутентичности источника (очага поражения) и количественного критерия (избыточности).

К морфо-функциональным элементам вирулентности условно-патогенных бактерий относятся фимбрии и пили, факторы колонизации и образования биопленок, адгезины, инвазины, гемагглютинины, гемолизины, гиалуронидаза, цито-, энтеротоксины, гидролитические ферменты, нарушающие метаболические процессы макроорганизма, и др. Механизмы реализации их патогенного потенциала включают колонизацию слизистых, стимуляцию образования провоспалительных цитокинов с развитием гнойно-воспалительных процессов, повреждение тканей, гипоксию, нарушение микроциркуляции крови, генетический обмен, образование банка геномных «островов» патогенности и патогенных клонов, и др. [3, 4].

Условно-патогенными являются в подавляющем большинстве убиквитарные представители нормофлоры макроорганизма, микробы-комменсалы, некоторые гноеродные бактерии и грибы-сапрофиты окружающей среды, многочисленный состав которых в основном представлен анаэробными и аэробными бактериями, а также вирусы диареи, ИРТ, парагриппа КРС, латентные герпесвирусы и др.

Типичными убиквитарными условно-патогенными представителями микробизма являются стафилококки, которым, в числе прочих,

принадлежит ведущая роль в возникновении гнойно-воспалительной послеродовой (до 80 % маститов) и иной патологии. Стафилококки – постоянные обитатели кожи и слизистых оболочек, а вызываемые ими заболевания имеют характер факторной аутоинфекции, возникающей вследствие предшествующего неблагоприятного воздействия (главным образом, различных повреждений и гипотермии). В условиях стойлового, закрытого содержания КРС стафилококки становятся постоянными, нередко преобладающими сочленами микробизма с формированием массового резидентного носительства. Их длительная персистенция на слизистых оболочках различных органов создает хроническую угрозу развития гнойно-воспалительных процессов факторно-аутогенной природы, прежде всего в «незакрытых» полостных (матка) и цистернальных (молочная железа) органах [34].

Конкретизированный вектор, отражающий статистические закономерности причинно-следственных отношений факторно-инфекционного характера, представляется следующим образом: «неблагоприятные условия и факторы → нарушение физиологических механизмов регуляции, снижение резистентности организма → патогенетическое действие условно-патогенного эффектора-возбудителя → клинические признаки и поражения». Каноническим примером может служить отечная болезнь поросят, при которой факторная инфекционно-генетическая стадийность этиологии развивается следующим образом: «ранний отъем и резкая смена корма с нарушением вследствие этого микроэкологии кишечника в качестве специфической *causa prima* →

создание элективных условий для размножения энтерогеморрагических эшерихий, конвертированных бактериофагом-носителем трансмиссивной генетической детерминанты патогенности – гена, кодирующего VERO-токсин-эффектор → цитотоксическое поражение эндотелия сосудов, нарушение гемодинамики с развитием отеков и нервной клиники» [26].

Обычно причины экзальтации условной патогенности – тривиальное нарушение микробиосистемных балансов, полностью соответствуют экологическому принципу внезапного усиления патогенности Одума, только в этом случае на уровне микроэкологии. Возможность реализации патогенного потенциала патобионтов наступает при значительном избыточном росте их количества за счет факторов риска в качестве провоцирующей *causa prima*. Преимущественный вектор процесса – «снижение уровня иммунной защиты и в целом резистентности организма-хозяина из-за самых различных естественных и искусственных воздействий, в том числе зоотехнических и медикаментозных антибиотических вмешательств, → вследствие этого значительное «запредельное» увеличение численности микробного населения в биотопе *in situ* или транслокация, смена микробиотопической локализации с новыми условиями существования, → возрастающие репродуктивная способность, потребность в синтезе факторов, обеспечивающих успешную конкуренцию, в т. ч. факторов патогенности», а также стрессы, синергетические эффекты хронических заболеваний, смешанных инфекций, и др. [3, 4]. В таблице в обобщенном формате показана

Таблица 1. Патогенность возбудителей в эпизоотическом процессе.
Table 1. Pathogenicity of pathogens in the epizootic process.

Варианты эпизоотического процесса	Инфекции	Этиология	Биоэкологическая сущность патогенности	Механизмы патогенности
Экзогенный («открытый»)	Классические инфекции и инвазии	Возбудители инфекций и паразиты в тривиальном представлении	Облигатная патогенность возбудителя как механизм влияния на хозяина в динамике паразитосистемной взаимозависимости	Специализированные аутономные и трансмиссивные генетические детерминанты патогенности, гено- и эпигенотипически регулируемая вирулентность
Эндогенный («закрытый»)	Факторно-эндогенные («неэпизоотические») инфекции	Условно-патогенные комменсалы-патобионты	Необлигатная патогенность в отсутствии паразитосистемных отношений, проявляющаяся только в определенных условиях риска	Патогенность неспециализированных адаптивных структур и процессов при чрезмерном увеличении численности или транслокации
Опportunистический (тупиковый)	Опportunистические инфекции и микозы	Компоненты микробиома внешней среды	Сапрофиты и фитопатогены не патогенны для животных	Экстенсивная приживляемость и патогенность как осложнение приобретенного иммунодефицита за счет репродукции и истощения ресурсов хозяина
Сапронозный (тупиковый)	Сапрозоонозы	Патогенные сапрофиты	Свободно живущие токсигенные микроорганизмы вне зависимости от симбиосистемных отношений с животными	Патогенность токсических метаболитов-бактериальных токсинов при заражении и репродукции в макроорганизме, не имеющая отношения к биоэкологии возбудителя
Незаразные болезни	Внутренние незаразные болезни	Наличие этиологических факторов	Реализация этиологических факторов	

роль патогенности в эпизоотическом процессе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные материалы позволяют рассматривать факторно-эндогенные инфекции как особую категорию инфекционной патологии, в которой решающее значение имеет не только наличие микроорганизма, но и совокупность условий, нарушающих устойчивость системы «макроорганизм — микробиота — среда». В связи с этим обсуждение полученных теоретических положений целесообразно вести с позиций эпизоотологии, микробиологии, иммунологии и экологии инфекционного процесса.

Условно-патогенная природа факторно-эндогенных инфекций за счет компонентов внутриорганизменной микробиоты, чье ничем не ограничиваемое и бессимптомное тотальное распространение среди животных осуществляется в условиях банального микробизма (стойловой микрофлоры), нивелирует эпизоотическое значение заноса инфекции, цепной передачи, исключает прочие атрибуты тривиальной трансмиссии и противоэпизоотической защиты. Тотальность микробизма как явления популяционного уровня оставляет факторные инфекции промышленного животноводства в компетенции эпизоотологии в парадоксальном статусе «неэпизоотических». Массовое клиническое обострение неопределенного по продолжительности асимптоматического носительства, т. е. заболеваемость как предмет эпизоотологии, в результате факторного нарушения внутреннего экосистемного баланса «микробиота ↔ хозяин» таким образом ограничивается только спорадическими вспышками и энзоотиями.

Постулаты факторно-эндогенной доктрины заболеваемости продуктивных животных основываются на критическом подходе к существующей ситуации.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Алипкина С.И. и др. Роль эндогенных ретровирусов в процессе доместикации. Успехи современной биологии. 2021;141(1):14-24.
2. Бактерии. Википедия [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>. (дата обращения: 20.03.2026)
3. Бондаренко В.М. Роль условно-патогенных бактерий кишечника в полиорганной патологии человека. М. Тверь: Триада. 2007: 64 с.
4. Бондаренко В.М. Роль условно-патогенных бактерий при хронических воспалительных процессах различной локализации. Тверь. Триада. 2011: 88 с.
5. Воробьев А.А., Абрамов Н.А., Бондаренко В.М. и др. Дисбактериоз – актуальная проблема медицины. Вестн. РАМН. 1997; 3: 4-7.
6. Кунин Е.В. Логика случая. О природе и происхождении биологической эволюции. М. Центрполиграф. 2014: 527 с.
7. Макаров В.В. Виросфера и вирусы. Журн. микробиол. 2013;2:120-126.
8. Макаров В.В. Инфекции как угроза биологическим популяциям и видам. Пест-менеджмент. 2022;4:5-17.
9. Макаров В.В., Стекольников А.А. Лейкоз крупного рогатого скота и другие ретровирусные инфекции. СПб. «Лань». 2025: 56 с.
10. Макаров В.В., Барсуков Ю.И. Общая эпизоотология. Терминологический справочник. СПб. «Лань». 2025: 168 с.
11. Макаров В.В., Бучацкий Л.П. О природе вирусов и радикальном изменении их таксономии. Ветеринария сегодня. 2021;10 (4): 266-270.
12. Макаров В.В., Стекольников А.А., Сочнев В.В. Факторно-эндогенная доктрина основной патологии продуктивных животных. СПб. «Лань». 2025: 64 с.
13. Макаров В.В., Стекольников А.А. Эпизоотический процесс: проблемы и суждения. Часть I. Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2025;3 (67):7-14.
14. Макаров В.В., Стекольников А.А. Эпизоотический процесс: проблемы и суждения. Часть II. Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2025;4 (68):7-15.

Принципиально важнейшие в их числе в оригинальном изложении и трактовках представляют:

- ♦ фатальная убиквитарность явления условной патогенности глобальной микробиоты в природе;
- ♦ абиотическая и биотическая среда обитания возбудителей, в частности, микробиота кишечника животных;
- ♦ приобретение ими адаптивных структур и функций в ходе коэволюции взаимоотношений с внутриорганизменной средой обитания – потенциальных факторов условной патогенности;
- ♦ их неограничиваемое естественным образом распространение по всему миру;
- ♦ условная, случайная факторно-зависимая этиология;
- ♦ отсутствие тривиальной контагиозности и передачи от животного к животному или от животных к человеку;
- ♦ лишь относительно развитый врожденный иммунитет и вообще защитные механизмы животного организма;
- ♦ тупиковый тип инфекции, энзоотичность, природная очаговость, сезонная спорадичность.

Критическими факторами их этиологии и патогенеза служат совершенно неожиданные в канонической патологии «скоординированные» процессы и механизмы от условной патогенности микроорганизмов-комменсалов до нормальных физиологических отравлений и даже прямого вредоносного пособничества этиотропной терапии.

Изложенные факты – очередное свидетельство поистине неисчерпаемого вредоносного потенциала среды обитания животного мира во всем его разнообразии. В этом, вероятно, тоже есть фатальный смысл дарвиновского отбора на выживаемость наиболее совершенных форм жизни.

15. Макаров В.В., Барсуков Ю.И. Эпизоотологический метод исследования. СПб. «Лань». 2025: 72 с.
16. Микробиом кишечника: мир внутри нас. Биомолекула [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://biomolecula.ru/articles/mikrobiom-kishechnika-mir-vnutri-nas> (дата обращения: 20.03.2026)
17. Микробиом человека. Относительные числа. Википедия [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 20.03.2026)
18. Микробиом. Википедия [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 20.03.2026)
19. Таран Н.Н. Дисбактериоз кишечника. Педиатрия, приложение Consilium Medicum. 2010;2:50-54.
20. Циммерман Я.С. Эубиоз и дисбиоз желудочно-кишечного тракта: мифы и реалии. Клиническая медицина. 2013;1:4-11.
21. Шестаков С.В. Метагеномика микробиома человека. Успехи современной биологии. 2010;130(6):531-543.
22. Darweesh MF, Rajput MK, Braun LJ, Ridpath JF, Neill JD, Chase CC. Characterization of the cytopathic BVDV strains isolated from 13 mucosal disease cases arising in a cattle herd. Virus Res. 2015 Jan 2;195:141-7. doi: 10.1016/j.virusres.2014.09.015. Epub 2014 Oct 7. PMID: 25300803.
23. Deng J., Wu Z., Liu J. et al. The Role of Latency-Associated Transcripts in the Latent Infection of Pseudorabies Virus. Viruses. 2022 Jun 24;14(7):1379. doi: 10.3390/v14071379
24. Ding T., Liao X., Deng Y. et al. (2022). Viable But Nonculturable Bacteria. In: Ding, T., Liao, X., Feng, J. (eds) Stress Responses of Foodborne Pathogens. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-90578-1_14
25. Dysbiosis. Wikipedia [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://en.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 20.03.2026)
26. Edema disease in pigs. Merck's veterinary Manual. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.merckvetmanual.com/generalized-conditions/edema-disease/> (дата обращения: 20.03.2026)
27. Escherichia coli. Wikipedia [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://en.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 20.03.2026)
28. How Many Bacteria Live On Earth? Sciencing. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.sciencing.com/how-many-bacteria-live-earth-4674401/> (дата обращения: 20.03.2026)
29. de Jonge N., Carlsen B., Christensen M.H., Pertoldi C., Nielsen J.L. The Gut Microbiome of 54 Mammalian Species. Front Microbiol. 2022 Jun 16;13:886252. doi: 10.3389/fmicb.2022.886252. PMID: 35783446; PMCID: PMC9246093.
30. Iebba V., Totino V., Gagliardi A. et al. Eubiosis and dysbiosis: the two sides of the microbiota. New Microbiol. 2016 Jan;39(1):1-12. PMID: 26922981.
31. Lanyon S., Hill F., Reichel M. et al. Bovine viral diarrhoea: Pathogenesis and diagnosis. The Veterinary Journal. 2014;199(2):201-209. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.07.024>
32. Lieberman PM. Epigenetics and Genetics of Viral Latency. Cell Host Microbe. 2016 May 11;19(5):619-28. doi: 10.1016/j.chom.2016.04.008
33. Peterhans E., Bachofen C., Stalder H. et al. Cytopathic bovine viral diarrhea viruses (BVDV): emerging pestiviruses doomed to extinction. Vet Res. 2010 Nov-Dec;41(6):44. doi: 10.1051/vetres/2010016
34. Staphylococcus. Wikipedia [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://en.wikipedia.org/wiki/Staphylococcus> (дата обращения: 20.03.2026)
35. Weiss R.A. On the concept and elucidation of endogenous retroviruses. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 2013 Aug 12;368(1626):20120494. doi: 10.1098/rstb.2012.0494. PMID: 23938748; PMCID: PMC3758183.
36. Lezaar Y., Manneh M., Apolloni A., Berrada J., Bouslikhane M. Transboundary livestock network in Africa: How circulate pathogens and where to act to prevent the epizootics spread? Epidemiol Open J. 2023; 8(1): 1-19.

REFERENCES

1. Alipkina S.I. et al. The role of endogenous retroviruses in the domestication process. Advances in modern biology. 2021; 141(1):14-24. (in Russ)
2. Bacteria. Wikipedia [Electronic resource] (in Russ) Access mode: <https://ru.wikipedia.org/wiki>. (Accessed: 20.03.2026)
3. Bondarenko V.M. The role of opportunistic intestinal bacteria in human multiorgan pathology. Moscow: Tver: Triada. 2007: 64 p. (in Russ)
4. Bondarenko V.M. The role of opportunistic bacteria in chronic inflammatory processes of various localizations. Tver: Triada. 2011: 88 p. (in Russ)
5. Vorobyov A.A., Abramov N.A., Bondarenko V.M. et al. Dysbacteriosis – a topical issue in medicine. Vestn. RAMS. 1997; 3: 4-7. (in Russ)
6. Kunin E.V. Logic of Chance. On the Nature and Origin of Biological Evolution. Moscow: Tsentrpoligraf. 2014: 527 p. (in Russ)
7. Makarov V.V. Virosphere and Hirus. Zhurn. Microbiol. 2013; 2: 120-126. (in Russ)
8. Makarov V.V. Infections as a Threat to Biological Populations and Species. Pest Management. 2022; 4: 5-17. (in Russ)
9. Makarov V.V., Stekolnikov A.A. Bovine Leukosis and Other Retroviral Infections. St. Petersburg: Lan'. 2025: 56 p. (in Russ)

10. Makarov V.V., Barsukov Yu.I. General Epizootology. Terminology Handbook. St. Petersburg: Lan'. 2025: 168 p. (in Russ)
11. Makarov V.V., Buchatsky L.P. On the nature of viruses and radical changes in their taxonomy. Veterinary Science Today. 2021;10 (4): 266-270. (in Russ)
12. Makarov V.V., Stekolnikov A.A., Sochnnev V.V. Factor-endogenous doctrine of the main pathology of productive animals. St. Petersburg. "Lan". 2025: 64 p. (in Russ)
13. Makarov V.V., Stekolnikov A.A. Epizootic process: problems and opinions. Part I. Current issues in veterinary biology. 2025;3 (67):7-14. (in Russ)
14. Makarov V.V., Stekolnikov A.A. Epizootic process: problems and opinions. Part II. Current issues in veterinary biology. 2025;4 (68):7-15. (in Russ)
15. Makarov V.V., Barsukov Yu.I. Epizootological research method. St. Petersburg. "Lan". 2025: 72 p. (in Russ)
16. Gut microbiome: the world inside us. Biomolecula [Electronic resource] (in Russ) Access mode: <https://biomolecula.ru/articles/mikrobiom-kishechnika-mir-vnutri-nas> (date of access: 03/20/2026)
17. Human microbiome. Relative numbers. Wikipedia [Electronic resource] (in Russ) Access mode: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (date of access: 03/20/2026)
18. Microbiome. Wikipedia [Electronic resource] Access mode: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (date of access: 03/20/2026)
19. Taran N.N. Intestinal dysbacteriosis. Pediatrics, Consilium Medicum supplement. 2010;2:50-54. (in Russ)
20. Zimmerman Ya.S. Eubiosis and dysbiosis of the gastrointestinal tract: myths and realities. Clinical Medicine. 2013;1:4-11. (in Russ)
21. Shestakov S.V. Metagenomics of the human microbiome. Advances in Modern Biology. 2010;130(6):531–543. (in Russ)
22. Darweesh MF, Rajput MK, Braun LJ, Ridpath JF, Neill JD, Chase CC. Characterization of the cytopathic BVDV strains isolated from 13 mucosal disease cases arising in a cattle herd. Virus Res. 2015 Jan 2;195:141-7. doi: 10.1016/j.virusres.2014.09.015. Epub 2014 Oct 7. PMID: 25300803.
23. Deng J., Wu Z., Liu J. et al. The Role of Latency-Associated Transcripts in the Latent Infection of Pseudorabies Virus. Viruses. 2022 Jun 24;14(7):1379. doi: 10.3390/v14071379
24. Ding T., Liao X., Deng Y. et al. (2022). Viable But Nonculturable Bacteria. In: Ding, T., Liao, X., Feng, J. (eds) Stress Responses of Foodborne Pathogens. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-90578-1_14
25. Dysbiosis. Wikipedia [Electronic resource] Accessed: <https://en.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 20.03.2026)
26. Edema disease in pigs. Merk's veterinary Manual. [Electronic resource] Accessed: <https://www.merckvetmanual.com/generalized-conditions/edema-disease/> (дата обращения: 20.03.2026)
27. Escherichia coli. Wikipedia [Electronic resource] Accessed: <https://en.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 20.03.2026)
28. How Many Bacteria Live On Earth? Sciencing. [Electronic resource] Accessed: <https://www.sciencing.com/how-many-bacteria-live-earth-4674401/> (дата обращения: 20.03.2026)
29. de Jonge N., Carlsen B., Christensen M.H., Pertoldi C., Nielsen J.L. The Gut Microbiome of 54 Mammalian Species. Front Microbiol. 2022 Jun 16;13:886252. doi: 10.3389/fmicb.2022.886252. PMID: 35783446; PMCID: PMC9246093.
30. Iebba V., Totino V., Gagliardi A. et al. Eubiosis and dysbiosis: the two sides of the microbiota. New Microbiol. 2016 Jan;39(1):1-12. PMID: 26922981.
31. Lanyon S., Hill F., Reichel M. et al. Bovine viral diarrhoea: Pathogenesis and diagnosis. The Veterinary Journal. 2014;199(2):201-209. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.07.024>
32. Lieberman PM. Epigenetics and Genetics of Viral Latency. Cell Host Microbe. 2016 May 11;19(5):619-28. doi: 10.1016/j.chom.2016.04.008
33. Peterhans E., Bachofen C., Stalder H. et al. Cytopathic bovine viral diarrhea viruses (BVDV): emerging pestiviruses doomed to extinction. Vet Res. 2010 Nov-Dec;41(6):44. doi: 10.1051/vetres/2010016
34. Staphylococcus. Wikipedia [Electronic resource] Accessed: <https://en.wikipedia.org/wiki/Staphylococcus> (дата обращения: 20.03.2026)
35. Weiss R.A. On the concept and elucidation of endogenous retroviruses. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 2013 Aug 12;368(1626):20120494. doi: 10.1098/rstb.2012.0494. PMID: 23938748; PMCID: PMC3758183.
36. Lezaar Y., Manneh M., Apolloni A., Berrada J., Bouslikhane M. Transboundary livestock network in Africa: How circulate pathogens and where to act to prevent the epizootics spread? Epidemiol Open J. 2023; 8(1): 1–19.

Поступила в редакцию / Received: 22.03.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 23.06.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026



ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ ФЕРТИЛЬНОСТИ БЫКОВ

С.С. Александрова¹, Елена Александровна Корочкина^{2✉}, Дарья Дмитриевна Крылова³

^{1,2,3} Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Российская Федерация

¹ ассистент лаборатории генетических и репродуктивных биотехнологий

² д-р. ветеринар. наук, доц., email: e.kora@mail.ru, orcid.org/0000-0002-7011-4594

³ ассистент кафедры генетических и репродукционных технологий

РЕФЕРАТ

Целью данной работы явилась систематизация данных о фертильности быков-производителей и использовании породных маркеров-фертильности в разведении скота. Фертильность – это оплодотворяющая способность сперматозоидов [17, 20]. Реализация фертильного потенциала животных зависит от ряда факторов: физиологических (количество сперматозоидов в эякуляте, их подвижность, наличие патологических форм), факторов окружающей среды (кормление, гигиена и содержание, климатические условия и адаптация животных) и наследственных маркеров. К генетическим маркерам фертильности относятся TMEM95, FSH, SPEF2, INHAB, EML5 и TNP2. Одним из основных генов является TMEM95, кодирующий трансмембранный белок 1 типа. Данный ген экспрессируется в плазматической мембране акросомы, в нем детектирована ассоциированная со снижением фертильности мутация с.483 C>A (rs378652941), у породы Флекви. Не менее важным является фолликулостимулирующий гормон FSH, который стимулирует митотическое деление гамет. Мутации данного гена вызывают нарушения качества и количества спермы. Выявленные в регуляторной области гена мутации представлены в таблице 1 [16,27]. Геном, ассоциированный с движением сперматозоидов является SPEF2. Продукт гена оказывает влияние на формирование жгутиков, полиморфизм с.2851 G>T (rs6891905) приводит к образованию укороченных жгутиков сперматозоидов «синдром короткохвостых SPEF2 сперматозоидов». К распространенным генам, влияющим на фертильность, относят INHAB, кодирует бета-субъединицу ингибина, снижает секрецию FSH и регулирует функции половых желез. Выявленный у голштинов полиморфизм ассоциирован с качеством спермы и подвижностью сперматозоидов. Ген, кодирующий белок микротрубочек EML5. Мутация rs380547429 детектирована у абердинской породы, способствует снижению качества спермы. Ген TNP2, кодирует белок, способствующий спирализации хромосом и упаковке генетического материала в гаметы. В заключении нужно отметить, что возникновение наследственных мутаций, вызывает нарушения в образовании спермы, такие как: снижение количества сперматозоидов в эякуляте, изменение подвижности и нарушения строения спермиев.

Ключевые слова: гены-кандидаты, абердин-ангуссы, быки, фертильность, сперматозоиды.

Для цитирования: Александрова С.С., Корочкина Е.А., Крылова Д.Д. Генетические маркеры фертильности быков. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:104-110. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.104>

GENETIC MARKERS OF BULL FERTILITY

S.S. Aleksandrova¹, Elena Al. Korochkina^{2✉}, Daria D. Krylova³

^{1,2,3} Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Russian Federation

¹ Assistant Professor, Laboratory of Genetic and Reproductive Biotechnology

² Dr. of Veterinary Sciences, Assoc. Prof., email: e.kora@mail.ru, orcid.org/0000-0002-7011-4594

³ Assistant Professor, Department of Genetic and Reproductive Technologies

ABSTRACT

The purpose of this work was to systematize data on the fertility of breeding bulls and the use of breed markers-fertility in cattle breeding. Fertility is the fertilizing ability of spermatozoa [17, 20]. The realization of the fertile potential of animals depends on a number of factors: physiological (the number of spermatozoa in the ejaculate, their mobility, the presence of pathological sperm), environmental factors (feeding, hygiene and maintenance, climatic conditions and adaptation of animals) and hereditary markers. Genetic markers of fertility include TMEM95, FSH, SPEF2, INHAB, EML5, and TNP2. One of the main genes is TMEM95, encoding type 1 transmembrane protein. This gene is expressed in the plasma membrane of the acrosome, and a mutation C.483 C>A (rs378652941) associated with decreased fertility has been detected in the Flekvi breed. Equally important is the follicle-stimulating hormone FSH, which stimulates the mitotic division of gametes. Mutations of this gene cause violations of the quality and quantity of sperm. The mutations identified in the regulatory region of the gene are shown in Table 1 [16,27]. The gene associated with sperm movement is SPEF2. The product of the gene affects the formation of flagella, polymorphism C.2851 G>T (rs6891905) leads to the formation of shortened flagella of spermatozoa "short-tailed SPEF2 sperm syndrome". Common genes that affect fertility include INHAB, encodes the beta subunit of inhibin, reduces FSH secretion, and regulates the functions of the sex glands. The polymorphism found in Holsteins is associated with sperm quality and sperm motility. The gene encoding the microtubule protein EML5. The rs380547429 mutation was detected in the Aberdeen breed, which contributes to a decrease in sperm quality. The TNP2 gene encodes a protein that promotes

chromosome helixing and packaging of genetic material into gametes. In conclusion, it should be noted that the occurrence of hereditary mutations causes disorders in sperm formation, such as a decrease in the number of spermatozoa in the ejaculate, changes in motility and structural disorders of the sperm.

Key words: candidate genes, Aberdeen Angus, bulls, fertility, sperm.

For citation: Aleksandrova S.S., Korochkina E.A., Krylova D.D. Genetic markers of bull fertility. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:104-110. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.104>

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, эффективность мясного скотоводства определяется не только интенсивностью роста животных и их мясными качествами, но и воспроизводительной способностью. Для получения высококачественного потомства бык-производитель должен иметь высокую фертильность, которая определяется рядом факторов, одним из которых является генетический [6,9,21]. В современном животноводстве традиционной оценки фертильности быков-производителей по таким показателям как количество эякулята, подвижность и морфология сперматозоидов недостаточно. В последние несколько десятилетий с появлением современных генетических методов, животноводство переживает революцию, связанную с внедрением передовых методов и технологий. В контексте племенной оценки быков-производителей особое место занимает идентификация генетических маркеров фертильности быков-производителей [5,12]. Маркерная селекция ускорит отбор животных в разведение с лучшими показателями фертильности. Благодаря генетическим маркерам специалисты в области генетики и селекции смогут выбраковывать животных с нежелательными аллелями намного раньше, чем признаки проявятся фенотипически. Маркерная селекция животных по признаку фертильности позволит исключить из разведения особей, несущих наследственные аномалии [23].

Основной задачей в РФ на сегодняшний день является увеличение поголовья скота, за счет повышения численности высокоплеменных животных и оценки их фертильности, в том числе за счет поиска кандидатов в генетические маркеры фертильности у мясного скота абердин-ангусской породы [1,4,15]. Целью данной работы являлась систематизация данных о фертильности быков-производителей и использовании породных маркеров фертильности в разведении скота.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведен обзор литературы за последние 25 лет, используя ресурсы: PubMed, elibrary, Google scholar, NCBI, OMIA Animals, по ключевым словам: абердин-ангуссы, быки, фертильность, гены-кандидаты, сперма. Для анализа были использованы статьи, содержащие доказательную базу в виде экспериментов и генетических тестов, касающихся маркеров фертильности быков.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ данных ежегодника по племенной работе в мясном скотоводстве за 2024 г. показал, что производство КРС на убой в живом виде составило 2879, 3 т., что превышает данные за 2023 г. (2857,9 т.). Показатели убоя скота увеличились на 21,4 т., что составило 0,75% относительно

отчета за 2023 г. На момент 01.01.2025 г. в РФ оценивались и подвергались бонтировке животные из 304-х хозяйств, из которых: 38 племенных хозяйств, 169 племенных репродукторов и 22 организации по искусственному осеменению. Самыми распространенными мясными породами на территории страны являются: абердин-ангусская 16,0%; казахская белоголовая 17,2%; герефордская 30,4%; калмыцкая 32,9% [8]. Как известно, основой разведения мясного скота является фертильность животных. Как отмечает Руденко О.В. с соавтор. (2020), фертильность — это оплодотворяющая способность спермы быков [20]. По мнению Обожиной Е.А. (2020) фертильность — это способность организмов производить полноценные половые клетки и потомство, в количестве, достаточном для расширенного воспроизводства [17]. Берелет Т.Ю. с соавтор. (2025) отмечают, что фертильностью самцов является способность половозрелого организма к воспроизведению потомства, ее определяют по показателям подвижности сперматозоидов, а также количеству нормальных и патологических форм в эякуляте [3]. Выделяют ряд факторов, влияющих на качество спермы — это физиологические, факторы окружающей среды и генетические маркеры. Физиологические включают в себя: количество сперматозоидов в эякуляте, их подвижность, наличие патологических форм сперматозоидов [2,17]. К факторам окружающей среды относят: кормление, гигиену и содержание, климатические условия и адаптацию животных. Генетические аспекты исследования фертильности быков включают: хромосомные и генные нарушения, влияющие на продукцию спермы, способность созревания и формирования спермиев [14]. К детерминантам фертильности относится порода животного, генотип и генетические маркеры фертильности [18]. Порода определяет продуктивную функцию животного, а генотип может отвечать за адаптацию к условиям содержания, кормления, физиологическим возможностям организма и определяет его продуктивность [5].

Фертильность — это наследуемый признак, за формирование которого отвечает множество генов [16]. Высокий показатель фертильности обусловлен геномной оценкой животного (передача признаков фертильности превышает 85%), регулярным контролем ключевых показателей спермы (подвижность, концентрация), общим физическим состоянием животного, качеством рациона [19,30,37].

Выборку генов для идентификации маркеров фертильности или любого другого качества животного, проводят с помощью полногеномного поиска ассоциаций. Как известно, GWAS анализ — это исследование, направленное на поиск ассо-

циаций, связанных с геномными вариантами и фенотипическими признаками. Выбранные в результате GWAS анализа гены, подвергают исследованиям и поиску ассоциаций между генотипами и морфологией признаков [16,28]. Маркеры фертильности идентифицируют по геному и ассоциируют с отобранной у быков спермой, затем определяют лучшие генотипы, относительно морфологии и движения сперматозоидов [7].

В таблице 1 приведены гены, являющиеся претендентами в маркеры-фертильности быков абердин-ангусской породы (TMEM95; FSH; SPEF2; INHAB; EML5; TNP2).

Одним из ключевых генов является TMEM95 – кодирует трансмембранный белок 1 типа. Данный ген связан с воспроизводительной функцией самцов млекопитающих, но прямого влияния на качество спермы не оказывает. Локализуется в плазматической мембране акросомы сперматозоида и способствует оплодотворению. Исмаэлем Лоранс-Торансо с соавтор. (2020) были проведены исследования, в рамках которых был удален ген TMEM95 из генома мышей, что привело к полному бесплодию самцов. Морфологически сперматозоиды не имели нарушений, сохраняли подвижность и присоединялись к ооцитам яйцеклетки, но слияния наружной оболочки женской гаметы и акросомальной мембраны сперматозоида по результатам исследований не происходило. Целостность структуры и состава белка необходима для слияния оболочек гамет и оплодотворения. Возникновение мутаций приводит к полному отсутствию оплодотворяющей способности быков. Немецким ученым Хуберт Пауш и соавтор. (2014) удалось обнаружить нонсенс-мутацию в гене TMEM95 у скота породы Флекви. Это ассоциированная со снижением фертильности мутация с.483 C>A, вводящая преждевременный стоп-кодон, мутация не найдена у пород: Джерси и Голштин-Фризской [29]. Научные сотрудники из Китая, Modiba MC и соавтор. (2022) проводили исследования гена и детектировали индел-мутацию (делеция/инсерция) у 13 пород китайского скота, сдвиг рамки считывания способствовал смене положения терминирующего кодона и вызвал замену 16 аминокислот в С-терминальном конце на 21 аминокислоту [30]. Анализ работы зарубежных ученых Modiba MC и соавтор. (2022), Хуберт Паушем и соавтор. (2014) с TMEM95 показал, что мутации в гене различны у всех пород, но любые изменения приводят к снижению фертильности быков, что является показательным для рассмотрения гена, как претендента в маркеры фертильности [31,38].

Следующим геном является FSH – кодирует фолликулостимулирующий гормон. ФСГ воздействует на клетки Сертоли (вырабатывают андроген-связывающий белок, транспортирующий тестостерон), стимулирует деление половых клеток митозом и созревание до стадии сперматоцитов второго порядка, а также необходим для превращения сперматид в зрелые сперматозоиды. Мутации в гене FSH связаны с количественными и качественными показателями спермы. Одна из мутаций в гене FSH beta-sub приводит к абакси-

альной аномалии сперматозоидов — это дефект строения, при котором жгутик прикрепляется к головке сперматозоида не по центру, а ассиметрично, патология нарушает прямолинейное движение сперматозоидов и снижает возможность оплодотворения [24,26]. Ученые из Китая выявили мутации в регуляторной области гена FSHB с. -1166G>A, с. -1539 -1538delGGinsTTAACT, с. -1596C>A, с. -1724C>A и с. -1778C>A. Они оказывают влияние на снижение фолликулостимулирующего гормона в сыворотке крови у самцов. Исследования проводились на породах: голштинская, лимузин, брахман [27,38].

Важным для движения сперматозоидов является ген SPEF2, который кодирует белок, необходимый для сборки и формирования хвостовой части сперматозоидов, то есть является основополагающим фактором движения сперматозоидов. Мутации данного гена вызывают бесплодие и приводят к нарушению морфологии сперматозоидов. Первые исследования проводились на йоркширских хряках финской популяции и была выявлена вставка L1 в 30 интрон гена SPEF2. Мутация стала причиной дефекта – укорачивание хвостов сперматозоидов. Российские ученые исследовали SPEF2 у быков голштинской породы и обнаружили полиморфизм с.2851 G>T (rs6891905), а также разработали метод детекции с помощью ПЦР-ПДРФ. Были выявлены генотипы: TT, GG и TG, замена одного нуклеотида привела к альтернативному сплайсингу, как следствие, к двум альтернативным вариантам белка SPEF2 при генотипе TG. Изучение гена SPEF2 позволит выявить маркеры-фертильности быков [16,25,28,33].

Распространённым маркером фертильности является INHAB – ген, кодирующий бета-субъединицу ингибина. Белок тормозит секрецию фолликулостимулирующего гормона гипофиза, тем самым регулирует функции половых желез у самцов. В гене INHAB у хряков, идентифицированы мутации, ассоциированные с качеством эякулята и подвижностью сперматозоидов. Исследователи из Китая изучали ген INHAB у быков Голштинской породы, выявили один известный полиморфизм C7639T (rs43408735) и 3 новых: G7550A, C7661T, T8370C. Российские ученые секвенировали у быков голштинской породы тот же локус, как и коллеги из Китая, при этом была выявлена одна мутация A > G (rs43408735) в 1 интроне, не приводящая к изменению аминокислот белка, но полиморфизм располагался вблизи экзона и впоследствии влиял на сплайсинг [16,35,37,39].

Следующим претендентом в маркеры-фертильности является EML5 – ген, кодирующий белок, ассоциированный с формированием микротрубочек. В семенниках быков экспрессируется в сперматоцитах и сперматидях. Полиморфизмы в EML5 связаны со снижением подвижности сперматозоидов. Мутация EML5 R1654W (rs380547429) была выявлена у быков абердин-ангусской породы. Полиморфизм не приводит к изменению длины белка, но изменяет складчатость. Мутация в EML5 у абердинов и человека детектируется в одном и том же локусе, гетерозиготные генотипы быков ассоциированы со снижением качества спермы, а

Таблица 1. Претенденты в генетические маркеры-фертильности быков различных пород.
Table 1. Candidate genetic markers for fertility of bulls of different breeds.

Ген	Наименование	Локализация	Порода	Мутации
TMEM95	Трансмембранный Белок 95	Хромосома 19 NC_037346.1	Флекви Red Steppe, Quinchuan, Nanyang, Jinnan, Luxi, Xia'nan, Jiaxian Red, Pi'nan, Jinjiang, De'nan, Yunling, Zao-sheng, Bohai black cattle	c. 483C>A (rs378652941) [29] indel mutation (NC_037346.1: g.27056998_27057000 delCT) [31,38]
FSH	Фолликулостимулирующий гормон	Хромосома 15 NC_037342.1	Балийская, Брахман, Голштино - фризская, Симментальская, Лимузин <i>Bos indicus</i> Красно-Пестрые Голштины	c.-1166G>A, c.-1539_-1538delGGinsTTAACT, c.-1596C>A, c.-1724C>A and c.-1778C>A [27,38]
SPEF2	Жгутиковый белок сперматозоида	Хромосома 20 NC_037347.1	Голштины	c.2851 G>T (rs6891905) [25,33]
INHAB	Бета-субъединица ингибина	Хромосома 2 NC_037329	Голштины	C7639T (rs43408735) G7550A, C7661T, T8370C; A > G (rs43408735) [35,37,39]
EML5	Белок, ассоциированный с микротрубочками	Хромосома 10 NC_037337	Абердин-Ангусс	R1654W rs380547429 [32,36]
TNP2	Переходный белок 2	Хромосома 25 NC_037352.1	Голштины	g.1536 C > T, генотипы: CC,TT,CT. [16,34]

мутация у человека связана с развитием онкологии. Изучение EML5 у абердинов перспективное направление для поиска маркеров-фертильности быков, а так же, как модельный ген при изучении онкологии человека. [16,22,32,36].

Заключительный в рассмотрении ген TNP2 кодирует переходный белок, с его помощью удаляются белки-гистоны, а также способствует спирализации хромосом. Это один из основных белков, участвующих в формировании сперматозоидов, при отсутствии TNP2, у животного нарушается упаковка генетического материала в гаметах, что приводит к отсутствию оплодотворяющей способности быков. Ученые из России и Китая изучили TNP2 у голштинского скота. Выявлен полиморфизм g.1536 C > T, выделены генотипы: CC,TT,CT. В статье было отмечено, что животные с генотипом CT имели больший объем эякулята и высокую активность сперматозоидов,

у животных с генотипом CC был наименьший объем эякулята. Однако по данным Никиткиной Е.С., Крутиковой А. А. и соавтор. (2021) быки с генотипом TT имели самое высокое качество спермы [16,34].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ проведенных литературных данных подтверждает роль фертильности в разведении крупного рогатого скота. Выделяют основные факторы фертильности: физиологические (количество сперматозоидов, подвижность, патологии), факторы окружающей среды (кормление, гигиена, содержание животных) и генетические маркеры: TMEM95; FSH; SPEF2; INHAB; EML5; TNP2. Обзор репродуктивных генов крупного рогатого скота является научным заданием проекта, направленного на поиск и изучение маркеров-фертильности быков абердин-ангусской породы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Артеменко Д. Д., Бувеч А. П. Актуальные вызовы и перспективы развития животноводства в России. Продовольственная политика и безопасность. 2025;12(2):495-510.
2. Buzzard JJ, Farnworth PG, De Kretser DM, O'Connor AE, Wreford NG, Morrison JR. Proliferative phase sertoli cells display a developmentally regulated response to activin in vitro. Endocrinology. 2003 Feb;144(2):474-83. doi: 10.1210/en.2002-220595. PMID: 12538607.
3. Берелет Т.Ю., Корочкина Е.А. Целостность акросомы как ключевой прогностический фактор фертильности (обзор). Генетика и разведение животных. 2024;4: 42-49.
4. Бурик М. В., Попов А. А. Экспорт и импорт мяса крупнорогатого скота как важный элемент продовольственной безопасности потребительского рынка. Вестник Хабаровского государственного университета экономики и права. 2017;3:54-61.
5. Виноградова Н.Д., Сафронов С.Л. Динамика развития мясного скотоводства в России. Известия СПбГАУ. 2024;2:65-72.
6. Воробьева Е.В. Современные тенденции развития скотоводства. Продовольственная политика и безопасность. 2025;12(1):195-212.
7. Гуминская Е.Ю., Бабаева С.С. Методы оценки биологической полноценности сперматозоидов быков-производителей. Веснік МДПУ імя І. П. Шамякіна. 2010;2:20-24.
8. Ежегодник по племенной работе за 2024 год. ВНИИПлем. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://vniiplem.ru/wp-content/uploads/2025/07/%D0%95%D0%B6%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA.%D0%A1%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE.2025.pdf> (дата обращения: 20.03.2026)
9. Калашников В. В. Проблемы научно-технологического развития животноводства России. Успехи наук о животных. 2025;2:5-20.
10. Каюмов Ф.Г., Тюлебаев С.Д., Сидихов Т.М. Мясное скотоводство и перспективы его развития. Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2013;2:43-45.
11. Кибкало Л.И. Выращивание и откорм бычков для получения высококачественной телятины. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2025;3:203-208.

12. Колобаев Е.А. Значение скотоводства в системе агропромышленного комплекса в России. Наука и образование. 2025;8(2). <https://cyberleninka.ru/article/n/znachenie-skotovodstva-v-sisteme-agropromyshlennogo-kompleksa-rossii/viewer>
13. Минаков А.В. Проблемы и перспективы импортозамещения на рынке мяса в России. Экономика и бизнес: теория и практика. 2025;3:202-212.
14. Мурленков Н.В., Шендаков А.И. Корреляционный анализ племенных индексов быков-производителей голштинской породы в зависимости от возраста. Биология в сельском хозяйстве. 2025;3:12-17.
15. Нарышкина Е.Н., Сермягин А.А. Оценка генетической и геномной вариабельности признаков фертильности быков-производителей на основе локусов в геноме, ассоциированных с давлением отбора (обзор). Достижения науки и техники АПК. 2020;34(9):64-72.
16. Nikitkina E, Krutikova A, Musidray A, Plemyashov K. Search for Associations of FSHR, INHA, INHAB, PRL, TNP2 and SPEF2 Genes Polymorphisms with Semen Quality in Russian Holstein Bulls (Pilot Study). *Animals (Basel)*. 2021 Oct 2;11(10):2882. doi: 10.3390/ani11102882. PMID: 34679903; PMCID: PMC8532936.
17. Обокина Е.А., Келин Ю.В. Воспроизводительные качества дочерей быков-производителей с учетом фертильности гаплотипа. Молодежь и наука. 2020;12:153-159.
18. Олесюк А.П., Сергеенкова Н.А. Особенности и перспективы развития органического сельского хозяйства в Российской Федерации. Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2025;1:216-228.
19. Басонов О.А., Гинойн Р.В., Козминская А.С., Асадчий А.А. Генотипирование как фактор совершенствования племенных и продуктивных качеств скота. Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. 2023;4(42):87-102. DOI 10.55196/2411-3492-2023-4-42-87-102
20. Руденко О.В., Алмохаммед М. Сезонные изменения воспроизводительной способности быков-производителей. Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2020;3:74-80.
21. Тамаева А. М. Санкционная политика и развитие агропромышленного комплекса России: проблемы и перспективы. Управленческий учет. 2023;5:217-225.
22. Hoff J.L., Decker J.E., Schnabel R.D., Taylor J.F. Candidate lethal haplotypes and causal mutations in Angus cattle. *BMC Genomics*. 2017 Oct 18;18(1):799. doi: 10.1186/s12864-017-4196-2. PMID: 29047335; PMCID: PMC5648474.
23. Чинаров В.И., Стрекозов Н.И., Чинаров А.В. Проблемы расширенного воспроизводства в молочном и мясном скотоводстве и их организационно-экономические решения. Молочное и мясное скотоводство. 2017;7:16-19.
24. Ishak A., Sumantri C., Noor R., Arifiantini I. Identification of polymorphism of FSH beta-subunit gene as sperm quality marker Bali cattle using PCR-RFLP. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*. Dec. 2011;36:221-227.
25. Ahmed Z. et al. CATSPER2 and SPEF2 are potential molecular markers for boar sperm quality: a population association study. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*. 2024;11:3105-3117.
26. Andreas E. et al. Effect of FSH β -Sub unit and FSHR genes polymorphisms on superovulatory response traits. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*. 2014;4:197-203.
27. Ardici S. The analysis of FSH beta-subunit gene genotypes in East Anatolian Red, East Anatolian Red $\times$ Holstein, and Zavot bulls. *Journal Open Veterinary Science*. 2021;2:91-97.
28. Pausch H., Kölle S., Wurmser C., Schwarzenbacher H., Emmerling R., Jansen S., Trottmann M., Fuerst C., Götz K.U., Fries R. A nonsense mutation in TMEM95 encoding a nondescript transmembrane protein causes idiopathic male subfertility in cattle. *PLoS Genet*. 2014 Jan;10(1):e1004044. doi: 10.1371/journal.pgen.1004044. Epub 2014 Jan 2. PMID: 24391514; PMCID: PMC3879157.
29. Modiba M.C., Nephawe K.A., Mdladla K.H., Lu W., Mtileni B. Candidate Genes in Bull Semen Production Traits: An Information Approach Review. *Veterinary Sciences*. 2022; 9(4):155. <https://doi.org/10.3390/vetsci9040155>
30. Lamas-Toranzo I., Hamze J.G., Bianchi E., Fernández-Fuertes B., Pérez-Cereales S., Laguna-Barraza R., Fernández-González R., Lonergan P., Gutiérrez-Adán A., Wright G.J., Jiménez-Movilla M., Bermejo-Álvarez P. TMEM95 is a sperm membrane protein essential for mammalian fertilization. *Elife*. 2020 Jun 2;9:e53913. doi: 10.7554/eLife.53913. PMID: 32484434; PMCID: PMC7295574.
31. Nogueira E., Tirpák F., Hamilton L.E., Zigo M., Kerns K., Sutovsky M., Kim J., Volkmann D., Jovine L., Taylor J.F., Schnabel R.D., Sutovsky P. A Non-Synonymous Point Mutation in a WD-40 Domain Repeat of EML5 Leads to Decreased Bovine Sperm Quality and Fertility. *Front Cell Dev Biol*. 2022 Apr 5;10:872740. doi: 10.3389/fcell.2022.872740. PMID: 35478957; PMCID: PMC9037033.
32. Salem O.B. et al. The relationship of polymorphism of the SPEF2 gene to individual and mass motility in the Iraqi Holstein bulls. *Int Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation* 2025;6(1):977-989.
33. Salem O.B., Habib H.N., Mohammed O.A. Haplotype Diversity to SPEF2 Gene in the Iraqi Holstein Bulls and Iraqi Buffalo Male. *Int Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation* 2025;6(1):1145-1149.
34. Sang L., Du Q.Z., Yang W.C., Tang K.Q., Yu J.N., Hua G.H., Zhang X.X., Yang L.G. Polymorphisms in follicle stimulation hormone receptor, inhibin alpha, inhibin beta A, and prolactin genes, and their association with sperm quality in Chinese Holstein bulls. *Anim Reprod Sci*. 2011 Jul;126(3-4):151-6. doi: 10.1016/j.anireprosci.2011.04.023. Epub 2011 Jun 1. PMID: 21684095.
35. Sharko F.S., Khatib A., Prokhortchouk E.B. Genomic Estimated Breeding Value of Milk Performance and Fertility Traits in the Russian Black-and-White Cattle Population. *Acta Naturae*;2022;14(1):109-122.
36. Taylor JF, Schnabel RD, Sutovsky P. Identification of genomic variants causing sperm abnormalities and reduced male fertility. *Anim Reprod Sci*. 2018 Jul;194:57-62. doi: 10.1016/j.anireprosci.2018.02.007. Epub 2018 Feb 10. PMID: 29454799; PMCID: PMC6503949.
37. Tiwari, M.; Chaube, S.K. Moderate Increase of Reactive Oxygen Species Triggers Meiotic Resumption in Rat Follicular Oocytes. *J. Obstet. Gynaecol. Res*. 2016;42:536-546.

REFERENCES

1. Artemenko D. D., Buevich A. P. Current challenges and prospects for the development of animal husbandry in Russia. *Food Policy and Security*. 2025;12(2):495-510. (in Russ)
2. Buzzard J. J., Farnworth P. G., De Kretser D. M., O'Connor A. E., Wreford N. G., Morrison J. R. Proliferative-phase Sertoli cells exhibit a developmentally regulated response to activin in vitro. *Endocrinology*. 2003;144:474-483.
3. Berelet T. Yu., Korochkina E. A. Acrosome integrity as a key prognostic factor of fertility (review). *Animal Genetics and Breeding*. 2024;4:42-49. (in Russ)

4. Burik M. V., Popov A. A. Export and import of cattle meat as an important element of food security of the consumer market. *Bulletin of Khabarovsk State University of Economics and Law*. 2017; 3: 54-61. (in Russ)
5. Vinogradova N. D., Safronov S. L. Dynamics of beef cattle breeding development in Russia. *Bulletin of SPbSAU*. 2024; 2: 65-72. (in Russ)
6. Vorobyeva E. V. Current trends in cattle breeding development. *Food policy and security*. 2025; 12 (1): 195-212. (in Russ)
7. Guminskaya E. Yu., Babaeva S. S. Methods for assessing the biological value of spermatozoa of breeding bulls. *Vesnik MDPU imya I. P. Shamakina*. 2010; 2: 20-24. (in Russ)
8. Yearbook on Breeding Work for 2024. VNIIPlem. [Electronic resource] (in Russ) Access mode: <https://vniiplem.ru/wp-content/uploads/2025/07/%D0%95%D0%B6%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA.%D0%A1%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE.2025.pdf> (date accessed: 20.03.2026)
9. Kalashnikov V. V. Problems of Scientific and Technological Development of Animal Husbandry in Russia. *Advances in Animal Sciences*. 2025; 2: 5-20. (in Russ)
10. Kayumov F.G., Tyulebaev S.D., Sidikhov T.M. Beef cattle breeding and prospects for its development. *Bulletin of the Bashkir State Agrarian University*. 2013; 2:43-45. (in Russ)
11. Kibkalo L.I. Growing and fattening young bulls to produce high-quality veal. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2025; 3:203-208. (in Russ)
12. Kolobaev E.A. The importance of cattle breeding in the agro-industrial complex in Russia. *Science and education*. 2025; 8 (2). (in Russ) <https://cyberleninka.ru/article/n/znachenie-skotovodstva-v-sisteme-agropromyshlennogo-kompleksa-rossii/viewer>
13. Minakov A.V. Problems and prospects of import substitution in the meat market in Russia. *Economy and business: theory and practice*. 2025;3:202-212. (in Russ)
14. Murlenkov N.V., Shendakov A.I. Correlation analysis of breeding indices of Holstein sires depending on age. *Biology in Agriculture*. 2025;3:12-17. (in Russ)
15. Naryshkina E.N., Sermyagin A.A. Evaluation of genetic and genomic variability of sire fertility traits based on genomic loci associated with selection pressure (review). *Achievements of science and technology in the agro-industrial complex*. 2020;34(9):64-72. (in Russ)
16. Nikitkina E., Krutikova A., Musidray A., Plemyashov K. Search for Associations of FSHR, INHA, INHAB, PRL, TNP2, and SPEF2 Genes Polymorphisms with Semen Quality in Russian Holstein Bulls (Pilot Study). *Animals (Basel)*. 2021 Oct 2;11(10):2882. doi: 10.3390/ani11102882. PMID: 34679903; PMCID: PMC8532936.
17. Obzhina E.A., Kelin Yu.V. Reproductive qualities of daughters of sires taking into account haplotype fertility. *Youth and Science*. 2020;12:153-159. (in Russ)
18. Olesyuk A.P., Sergeenkov N.A. Features and prospects for the development of organic agriculture in the Russian Federation. *Bulletin of the Timiryazev Agricultural Academy*. 2025;1:216-228. (in Russ)
19. Basonov O.A., Ginyan R.V., Kozminskaya A.S., Asadchiy A.A. Genotyping as a Factor in Improving Breeding and Productive Traits of Cattle. *Bulletin of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2023; 4(42): 87-102. (in Russ) DOI 10.55196/2411-3492-2023-4-42-87-102
20. Rudenko O.V., Almohammed M. Seasonal Changes in the Reproductive Capacity of Stud Bulls. *Bulletin of the Bashkir State Agrarian University*. 2020; 3: 74-80. (in Russ)
21. Tamaeva A.M. Sanctions Policy and the Development of the Russian Agro-Industrial Complex: Problems and Prospects. *Management Accounting*. 2023; 5: 217-225. (in Russ)
22. Hoff J.L., Decker J.E., Schnabel R.D., Taylor J.F. Candidate lethal haplotypes and causal mutations in Angus cattle. *BMC Genomics*. 2017 Oct 18;18(1):799. doi: 10.1186/s12864-017-4196-2. PMID: 29047335; PMCID: PMC5648474.
23. Chinarov V.I., Strekozov N.I., Chinarov A.V. Problems of expanded reproduction in dairy and beef cattle breeding and their organizational and economic solutions. *Dairy and beef cattle breeding*. 2017;7:16-19.
24. Ishak A., Sumantri C., Noor R., Arifiantini I. Identification of polymorphism of FSH beta-subunit gene as sperm quality marker Bali cattle using PCR-RFLP. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*. Dec. 2011;36:221-227.
25. Ahmed Z. et al. CATSPER2 and SPEF2 are potential molecular markers for boar sperm quality: a population association study. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*. 2024;11:3105-3117.
26. Andreas E. et al. Effect of FSH β -Sub unit and FSHR genes polymorphisms on superovulatory response traits. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*. 2014;4:197-203.
27. Ardici S. The analysis of FSH beta-subunit gene genotypes in East Anatolian Red, East Anatolian Red $\times$ Holstein, and Zavot bulls. *Journal Open Veterinary Science*. 2021;2:91-97.
28. Pausch H., Kölle S., Wurmser C., Schwarzenbacher H., Emmerling R., Jansen S., Trottmann M., Fuerst C., Götz K.U., Fries R. A nonsense mutation in TMEM95 encoding a non-descript transmembrane protein causes idiopathic male subfertility in cattle. *PLoS Genet*. 2014 Jan;10(1):e1004044. doi: 10.1371/journal.pgen.1004044. Epub 2014 Jan 2. PMID: 24391514; PMCID: PMC3879157.
29. Modiba M.C., Nephawe K.A., Mdladla K.H., Lu W., Mtileni B. Candidate Genes in Bull Semen Production Traits: An Information Approach Review. *Veterinary Sciences*. 2022; 9(4):155. <https://doi.org/10.3390/vetsci9040155>
30. Lamas-Toranzo I., Hamze J.G., Bianchi E., Fernández-Fuertes B., Pérez-Cereales S., Laguna-Barraza R., Fernández-González R., Lonergan P., Gutiérrez-Adán A., Wright G.J., Jiménez-Movilla M., Bermejo-Álvarez P. TMEM95 is a sperm membrane protein essential for mammalian fertilization. *Elife*. 2020 Jun 2;9:e53913. doi: 10.7554/eLife.53913. PMID: 32484434; PMCID: PMC7295574.
31. Nogueira E., Tirpák F., Hamilton L.E., Zigo M., Kerns K., Sutovsky M., Kim J., Volkmann D., Jovine L., Taylor J.F., Schnabel R.D., Sutovsky P. A Non-Synonymous Point Mutation in a WD-40 Domain Repeat of EML5 Leads to Decreased Bovine Sperm Quality and Fertility. *Front Cell Dev Biol*. 2022 Apr 5;10:872740. doi: 10.3389/fcell.2022.872740. PMID: 35478957; PMCID: PMC9037033.
32. Salem O.B. et al. The relationship of polymorphism of the SPEF2 gene to individual and mass motility in the Iraqi Holstein bulls. *Int Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation* 2025;6(1):977-989.
33. Salem O.B., Habib H.N., Mohammed O.A. Haplotype Diversity to SPEF2 Gene in the Iraqi Holstein Bulls and Iraqi Buffalo Male. *Int Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation* 2025;6(1):1145-1149.
34. Sang L., Du Q.Z., Yang W.C., Tang K.Q., Yu J.N., Hua G.H., Zhang X.X., Yang L.G. Polymorphisms in follicle stimulation hormone receptor, inhibin alpha, inhibin beta A, and prolactin genes, and their association with sperm quality in Chinese Holstein

- bulls. *Anim Reprod Sci.* 2011 Jul;126(3-4):151-6. doi: 10.1016/j.anireprosci.2011.04.023. Epub 2011 Jun 1. PMID: 21684095.
35. Sharko F.S., Khatib A., Prokhortchouk E.B. Genomic Estimated Breeding Value of Milk Performance and Fertility Traits in the Russian Black-and-White Cattle Population. *Acta Naturae*;2022;14(1):109-122.
36. Taylor JF, Schnabel RD, Sutovsky P. Identification of genomic variants causing sperm abnormalities and reduced male fertility. *Anim Reprod Sci.* 2018 Jul;194:57-62. doi: 10.1016/j.anireprosci.2018.02.007. Epub 2018 Feb 10. PMID: 29454799; PMCID: PMC6503949.
37. Tiwari, M.; Chaube, S.K. Moderate Increase of Reactive Oxygen Species Triggers Meiotic Resumption in Rat Follicu-

Поступила в редакцию / Received: 19.05.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 18.06.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ СПЕРМЫ В НАТИВНЫХ ЭЯКУЛЯТАХ ПЕТУХОВ НА КИНЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗМОРОЖЕННЫХ ГАМЕТ

Антон Алексеевич Курочкин¹, Анна Олеговна Притужалова², Татьяна Ивановна Кузьмина^{3✉}

^{1,2,3}Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста», Российская Федерация

¹младший научный сотрудник лаборатории биологии развития, orcid.org/0000-0003-4430-4770

²научный сотрудник лаборатории биологии развития, orcid.org/0000-0002-2865-9582

³д-р биол.наук, проф., главный научный сотрудник, руководитель лаборатории биологии развития, email: prof.kouzmina@mail.ru, orcid.org/0000-0002-4218-6080

РЕФЕРАТ

Одним из способов повышения эффективности искусственного осеменения у птиц является ранний отбор самцов, продуцирующих сперму с высокими показателями криорезистентности. Первичная оценка эякулятов играет важную роль в прогнозировании жизнеспособности и может стать основой для разработки критериев качества декриоконсервированного семени. В проведенном нами исследовании на выборке петухов (n=139) от 20 пород и популяций были выявлены прогностические признаки, позволяющие на основе оценки показателей нативных эякулятов, сделать выводы о функциональной активности декриоконсервированных сперматозоидов. При концентрации сперматозоидов в нативном эякуляте 3,500 млрд/мл после криоконсервации отмечен максимальный процент гамет с высокими кинетическими показателями (38,12±1,68%). А максимальный процент декриоконсервированных сперматозоидов с высокими показателями общей подвижности (37,05±1,03%) был получен в случае замораживания образцов нативной спермы с общей подвижностью выше 85%.

Ключевые слова: криоконсервация, сперма петухов, концентрация, кинетические показатели, отбор особей.

Для цитирования: Курочкин А.А., Притужалова А.О., Кузьмина Т.И. Влияние концентрации спермы в нативных эякулятах петухов на кинетические показатели размороженных гамет. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:111-116. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.111>

ROLE OF CONCENTRATION AND KINETIC CHARACTERISTICS OF ROOSTER'S NATIVE EJACULATES IN SPERM CRYORESISTANCE FORMATION

Anton Al. Kurochkin¹, Anna Ol. Prituzhalova², Tatyana Iv. Kuzmina^{3✉}

^{1,2,3}All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals – Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Research Center for Animal Husbandry – All-Russian Research Institute of Livestock Breeding named after Academician L.K. Ernst,” Russian Federation

¹Junior Researcher, Developmental Biology Laboratory

²Researcher, Developmental Biology Laboratory

³Doctor of Biological Sciences, Professor, Chief Researcher, Head of the Developmental Biology Laboratory, email: prof.kouzmina@mail.ru

ABSTRACT

One of the ways to improve efficiency of artificial insemination in poultry is early selection of males producing sperm with high cryoresistant properties. Initial ejaculate evaluation plays an important role in predicting viability and can serve as basis for developing quality criteria for decryopreserved semen. In our study, which involved roosters (n=139) from 20 breeds and populations, we identified prognostic indicators that allow us to draw conclusions about the functional activity of decryopreserved sperm based on native ejaculate parameters. At sperm concentration of 3.5 billion/ml in native ejaculate after cryopreservation, was observed the highest percentage of gametes with high kinetic parameters (38.12±1.68%). Maximum percentage of decryopreserved spermatozoa with high rates of total motility (37.05±1.03%) was obtained in the case of freezing native sperm samples with total motility above 85%.

Key words: cryopreservation, rooster sperm, cryoresistance, selection of individuals.

For citation: Kurochkin A.A., Prituzhalova A.O., Kuzmina T.I. Role of concentration and kinetic characteristics of rooster's native ejaculates in sperm cryoresistance formation. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:111-116. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.111>

ВВЕДЕНИЕ

Криоконсервация спермы петухов на сегодняшний день является одним из наиболее эффективных методов, позволяющим сохранять

генетические ресурсы сельскохозяйственной птицы [1]. Однако, в отличие от спермы ряда других сельскохозяйственных видов животных, где криоконсервация спермы применяется на коммерческой основе, криоконсервация спермы

петухов не нашла широкого применения в птицеводстве, главным образом ввиду низких показателей фертильности, наблюдаемых у заморожено/размороженного семени [2].

Успех технологических этапов криоконсервации спермы, проявляющийся в сохранении сперматозоидами функциональной целостности и жизнеспособности, зависит от множества факторов, в том числе от выбора состава разбавителя для спермы, типа криопротектора, протокола криоконсервации, способа упаковки образцов, выбранного температурного режима оттаивания спермы, а также, породной принадлежности или селекционной линии [3,4,5]. Уникальные характеристики сперматозоидов птицы, такие как нитевидная форма головки, диаметр которой приближается к диаметру хвоста, длинный, относительно головки жгутик, небольшой объем цитоплазмы, высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот в составе плазматической мембраны сперматозоидов делают их более восприимчивыми, по сравнению с другими видами, к повреждениям механического и химического характера в процессе криоконсервации [6,7].

Разработка и внедрение тест систем для предиктивного анализа показателей заморожено/оттаянных сперматозоидов, позволит повысить эффективность технологий искусственного осеменения и криоконсервации мужских гамет *Gallus gallus d.* и осуществлять раннее прогнозирование (на ранних этапах онтогенеза) фертильности самцов. Использование маркерных признаков, детектируемых в образцах нативной спермы, указывающих на подвижность заморожено/оттаянного семени, позволили бы проводить ранний скрининг популяции самцов с целью определения потенциала фертильности декриоконсервированного семени, поскольку рядом исследований была установлена положительная корреляция между общей подвижностью сперматозоидов и потенциалом оплодотворения [10,11], а высокая вариабельность кинетических показателей спермы после криоконсервации, показывает перспективность данного подхода [12].

Цель данного исследования - выявить критерии первичной оценки свежеполученных эякулятов для раннего отбора петухов с высокими показателями функциональной активности заморожено/оттаянного семени.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальное поголовье и первичная оценка свежеполученных эякулятов

В исследовании использовались петухи, отобранные от 20 пород и популяций в количестве 139 голов, в возрасте 48-56 недель жизни, «Генетическая коллекция редких и исчезающих пород кур», ВНИИГРЖ. Получение спермы происходило методом абдоминального массажа (Burrows W. и Quinn J., 1937) г., в пенициллиновые флаконы. От каждого петуха сперму брали не менее трех повторностей. Оценку общей подвижности образцов нативных эякулятов и заморожено/оттаянного семени проводили с помощью компьютерной системы анализа подвижности сперматозоидов (Аргус-CASA, Санкт-

Петербург). Концентрацию спермы определяли с помощью спектрофотометра (IMV, США)

Криоконсервация спермы

Полученные эякуляты разбавляли ЛКС-1 (Ленинградская криозащитная среда), разработка ВНИИГРЖ (авторское свидетельство № 1130339) и помещали для эквilibрации в холодильную камеру ($t = 5^{\circ}\text{C}$) на 40 мин. В качестве криопротектора использовали N, N-диметилацетамид (DMA). Добавление DMA осуществлялось после эквilibрации эякулятов в количестве, соответствующем конечной концентрации 6%. После внесения DMA образцы снова помещали в холодильную камеру на 1 мин. для уравнивания температуры. Криоконсервация производилась в гранулах, по методике, разработанной Нарубиной Л. Е., Курбатовым А. Д. и др. Семя набирали в капиллярную пипетку и накапывали в жидкий азот с расстояния 7,5 см от поверхности ($-41,4^{\circ}\text{C}$). Контроль положения пипетки осуществляли с помощью термодатчика (Temperature measuring instrument THERM 2420, AHLBORN). Скорость раскапывания составляла ~ 1,4 гранулы в секунду. Размораживание гранул проводили на нагретой металлической пластине ($t = 60^{\circ}\text{C}$), (разработка ВНИИГРЖ, 1989).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Подвижность сперматозоидов является ключевым параметром при оценке качества спермы, ее способности к оплодотворению и криорезистентности [13]. Логичным представляется использования показателя – «подвижность мужских гамет» в качестве базового критерия для идентификации перспективных биомаркеров их фертильности и криорезистентности, основываясь на корреляционном анализе. В нашем исследовании образцы свежеполученных эякулятов и заморожено/оттаянного семени оценивали по общей подвижности сперматозоидов. Концентрацию сперматозоидов определяли в свежеполученных эякулятах до разбавления спермы. Средняя концентрация сперматозоидов петухов составила $3,130 \pm 0,082$ млрд/мл. Значения находились в пределах от 0,844 до 5,331 млрд/мл, а коэффициент вариации составил 26,69%, что указывает на высокую индивидуальную изменчивость данного показателя.

Общая подвижность нативных эякулятов в среднем составила $83,86 \pm 0,42$, при лимитах от 60 до 91,30%, и коэффициенте вариации 6,10%. Результаты демонстрируют гомогенность исследуемой выборки по вышеобозначенному показателю. Выявленный коэффициент корреляции между концентрацией сперматозоидов и показателем общей подвижности нативной спермы ($r=0,28$, $p<0,001$) свидетельствует о вовлеченности данного показателя в формирование кинетического потенциала сперматозоидов, (Рисунок 1).

Общая подвижность заморожено/оттаянного семени составила – $34,92 \pm 0,86\%$, при лимитах от 5,00 до 67,00% и коэффициенте вариации 29,70%. Полученные данные указывают на высокую индивидуальную изменчивость вышеобозначенного показателя и согласуются с результатами исследований других авторов, подтверждающих наличие субпопуляций самцов с высокой и низкой общей подвижностью заморожено/оттаянного семени в общей популяции [14,15].

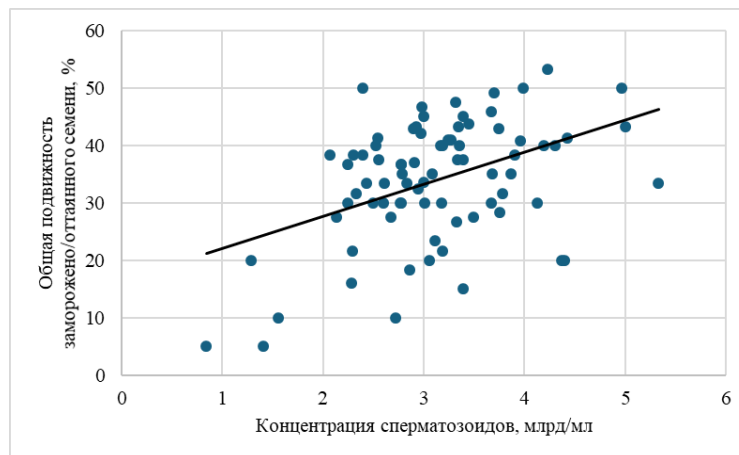


Рисунок 1. Общая подвижность сперматозоидов петухов в связи с концентрацией декриоконсервированного семени петухов, (n=79).

Figure 1. Overall rooster sperm motility in relation to the concentration of decryopreserved rooster semen (n=79).

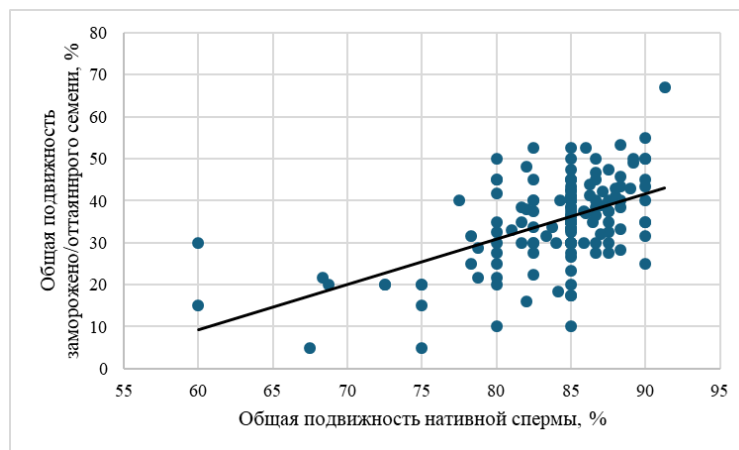


Рисунок 2. Общая подвижность декриоконсервированного семени петухов в связи с общей подвижностью нативных эякулятов, (n=139).

Figure 2. Total motility of decryopreserved rooster semen in relation to total motility of native ejaculates (n=139).

О возможности использования показателей общей подвижности в качестве превентивного индикатора качества декриоконсервированной спермы свидетельствует установленная корреляция между общей подвижностью сперматозоидов в свежеполученных эякулятах и общей подвижностью заморожено/оттаянного семени петухов (0,53, $p < 0,001$), (Рисунок 2). В экспериментах также обнаружена корреляция между концентрацией сперматозоидов и общей подвижностью заморожено/оттаянного семени (0,42, $p < 0,001$).

При расчете референсных значений показателя общей подвижности сперматозоидов, отражающего целесообразность использования самцов для целей криобанкирования нами были получены следующие результаты. Для группы с диапазоном показателей общей подвижности нативной спермы от 60 до 85%, средняя общая подвижность заморожено/оттаянного семени составила $31,26 \pm 1,46\%$, а для значений $< 85\%$ $37,05 \pm 1,03$ ($p < 0,05$).

У групп самцов с более высокой концентрацией спермы и общей подвижностью нативной спермы процент подвижных сперматозоидов в образцах заморожено/оттаянного семени выше,

что свидетельствует о вовлеченности данных показателя в кинетический потенциал сперматозоидов. Вышесказанное подтверждается исследованиями других авторов [16], и указывает на возможность использования данных показателей в качестве стартовых биомаркеров качества декриоконсервированной спермы.

При концентрации сперматозоидов меньше 2,600 млрд/мл средняя общая подвижность заморожено/оттаянной спермы составила $29,37 \pm 2,21$, при концентрации сперматозоидов от 2,600 до 3500 млрд/мл - $34,71 \pm 1,25\%$. В случае концентрации сперматозоидов выше 3,500 млрд/мл - $38,12 \pm 1,68$, (Рисунок). Схожие результаты получены в работах Shawky M et al., которые оценивали влияние концентрации сперматозоидов в формировании кинематики заморожено/оттаянного семени и установили, что в группе с высокой концентрацией сперматозоидов значительно выше показатели общей подвижности и скорости движения сперматозоидов. Вышеуказанные авторы также оценили взаимосвязь показателей концентрации и фертильности сперматозоидов и показали, что в группе самцов с высокой концентраци-

ей спермы также отмечена их высокая фертильность [17]. Исследования, проведенные на других видах сельскохозяйственных животных, выявили схожие тенденции и отметили взаимосвязь концентрации спермы и кинетических показателей заморожено/оттаянного семени [18, 19]. Следует отметить что выбранная нами методология криоконсервации была основана на витрификации и использовании гранул в качестве единиц хранения, в то время как в других исследованиях, при криоконсервации с поэтапным снижением температуры и использованием для замораживания соломин были выявлены обратные корреляционные связи между вышеобозначенными показателями спермы [20]. Выявленные факты могут объясняться негативным влиянием активных форм кислорода, генерируемых сперматозоидами. Так, в исследованиях Chaithongsri M. et al и Patricio A. et al было показано, что в образцах спермы петухов с высокой концентрацией гамет отмечены более высокие показатели окислительного стресса, причиной этого может являться ускорение каскада биохимических реакций, протекающих в митохондриях и, как следствие, повышение уровня генерации АФК [21,22]. Можно предположить, что при витрификация спермы петухов уровни генерации активных форм кислорода ниже, чем при медленном замораживании, что и объясняет выявленные различия.

Сравнительный анализ вышеобозначенных показателей между породами выявил достоверные различия между показателями общей подвижности нативной спермы петухов декоративных пород и пород смешанного направления продуктивности, что указывает на возможность влияния направленного се-

лекционного процесса с целью закрепления экстерьерных признаков на репродуктивные показатели самцов. Схожая тенденция сохранилась и после цикла криоконсервации. Для нативной спермы коэффициент вариации общей подвижности не превышал 9,33%, в то время как для заморожено/оттаянного семени, он мог достигнуть 60,61%. Для отдельных пород средняя концентрация сперматозоидов составила: от $2,834 \pm 0,323$ у первомайской породы до $3,892 \pm 0,270$ млрд/мл у брамы палевой (Таблица 1).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение криоконсервации в отрасль птицеводства сопряжено с рядом трудностей. Разработка новых и совершенствование имеющихся прогностических методов оценки фертильности и криорезистентности мужских гамет птиц, основанных на выявлении особенностей функционирования декриоконсервированных сперматозоидов с использованием комплексных морфофункциональных характеристик, основанных на раннем прогнозировании качества нативной и декриоконсервированной спермы позволит интенсифицировать внедрение технологии искусственного осеменения у птицы и криобанкирование мужских гамет исчезающих и высокоценных пород. В нашем исследовании были выявлены прогностические признаки, способные на ранних этапах оценки нативных эякулятов, сделать выводы о потенциале фертильности декриоконсервированного семени. При концентрации сперматозоидов в нативном эякуляте 3,500 млрд/мл после криоконсервации отмечен максимальный процент гамет с высокими кинетическими показателями ($38,12 \pm 1,68\%$), а максимальный процент декриоконсервированных спермато-

Таблица 1. Кинетические показатели нативной спермы и заморожено/оттаянного семени петухов разных пород.

Table 1. Kinetic parameters of native sperm and frozen/thawed semen of roosters of different breeds.

№	Название породы	Нативная сперма				Заморожено/оттаянная сперма			
		Общая подвижность, %	мин	макс	CV	Общая подвижность, %	мин	макс	CV
1	Чешская золотистая	$80,42 \pm 1,10^A$	78,75	82,50	2,37	$39,58 \pm 5,42$	28,75	45,00	23,70
2	Китайская шелковая	$80,27 \pm 3,09$	68,33	85,00	8,60	$27,53 \pm 5,85^G$	17,50	48,00	47,52
3	Брама палевая	$83,93 \pm 2,09$	60,00	90,00	9,33	$36,07 \pm 2,56$	20,00	52,50	26,60
4	Итальянская куропатчатая	$86,43 \pm 2,69$	82,00	91,30	5,40	$52,50 \pm 8,37$	38,00	67,00	27,62
5	Орловская ситцевая	$85,00 \pm 0$	85,00	85,00	0,00	$28,00 \pm 8$	20,00	36,00	40,40
6	Фавероль	$83,47 \pm 1,70$	78,33	90,00	4,99	$37,50 \pm 4,47$	25,00	55,00	29,21
7	Бентамка ситцевая	$82,50 \pm 2,50$	80,00	87,50	5,25	$40,00 \pm 6,29$	27,50	47,50	27,24
8	Кохихин карликовый	$78,75 \pm 1,25^B$	77,50	80,00	2,24	$40,83 \pm 0,83^H$	40,00	41,66	2,87
9	Брама светлая	$83,83 \pm 0,73$	81,66	85,00	1,94	$38,67 \pm 3,75$	27,50	50,00	21,69
10	Кохинхин голубой	$76,25 \pm 3,75^C$	72,50	80,00	6,96	$35,00 \pm 15$	20,00	50,00	60,61
11	Кампин	$84,52 \pm 0,95$	78,33	87,50	3,56	$34,89 \pm 1,21^I$	30,00	42,50	10,95
12	Полтавская глинистая	$83,33 \pm 1,67$	80,00	85,00	0,46	$30,00 \pm 2,89$	25,00	35,00	16,37
13	Султанка	$83,60 \pm 1,09$	75,00	86,00	4,11	$28,95 \pm 3,29$	10,00	43,33	35,89
14	Ушанка украинская	$83,51 \pm 1,44$	75,00	86,25	4,57	$36,13 \pm 3,44$	20,00	47,50	25,22
15	Московская бойцовая	$86,38 \pm 1,71^D$	78,75	89,17	4,86	$37,19 \pm 5,64$	18,33	50,00	37,11
16	Первомайская	$84,68 \pm 1,20$	80,00	87,14	3,48	$26,77 \pm 4,87$	10,00	42,14	44,58
17	Панциревская	$85,79 \pm 0,68^E$	83,33	88,33	2,09	$37,93 \pm 2,15$	30,00	45,83	15,03
18	Черный австролорп	$85,00 \pm 0$	85,00	85,00	0,00	$35,38 \pm 2,43$	27,50	40,91	15,33
19	Черно-пестрый австролорп	$79,38 \pm 2,59$	68,75	87,50	9,22	$27,50 \pm 4,80^J$	5,00	43,75	49,38
20	Царскосельская	$86,47 \pm 0,72^F$	67,50	90,00	4,57	$36,33 \pm 1,73^K$	5,00	53,33	26,12
	Значения для всей выборки	$83,86 \pm 0,42$	60,00	91,30	6,10	$34,92 \pm 0,86$	5,00	67,00	29,70

Данные представлены в виде $M \pm SEM$, CV – коэффициент вариации (%), A: F – ($p < 0,001$), B:F, C:F, C:E, C:D, G:H, H:K, H:I, H:J – ($p < 0,05$)

зоидов с высокими показателями общей подвижности ($37,05 \pm 1,03\%$) был получен в случае замора-

живания образцов нативной спермы с общей подвижностью выше 85%.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования, НИ-ОКТР № 124020200127-7.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Arif A., Zahoor N., Tang J., Tang M., Dong L., Khan S.Z., Dai G. Cryopreservation strategies for poultry semen: a comprehensive review of techniques and applications. *Veterinary sciences*. 2025;12:145. doi:10.3390/vetsci12020145
2. Benesova B., Trefil P. Possibilities for preserving genetic resources in birds. *World's poultry science journal*. 2016; 72(3): 629-642. doi.org/10.1017/S0043933916000489
3. Wolkers W. F., Woelders H. O. Cryopreservation and Freeze-Drying Protocols. *Methods in molecular biology*. 2015. doi:10.1007/978-1-0716-0783-1_16
4. Ciftci H.B., Aygün A. Poultry semen cryopreservation technologies. *World's poultry science Journal*. 2018;74(4):699-710. doi:10.1017/S0043933918000673
5. Tselutin K., Seigneurin F., Blesbois E. Comparison of cryoprotectants and methods of cryopreservation of fowl spermatozoa *Poultry science*. 1999; 78: 586-590. doi:10.1093/ps/78.4.586
6. Sun Y., Li Y., Zong Y., Mehaisen G. M. K., Chen J. Poultry genetic heritage cryopreservation and reconstruction: advancement and future challenges. *Journal of animal science and biotechnology*. 2022; 13(115). doi:10.1186/s40104-022-00768-2
7. Janosikova M., Petricakova M., Ptacek M., Savvulidi F. G., Rychtarova J., Fulka J., New approaches for long-term conservation of rooster spermatozoa. *Poultry science*. 2023; 102(2). doi: 10.1016/j.psj.2022.102386
8. Zhang L., Sun Y., Jiang C., Sohail T., Sun X., Wang J., Li Y. Damage to mitochondria during the cryopreservation, causing ROS leakage, leading to oxidative stress and decreased quality of Ram sperm. *Reproduction in domestic animals*. 2024; 59(10). doi: 10.1111/rda.14737
9. Zong Y., Li Y., Sun Y., Han X., Yuan J., Ma L., Ma H., Chen J. Mitochondrial aspartate aminotransferase (GOT2) protein as a potential cryodamage biomarker in rooster spermatozoa cryopreservation. *Poultry science*. 2025; 104(2). doi:10.1016/j.psj.2024.104690.
10. Xue F., Liu Y., Lv Z., Zhang J., Xiong S., Zha L., Liu Z., Shu J. Regulatory effects of differential dietary energy levels on spermatogenesis and sperm motility of yellowfeathered breeder cocks. *Frontiers in veterinary science*. 2022; 29(9). doi: 10.3389/fvets.2022.964620
11. Ayeneshet B., Taye M., Esatu W., Tsefa A. Comparative analysis of semen quality and fertility in diverse rooster breeds: a systematic review. *World's Poultry Science Journal*. 2024;80(3):947-975. doi:10.1080/00439339.2024.2338347
12. Madeddu M., Zaniboni L., Marelli S.P., Tognoli C., Belcredito S., Iaffaldano N., Di Iorio M., Cerolini S. Selection of male donors in local chicken breeds to implement the Italian semen cryobank: variability in semen quality, freezability and fertility. *Veterinary science*. 2024; 11(4):148. doi:10.3390/vetsci11040148
13. Mohan J., Sharma S. K., Kolluri G. Dharma K. History of artificial insemination in poultry, its components and significance. *World's poultry science journal*. 2018; 74(3): 475-488. doi:10.1017/S0043933918000430
14. Duračka M., Benko F., Tvrdá E. Molecular markers: a new paradigm in the prediction of sperm freezability. *International journal of molecular sciences*. 2023; 24(4): 3379. doi:10.3390/ijms24043379
15. Ezzati M., Shanehbandi D., Hamdi K., Rahbar S., Pashaiasl M. Influence of cryopreservation on structure and function of mammalian spermatozoa: an overview. *Cell Tissue Banking*. 2020;21(1):1-15. doi:10.1007/s10561-019-09797-0
16. Li Y, Sun Y, Ni A, Tesfay HH, Isa AM, Zong Y, Ma H, Yuan J, Chen J. Factor analysis of semen quality in chicken and its impact on fertility. *Animals*. 2025;15(13):1906. doi: 10.3390/ani15131906.
17. Shawky M, Fawy A.F., Elomda A.M., Elmenawey M.A., Atta A.M., Abbas A.O., Mehaisen G.M.K. Effect of semen dilution rate and dimethyl acetamide levels on post-thaw motility and fertility parameters of rooster sperm. *PLoS One*. 2025; 20(10). doi:10.1371/journal.pone.0335748
18. Alvarez M., Tamayo-Canul J., Anel E., Boixo J. C., Mata-Campuzano M., Martinez-Pastor F., Anel L., Paz P. Sperm concentration at freezing affects post-thaw quality and fertility of ram semen. *Theriogenology*. 2012; 77(6):1111-1118. doi: 10.1016/j.theriogenology.2011.10.013
19. Nascimento J., Raphael C. F., Andrade A. F.C., Alonso M. A., Celeghini E. C.C., Arruda R. P. Effects of Sperm Concentration and Straw Volume on Motion Characteristics and Plasma, Acrosomal, and Mitochondrial Membranes of Equine Cryopreserved Spermatozoa. *Journal of equine veterinary science*. 2008;28(6):351-358. doi:10.1016/j.jevs.2008.04.010
20. Díaz Ruiz E., Delgado Bermejo J. V., Navas González F. J., León Jurado J. M., González Ariza A. Packaging with lower sperm concentrations improves post-thawing quality parameters of rooster semen. *Italian journal of animal science*. 2025; 24(1):89-100. doi:10.1080/1828051X.2024.2442042
21. Chaithongsri M., Pachamon K., Koedkanmark T., Boonkum W., Duangjinda M., Chankitisakul V. Research note: Effect of sample type, sperm concentration, and storage conditions on malondialdehyde levels in rooster semen. *Poultry science*. 2026;105(5). doi:10.1016/j.psj.2025.106054.
22. Patricio A., Cruz D.F., Silva J.V., Padrão A., Correia B. R., Korrodi-Gregório L., Ferreira R., Maia N., Almeida S., Lourenc, J., Silva V., Fardilha M. Relation between seminal quality and oxidative balance in sperm cell. *Acta Urológica Portuguesa*. 2016; 33(1):6-15. doi:10.1016/j.acup.2015.10.001

REFERENCES

1. Arif A., Zahoor N, Tang J., Tang M., Dong L., Khan S.Z., Dai G. Cryopreservation strategies for poultry semen: a comprehensive review of techniques and applications. *Veterinary sciences*. 2025;12:145. doi:10.3390/vetsci12020145.
2. Benesova B., Trefil P. Possibilities for preserving genetic resources in birds. *World's poultry science journal*. 2016; 72(3): 629-642. doi.org/10.1017/S0043933916000489
3. Wolkers W. F., Woelders H. O. Cryopreservation and Freeze-Drying Protocols. *Methods in molecular biology*. 2015. doi:10.1007/978-1-0716-0783-1_16
4. Çiftçi H.B., Aygün A. Poultry semen cryopreservation technologies. *World's poultry science Journal*. 2018;74(4):699-710. doi:10.1017/S0043933918000673
5. Tselutin K., Seigneurin F., Blesbois E. Comparison of cryoprotectants and methods of cryopreservation of fowl spermatozoa *Poultry science*. 1999; 78: 586-590. doi:10.1093/ps/78.4.586
6. Sun Y., Li Y., Zong Y., Mehaisen G. M. K., Chen J. Poultry genetic heritage cryopreservation and reconstruction: advancement and future challenges. *Journal of animal science and biotechnology*.2022; 13(115). doi:10.1186/s40104-022-00768-2
7. Janosikova M., Petricakova M., Ptacek M., Savvulidi F. G., Rychtarova J., Fulka J., New approaches for long-term conservation of rooster spermatozoa. *Poultry science*. 2023; 102(2). doi: 10.1016/j.psj.2022.102386
8. Zhang L., Sun Y., Jiang C., Sohail T., Sun X., Wang J., Li Y. Damage to mitochondria during the cryopreservation, causing ROS leakage, leading to oxidative stress and decreased quality of Ram sperm. *Reproduction in domestic animals*. 2024; 59(10). doi: 10.1111/rda.14737
9. Zong Y., Li Y., Sun Y., Han X., Yuan J., Ma L., Ma H., Chen J. Mitochondrial aspartate aminotransferase (GOT2) protein as a potential cryodamage biomarker in rooster spermatozoa cryopreservation. *Poultry science*. 2025; 104(2). doi:10.1016/j.psj.2024.104690.
10. Xue F., Liu Y., Lv Z., Zhang J., Xiong S., Zha L., Liu Z., Shu J. Regulatory effects of differential dietary energy levels on spermatogenesis and sperm motility of yellowfeathered breeder cocks. *Frontiers in veterinary science*. 2022; 29(9). doi: 10.3389/fvets.2022.964620
11. Ayeneshet B., Taye M., Esatu W., Tsefa A. Comparative analysis of semen quality and fertility in diverse rooster breeds: a systematic review. *World's Poultry Science Journal*. 2024;80(3):947–975. doi:10.1080/00439339.2024.2338347
12. Madeddu M., Zaniboni L., Marelli S.P., Tognoli C., Belcredito S., Iaffaldano N., Di Iorio M., Cerolini S. Selection of male donors in local chicken breeds to implement the Italian semen cryobank: variability in semen quality, freezability and fertility. *Veterinary science*. 2024; 11(4):148. doi:10.3390/vetsci11040148
13. Mohan J., Sharma S. K., Kolluri G. Dhama K. History of artificial insemination in poultry, its components and significance. *World's poultry science journal*. 2018; 74(3): 475-488. doi:10.1017/S0043933918000430
14. Duračka M., Benko F., Tvrdá E. Molecular markers: a new paradigm in the prediction of sperm freezability. *International journal of molecular sciences*. 2023; 24(4): 3379. doi:10.3390/ijms24043379
15. Ezzati M., Shانهbandi D., Hamdi K., Rahbar S., Pashaiasl M. Influence of cryopreservation on structure and function of mammalian spermatozoa: an overview. *Cell Tissue Banking*. 2020;21(1):1–15. doi:10.1007/s10561-019-09797-0
16. Li Y, Sun Y, Ni A, Tesfay HH, Isa AM, Zong Y, Ma H, Yuan J, Chen J. Factor analysis of semen quality in chicken and its impact on fertility. *Animals*. 2025;15(13):1906. doi: 10.3390/ani15131906.
17. Shawky M, Fawy A.F., Elomda A.M., Elmenawey M.A., Atta A.M., Abbas A.O., Mehaisen G.M.K. Effect of semen dilution rate and dimethyl acetamide levels on post-thaw motility and fertility parameters of rooster sperm. *PLoS One*. 2025; 20(10). doi:10.1371/journal.pone.0335748
18. Alvarez M., Tamayo-Canul J., Anel E., Boixo J. C., Mata-Campuzano M., Martinez-Pastor F., Anel L., Paz P. Sperm concentration at freezing affects post-thaw quality and fertility of ram semen. *Theriogenology*. 2012; 77(6):1111-1118. doi: 10.1016/j.theriogenology.2011.10.013
19. Nascimento J., Raphael C. F., Andrade A. F.C., Alonso M. A., Celeghini E. C.C., Arruda R. P. Effects of Sperm Concentration and Straw Volume on Motion Characteristics and Plasma, Acrosomal, and Mitochondrial Membranes of Equine Cryopreserved Spermatozoa. *Journal of equine veterinary science*. 2008;28(6):351-358. doi:10.1016/j.jevs.2008.04.010
20. Díaz Ruiz E., Delgado Bermejo J. V., Navas González F. J., León Jurado J. M., González Ariza A. Packaging with lower sperm concentrations improves post-thawing quality parameters of rooster semen. *Italian journal of animal science*. 2025; 24(1):89–100. doi:10.1080/1828051X.2024.2442042
21. Chaithongsri M., Pachamon K., Koedkanmark T., Boonkum W., Duangjinda M., Chankitisakul V. Research note: Effect of sample type, sperm concentration, and storage conditions on malondialdehyde levels in rooster semen. *Poultry science*. 2026;105(5). doi:10.1016/j.psj.2025.106054.
22. Patricio A., Cruz D.F., Silva J.V., Padrão A., Correia B. R., Korrodi-Gregório L., Ferreira R., Maia N., Almeida S., Lourenc, J., Silva V., Fardilha M. Relation between seminal quality and oxidative balance in sperm cell. *Acta Urológica Portuguesa*. 2016; 33(1):6-15. doi:10.1016/j.acup.2015.10.001

Поступила в редакцию / Received: 19.03.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 24.04.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

СВЯЗЬ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕЛА С КАЧЕСТВОМ СПЕРМОПРОДУКЦИИ КОЗЛОВ ЗААНЕНСКОЙ ПОРОДЫ

Виктория Борисовна Лейбова¹, Елена Владимировна Никиткина², Николай Вячеславович Плешанов³

^{1,2,3} *Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста», Российская Федерация*

¹ *канд. биол.наук., лаборатория популяционной генетики и разведения животных, orcid.org/0000-0002-7017-9988*

² *канд. биол.наук., лаборатория биологии развития, email: nikitkinae@mail.ru, orcid.org/0000-0002-8496-5277*

³ *лаборатория биологии развития, orcid.org/0000-0002-4634-7515*

РЕФЕРАТ

Морфологические характеристики тела связаны с адаптацией животных к конкретной среде обитания, поэтому анализ зоометрических данных имеет важное значение для отбора лучших животных в стадах коз. Цель нашего исследования – поиск связей между морфометрическими показателями тела и качеством спермопродукции. Было сформировано две группы животных: группа I (n=8) – козлы, впервые использовавшиеся в качестве производителей (1,8-1,9 лет) и группа II (n=14) – действующие козлы-производители (2,7 – 3,8 лет). Для оценки качества спермы были отобраны особи, от которых получено не менее 3-х эякулятов: группа I (n=6) и группа II (n=14). Для сравнительного и корреляционного анализа были взяты наивысшие значения по каждому показателю – объем эякулята, концентрация клеток в эякуляте, прогрессивная подвижность, количество клеток в эякуляте. Различий по двенадцати промерам тела и качеству спермы у особей двух групп не выявлено. Обнаружена однонаправленная корреляционная связь параметров спермопродукции с косой длиной тела, обхватом груди, шириной крестца, обхватом пясти, а также индексами костистости, массивности и растянутости ($p < 0,05-0,001$). Полученные результаты предполагают использование морфометрических показателей тела в качестве косвенного признака, связанного с воспроизводительной способностью козлов.

Ключевые слова: козлы-производители, промеры, морфометрия, индексы телосложения, объем эякулята, концентрация клеток в эякуляте, прогрессивная подвижность.

Для цитирования: Лейбова В.Б., Никиткина Е.В., Плешанов Н.В. Связь морфометрических показателей тела с качеством спермопродукции козлов зааненской породы. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:117-122. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.117>

RELATIONSHIP BETWEEN MORPHOMETRIC PARAMETERS OF THE BODY AND THE QUALITY OF SPERM PRODUCTION IN SAANE GOATS

Viktoria B. Leybova¹, Elena V. Nikitkina², Nikolay V. Pleshanov³

^{1,2,3} *All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals – Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Research Center for Animal Husbandry – All-Russian Research Institute of Livestock Breeding named after Academician L.K. Ernst”, Russian Federation*

¹ *Candidate of Biological Sciences, Laboratory of Population Genetics and Animal Breeding, orcid.org/0000-0002-7017-9988*

² *Candidate of Biological Sciences, Laboratory of Developmental Biology, orcid.org/0000-0002-8496-5277*

³ *Laboratory of Developmental Biology, orcid.org/0000-0002-4634-7515*

ABSTRACT

Morphological body characteristics are linked to animal adaptation to a specific habitat, so analysis of zoometric data is essential for selecting the best animals in goat herds. The aim of our study was to identify links between body morphometric parameters and sperm quality. Two groups of animals were formed: Group I (n=8) – bucks being used as breeders for the first time (1,8-1,9 years old) and Group II (n=14) – bucks in active production (2,7-3,8 years old). To assess sperm quality, individuals from which at least three ejaculates were collected were selected: Group I (n=6) and Group II (n=14). The highest values for each indicator—ejaculate volume, sperm concentration, progressive motility, and total sperm count in the ejaculate—were used for comparative and correlation analysis. No differences were found in twelve body measurements or sperm quality between individuals in the two groups. A unidirectional correlation between sperm production parameters and oblique body length, chest girth, rump width, metacarpal girth, as well as indices of bone content, massiveness, and elongation was found ($p < 0.05-0.001$). These results suggest the use of body morphometric parameters as an indirect indicator of buck reproductive performance.

Key words: stud bucks, measurements, morphometry, body conformation indices, ejaculate volume, ejaculate cell concentration, progressive motility.

For citation: Leybova V.B., Nikitkina E.V., Pleshanov N.V. Relationship between morphometric parameters of the body and the quality of sperm production in Saane goats. Legal regulation in veterinary medi-

ВВЕДЕНИЕ

Плодовитость самца играет важную роль в достижении высокой продуктивности и репродуктивной эффективности козьего стада [6]. Оценка репродуктивного потенциала самцов осуществляется посредством изучения его репродуктивных качеств, где принимаются во внимание способность к спариванию, качество спермы (подвижность и морфология сперматозоидов) и зоометрия [11]. В свою очередь морфологические характеристики тела связаны с адаптацией животных к конкретной среде обитания, поэтому анализ зоометрических данных животных имеет важное значение для отбора лучших животных в стадах коз [9, 15]. На вариацию морфометрических показателей тела влияет большое число факторов, обусловленных в том числе климатом, типом и месяцем рождения козлят и т.д. [2]. Размеры животного, в частности обхват груди, имеет высокую наследуемость, в частности 0,41 для зааненской и 0,50 для альпийской пород [14]. На основе легкодоступных морфометрических данных можно оценивать живую массу животного, когда нет возможности провести взвешивание. Масса тела имеет положительную и значимую корреляцию со многими морфометрическими измерениями [12], но из всех показателей промеров наиболее оптимальным параметром для её оценки у коз является обхват груди [7, 10]. Kerketta et. al. (2015) обнаружили, что живая масса имеет положительную корреляцию с биометрией мошонки, а у самцов старше 1 года и с общим объемом эякуляции, а такие параметры тела как его длина и обхват груди также положительно коррелируют с объемом эякулята [12]. Кроме того, при большем объеме эякулята и хорошей активности сперматозоидов, наблюдается меньше морфологических дефектов сперматозоидов [5]. Koutinhoun et. al. (2017) наблюдали, что морфометрические параметры яичек, сильно и положительно коррелируют с морфометрическими признаками тела, включая ширину плеч, окружность грудной клетки и длину таза [12]. Аккра et. al. (2012) установили, что измерения тела положительно коррелируют с измерениями яичек, и как измерения тела, так и измерения яичек положительно соотносятся с характеристиками спермы у баранов породы Янкаса [4]. Ambali et. al. (2013) заявили, что измерения тела (масса тела, обхват груди, высота в холке) и форма яичек могут быть использованы для оценки качества спермы у козлов [5]. И наконец по данным Zapata-Campos S. et. al (2024 г.) козлы средней и высокой социальной иерархией, с лучшими тестикулярными характеристиками и качеством спермы, имели более высокие значения измерений тела [16].

Таким образом, знания о корреляционных связях между морфометрическими характеристиками тела и показателями спермопродукции также могут иметь важное значение в прогнозировании репродуктивной способности козлов.

Целью данного исследования является сравнение показателей промеров у козлов разного возраста и поиск связи между морфометрией

тела и параметрами спермопродукции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работу проводили в хозяйстве «ПЗ Приневское» Ленинградской области. Было сформировано две группы козлов: группа I (n=8) – животные в возрасте 1,8-1,9 лет, которые впервые использовались в качестве производителей и группа II (n=14) – козлы производители в возрасте 2,7 – 3,8 лет. Животные вне сезона разведения находились на беспривязном содержании в индивидуальных боксах, в сезон размножения содержались в клетках по шесть голов. Снятие промеров осуществляли в начале случного сезона (сентябрь). Были определены следующие морфометрические показатели: высота в холке (ВХ), высота в крестце (ВК), косая длина туловища (КД), обхват и глубина груди (ОГ и ГГ), ширина груди за лопатками (ШГЛ) и по плечелопаточному суставу (ШГПЛ), ширина крестца по маклокам (ШК), ширина по седалищным буграм (ШСБ), обхват пясти (ОП), длина и ширина головы (ДГ и ШГ).

Для измерения животных использовали: циркуль Вилькенса., мерную палку (Дивовский завод ОАО «Ветзоотехника», Россия), измерительную ленту. На основе взятых промеров вычислены индексы телосложения, используемые в отечественном животноводстве: перерослости, компактности, длинноногости, растянутости, компактности, массивности, грудной, тазогрудной, шилозадости, широколобости, большеголовости.

Данные по спермопродукции были взяты из журнала учёта получения спермы, который ведётся в хозяйстве. Эякулят у козлов для оценивания специалисты хозяйства получали с 7.00 до 8.30 на живую козу в период охоты с использованием искусственной вагины.

Для анализа параметров спермы были отобраны особи, от которых получено не менее 3-х эякулятов: группа I (n=6) и группа II (n=8). Непосредственно для сравнительного и корреляционного анализа взяты наивысшие значения по каждому показателю – объем эякулята, концентрация клеток в эякуляте, прогрессивная подвижность, количество клеток в эякуляте, количество подвижных клеток в эякуляте.

Полученные данные обрабатывали с помощью программы SigmaPlot 15 (Systat Software, Inc., США). Применяли метод однофакторного дисперсионного анализа. Для оценки сравниваемых показателей в случае их нормального распределения, которое определяли с помощью критерия Шапиро-Уилка, использовали критерий Тьюки, а при отсутствии нормального распределения – критерий Данна. В таблицах результаты выражали как средние значения и стандартные ошибки (Mean±SEM). С учётом установления нормальности данных корреляцию оценивали с помощью критерия Пирсона или Спирмена. Различия объявлялись значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе исследования был проведено сравнение морфометрических показателей тела и индексов телосложения козлов группы I и II (табл.1).

Анализ полученных данных показал отсутствие статистически значимых различий по промерам у животных двух групп. Коэффициент изменчивости (Cv) по большинству показателей в обеих группах был менее 10%, и только ширина груди по плечелопаточному суставу и ширины крестца в группе I показал средние значения Cv (11,2-14%). Высота в холке является единственным морфометрическим показателем тела, который оценивается при бонитировке племенных козлов в Российской Федерации. В обеих группах данный признак в среднем превышал минимально допустимое значение (80 см) на 10,5% - 11,6%. [3] и, кроме того, продемонстрировал низкую изменчивость (3,4-5,5%).

На основе промеров были определены зоометрические индексы, которые используются как для определения направления продуктивности животных, так и в качестве основания для классифика-

ции гармоничных типов внутри породы [8].

Индексы телосложения в обеих группах показали сходные значения (табл. 2), за исключением более высокого индекса компактности у молодых козлов ($p < 0,05$), который, являясь показателем развития массы тела с возрастом, меняется незначительно. Данный результат, в совокупности с отсутствием различий по промерам между козлами разных возрастных групп, вероятно, обусловлен направленной селекцией, проводимой в сторону получения более крупных особей.

Показатели спермопродукции для сравнения были взяты у животных, которые использовались не менее 3-х раз, количество эякулятов не показало достоверных различий между группами I и II: $7,3 \pm 1,74$ и $10,0 \pm 2,25$ эякулятов соответственно.

Сами параметры спермы также не показали статистически значимых различий между группами I и II (табл. 3).

Таблица 1. Промеры козлов разных возрастных групп (гр. I и гр. II).

Table 1. Measurements of goats of different age groups (group I and group II).

Показатели, см	Группа			
	I (n=8)		II (n=14)	
	Mean $\pm$ SEM	Cv, %	Mean $\pm$ SEM	Cv, %
Высота в холке	88,4 $\pm$ 1,05	3,4	89,3 $\pm$ 1,33	5,5
Высота в крестце	88,1 $\pm$ 0,81	2,6	87,0 $\pm$ 0,76	3,2
Косая длина	102 $\pm$ 1,63	4,5	105 $\pm$ 1,67	6
Обхват груди	117 $\pm$ 2,37	5,8	115 $\pm$ 1,90	6,2
Ширина за лопатками	27,4 $\pm$ 0,88	9,1	28,4 $\pm$ 0,67	8,8
Ширина по пл/л суставу	28,4 $\pm$ 1,12	11,2	29,3 $\pm$ 0,65	8,2
Глубина груди	46,6 $\pm$ 0,74	4,5	45,9 $\pm$ 0,70	5,3
Ширина крестца по маклокам	22,4 $\pm$ 1,11	14,0	21,2 $\pm$ 0,45	7,7
Ширина по седалищным буграм	15,3 $\pm$ 0,37	6,8	15,2 $\pm$ 0,25	6,1
Обхват пясти	12,4 $\pm$ 0,35	8,0	12,4 $\pm$ 0,27	8,1
Длина головы	25,7 $\pm$ 0,60	6,6	25,9 $\pm$ 0,45	6,5
Ширина головы	16,0 $\pm$ 0,35	6,3	16,7 $\pm$ 0,28	6,1

Таблица 2. Индексы телосложения козлов разных возрастных групп (гр. I и гр. II).

Table 2. Body conformation indices of goats of different age groups (group I and group II).

Индексы, %	Группа			
	I (n=8)		II (n=14)	
	Mean $\pm$ SEM	Cv, %	Mean $\pm$ SEM	Cv, %
Перерослости	99,74 $\pm$ 1,49	4,2	90,95 $\pm$ 6,71	27,6
Костистости	13,99 $\pm$ 0,39	7,9	13,92 $\pm$ 0,40	10,8
Массивности	132,2 $\pm$ 3,72	8,0	129,2 $\pm$ 2,31	6,7
Длинноногости	46,36 $\pm$ 0,66	3,9	48,11 $\pm$ 0,77	5,6
Растянутости	115,5 $\pm$ 2,73	6,7	117,5 $\pm$ 2,09	6,7
Компактности	114,4 $\pm$ 1,44	3,6	110,0 $\pm$ 1,20*	4,1
Грудной	58,93 $\pm$ 1,73	8,3	62,98 $\pm$ 1,70	9,4
Тазогрудной	124,3 $\pm$ 6,40	14,5	135,8 $\pm$ 2,12	5,6
Шилозадости	68,96 $\pm$ 3,18	13,0	71,55 $\pm$ 1,51	7,6
Широколобости	62,58 $\pm$ 2,20	9,9	64,92 $\pm$ 1,63	9,1
Большеголовости	29,06 $\pm$ 0,70	6,8	29,07 $\pm$ 0,73	9,4

Примечание. * $p < 0,05$

Таблица 3. Качество спермы козлов гр. I и гр. II.

Table 3. Sperm quality of goats of group I and group II.

Показатели	Группа			
	I (n=6)		II (n=8)	
	Mean $\pm$ SEM	Cv, %	Mean $\pm$ SEM	Cv, %
Объём, мл	2,75 $\pm$ 0,34	29,9	2,94 $\pm$ 0,37	35,7
Концентрация, млрд, мл	4,36 $\pm$ 0,15	0,90	4,40 $\pm$ 0,10	0,97
Подвижность, %	99,82 $\pm$ 0,32	0,83	99,75 $\pm$ 0,25	0,71
Всего клеток, млрд	11,63 $\pm$ 1,58	33,3	12,38 $\pm$ 1,85	42,4
Активные клетки, млрд	11,49 $\pm$ 1,57	33,5	11,06 $\pm$ 1,23	31,3

Примечание. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

В работе Барковой А. С. и др. (2021г.) объём эякулята у козлов-производителей молочного направления продуктивности составлял в среднем 1,75 мл, с колебаниями от 1,0 мл до 2,5 мл [1]. В нашем исследовании фактические пределы варьирования находились в диапазоне от 1,5 до 4,5 мл, что обусловлено взятием от каждого животного наивысших значений данного признака.

Так как морфометрические показатели тела и параметры спермопродукции не показали статистически значимых различий между животными разных возрастных групп, для проведения корреляционного анализа они были объединены в одну группу (табл. 4).

Было установлено, что из всех промеров с возрастом особи положительно коррелировала ширина головы ($r = -0,44^*$ при $p < 0,05$), а с месяцем рождения – ширина груди за лопатками ($r = -0,45^*$ при $p < 0,05$). Последнее согласуется с нашими предыдущими исследованиями, когда особи, родившиеся в начале сезона козления, имели, в том числе, большую ширину груди и сохраняли это различие к 1,5 годам [2].

Анализ ассоциативных связей между морфометрическими показателями тела и параметрами спермопродукции обнаружил однонаправленную корреляционную зависимость между объёмом эякулята, подвижностью клеток, концентрацией клеток в эякуляте, в том числе активных сперматозоидов в эякуляте с одной стороны и косой длиной туловища, шириной крестца, обхватом груди

и пясти с другой стороны ($p < 0,05-0,001$). В ряде работ была также установлена положительная зависимость между морфометрическими признаками тела и качеством спермы у самцов мелкого рогатого скота, но чаще всего в этой связи упоминается величина обхвата груди [4, 5].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Морфометрические признаки тела козлов впервые участвующих в случном сезоне и уже действующих козлов-производителей зааненской породы показали сходные величины обусловленное направленным разведением на получение более крупных особей. Сравнение максимальных значений параметров спермопродукции у козлов двух групп не показали статистически значимых различий.

Установлена положительная корреляционная связь между некоторыми промерами (косой длиной тела, обхватом груди, шириной крестца, обхватом пясти), индексами телосложения (костистости, массивности и растянутости) и наивысшими значениями параметров спермопродукции полученными от этого животного (объёмом эякулята, количеством общих и активных клеток в эякуляте, подвижностью сперматозоидов), $p < 0,05-0,001$.

Таким образом направленность на получение более крупных производителей, по-видимому, является правильной стратегией в разведение, а морфометрические признаки тела могут использоваться в качестве косвенного предиктора, связанного с воспроизводительной способностью козлов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки, проект №124020200029-4.

Таблица 4. Корреляционная зависимость между морфометрией тела и показателями спермопродукции (n=14).

Table 4. Correlation between body morphometry and sperm production parameters (n=14).

Промеры и индексы телосложения	Показатели спермопродукции (n=14)			
	Объём эякулята	Всего активных клеток в эякуляте	Всего клеток в эякуляте	Подвижность сперматозоидов
Высота в холке	-0,26	-0,39	-0,25	-0,25
Высота в крестце	-0,14	-0,28	-0,14	-0,13
Косая длина	0,78***	0,65*	0,82***	0,81***
Обхват груди	0,59*	0,64*	0,69**	0,67*
Ширина за лопатками	0,23	0,19	0,32	0,32
Ширина по пл/л суставу	0,21	0,26	0,34	0,34
Глубина груди	-0,01	0,03	0,10	0,10
Ширина крестца	0,61*	0,71**	0,68*	0,67*
Ширина по седалищным буграм	0,42	0,32	0,42	0,42
Обхват пясти	0,76**	0,68*	0,74**	0,73**
Длина головы	0,05	0,30	0,14	0,14
Ширина головы	0,36	0,40	0,41	0,41
Инд. перерослости	0,12	0,15	0,13	0,13
Инд. костистости	0,75**	0,75**	0,72**	0,71**
Инд. массивности	0,56*	0,67*	0,62*	0,60*
Инд. длинноногости	-0,160	-0,38	-0,24	-0,24
Инд. растянутости	0,74**	0,73**	0,77**	0,76**
Инд. компактности	-0,19	0,02	0,11	-0,11
Инд. грудной	0,23	0,20	0,30	0,30
Инд. тазогрудной	-0,21	-0,27	-0,13	-0,13
Инд. шилозадости	-0,09	-0,32	-0,18	-0,18
Инд. широколобости	0,18	0,06	0,17	0,17
Инд. большеголовости	0,22	0,51	0,29	0,29

Примечание. Примечание. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Баркова А.С., Шурманова Е.И., Шурмухина Ю.В. Оценка качества спермы и клеточного состава крови козлов-производителей. *Аграрное образование и наука*. 2021;1:10.
2. Лейбова В.Б., Позовникова М.В. Вариативность морфометрических параметров тела у коз зааненской породы разных месяцев рождения и их связь с продуктивными и репродуктивными показателями. *Животноводство и кормопроизводство*. 2024;107(3): 47-56. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-107-3-47>
3. Порядок и условия проведения бонитировки племенных коз молочного направления продуктивности. Утверждены приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 27 мая 2019 г № 281. М. Росинформагротех. 2019: 31
4. Akpa G.N., Suleiman I.O., Alphonsus C. Relationships between body and scrotal measurements, and semen characteristics in Yankasa ram. *Continental Journal of Animal and Veterinary Research*. 2012; 4(1):7-10.
5. Ambali A.L., Akpa G.N., Suleiman I.O. Relationship between sperm morphology semen characteristics, testicular measurements and body conformation traits in Red Sokoto goat. *International Journal of Advanced Biological Research*. 2013;3(3):348-53.
6. Cadena-Villegas S., Hernández-Marín J.A., Gallegos-Sánchez J., Germán-Alarcón C.G., Pérez-Hernández P. Reproductive management of the male goat: a review. *Agro Productividad*. 2021;14 (8):11-117. <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i8.2102>
7. Chacón E., Macedo F., Velázquez F., Paiva S.R., Pineda E., McManus C. Morphological measurements and body indices for Cuban Creole goats and their crossbreds. *Rev. Bras. Zootec.* 2011;40(8):1671–1679. doi.org/10.1590/S1516-35982011000800007
8. Contreras G., Chirinos Z., Zambrano S., Molero E., Paéz A. Morphological characterization and zoometric indexes of Criollo Limonero cows of Venezuela. *Rev. Fac. Agron.* 2011;28:91-103
9. Ferreira T.A., Martins P.G., Gouveia G.C., Abreu L.R., Gouveia A.M., Facó O., Colosimo E.A., Furusho-Garcia I.F., Pereira I.G. Proportional hazard models associated with the survival of dairy goats reared in a tropical environment. *Small Ruminant Research*. 2020;184:106063. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2020.106063>
10. Fonseca J.D.S., Pimenta J.L.L.D.A., Moura L.S.D., Souza L.C.D., Silva T.L.D., Fonseca C.E.M.D., Oliveira R.V.D. Correlations between body measures with live weight in young male goats. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. 2021;43: e52881. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v43i1.52881>
11. Hoflack G., Van Soom A., Maes D., de Kruif A., Opsomer G., Duchateau L. Breeding soundness and libido examination of Belgian Blue and Holstein Friesian artificial insemination bulls in Belgium and The Netherlands. *Theriogenology*. 2006;66(2):207–216. doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.11.003
12. Kerketta S., Singh M., Patel B.H.M., Dutt T., Upadhyay D., Bharti P.K., Kamal R., Relationships between age, body measurements, testicular measurements and total ejaculation of semen in local goat of Rohilkhand region. *Small Ruminant Research*. 2015;130:193-196. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.07.006>
13. Koutinhoun G.B., Tougan P.U., Boko K.C., Douada I.H., Zannou M.S., Aholou A.B.R., Beckers Y., Hanzen C., Thewis A. Testicular and body morphometric traits of mature rams of Djallonke and Ouda breeds reared in north Benin. *International Journal of Veterinary Science*. 2017;6(2):108-13.
14. Manfredi E., Piacere A., Lahaye P., Ducrocq, V. Genetic parameters of type appraisal in Saanen and Alpine goats. *Livestock Production Science*. 2001;70(3):183-189.
15. Silanikove N. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. *Small Rumin Res*. 2000;35:181–93. [http://dx.doi.org/10.1016/S0921-4488\(99\)00096-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-4488(99)00096-6)
16. Zapata-Campos C., Vazquez-Martinez Y., Alva-Perez J., Sanchez-Davila F. Relationships among social hierarchy, body weight, conformation, and sexual behavior during growth period of creole goats bucks/ C. Zapata-Campos. *JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences*. 2024;34(3). <https://doi.org/10.36899/JAPS.2024.3.0759>

REFERENSES

1. Barkova A.S., Shurmanova E.I., Shurmukhina Yu.V. Evaluation of sperm quality and blood cellular composition of breeding goats. *Agrarian education and science*. 2021; 1:10. (in Russ)
2. Leybova V.B., Pozovnikova M.V. Variability of body morphometric parameters in Saanen goats of different months of birth and their relationship with productive and reproductive indicators. *Animal husbandry and forage production*. 2024;107:3: 47-56. (in Russ) <https://doi.org/10.33284/2658-3135-107-3-47>
3. The procedure and conditions for the assessment of breeding goats of dairy productivity. Approved by order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation dated May 27, 2019 N. 281. M.: Rosinformagrotekh, - 2019: 31. (in Russ)
4. Akpa G.N., Suleiman I.O., Alphonsus C. Relationships between body and scrotal measurements, and semen characteristics in Yankasa ram. *Continental Journal of Animal and Veterinary Research*. 2012; 4(1):7-10.
5. Ambali A.L., Akpa G.N., Suleiman I.O. Relationship between sperm morphology semen characteristics, testicular measurements and body conformation traits in Red Sokoto goat. *International Journal of Advanced Biological Research*. 2013;3(3):348-53.
6. Cadena-Villegas S., Hernández-Marín J.A., Gallegos-Sánchez J., Germán-Alarcón C.G., Pérez-Hernández P. Reproductive management of the male goat: a review. *Agro Productividad*. 2021;14 (8):11-117. <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i8.2102>
7. Chacón E., Macedo F., Velázquez F., Paiva S.R., Pineda E., McManus C. Morphological measurements and

- body indices for Cuban Creole goats and their crossbreds. *Rev. Bras. Zootec.* 2011;40(8):1671–1679. doi.org/10.1590/S1516-35982011000800007
8. Contreras G., Chirinos Z., Zambrano S., Molero E., Paéz A. Morphological characterization and zoometric indexes of Criollo Limonero cows of Venezuela. *Rev. Fac. Agron.* 2011;28:91-103
9. Ferreira T.A., Martins P.G., Gouveia G.C., Abreu L.R., Gouveia A.M., Facó O., Colosimo E.A., Furusho-Garcia I.F., Pereira I.G. Proportional hazard models associated with the survival of dairy goats reared in a tropical environment. *Small Ruminant Research.* 2020;184:106063. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2020.106063>
10. Fonseca J.D.S., Pimenta J.L.L.D.A., Moura L.S.D., Souza L.C.D., Silva T.L.D., Fonseca C.E.M.D., Oliveira R.V.D. Correlations between body measures with live weight in young male goats. *Acta Scientiarum. Animal Sciences.* 2021;43: e52881. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v43i1.52881>
11. Hoflack G., Van Soom A., Maes D., de Kruif A., Opsomer G., Duchateau L. Breeding soundness and libido examination of Belgian Blue and Holstein Friesian artificial insemination bulls in Belgium and The Netherlands. *Theriogenology.* 2006;66(2):207–216. doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.11.003
12. Kerketta S., Singh M., Patel B.H.M., Dutt T., Upadhyay D., Bharti P.K., Kamal R., Relationships between age, body measurements, testicular measurements and total ejaculation of semen in local goat of Rohilkhand region. *Small Ruminant Research.* 2015;130:193-196. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.07.006>
13. Koutinhouin G.B., Tougan P.U., Boko K.C., Douada I.H., Zannou M.S., Aholou A.B.R., Beckers Y., Hanzén C., Thewis A. Testicular and body morphometric traits of mature rams of Djallonké and Ouda breeds reared in north Benin. *International Journal of Veterinary Science.* 2017;6(2):108-13.
14. Manfredi E., Piacere A., Lahaye P., Ducrocq, V. Genetic parameters of type appraisal in Saanen and Alpine goats. *Livestock Production Science.* 2001;70(3):183-189.
15. Silanikove N. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. *Small Rumin Res.* 2000;35:181–93. [http://dx.doi.org/10.1016/S0921-4488\(99\)00096-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-4488(99)00096-6)
16. Zapata-Campos C., Vazquez-Martinez Y., Alva-Perez J., Sanchez-Davila F. Relationships among social hierarchy, body weight, conformation, and sexual behavior during growth period of creole goats bucks/ C. Zapata-Campos. *JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences.* 2024;34(3). <https://doi.org/10.36899/JAPS.2024.3.0759>

Поступила в редакцию / Received: 31.03.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 10.06.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

ОЦЕНКА ОКСИДАТИВНОГО СТРЕССА И МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТАТУСА ООЦИТОВ *SUS SCROFA DOMESTICUS*, ВИТРИФИЦИРОВАННЫХ В ПРИСУТСТВИИ ТТР_{EG}*10PEG

Анна Олеговна Притужалова¹, Татьяна Ивановна Кузьмина², Антон Алексеевич Курочкин³
^{1,2,3} Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»,
Российская Федерация

¹ науч. сотрудник, лаборатория биологии развития, orcid.org/0000-0002-2865-9582

² д-р биол. наук, проф., глав. науч. сотрудник, зав. лабораторией биологии развития, orcid.org/0000-0002-4218-6080

³ мл. науч. сотрудник, лаборатории биологии развития, orcid.org/0000-0003-4430-4770

РЕФЕРАТ

Витрификация незрелых ооцитов является одним из ключевых способов сохранения репродуктивных клеток *Sus scrofa domestica* для экспериментальной работы и интенсификации внедрения вспомогательных репродуктивных технологий в ветеринарию, инновационных исследований в биомедицине и фармацевтике. В связи с этим, возникает необходимость совершенствования уже имеющихся и формирования новых протоколов витрификации женских гамет свиней. Сегодня ведутся активные исследования, направленные на применение различных гидрогелей для витрификации в области вспомогательных репродуктивных технологий людей, экспериментальных и сельскохозяйственных животных. Появление новых синтезированных прекурсоров для формирования гидрогелей расширяет возможности криоконсервации, однако, требует предварительного анализа на их цитотоксичность. Данное исследование направлено на оценку цитотоксичности прекурсора гидрогеля тетраполиэтиленгликоля титана в 10 мольном избытке полиэтиленгликоля (ТТР_{EG}*10PEG), использованного в качестве добавки в криопротекторы в протоколе криоконсервации ооцитов свиней на стадии зародышевого пузырька. Ооцит-кумуляусные комплексы (ОКК) получали из фолликулов (диаметр 3-5 мм) постмортальных яичников свиней, ранжировали на 4 группы. Экспериментальные группы обрабатывали растворами криопротекторов (КПА), приготовленными на основе среды ТС-199 с добавлением 10% фетальной бычьей сыворотки: КПА-1 – 0,7 М диметилсульфоксида (ДМСО)+0,9 М этиленгликоля (ЭГ) (экспонирование 30 с); КПА-2 – 1,4 М ДМСО+1,8 М ЭГ (экспонирование 30с); КПА-3 – 2,8 М ДМСО+3,6 М ЭГ+0,65 М трегалозы (экспонирование 20с). Для создания условий опыта в КПА-3 трех экспериментальных групп добавляли ТТР_{EG}*10PEG в концентрациях 0,1, 0,01 и 0,001%. После обработки криопротекторами клетки загружали в соломинки и помещали в сосуды Дьюара с LN2 (–196 °C) не менее чем на 1 ч. После девитрификации на водяной бане (120 сек. при 38 °C), проводили оценку статуса хроматина денудированных ооцитов (1,9 μM Hoechst33342), уровня активных форм кислорода (АФК) с помощью флуорохрома DCFH-DA (раб. концентрация 5 мкМ/мл) и митохондриальной активности (500 nM MitoTracker Orange CMTMRos). Выявлено, что добавление в КПА 0,1, 0,01 и 0,001% ТТР_{EG}*10PEG не вызывало достоверного снижения доли клеток с признаками дегенерации после витрификации, отмечено повышение генерации АФК (на 29,5 усл. ед., 34,1 усл. ед. и 15,8 усл. ед. ИФ DCFH-DA) и уровня митохондриальной активности (на 49,21 усл. ед., 31,89 усл. ед., 37,22 усл. ед. ИФ Mito Tracker Orange CMTMRos), что не позволяет рекомендовать применение ТТР_{EG}*10PEG в концентрациях 0,1, 0,01, 0,001% при моделировании состава криопротекторных сред для витрификации ооцитов ввиду отсутствия положительного эффекта на показатели жизнеспособности и морфофункциональной активности девитрифицированных клеток. Мониторинг всех вышеуказанных контролируемых показателей в исследованных концентрациях (0,1, 0,01 и 0,001%) выявил цитотоксичные эффекты на криосохранность женских гамет, что указывает на нецелесообразность использования прекурсора ТТР_{EG}*10PEG в технологии витрификации донорских ооцитов свиней.

Ключевые слова: витрификация, ооцит-кумуляусный комплекс, *Sus scrofa domestica*, гидрогелевые прекурсоры, гидрогели, активные формы кислорода, ядерное созревание.

Для цитирования: Притужалова А.О., Кузьмина Т.И., Курочкин А.А. Оценка оксидативного стресса и морфофункционального статуса ооцитов *Sus scrofa domestica*, витрифицированных в присутствии ТТР_{EG}*10PEG. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:123-129. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.123>

EVALUATION OF OXIDATIVE STRESS AND MORPHOFUNCTIONAL STATUS OF *SUS SCROFA DOMESTICUS* OOCYTES VITRIFIED IN THE PRESENCE OF ТТР_{EG}*10PEG

Anna O. Prituzhalova¹, Tatiana I. Kuzmina², Anton A. Kurochkin³
^{1,2,3} All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals – Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Research Center for Animal Husbandry – All-Russian Research In-

ABSTRACT

Vitrification of immature oocytes is a key method for preserving *Sus scrofa domesticus* reproductive cells for experimental work and for advancing implementation of assisted reproductive technologies in veterinary medicine, as well as innovative research in biomedicine and pharmaceuticals. Therefore, there is a need to improve existing protocols and develop new ones for vitrification of female porcine gametes. Active research is currently underway aimed at using various hydrogels for vitrification in assisted reproductive technologies for humans, experimental animals and farm animals. The emergence new synthesized precursors for hydrogel formation expands possibilities cryopreservation; however, preliminary analysis their cytotoxicity is required. This study aims to evaluate the cytotoxicity of a titanium tetrapolyethylene glycolate hydrogel precursor in a 10-molar excess of polyethylene glycol (TTP_{EG}*10PEG), used as a cryoprotectant additive in cryopreservation protocol for porcine oocytes at germinal vesicle stage. Oocyte-cumulus complexes (OCCs) were obtained from follicles (3-5 mm in diameter) of postmortem porcine ovaries and divided into 4 groups. The experimental groups were treated with cryoprotective agents (CPA) prepared using the TS-199 medium supplemented with 10% fetal bovine serum: CPA -1: 0,7 M dimethyl sulfoxide (DMSO) + 0,9 M ethylene glycol (EG) (30 sec exposure); CPA -2: 1,4 M DMSO + 1,8 M EG (30 sec exposure); CPA -3: 2,8 M DMSO + 3,6 M EG + 0,65 M trehalose (20 sec exposure). To create experimental conditions in CPA -3, TTP_{EG}*10PEG was added to three experimental groups at concentrations of 0,1, 0,01, and 0,001%. After treatment with cryoprotectants, the cells were loaded into straws and placed in Dewar flasks with LN2 (-196 °C) for at least 1 h. After devitrification in water bath (120 sec at 38°C), the chromatin status of denuded oocytes was assessed (1,9 µM Hoechst33342), the level of reactive oxygen species (ROS) using the fluorochrome DCFH-DA (working concentration 5 µM/ml), and mitochondrial activity (500 nM MitoTracker Orange CMTMRos). It was found that the addition of 0,1, 0,01 and 0,001% TTPEG*10PEG to the CPA did not cause a reliable decrease in the proportion of cells with signs of degeneration after vitrification, an increase in ROS generation (by 29,5 conventional units, 34,1 conventional units and 15,8 conventional units of DCFH-DA IF) and level of mitochondrial activity (by 49,21 conventional units, 31,89 conventional units, 37,22 conventional units of Mito Orange CMTMRos IF) was noted, which does not allow us to recommend use of TTP_{EG}*10PEG in concentrations 0,1, 0,01, 0,001% when modeling the composition cryoprotective media for oocyte vitrification due to the lack a positive effect on viability and morphofunctional activity devitrified cells. Monitoring all the above-mentioned controlled parameters at studied concentrations (0,1, 0,01, and 0,001%) revealed cytotoxic effects on cryopreservation female gametes, indicating inappropriateness using the TTP_{EG}*10PEG precursor in vitrification technology donor porcine oocytes.

Key words: vitrification, oocyte-cumulus complex, *Sus scrofa domesticus*, hydrogel precursors, hydrogels, reactive oxygen species, nuclear maturation.

For citation: Prituzhalova A.O., Kuzmina T.I., Kurochkin A.A. Evaluation of oxidative stress and morphofunctional status of *Sus scrofa domesticus* oocytes vitrified in the presence of TTP_{EG}*10PEG. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:123-129. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.123>

ВВЕДЕНИЕ

Вспомогательные репродуктивные технологии свиней являются одним из важнейших направлений воспроизводства в сельском хозяйстве и биомедицинских технологиях. Свиньи являются важным объектом биомедицины для моделирования инфекционных заболеваний, проверки новых синтезированных веществ и фармакологических препаратов [1,2]. В связи с вышесказанным, встает вопрос о получении и длительного хранении генетического материала свиней, в частности женской гаметы.

Витрификация ооцитов — метод, получивший широкое распространение в области вспомогательных репродуктивных технологий сельскохозяйственных животных и обладающий большими возможностями для долговременного хранения женских гамет, исчезающих видов и формирования криобанков [3,4]. Данный способ криоконсервации имеет быстрый и простой протокол, не требует специализированного оборудования, способствует блокированию образования точек роста

кристаллов льда в ооплазме, снижая тем самым, повреждения внутриклеточных компартментов [5]. Тем не менее, метод витрификации имеет свои недостатки и самый главный — высокие концентрации криопротекторных агентов. Применение таких веществ, как ДМСО и этиленгликоль в концентрациях, используемых в протоколе витрификации, имеет высокую токсичность, пагубно влияющую на внутриклеточный гомеостаз, проницаемость зоны пеллюцида, компетентность ооцита к оплодотворению [6,7,8]. Ввиду этого ведется активный поиск компонентов, способных стать альтернативой имеющимся криопротекторным агентам и модифицировать уже имеющиеся протоколы витрификации ооцитов свиней.

Исследования, направленные на применение различных гидрогелей в криоконсервации, на данный момент времени активно ведутся и широко распространены в области вспомогательных репродуктивных технологий людей [9], экспериментальных [10] и сельскохозяйственных животных [11]. Показано, что инкапсулирование кле-

ток в гидрогелях в процессе криоконсервации способно ингибировать точки роста льда за счет связывания свободной воды, снижая тем самым повреждения клеточных структур [12], а также позволяет использовать более низкие концентрации криопротекторных агентов [13]. Появление новых синтезированных прекурсоров для формирования гидрогелей расширяет возможности криоконсервации, однако, требует предварительного анализа на цитотоксичность.

Тетраполиэтиленгликолят титана в 10 мольном избытке полиэтиленгликоля (ТТР_{EG}*10PEG) синтезирован в лаборатории органических материалов на базе института органического синтеза им. И. Я. Постовского (г. Екатеринбург). Прекурсор имеет высокую вязкость, имеет светложелтый цвет, легко растворим в воде и полиэтиленгликоле. В результате реакции ТТР_{EG}*10PEG с водой (молярное содержание воды (y) от 20 до 600) получают прозрачные монолитные гидрогели, устойчивые к синерезису, при этом избыток ПЭГ в составе прекурсора сдвигает равновесие гидролиза в сторону исходных соединений, приводя к увеличению вязкости раствора и образованию трехмерной полимерной сетки [14]. Вышеуказанные свойства определяют данный прекурсор, как перспективный компонент для моделирования нового состава криопротекторных сред для витрификации ооцитов свиней.

Цель исследования - оценить генерацию АФК, митохондриальную активность и деструктивные процессы в ооцитах *Sus scrofa domesticus*, витрифицированных с ТТР_{EG}*10PEG (концентрации 0,1%; 0,01%; 0,001%).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Ооцит-кумулусные комплексы (ОКК), выделяли из антральных фолликулов яичников *Sus scrofa domesticus* породы ландрас *post mortem* (возраст 6–8 месяцев). ОКК отбирали из антральных фолликулов с высоким тургором, высокой степенью васкуляризации, диаметром от 3 до 6 мм. В экспериментах использовали ооциты с гомогенной ооплазмой, равномерной по ширине зоной пеллюциды, окруженные компактными слоем кумулусных клеток (не менее 5–6 слоев). Для процедуры витрификации ОКК обрабатывали тремя растворами криопротекторов (КПА), приготовленными на основе среды ТС-199 с добавлением 10 % фетальной бычьей сыворотки (ФБС, Nu-Clone, Великобритания): КПА-1 – 0,7 М диметилсульфоксида (ДМСО)+0,9 М этиленгликоля (ЭГ); КПА-2 – 1,4 М ДМСО+1,8 М ЭГ; КПА-3 – 2,8 М ДМСО+3,6 М ЭГ+0,65 М трегалозы. Для создания условий опыта в КПА-3 трех экспериментальных групп добавляли ТТР_{EG}*10PEG в концентрациях 0,1, 0,01 и 0,001%. Клетки поэтапно экспонировали в течение 30 с в КПА-1, затем 30 с в КПА-2 и 20 с – в КПА-3, загружали в соломины, после чего помещали в сосуды Дьюара с LN₂ (–196 °C) не менее чем на 1 ч. В процессе размораживания соломины с витрифицированными ОКК помещали на водяную баню (37°C), инкубировали в течение 120 с., извлекали из соломины и поэтапно экспонировали в 0,25 М растворе трегалозы (3 мин) на основе среды ТС-199 с добавлением 10 %

ФБС при 37 °C, 0,19 М растворе (3 мин) и затем в 0,125 М растворе трегалозы (3 мин).

Для определения доли ооцитов с повышенной генерацией АФК клетки очищали от кумулуса, дважды отмывали в стерильном фосфатно-солевом буфере PBS (t = 38,0 °C), переносили в раствор 2',7'-дихлорфлуоресцеина диацетата (DCFH-DA, рабочая концентрация 5 мкМ/мл) и инкубировали в течение 30 мин (t = 38,5 °C), после чего проводили двойную отмывку от остатков флуорохрома [15]. Краситель начинает флуоресцировать только после отщепления ацетильных групп и окисления внутри клетки, превращаясь в 2',7'-дихлорфлуоресцеин.

Для определения уровня митохондриальной активности денудированные ооциты дважды отмывали в стерильном PBS (t = 38,0 °C), переносили в раствор MitoTracker Orange CMTMRos (рабочая концентрация 500 нМ) и инкубировали в темноте при температуре 37 °C в течение 30 минут, после чего проводили двойную отмывку от остатков флуорохрома.

Для оценки статуса хроматина денудированные ооциты помещали на 5–10 мин в теплый (37 °C) 0,9% гипотонический раствор 3-замещенного цитрата натрия, затем переносили на сухое обезжиренное стекло и фиксировали смесью метанола и уксусной кислоты (3:1). Высушенные образцы ооцитов окрашивали раствором Hoechst33342 (рабочая концентрация 1,9 мМ), с добавлением раствора Дабко [16]. Визуализацию образцов, оценку хроматина, интенсивности флуоресценции (ИФ) DCFH-DA и (ИФ) CMTMRos, а также фотофиксацию проводили с помощью микроскопа МИБ2-ФЛ модель ICX41FLLED (Ломо МА) и программного обеспечения MCview. Результаты эксперимента были обработаны с использованием программы Sigma Stat. Все реагенты для исследований, за исключением вышеуказанных, были произведены компанией Sigma-Aldrich. Лабораторная посуда производства фирмы BD Falcon™. Для оценки статистической значимости различий между средними значениями применялся критерий χ^2 при трех уровнях значимости: $P < 0,05$, $P < 0,01$, $P < 0,001$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Переживаемость женских гамет цикла витрификации является одним из главных показателей эффективности протокола криоконсервации ооцитов. Результаты оценки дегенеративных изменений хроматина ооцитов свиней представлены на рисунке 2.

Выявлено достоверное повышение доли клеток с дегенерированным хроматином в витрифицированной контрольной группе в сравнении с нативным контролем (на 28%, $p < 0,001$). Примечательно, что добавление в КПА ТТР_{EG}*10PEG не оказало достоверного влияния на сохранность ооцитов – процент клеток с дегенерированным хроматином был выше нативной популяции на 30, 35 и 24% при добавлении 0,1, 0,01 и 0,001% ТТР_{EG}*10PEG. Не обнаружено достоверных отличий по вышеуказанному показателю между контрольной витрифицированной группой и группами, витрифицированными в присутствии 0,1, 0,01 и 0,001% ТТР_{EG}*10PEG.

Активные формы кислорода (АФК) — это

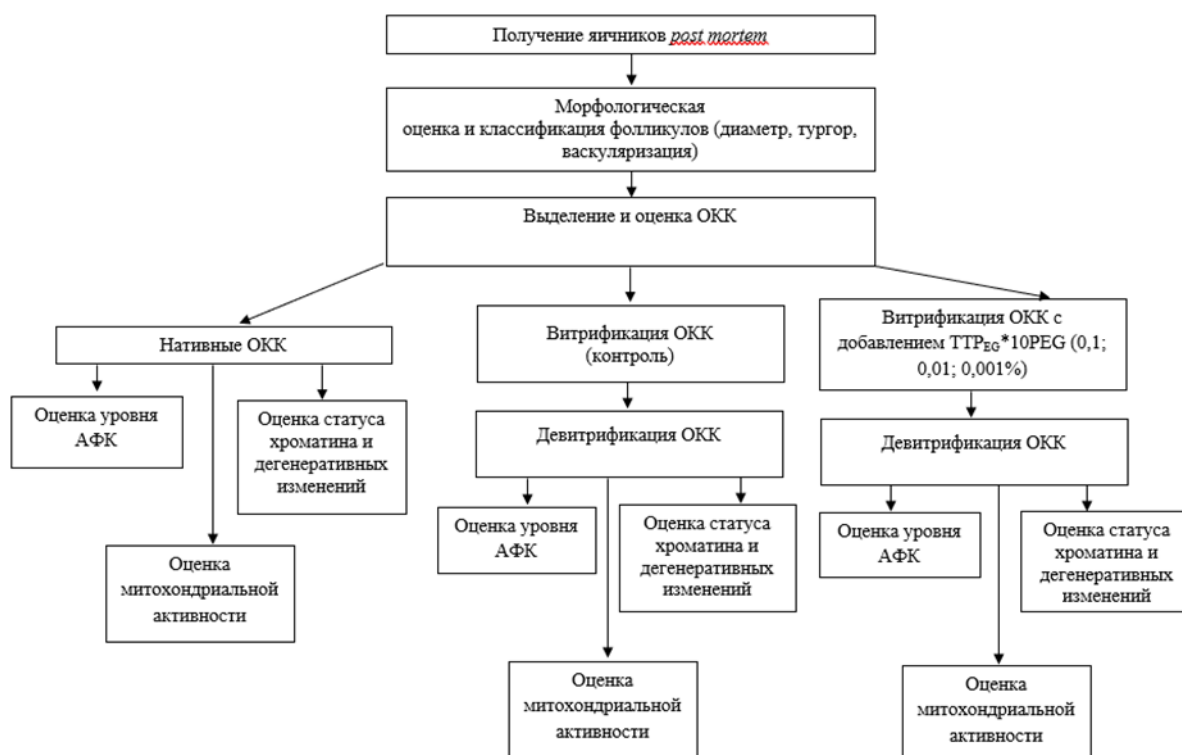


Рисунок 1. Структурно-логическая схема эксперимента. Примечание ОКК-ооцит-кумулюсный комплекс; АФК - активные формы кислорода.

Figure 1. Structural and logical scheme of the experiment. Note: OCC-oocyte-cumulus complex; ROS – reactive oxygen species.

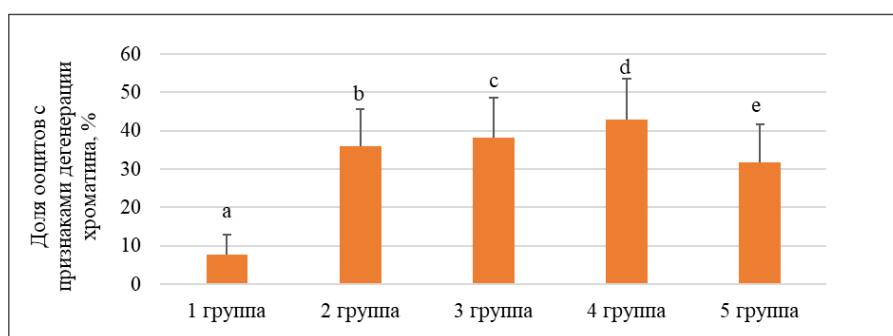


Рисунок 2. Оценка дегенеративных изменений хроматина ооцитов свиней, витрифицированных без и в присутствии ТТР_{EG}*10PEG (n=129). Примечание: 1 группа – нативные ооциты; 2 группа – витрифицированные клетки без ТТР_{EG}*10PEG (контроль); 3 группа - ооциты, витрифицированные с 0,1% ТТР_{EG}*10PEG; 4 группа - ооциты, витрифицированные с 0,01% ТТР_{EG}*10PEG; ооциты, витрифицированные с 0,001% ТТР_{EG}*10PEG. Достоверность сравниваемых значений: ^a:^b; ^a:^c; ^a:^d; ^a:^e - p<0,001.

Figure 2. Evaluation of degenerative changes in chromatin of porcine oocytes vitrified without and in the presence of ТТР_{EG}*10PEG (n=129). Note: Group 1 – native oocytes; Group 2 – vitrified cells without ТТР_{EG}*10PEG (control); Group 3 – oocytes vitrified with 0.1% ТТР_{EG}*10PEG; Group 4 – oocytes vitrified with 0.01% ТТР_{EG}*10PEG; oocytes vitrified with 0.001% ТТР_{EG}*10PEG. Reliability of compared values: ^a:^b; ^a:^c; ^a:^d; ^a:^e - p<0.001.

побочные продукты метаболизма кислорода, образующиеся в результате работы электронно-транспортной цепи клетки. В физиологических значениях АФК могут выступать сигнальными молекулами, контролирующими внутриклеточную и межклеточную сигнализацию. Превышение генерации АФК выше гомеостатического значения вызывает оксидативный стресс, способствует таким нарушениям, как повреждение структуры хроматина, перекисное окисление липидов, повреждение

митохондрий [17]. Оксидативный стресс в ооцитах после процедуры витрификации является одним из ключевых негативных факторов, влияющих на их дальнейшее мейотическое созревание [18].

Показатели генерации АФК и митохондриальной активности в исследуемых группах показан на рисунке 3.

Как видно из рисунка 3, воздействие сверхнизких температур как в контрольной витрифицированной, так и в экспериментальных группах

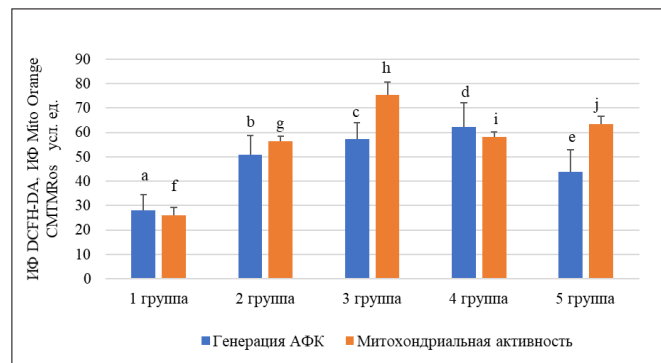


Рисунок 3. Генерация АФК и митохондриальная активность в ооцитах свиней после витрификации с ТТР_{EG}*10PEG (n=159). Примечание: 1 группа – нативные ооциты; 2 группа – витрифицированные клетки без ТТР_{EG}*10PEG; 3 группа – ооциты, витрифицированные с 0,1% ТТР_{EG}*10PEG; 4 группа – ооциты, витрифицированные с 0,01% ТТР_{EG}*10PEG; ооциты, витрифицированные с 0,001% ТТР_{EG}*10PEG. Достоверность сравниваемых значений: a:b - p<0,05; a:c; a:d; g:h; h:i - p<0,01; f:g; f:h; f:i; f:j - p<0,001.

Figure 3. ROS generation and mitochondrial activity in porcine oocytes after vitrification with ТТР_{EG}*10PEG (n=159). Note: Group 1 – native oocytes; Group 2 – vitrified cells without ТТР_{EG}*10PEG; Group 3 – oocytes vitrified with 0.1% ТТР_{EG}*10PEG; Group 4 – oocytes vitrified with 0.01% ТТР_{EG}*10PEG; oocytes vitrified with 0.001% ТТР_{EG}*10PEG. Significance of compared values: a:b - p<0.05; a:c; a:d; g:h; h:i - p<0.01; f:g; f:h; f:i; f:j - p<0.001.

с 0,1, 0,01% и 0,001% ТТР_{EG}*10PEG вызывает повышение генерации АФК в ооцитах, что выражается в его повышении на 22,7, 29,5, 34,1 и 15,8 усл. ед. ИФ DCFH-DA в сравнении с нативным контролем (p<0,05; p<0,01). При этом было выявлено и повышение митохондриальной активности в девитрифицированных ооцитах (как в контрольной, так и в экспериментальных группах) в сравнении с нативными клетками: на 30,15 усл. ед. в контрольной витрифицированной группе (p<0,001); на 49,21 усл. ед. при добавлении 0,1% ТТР_{EG}*10PEG (p<0,001); на 31,89 усл. ед. при 0,01% ТТР_{EG}*10PEG (p<0,001) и на 37,22 усл. ед. при 0,001% ТТР_{EG}*10PEG (p<0,001). При этом, добавление в КПА 0,1% ТТР_{EG}*10PEG вызвал повышение данного показателя в сравнении с витрифицированным контролем на 19,08 усл. ед. (p<0,01) и клетками, витрифицированными с 0,01% ТТР_{EG}*10PEG на 17,32 усл. ед. (p<0,01).

Применение новых синтезированных веществ в технологии витрификации ооцитов свиней является важным направлением ввиду низкой переживаемости незрелых женских гамет и нарушения их дальнейшего мейотического созревания и получения эмбрионов [19]. В нашем исследовании применение в качестве дополнительного компонента нового синтезированного вещества тетраполиэтиленгликоля титана в 10 мольном избытке полиэтиленгликоля не оказало положительного влияния на криотолерантность ооцитов свиней. Прекурсор ТТР_{EG}*10PEG имеет в своем составе такие компоненты, как полиэтиленгликоль и оксид титана (TiO₂) в связанной форме, однако, при низких концентрациях (1% и ниже), данный гидрогель имеет склонность к гидролизу, вследствие чего происходит выпадение в осадок TiO₂. Частицы оксида титана имеют свойство накапливаться в клеточном цитозоле, вызывая избыточную генерацию активных форм кислорода и инициируя, таким образом, оксидативный стресс в клетке [20]. В наших исследованиях до-

бавление в КПА 0,1, 0,01 и 0,001% ТТР_{EG}*10PEG дозозависимо повысило генерацию АФК, а также снизило показатели жизнеспособности ооцитов. Кроме того, присутствие ТТР_{EG}*10PEG в криопротекторе инициировало повышение митохондриальной активности женских гамет (особенно в присутствии 0,1%), что в динамике мейотического созревания ооцитов могло спровоцировать дальнейший оксидативный стресс в клетках, за счет образования побочных продуктов окисления в результате интенсивной работы митохондриальных комплексов I и III в дыхательной цепи клетки [21]. Кроме того, избыток таких криопротекторов, как ДМСО или полиэтиленгликоль также способствуют образованию избытка генерации АФК за счет инициации высвобождения большого количества ионов кальция (Ca²⁺) из эндоплазматического ретикулума в цитоплазму, а затем поглощению большого количества Ca²⁺ митохондриями, что, возможно, в нашем исследовании также стало причиной повышения высокого содержания АФК и снижении жизнеспособности ооцитов после цикла витрификации [22].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований показано, что добавление в криопротектор 0,1, 0,01 и 0,001% ТТР_{EG}*10PEG не вызвало достоверного снижения доли клеток с признаками дегенерации после воздействия сверхнизких температур, при этом вызывая повышение генерации АФК (на 29,5, 34,1 и 15,8 усл. ед. ИФ DCFH-DA) и митохондриальной активности (на 49,21, 31,89, 37,22 усл. ед. ИФ Mito Orange CMTMRos). Полученные экспериментальные данные не позволяют рекомендовать применение ТТР_{EG}*10PEG в концентрациях 0,1, 0,01, 0,001% при моделировании криопротекторных сред для витрификации ооцитов ввиду отсутствия положительного эффекта на показатели жизнеспособности и морфофункциональной активности девитрифицированных клеток.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках выполнения государственного задания НИОКТР 124020200127-7.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Deręowska A., Solarska-Ściuk K., Wnuk M., Schwarzbacherová V. Pig as an interorgan communication model and its applications in biomaterials, drug delivery, and bioengineering research. *Comprehensive Physiology*. 2025; 15(5):70043. doi: 10.1002/cph4.70043
2. Wei J., Zhang W., Li J., Jin Y., Qiu Z. Application of the transgenic pig model in biomedical research: A review. *Frontiers in cell and developmental biology*. 2022;10:1031812. doi: 10.3389/fcell.2022.1031812
3. Кузьмина Т. И. Влияние витрификации на функционирование актинового цитоскелета в ооцитах свиней. *Ветеринария*. 2025;12:44-49. DOI:10.30896/0042-4846.2025.28.12.44-49
4. Кузьмина Т. И., Станиславович Т. И. Влияние витрификации на статус хроматина ооцит-кумулюсных комплексов *Sus Scrofa Domesticus*. *Генетика и разведение животных*. 2019;1; 27-33.
5. López A., Ducolomb Y., Casas E., Retana-Márquez S., Betancourt M., F. Casillas. Effects of porcine immature oocyte vitrification on actin microfilament distribution and chromatin integrity during early embryo development in vitro. *Frontiers in cell and developmental biology*. 2021; 9:636765. doi: 10.3389/fcell.2021.636765
6. Nohalez A., Martinez C. A., Gil M. A., Almiñana C., Roca J., Martinez E. A., Cuello C. Effects of two combinations of cryoprotectants on the in vitro developmental capacity of vitrified immature porcine oocytes. *Theriogenology*. 2015;84(4):545-52. doi: 10.1016/j.theriogenology.2015.04.004
7. Wiltshire A., Schaal R., Wang F., Tsou T., McKerrow W., Keefe D. Vitrification with dimethyl sulfoxide induces transcriptomic alteration of gene and transposable element expression in immature human oocytes. *Genes*. 2023;14:1232. <https://doi.org/10.3390/genes14061232>
8. Zhu Y., Liu H., Zheng L., Luo Y., Zhou G., Li J., Hou Y., Fu X. Vitrification of mammalian oocytes: recent studies on mitochondrial dysfunction. *bioRxiv*. 2024;22(5):428-440. doi: 10.1089/bio.2023.0062
9. Tian C., Shen L., Gong C., Cao Y., Shi Q., Zhao G. Microencapsulation and nanowarming enables vitrification cryopreservation of mouse preantral follicles. *Nature communications*. 2022. 15;13(1):7515. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-34549-2>
10. Desai N., Attard M., Spangler M., Gishto A., Brown A., Wirtjes M. Application of a novel hyaluronan hydrogel for three-dimensional follicle culture and methodology for mouse ovarian follicle cryopreservation. *Journal of visualized experiments : JoVE*. 2025;(219):10.3791/67786. doi:10.3791/67786
11. Francés-Herrero E., Lopez R., Campo H., de Miguel-Gómez L., Rodríguez-Eguren A., Faus A., Pellicer A., Cervelló I. Advances of xenogeneic ovarian extracellular matrix hydrogels for in vitro follicle development and oocyte maturation. *Biomaterials advances*. 2023;151:213480. doi: 10.1016/j.bioadv.2023.213480
12. Chang T., Zhao G. Ice inhibition for cryopreservation: materials, strategies, and challenges. *Advanced science (Weinheim, Baden-Württemberg, Germany)*. 2021;8(6):2002425. doi:10.1002/advs.202002425
13. Huang M., Hu M., Cai G., Wei H., Huang S., Zheng E., Wu Z. Overcoming ice: cutting-edge materials and advanced strategies for effective cryopreservation of biosample. *Journal of nanobiotechnology*. 2025;23(1):187. <https://doi.org/10.1186/s12951-025-03265-6>
14. Khonina T. G., Safronov A. P., Ivanenko M. V., Chupakhin O. N., Pushin V. G. Titanium polyethylene glycolates and hydrogels on the basis of the glycolates. *Russian Chemical Bulletin*. 2014;63(7):1639-1642. doi:10.1007/s11772-014-0647-y
15. Dikalov S. I., Harrison D. G. Methods for detection of mitochondrial and cellular reactive oxygen species. *Antioxidants & Redox Signaling*. 2014;20(2):372-382. DOI:10.1089/ars.2012.4886
16. Sato A., Sarentonglaga B., Ogata K., Yamaguchi M., Hara A., Atchalalt K., Sugane N., Fukumori R., Nagao Y. Effects of insulin-like growth factor-1 on the in vitro maturation of canine oocytes. *The Journal of reproduction and development*. 2018;64(1):83-88. doi:10.1262/jrd.2017-145
17. Momeni A., Haghpahan T., Nematollahi-Mahani S. N., Ashourzadeh S., Eftekhari-Vaghefi S. H. Comparing the effects of vitrification, before and after mouse oocyte in vitro maturation on developmental competence, changes in epigenetic regulators and stress oxidative response. *Biochemical and biophysical research communications*. 2023;679:179-190. doi: 10.1016/j.bbrc.2023.09.005
18. Ren J., Liu G., Cui H., Dong X., Mao S., Liu Y., Dai Y. Effect of glutathione addition on vitrification of ovine oocytes. *Theriogenology*. 2025;240:117412. doi: 10.1016/j.theriogenology.2025.117412
19. López A., Ducolomb Y., Casas E., Retana-Márquez S., Betancourt M., Casillas F. Effects of Porcine Immature Oocyte Vitrification on Actin Microfilament Distribution and Chromatin Integrity During Early Embryo Development in vitro. *Frontiers in cell and developmental biology*. 2021;9:636765. doi: 10.3389/fcell.2021.636765
20. Santacruz-Márquez R., Solorio-Rodríguez A., González-Pérez S., García-Zepeda S. P., Santoyo-Salazar J., De Vizcaya-Ruiz A., Hernández-Ochoa I. Comparative effects of TiO₂ and ZnO nanoparticles on growth and ultrastructure of ovarian antral follicles. *Reproductive toxicology (Elmsford, N.Y.)*. 2020;96:399-412. doi: 10.1016/j.reprotox.2020.08.003
21. Cao B., Qin J., Pan B., et al. Oxidative Stress and Oocyte Cryopreservation: Recent Advances in Mitigation Strategies Involving Antioxidants. *Cells*. 2022;11(22):3573. Published 2022 Nov 11. doi:10.3390/cells11223573
22. Xu X., Cowley S., Flaim C. J., James W., Seymour L., Cui Z. The roles of apoptotic pathways in the low recovery rate after cryopreservation of dissociated human embryonic stem cells. *Biotechnology progress*. 2010;26:827-837. doi: 10.1002/btpr.368

REFERENCES

1. Deręowska A., Solarska-Ściuk K., Wnuk M., Schwarzbacherová V. Pig as an interorgan communication model and its applications in biomaterials, drug delivery, and bioengineering research. *Comprehensive Physiology*. 2025; 15(5):70043. doi: 10.1002/cph4.70043.
2. Wei J., Zhang W., Li J., Jin Y., Qiu Z. Application of the transgenic pig model in biomedical research: A review. *Frontiers in cell and developmental biology*. 2022;10:1031812. doi: 10.3389/fcell.2022.1031812.
3. Kuzmina T.I. Effect of vitrification on the functioning of the actin cytoskeleton in porcine oocytes. *Veterinary medicine*. 2025;12:44-49. DOI:10.30896/0042-4846.2025.28.12.44-49. (In Russ.)
4. Kuzmina T.I., Stanislavovich T.I. Effect of vitrification on the chromatin status in *Sus Scrofa Domesticus* cumulus -

- oocyte complexes. Genetics and breeding of animals. 2019;(1):27-33. (In Russ.)
5. López A., Ducolomb Y., Casas E., Retana-Márquez S., Betancourt M., F. Casillas. Effects of porcine immature oocyte vitrification on actin microfilament distribution and chromatin integrity during early embryo development in vitro. *Frontiers in cell and developmental biology*. 2021; 9:636765. doi: 10.3389/fcell.2021.636765.
 6. Nohalez A., Martínez C. A., Gil M. A., Almiñana C., Roca J., Martínez E. A., Cuello C. Effects of two combinations of cryoprotectants on the in vitro developmental capacity of vitrified immature porcine oocytes. *Theriogenology*. 2015;84(4):545-52. doi: 10.1016/j.theriogenology.2015.04.004.
 7. Wiltshire A., Schaal R., Wang F., Tsou T., McKerrow W., Keefe D. Vitrification with dimethyl sulfoxide induces transcriptomic alteration of gene and transposable element expression in immature human oocytes. *Genes*. 2023;14:1232. <https://doi.org/10.3390/genes14061232>.
 8. Zhu Y., Liu H., Zheng L., Luo Y., Zhou G., Li J., Hou Y., Fu X. Vitrification of mammalian oocytes: recent studies on mitochondrial dysfunction. *bioreserve biobank*. 2024;22(5):428-440. doi: 10.1089/bio.2023.0062.
 9. Tian C., Shen L., Gong C., Cao Y., Shi Q., Zhao G. Microencapsulation and nanowarming enables vitrification cryopreservation of mouse preantral follicles. *Nature communications*. 2022. 15;13(1):7515. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-34549-2>.
 10. Desai N., Attard M., Spangler M., Gishto A., Brown A., Wirtjes M. Application of a novel hyaluronan hydrogel for three-dimensional follicle culture and methodology for mouse ovarian follicle cryopreservation. *Journal of visualized experiments : JoVE*. 2025;(219):10.3791/67786. doi:10.3791/67786.
 11. Francés-Herrero E., Lopez R., Campo H., de Miguel-Gómez L., Rodríguez-Eguren A., Faus A., Pellicer A., Cervelló I. Advances of xenogeneic ovarian extracellular matrix hydrogels for in vitro follicle development and oocyte maturation. *Biomaterials advances*. 2023;151:213480. doi: 10.1016/j.bioadv.2023.213480.
 12. Chang T., Zhao G. Ice inhibition for cryopreservation: materials, strategies, and challenges. *Advanced science* (Weinheim, Baden-Württemberg, Germany). 2021;8(6):2002425. doi:10.1002/adv.202002425.
 13. Huang M., Hu M., Cai G., Wei H., Huang S., Zheng E., Wu Z. Overcoming ice: cutting-edge materials and advanced strategies for effective cryopreservation of biosample. *Journal of nanobiotechnology*. 2025;23(1):187. <https://doi.org/10.1186/s12951-025-03265-6>.
 14. Khonina T. G., Safronov A. P., Ivanenko M. V., Chupakhin O. N., Pushin V. G. Titanium polyethylene glycolates and hydrogels on the basis of the glycolates. *Russian Chemical Bulletin*. 2014;63(7):1639-1642. doi:10.1007/s11172-014-0647-y.
 15. Dikalov S. I., Harrison D. G. Methods for detection of mitochondrial and cellular reactive oxygen species. *Antioxidants & Redox Signaling*. 2014;20(2):372-382. DOI:10.1089/ars.2012.4886.
 16. Sato A., Sarentonglaga B., Ogata K., Yamaguchi M., Hara A., Atchalalt K., Sugane N., Fukumori R., Nagao Y. Effects of insulin-like growth factor-1 on the in vitro maturation of canine oocytes. *The Journal of reproduction and development*. 2018;64(1):83-88. doi:10.1262/jrd.2017-145.
 17. Momeni A., Haghpahan T., Nematollahi-Mahani S. N., Ashourzadeh S., Eftekhari-Vaghefi S. H. Comparing the effects of vitrification, before and after mouse oocyte in vitro maturation on developmental competence, changes in epigenetic regulators and stress oxidative response. *Biochemical and biophysical research communications*. 2023;679:179-190. doi: 10.1016/j.bbrc.2023.09.005.
 18. Ren J., Liu G., Cui H., Dong X., Mao S., Liu Y., Dai Y. Effect of glutathione addition on vitrification of ovine oocytes. *Theriogenology*. 2025;240:117412. doi: 10.1016/j.theriogenology.2025.117412.
 19. López A., Ducolomb Y., Casas E., Retana-Márquez S., Betancourt M., Casillas F. Effects of Porcine Immature Oocyte Vitrification on Actin Microfilament Distribution and Chromatin Integrity During Early Embryo Development in vitro. *Frontiers in cell and developmental biology*. 2021;9:636765. doi: 10.3389/fcell.2021.636765.
 20. Santacruz-Márquez R., Solorio-Rodríguez A., González-Posos S., García-Zepeda S. P., Santoyo-Salazar J., De Vizcaya-Ruiz A., Hernández-Ochoa I. Comparative effects of TiO₂ and ZnO nanoparticles on growth and ultrastructure of ovarian antral follicles. *Reproductive toxicology* (Elmsford, N.Y.). 2020;96:399-412. doi: 10.1016/j.reprotox.2020.08.003.
 21. Cao B., Qin J., Pan B., et al. Oxidative Stress and Oocyte Cryopreservation: Recent Advances in Mitigation Strategies Involving Antioxidants. *Cells*. 2022;11(22):3573. Published 2022 Nov 11. doi:10.3390/cells11223573.
 22. Xu X., Cowley S., Flaim C. J., James W., Seymour L., Cui Z. The roles of apoptotic pathways in the low recovery rate after cryopreservation of dissociated human embryonic stem cells. *Biotechnology progress*. 2010;26:827-837. doi: 10.1002/btpr.368.

Поступила в редакцию / Received: 12.03.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 30.04.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

РОЛЬ ПОЛОЖЕНИЯ И ШИРИНЫ ТАЗА В ФОРМИРОВАНИИ ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ У КОРОВ

Семен Викторович Николаев^{1✉}

¹Институт агробиотехнологий имени А.В. Журавского Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, Российская Федерация

¹канд. вет. наук, вед. научный сотрудник, email: semen.nikolaev.90@mail.ru

РЕФЕРАТ

Проведен анализ влияния положения (угла наклона) и ширины таза в седалищных буграх на репродуктивную функцию высокопродуктивных коров голштинской породы (n=4807). В зависимости от положения таза в первую лактацию установлено, что у коров с оценкой 4 балла индекс осеменений был ниже на 0,25 ($P \leq 0,05$), а период бесплодия короче на 19,1 дня ($P \leq 0,05$) по сравнению с животными, имевшими минимальный наклон (≤ 2 балла). У коров с оценкой 5 баллов различия составили 0,18 ($P \leq 0,05$) и 20,0 дней ($P \leq 0,05$), с оценкой ≥ 6 баллов – 0,22 ($P \leq 0,05$) и 21,7 дня ($P \leq 0,05$) соответственно. В среднем за две лактации у коров с оценкой 4 балла и выше индекс осеменений был ниже на 0,14...0,21 ($P \leq 0,05$), а период бесплодия короче на 12,5...22,8 дня ($P \leq 0,05$) по сравнению с животными, имевшими минимальный наклон таза (≤ 2 балла). В первую лактацию у коров с узким тазом (оценка ≤ 2 балла) период бесплодия был короче на 23,2 дня ($P \leq 0,001$) по сравнению с животными, имевшими широкий таз (оценка ≥ 6 баллов). Во вторую лактацию различия составили 35,8 дня по периоду бесплодия ($P \leq 0,001$) и 0,42 по индексу осеменений ($P \leq 0,05$). В среднем за две лактации у коров с узким тазом период бесплодия был короче на 23,2...35,8 дня ($P \leq 0,001$), а индекс осеменений ниже на 0,17...0,42 ($P \leq 0,05$) по сравнению с животными, имевшими большее расстояние между седалищными буграми. Таким образом, установленное влияние фенотипических особенностей строения таза на воспроизводительную функцию коров требует их учета при ведении селекционной работы.

Ключевые слова: воспроизводительная функция, период бесплодия, индекс осеменений, положение таза, ширина таза, роды.

Для цитирования: Николаев С.В. Роль положения и ширины таза в формировании воспроизводительной функции у коров. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:130-134. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.130>

ROLE OF PELVIC POSITION AND WIDTH IN THE FORMATION OF REPRODUCTIVE FUNCTION IN COWS

Semyon V. Nikolaev^{1✉}

¹Institute of Agrobiotechnologies named after A.V. Zhuravsky Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation

¹Candidate vet. Sciences, Ved. Researcher, email: semen.nikolaev.90@mail.ru

ABSTRACT

An analysis was carried out on the influence of pelvic position (angle of inclination) and width at the ischial tuberosities on the reproductive function of high-yielding Holstein cows (n=4807). Depending on the pelvic position during the first lactation, it was found that in cows with a score of 4 points, the insemination index was lower by 0.25 ($P \leq 0.05$), and the barren period was shorter by 19.1 days ($P \leq 0.05$) compared to animals with minimal inclination (≤ 2 points). In cows with a score of 5 points, the differences were 0.18 ($P \leq 0.05$) and 20.0 days ($P \leq 0.05$); in those with a score of ≥ 6 points, the differences were 0.22 ($P \leq 0.05$) and 21.7 days ($P \leq 0.05$), respectively. On average over two lactations, in cows with a score of 4 points and above, the insemination index was lower by 0.14...0.21 ($P \leq 0.05$), and the barren period was shorter by 12.5...22.8 days ($P \leq 0.05$) compared to animals with minimal pelvic inclination (≤ 2 points). During the first lactation, in cows with a narrow pelvis (score ≤ 2 points), the barren period was shorter by 23.2 days ($P \leq 0.001$) compared to animals with a wide pelvis (score ≥ 6 points). During the second lactation, the differences were 35.8 days for the barren period ($P \leq 0.001$) and 0.42 for the insemination index ($P \leq 0.05$). On average over two lactations, in cows with a narrow pelvis, the barren period was shorter by 23.2...35.8 days ($P \leq 0.001$), and the insemination index was lower by 0.17...0.42 ($P \leq 0.05$) compared to animals with a greater distance between the ischial tuberosities. Thus, the established influence of phenotypic features of pelvic structure on the reproductive function of cows requires their consideration in breeding work.

Key words: reproductive function, barren period, insemination index, pelvic position, pelvic width, calving.

For citation: Nikolaev S.V. Role of the pelvic position and width in the formation of reproductive function in cows. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:130-134. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.130>

ВВЕДЕНИЕ

Воспроизводство стада является ключевым фактором, определяющим экономическую эффективность молочного скотоводства [1,2]. Успешное получение здорового приплода и поддержание оптимальных показателей репродукции напрямую влияют на пожизненную продуктивность коров и интенсивность их использования [3,4]. В современных условиях селекции, направленной на максимальную реализацию генетического потенциала молочной продуктивности, все более острой становится проблема снижения фертильности [5]. Высокопродуктивные животные характеризуются удлинённым межотельным интервалом, повышенной кратностью осеменений на оплодотворение, более частыми родовыми и послеродовыми осложнениями, что в совокупности сокращает срок их хозяйственного использования [6-8].

Среди факторов, определяющих успешность воспроизводства, важная роль отводится полноценному родовому акту и течению послеродового периода [8, 9]. При этом физиологические роды возможны лишь при анатомически правильном строении таза, обеспечивающем беспрепятственное прохождение плода по родовым путям, ограниченным тазовыми костями [10, 11].

Несмотря на очевидную значимость морфологических особенностей костей, формирующих таз, влияние их отдельных параметров во время родового процесса на показатели воспроизводства у коров изучено недостаточно. В связи с этим для разработки научно обоснованных подходов к отбору животных, ориентированных не только на высокую молочную продуктивность, но и на оптимальные показатели репродуктивной способности, требуется детальный анализ особенностей строения таза.

Цель исследований – провести анализ влияния фенотипических особенностей строения таза (положения и ширины в седалищных буграх) на воспроизводительную функцию коров.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являлись коровы голштинской породы (n=4807) с годовой продук-

тивностью свыше 7 тыс. кг молока, принадлежащие агрохолдингу ЗАО «Кировский молочный комбинат» (г. Киров). В анализ были включены животные, отелившиеся в период с 2017 по 2025 год. Характеристику параметров таза устанавливали при линейной оценке коров-первотелок в соответствии с инструкцией по бонитировке крупного рогатого скота молочных и молочно-мясных пород [11]. В работе учитывали такие признаки, как положение и ширина таза в области седалищных бугров.

В соответствии с балльной оценкой все коровы были ранжированы на пять групп: в первую группу вошли особи с оценкой 2 балла и ниже, во вторую – с оценкой 3 балла, в третью – 4, в четвертую – 5, в пятую – 6 баллов и выше. Ретроспективно, с использованием информационно-аналитической системы «Селэкс – Молочный скот» у животных в первую и вторую лактации определяли индекс осеменений (кратность осеменений на оплодотворение) и продолжительность бесплодия. Для контроля возможного влияния уровня молочной продуктивности на воспроизводительную способность дополнительно оценивали удои за первые 100 дней лактации.

Статистический анализ данных осуществлен посредством вычисления средней арифметической и стандартной ошибки. Достоверность различий между сравниваемыми величинами установлена с применением t-критерия Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 1 показано влияние положения таза на кратность осеменений и продолжительность бесплодия у коров первой и второй лактации.

Установлено, что с увеличением наклона таза в каудальном направлении наблюдается улучшение показателей воспроизводительной способности. Наибольшее число осеменений на одно оплодотворение зафиксировано у первотелок с оценкой 3 балла и менее. Во вторую лактацию минимальный индекс осеменений отмечен у коров с оценкой 4 (2,67) и ≥ 6 баллов (2,56), тогда как у животных с оценкой 3 этот показатель оказался выше на 0,14 ($P \leq 0,05$) и 0,25 ($P \leq 0,05$) соответственно. В сумме за две лактации наименьшая кратность осеменений на стельность наблюда-

Таблица 1. Характеристика показателей воспроизводительной функции у коров с различным положением таза.

Table 1. Characteristics of reproductive performance indicators in cows with different pelvic position.

Балл	n	Удой за 100 дней лактации, кг		Индекс осеменений			Период бесплодия, дней		
				Лактация		В среднем	Лактация		В среднем
		1	2	1	2		1	2	
≤ 2	126	3110 ± 81	3288 ± 68	2,86 $\pm 0,13$	2,74 $\pm 0,15$	2,81 $\pm 0,09$	171,8 $\pm 8,9$	169,1 $\pm 12,2$	170,6 $\pm 7,3$
3	1112	3229 $\pm 25^{a**}$	3427 $\pm 23^{a**}$	2,71 $\pm 0,05$	2,81 $\pm 0,05$	2,73 $\pm 0,03$	158,4 $\pm 2,5$	157,8 $\pm 2,5$	158,1 $\pm 1,8^{a*}$
4	1702	3250 $\pm 21^{a**}$	3422 $\pm 19^{a**}$	2,61 $\pm 0,04$	2,67 $\pm 0,04^{b*}$	2,64 $\pm 0,03^{b*}$	152,7 $\pm 2,3^{a*}$	154,2 $\pm 2,5$	153,4 $\pm 1,7^{a*}$
5	1624	3218 $\pm 22^{a*}$	3386 $\pm 20^{a*}$	2,68 $\pm 0,04$	2,72 $\pm 0,05$	2,71 $\pm 0,04$	151,8 $\pm 2,7^{a*}$	152,6 $\pm 2,8$	152,2 $\pm 2,0^{a,b*}$
≥ 6	321	3252 $\pm 37^{a**}$	3368 ± 49	2,64 $\pm 0,09$	2,56 $\pm 0,09^{b*}$	2,60 $\pm 0,06^{b*}$	150,1 $\pm 4,9^{a*}$	144,7 $\pm 4,8^{b*}$	147,8 $\pm 3,5^{a,b*}$

Различия достоверны: $*P \leq 0,05$, по отношению к значениям животных с оценкой положением таза ≤ 2 балла, б к значениям животных с оценкой положением таза 3 балла

Таблица 1. Характеристика воспроизводительной функции у коров в зависимости от ширины таза в седалищных буграх.

Table 1. Characteristics of the reproductive function in cows depending on the width of the pelvis at the ischial tuberosities.

Балл	n	Удой за 100 дней лактации, кг		Индекс осеменений			Период бесплодия, дней		
		1	2	Лактация		В среднем	Лактация		В среднем
				1	2		1	2	
≤2	91	3483±58	3470±75	2,68±0,17	2,36±0,15	2,55±0,12	139,0±9,4	122,3±6,4	132,4±6,3
3	703	3291±25 ^{a**}	3426±32	2,69±0,06	2,55±0,07	2,63±0,04	148,1±3,4	145,5±3,9 ^{a**}	147,0±2,6 ^{a*}
4	1577	3213±22 ^{a***б*}	3420±20	2,66±0,04	2,72±0,04 ^{aб*}	2,69±0,03	155,3±2,5	155,1±2,6 ^{a***б*}	155,2±1,8 ^{a***б*}
5	1807	3199±21 ^{a***б**}	3358±18	2,65±0,04	2,78±0,04 ^{aб*}	2,71±0,03	154,6±2,2	157,6±2,3 ^{a***б**}	156,0±1,6 ^{a***б**}
≥6	707	3194±39 ^{a***б*}	3466±32	2,68±0,06	2,78±0,07 ^{aб*}	2,72±0,05	162,2±3,9 ^{aб*}	158,1±3,7 ^{a***б*}	160,4±2,7 ^{a***б**}

Достоверно *P≤0,05, **P≤0,01, ***P≤0,001 по отношению а к значениям животных с оценкой ширины таза ≤2 балла, б к значениям животных с оценкой ширины таза 3 балла.

лась у коров с максимально высокой оценкой положения таза (2,60) и значением 4 балла (2,64). Наихудший показатель после двух отелов зарегистрирован у животных с минимальным наклоном в сторону седалищных бугров (2,81), что превышало значения самок с оценкой 4 и ≥6 баллов на 0,17 и 0,21 соответственно. У коров с оценкой 3 балла разница по сравнению с животными, получившими 4 балла, составила 0,14 (P≤0,05), а относительно особей с оценкой ≥6 – 0,21 (P≤0,05).

Анализ периода бесплодия показал, что в первую лактацию самый короткий промежуток до зачатия наблюдается у коров с оценкой более 3-х баллов (150,1...152,7 дня). При этом первотелки с оценкой 2 балла и менее были бесплодны на 19,1...21,7 дней дольше (P≤0,05) по сравнению с коровами, оцененными в 4 балла и более. Во вторую лактацию наблюдалась схожая динамика – укорочение количества дней бесплодия с увеличением наклона таза. Так, коровы с оценкой 6 и более баллов имели промежуток от отела до оплодотворения на 13,1 дней короче по сравнению с самками, оцененными в 3 балла (P≤0,05). В целом по двум анализируемым лактациям разница между коровами, получившими наименьшую оценку, и животными с наклоном таза в 3 и более балла составила 12,5...22,8 дня (P≤0,05). Также стоит отметить, что особи с оценкой в 5 и более баллов имели статистическую разницу по отношению к коровам, оцененным в 3 балла, которая составила 5,9...10,3 дня (P≤0,05).

Удой за первые 100 дней лактации не имел статистически значимых различий между анализируемыми выборками, за исключением животных, получивших минимальную оценку по положению таза. Так, в первую лактацию разница составила от 108 до 142 кг в пользу остальных групп (P≤0,05...0,01), во вторую – от 98 до 140 кг по сравнению с животными, оцененными на 3...5 баллов (P≤0,05...0,01). Полученные результаты позволяют заключить, что установленные различия в воспроизводительной функции не связаны с уровнем молочной продуктивности коров, а

более низкий удой у животных первой группы, возможно, является следствием их высокой заболеваемости в послеродовом периоде.

В таблице 2 приведены показатели воспроизводительной способности у коров с различной шириной таза в седалищных буграх. Установлено, что у первотелок анализируемых выборок отсутствуют статистически значимые различия в кратности осеменений. Во вторую лактацию минимальный индекс осеменений был зафиксирован у коров с оценкой 3 и менее балла. Разница между этими животными и коровами с более высокой оценкой составила от 0,17 до 0,42, при уровне значимости P≤0,05.

Продолжительность бесплодия так же увеличивалась с увеличением ширины таза в седалищных буграх. Так первотелки с оценкой 3 балла и меньше имели период от родов до зачатия на 14,1...23,0 дня короче, по сравнению с особями, чей таз оценивали в 6 баллов и больше. Во вторую лактацию коровы с оценкой менее 3-х баллов имели самый короткий период бесплодия по отношению к другим группам животных. Так особи с большей оценкой, превосходили значения коров с наиболее узким тазом на 23,2...35,8 дней (P≤0,01...0,001). Коровы, оцененные на 3 балла, имели меньший период до зачатия по отношению к особям с большей оценкой на 9,6...12,6 дня (P≤0,05...0,01).

На основании анализа двух лактаций установлено, что самки с оценкой ширины таза в седалищных буграх 3 и менее балла демонстрируют минимальный период бесплодия. В сравнении с остальными животными, промежуток от отела до повторной стельности у них меньше на 8,2...28,0 дней.

Уровень молочной продуктивности у первотелок снижался по мере увеличения балльной оценки. Так, животные с наименьшей шириной таза в седалищных буграх достоверно превосходили остальные группы на 192...284 кг (P≤0,01...0,001), а коровы с оценкой 3 балла – на 78...97 кг (P≤0,05...0,01). Наименьший удой за первые 100 дней лактации отмечен у коров с максимальным

баллом – 3194 кг. Во вторую лактацию достоверных различий между анализируемыми выборками установлено не было. Выявленные закономерности, по-видимому, также являются следствием более благоприятного течения родов и послеродового периода у первотелок, имевших более узкий таз.

Полученные данные о лучшей репродуктивной функции у коров с меньшей шириной в седалищных буграх противоречат классическим представлениям, согласно которым более широкий таз ассоциируется с меньшим риском дистокции и послеродовых осложнений. Однако исследования Nahkur и соавт. (2011) показали, что у пород с более узким тазом (эстонская аборигенная) высота тазового канала, как правило, больше, чем у голштинов с широким тазом, что способствует благополучным родам [13]. Как отмечено в руководствах Beef Improvement Federation, различия в площади таза обусловлены главным образом его высотой, причем несоответствие между размерами матери и плода с большей вероятностью возникает именно по высоте таза и глубине грудной клетки теленка, а не по ширине [14]. Согласно данным европейской сети BovINE, увеличение высоты таза всего на 2 см почти в два раза повышает вероятность естественных родов у крупного рогатого скота (на примере бельгийского голубого) [15].

Исследования, ранее проведенные нами на коровах холмогорской породы с разной степенью голштинизации, также подтверждают закономерность, установленную Nahkur и соавт (2011). Так коэффициент корреляции между высотой таза (расстоянием от каудального края седалищной дуги до каудального угла крестцовой кости) и шириной в седалищных буграх составил –0,386

($P < 0,05$). Умеренная отрицательная связь свидетельствует, что у животных с большим расстоянием между седалищными буграми крестцовая кость была более «вдавленной» в тазовую полость, что анатомически соответствует меньшей высоте таза. Таким образом, коровы с более широким тазом в области седалищных бугров, вопреки ожиданиям, имели менее благоприятные анатомические пропорции тазового канала, что объясняет их худшую воспроизводительную функцию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что морфологические параметры таза, в частности его положение (угол наклона) и ширина в области седалищных бугров, оказывают достоверное влияние на репродуктивную функцию высокопродуктивных молочных коров. Так установлено, что увеличение угла наклона таза сопровождается улучшением показателей воспроизводства: у коров с более высоким баллом положения таза отмечены снижение индекса осеменений и сокращение продолжительности периода бесплодия, при этом выявленные различия не связаны с уровнем молочной продуктивности животных.

В отношении ширины таза установлена противоположная закономерность: животные с меньшим расстоянием между седалищными буграми характеризовались лучшими показателями воспроизводства, что, по-видимому, обусловлено большей высотой таза у данных самок.

Таким образом, селекционная оценка таза у молочных коров должна быть ориентирована на комплексный анализ, включающий оценку не только его положения и ширины, но и высоты, что позволит повысить точность отбора животных по репродуктивным качествам.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Авдеенко В.С., Никитин Г.С., Мороз А.И. Иммунореактивное состояние больных коров послеродовым метритом и уровень экспрессии генов про- и противовоспалительных цитокинов. Вестник КрасГАУ. 2025;4(217):160-173. DOI 10.36718/1819-4036-2025-4-160-173
2. Баймишев Х.Б., Баймишев М.Х., Баймишев Р.Х. Молочная продуктивность и воспроизводительная способность первотелок голштинской породы в зависимости от живой массы при первом осеменении. Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2024;3:70-75. DOI 10.55170/1997-3225-2024-9-3-70-75
3. Игнатъева Л.П., Сермягин А.А. Продолжительность продуктивной жизни коров симментальской породы. Аграрный вестник Урала. 2021;10(213):31-39. DOI 10.32417/1997-4868-2021-213-10-31-39
4. Николаев С.В., Конопельцев И.Г. Математический способ оценки репродуктивной функции крупного рогатого скота. Генетика и разведение животных. 2019;4:14-19.
5. Николаев С.В. Влияние голштинизации на воспроизводительные качества холмогорского скота. Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2019;4:128-131.
6. Баймишев Х.Б., Ускова И.В., Китаева С.А. Влияние генотипа коров голштинской породы на результаты осеменения. Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2017;4:62-65. DOI 10.12737/18619
7. Михалев В.И., Скориков В.Н. Состояние новорожденного молодняка и коров-матерей в зависимости от характера беременности. Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. 2024;60(2): 42-46. DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-2-42-46
8. Авдеенко В.С., Мороз А.И., Батраков А.Я. Оценка цитокератиновой экспрессии в последе коров при осложнении родовой деятельности. Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2025;3(71):93-99. DOI 10.18286/1816-4501-2025-3-93-99
9. Филатов А.В., Минин А.В. Анализ эффективности супрафизиологических доз окситоцина на свиноматок и состояние поросят. Ветеринарный фармакологический вестник. 2022;4(21):74-82. DOI 10.17238/issn2541-8203.2022.4.74
10. Gehrke M., Sawa A., Jaśkowski J.M., Jaśkowski B.M., Herudzińska M., Kulus J. Influence of feto-pelvic

disproportion on milk cows fertility. *Translational Research in Veterinary Science*. 2018;1(1): 51-68. DOI 10.12775/TRVS.2018.003

11. Лефлер Т.Ф., Адушинов Д.С., Боярина О.А. Линейная оценка экстерьера коров голштинской породы по канадской системе. *Вестник КрасГАУ*. 2025;8(221):156-165. DOI 10.36718/1819-4036-2025-8-156-165

12. Инструкция по бонитировке крупного рогатого скота молочных и молочно-мясных пород: утв. Министерством сельского хозяйства СССР 10 июля 1974 г. Москва. 1974: 32 с.

13. Nahkur E., Ernits E., Jalakas M., Järv E. Morphological characteristics of pelves of estonian holstein and estonian native breed cows from the perspective of calving. *Anatomia, Histologia, Embryologia*. 2011;40(5):379-388. DOI 10.1111/j.1439-0264.2011.01082.x

14. Beef Improvement Federation. Pelvic Measurements. BIF Guidelines Wiki. 2019. URL: https://guidelines.beefimprovement.org/index.php?title=Pelvic_Measurements (дата обращения: 10.04.2026).

15. BovINE Knowledge Hub. Pelvimetry for natural births – measuring the pelvic area to reach mainly natural calving, even for double muscled cattle. 2020. URL: <https://hub.bovine-eu.net/search/pelvimetry-for-natural-births-measuring-the-pelvic-area-to-reach-mainly-natural-calving-even-for-double-muscled-cattle> (дата обращения: 10.04.2026).

REFERENCES

1. Avdeenko V.S., Nikitin G.S., Moroz A.I. Immunoreactive state of cows with postpartum metritis and the expression level of pro- and anti-inflammatory cytokine genes. *Vestnik KrasSAU*. 2025; 4 (217): 160-173. (in Russ) DOI 10.36718/1819-4036-2025-4-160-173

2. Baimishev H.B., Baimishev M.Kh., Baimishev R.Kh. Milk productivity and reproductive capacity of Holstein first-calf heifers depending on live weight at first insemination. *Bulletin of the Samara State Agricultural Academy*. 2024; 3: 70-75. (in Russ) DOI 10.55170/1997-3225-2024-9-3-70-75

3. Ignatyeva L.P., Sermyagin A.A. Productive life expectancy of Simmental cows. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021; 10(213):31-39. (in Russ) DOI 10.32417/1997-4868-2021-213-10-31-39

4. Nikolaev S.V., Konopeltsev I.G. Mathematical method for assessing the reproductive function of cattle. *Genetics and animal breeding*. 2019; 4:14-19. (in Russ)

5. Nikolaev S.V. The influence of Holsteinization on the reproductive qualities of Kholmogory cattle. *Issues of legal regulation in veterinary medicine*. 2019; 4:128-131. (in Russ)

6. Baimishev H.B., Uskova I.V., Kitaeva S.A. Influence of Holstein cow genotype on insemination results. *Bulletin of the Samara State Agricultural Academy*. 2017; 4: 62-65. (in Russ) DOI 10.12737/18619

7. Mikhalev V.I., Skorikov V.N. Condition of newborn young animals and mother cows depending on the nature of pregnancy. Scientific notes of the educational institution Vitebsk Order of the Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine. 2024; 60(2): 42-46. (in Russ) DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-2-42-46

8. Avdeenko V.S., Moroz A.I., Batrakov A.Ya. Evaluation of cytokeratin expression in the placenta of cows with complications of labor. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2025; 3 (71): 93–99. (in Russ) DOI 10.18286/1816-4501-2025-3-93-99

9. Filatov A.V., Minin A.V. Analysis of the effectiveness of supraphysiological doses of oxytocin on sows and the condition of piglets. *Veterinary Pharmacological Bulletin*. 2022; 4 (21): 74–82. (in Russ) DOI 10.17238/issn2541-8203.2022.4.74

10. Gehrke M., Sawa A., Jaśkowski J.M., Jaśkowski B.M., Herudzinska M., Kulus J. Influence of feto-pelvic disproportion on milk cows fertility. *Translational Research in Veterinary Science*. 2018;1(1): 51-68. DOI 10.12775/TRVS.2018.003

11. Lefler TF, Adushinov DS, Boyarina OA Linear assessment of the exterior of Holstein cows using the Canadian system. *Vestnik KrasSAU*. 2025;8(221):156-165. DOI 10.36718/1819-4036-2025-8-156-165

12. Instructions for the grading of dairy and dairy-beef cattle: approved. by the USSR Ministry of Agriculture on July 10, 1974. Moscow. 1974: 32 p.

13. Nahkur E., Ernits E., Jalakas M., Järv E. Morphological characteristics of pelves of Estonian Holstein and Estonian native breed cows from the perspective of calving. *Anatomia, Histologia, Embryologia*. 2011;40(5):379-388. DOI 10.1111/j.1439-0264.2011.01082.x

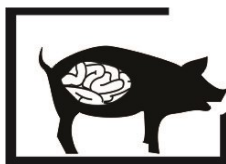
14. Beef Improvement Federation. Pelvic Measurements. BIF Guidelines Wiki. 2019. URL: https://guidelines.beefimprovement.org/index.php?title=Pelvic_Measurements (accessed 04/10/2026).

15. BovINE Knowledge Hub. Pelvimetry for natural births – measuring the pelvic area to reach mainly natural calving, even for double muscled cattle. 2020. URL: <https://hub.bovine-eu.net/search/pelvimetry-for-natural-births-measuring-the-pelvic-area-to-reach-mainly-natural-calving-even-for-double-muscled-cattle> (accessed: 10.04.2026).

Поступила в редакцию / Received: 13.04.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 15.06.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026



ПРИМЕНЕНИЕ КАТОЗАЛА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОШЕК-ДОНОРОВ МЕЖДУ ОТБОРАМИ КРОВИ

Софья Алексеевна Звягина^{1✉}, Сергей Павлович Ковалев²

^{1,2}Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Российская Федерация
¹ветеринарный врач, email: sofya.zvyagina@mail.ru

²д-р. ветеринар. наук, проф., orcid.org/0000-0001-9130-164X

РЕФЕРАТ

В статье представлены результаты ретроспективного исследования динамики гематокрита у кошек-доноров при регулярных донациях крови и оценка влияния метаболической поддержки препаратом Катозал на восстановление гематологических показателей.

В исследование были включены 51 кошка-донор, у которых было проанализировано 374 донации крови. При каждой донации перед процедурой выполнялся клинический анализ крови с определением уровня гематокрита. Дополнительно учитывались объем отобранной крови и интервал между последовательными донациями. Средний объем забора крови составил 11,15 мл/кг массы тела, а средний интервал между донациями — 81,6 дня.

Наблюдение за животными проводилось в два последовательных периода: без применения метаболической поддержки и в период применения Катозал между донациями. В группе без применения препарата было проанализировано 279 донаций, медиана гематокрита составила 39%. В группе животных, получавших Катозал (95 донаций), медиана гематокрита составила 41,7%. Кроме того, в период применения препарата наблюдалась более стабильная динамика показателя и более редкие случаи выраженного снижения гематокрита при повторных донациях.

Полученные результаты позволяют заключить, что применение Катозала в период между донациями способствует более эффективному восстановлению количества эритроцитов и стабилизации гематологических показателей периферической крови у кошек-доноров. Для окончательной оценки эффективности метаболической поддержки у донорских животных необходимы дальнейшие контролируемые исследования.

Ключевые слова: катозал, гематокрит, эритропоэз, кошки-доноры.

Для цитирования: Звягина С.А., Ковалев С.П. Применение Катозала для восстановления кошек-доноров между отборами крови. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:135-138. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.135>

USE OF CATOSAL IN PURPOSE OF RECOVER CATS DONORS BETWEEN DONOR BLOOD COLLECTIONS

Sofya Al. Zvyagina^{1✉}, Sergey P. Kovalev²

^{1,2}St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, Russian Federation

¹veterinarian, email: sofya.zvyagina@mail.ru

²Dr. vet. Sciences, prof., orcid.org/0000-0001-9130-164X

ABSTRACT

This article examines the experience of two successful blood transfusions from 11 domestic cats to a serval, conducted without any transfusion or post-transfusion. This article presents the results of a retrospective study of hematocrit dynamics in feline blood donors during regular blood donations and evaluates the effect of metabolic support with Catosal on the recovery of hematological parameters.

The study included 51 donor cats, with a total of 374 blood donations analyzed. Before each donation, a complete blood count was performed to determine hematocrit levels. In addition, the volume of collected blood and the interval between consecutive donations were recorded. The mean blood collection volume was 11.15 ml/kg of body weight, and the mean interval between donations was 81.6 days.

The animals were observed during two consecutive periods: a period without metabolic support and a period during which Catosal was administered between donations. In the group without metabolic support, 279 donations were analyzed, with a median hematocrit of 39%. In the group of animals receiving Catosal (95 donations), the median hematocrit was 41.7%. Additionally, during the period of Catosal administration, a more stable hematocrit trend and fewer cases of marked hematocrit decline during repeated donations were observed.

The results suggest that the use of Catosal between donations may promote more efficient erythrocyte recovery and stabilization of hematological parameters in feline blood donors. Further controlled studies are required to definitively assess the effectiveness of metabolic support in donor animals.

Key words: catosal, hematocrit, erythropoiesis, cats donors.

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на значительное количество работ, проблема анемии у разных видов животных продолжает привлекать внимание многочисленных исследователей [1-4; 6-7]. В последнее время у домашних животных ветеринарными специалистами практикуется переливание крови. Регулярное донорство крови у кошек является важным элементом современной ветеринарной гемотрансфузиологии, однако повторные кроводачи могут сопровождаться изменениями гематологических показателей у животных-доноров. Одним из наиболее значимых параметров, определяющих возможность проведения донации, является уровень гематокрита [9-10].

При регулярных донациях крови без применения метаболической поддержки у части доноров наблюдается тенденция к постепенному снижению гематокрита. Так, ряд авторов отмечает, что при регулярных донациях возможно снижение эритроцитарных показателей, включая гематокрит и концентрацию гемоглобина, особенно при недостаточном интервале между процедурами. В связи с этим перед каждой донацией рекомендуется проведение клинического анализа крови для оценки состояния донора.

В качестве метаболической поддержки доноров может применяться Катозал 1% [5]. Катозал представляет собой комбинированный препарат, содержащий бутафосфан и цианокобаламин (витамин В12). Бутафосфан участвует в энергетическом обмене и может способствовать улучшению метаболических процессов в организме, тогда как витамин В12 играет важную роль в синтезе ДНК и в процессе эритропоэза. Целью настоящей работы было оценить действие Катозала 1% на восстановление количества эритроцитов в периферической крови после донаций у кошек.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на основе ретроспективного анализа данных кошек-доноров банка крови. Все кошки были ранее проверены на носительство гемотрансмиссивных инфекций, в том числе вирусного иммунодефицита и лейкоза. Все кошки были одной породы (меконгский бобтейл) и содержались в одинаковых условиях в питомнике. Кормление было представлено сухим кормом в чередовании с натуральным.

В анализ были включены 51 клинически здоровая кошка-донор, у которых проводились регулярные донации крови с лабораторным контролем гематологических показателей.

Всего было проанализировано 374 донации крови, при каждой из которых перед процедурой выполнялся клинический анализ крови с определением уровня гематокрита.

Для каждой донации учитывались следующие параметры:

- ♦ дата донации;
- ♦ объем отобранной крови (мл/кг массы тела);
- ♦ уровень гематокрита;

- ♦ лаборатория, проводившая исследование;
- ♦ интервал времени между донациями.

Объем забора крови рассчитывался относительно массы тела животного и в большинстве случаев составлял 10–12 мл/кг, что соответствует общепринятым рекомендациям для донорских кошек.

В качестве метаболической поддержки применялся Катозал 1% в дозировке 1 мл на кошку подкожно ежедневно на протяжении всего интервала между донациями.

Наблюдение за донорами проводилось в два последовательных периода. На первом этапе животные участвовали в программе донорства крови без применения метаболической поддержки, после чего в период между последующими донациями им назначался Катозал по 1 мл ежедневно.

Для оценки влияния метаболической поддержки донации были разделены на две группы:

1. Донации без применения Катозала: доноры-кошки не получали витаминных или метаболических препаратов между процедурами.
2. Донации, предшествующие применению Катозала: доноры получали Катозал 1% по 1 мл ежедневно в течение всего периода между донациями.

В первую группу вошло 279 донаций, во вторую — 95 донаций.

Основным показателем для оценки крови у кошек-доноров являлся уровень гематокрита перед каждой процедурой. Для статистической оценки динамики показателя рассчитывались медианные значения гематокрита в каждой группе.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследования были проанализированы данные 51 кошки-донора, участвовавших в программе донорства крови. Всего было изучено 374 донации, при каждой из которых выполнялся клинический анализ крови с определением уровня гематокрита перед процедурой.

Объем забора крови у доноров рассчитывался исходя из массы тела животных и в большинстве случаев составлял 10–12 мл/кг, что соответствует рекомендованным значениям для донорских кошек. Средний объем взятой крови составил 11,15 мл/кг, при медиане 11,3 мл/кг. В отдельных случаях наблюдались отклонения от данного диапазона, однако они встречались относительно редко и не оказывали значимого влияния на общую динамику гематологических показателей.

Интервалы между донациями варьировали в достаточно широких пределах. В результате анализа 301 интервала между последовательными донациями было установлено, что средний промежуток между процедурами составлял 81,6 дня, при медиане 76 дней. Таким образом, в большинстве случаев доноры сдавали кровь примерно раз в 2–3 месяца, что обеспечивает достаточное время для восстановления показателей «красной» крови между процедурами.

Наблюдение за донорами проводилось в два последовательных периода. На первом этапе животные участвовали в программе донорства без

применения метаболической поддержки. В этот период было проанализировано 279 донаций крови.

Уровень гематокрита у доноров в данный период варьировал приблизительно от 28 до 52%, при этом медиана показателя составила 39%. Наиболее часто значения находились в диапазоне 35–41%. При последовательных донациях у части животных наблюдалась тенденция к постепенному снижению гематокрита. В ряде случаев после нескольких процедур показатель снижался на 4–8 процентных пунктов по сравнению с исходными значениями. У отдельных доноров гематокрит снижался до 30–33%, что приближалось к нижней границе допустимых значений для участия в донорской программе.

На втором этапе наблюдения доноры получали Катозал 1% по 1 мл ежедневно в период между донациями. В данной группе было проанализировано 95 донаций крови.

В этот период уровень гематокрита варьировал от 31 до 47%, при медиане 41,7%. В большинстве наблюдений показатели находились в диапазоне 38–44%. При сопоставимых объемах забора крови и сходных интервалах между донациями у животных, получавших Катозал, отмечалась более стабильная динамика гематокрита. Выраженное снижение показателя при повторных донациях наблюдалось значительно реже.

Кроме того, у части доноров, у которых ранее отмечалось снижение гематокрита, после введения метаболической поддержки наблюдалось восстановление показателя до более высоких

значений перед следующей донацией.

Таким образом, анализ полученных данных показал, что при сходных условиях донорства, включая объем забора крови и интервалы между процедурами, применение Катозала сопровождалось более стабильными гематологическими показателями и меньшей выраженностью снижения гематокрита у донорских животных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что при донациях без применения метаболической поддержки у части животных наблюдается постепенное снижение уровня гематокрита при повторных донациях. В данной группе медиана гематокрита составила 39%, а в ряде случаев показатель снижался на 4–8 процентных пунктов после нескольких последовательных процедур.

После введения метаболической поддержки препаратом Катозал отмечалась более стабильная динамика гематокрита. В группе донаций, предшествующих применению Катозала, медиана показателя составила 41,7%, а выраженное снижение гематокрита наблюдалось значительно реже.

Таким образом, полученные результаты позволяют предположить, что применение Катозала в период между донациями может способствовать более эффективному восстановлению эритроцитов и стабилизации гематологических показателей у донорских кошек.

Полученные данные подтверждают целесообразность использования метаболической поддержки у животных, участвующих в программах регулярного донорства крови.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Васильев Ю.Г., Трошин Е.И., Любимов А.И. Ветеринарная клиническая гематология. С-Пб. Изд-во "Лань". 2022: 565 с.
2. Воинова А.А. К этиологии анемии у мелких животных. Материалы национальной научно-производственной конференции "Инновационное развитие отраслей АПК", Майский, 26 мая 2016 года. – Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2016: 15-17.
3. Гапонова В.Н. Морфологические показатели крови при почечной патологии у собак. Сб. материалов Всероссийской (национальной) н.-практ. конференции, посвященной 15-летию со дня образования института биотехнологии и ветеринарной медицины «Актуальные вопросы развития аграрной науки», Тюмень, 12 октября 2021 года. Тюмень: ГАУ Северного Зауралья. 2021: 90-93.
4. Ковалев С.П. Анемия новорожденных телят: Этиология, патогенез, диагностика и профилактика: специальность 16.00.01: автореферат дис. на соискание ученой степени д. ветер. наук. Ковалев С. П. С-Пб. 1999: 37 с.
5. Мальцева Б.М. Использование катозала для улучшения здоровья животных [Лекарственная форма витамина B12: сертификация, безвредность и тонизирующее действие]. Ветеринария. Реферативный журнал. 2004;2: 452.
6. Никитина А.А., Трушкин В.А., Овсянников А.Г. Лечение больных кроликов при анемии. Проблемы и пути развития ветеринарной и зоотехнической наук: Материалы Межд. н.-практ. конф. обучающихся, аспирантов и молодых ученых, посвящ. памяти д. ветерин. наук, профессора Колесова А. М., Саратов, 14–15 апреля 2021 года. Саратов: Саратовская региональная общественная организация Центр вынужденных переселенцев "Саратовский источник". 2021: 366-369.
7. Овсянников А.Г., Туварджиев А.В. Клинико-гематологическое проявление анемии у кроликов. Теория и практика современной аграрной науки: Сборник III национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 28 февраля 2020 года. Новосибирский ГАУ. Том 2. Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос». 2020:594-596.
8. Шакиров О.Ф. Влияние катозала 10% на обмен веществ у животных. Ветеринария. 2009;8:11-12.
9. Yagi K., Holowaychuk M.K. Manual of Veterinary Transfusion Medicine and Blood Banking. 1st ed. Ames : Wiley Blackwell. 2016. DOI: 10.1002/9781118933053. ISBN 9781118933022.
10. Crystal M.A., Cotter S.M. Acute hemorrhage: A hematologic emergency in dogs. Comp.Cont.Educ.Pract.Vet. 1992;14: 60-67.

REFERENCES

1. Vasiliev Yu.G., Troshin E.I., Lyubimov A.I. Veterinary Clinical Hematology. St. Petersburg: Lan Publishing House. 2022: 565 p. (in Russ)
2. Voinova A.A. On the Etiology of Anemia in Small Animals. Proceedings of the National Scientific and Production Conference "Innovative Development of Agricultural Sectors", Maisky, May 26, 2016. – Maisky: Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, 2016: 15-17. (in Russ)
3. Gaponova V.N. Morphological Blood Parameters in Renal Pathology in Dogs. Collection of Proceedings of the All-Russian (National) Scientific and Practical Conference Dedicated to the 15th Anniversary of the Founding of the Institute of Biotechnology and Veterinary Medicine "Current Issues in the Development of Agricultural Science", Tyumen, October 12, 2021. Tyumen: SAU Severnogo Zauralye. 2021: 90-93. (in Russ)
4. Kovalev S.P. Anemia of newborn calves: Etiology, pathogenesis, diagnostics and prevention: specialty 16.00.01: abstract of dis. for the degree of Doctor of Veterinary Sciences. Kovalev S.P. St. Petersburg. 1999: 37 p. (in Russ)
5. Maltseva B.M. Use of catosal to improve animal health [Dosage form of vitamin B12: certification, harmlessness and tonic effect]. Veterinary science. Abstract journal. 2004; 2: 452. (in Russ)
6. Nikitina A.A., Trushkin V.A., Ovsyannikov A.G. Treatment of sick rabbits with anemia. Problems and ways of development of veterinary and zootechnical sciences: Proc. Int. n-pract. conf. students, postgraduate students, and young scientists, dedicated to the memory of Doctor of Veterinary Sciences, Professor Kolesov A. M., Saratov, April 14–15, 2021. Saratov: Saratov Regional Public Organization, Center for Forced Migrants "Saratovsky Istochnik". 2021: 366–369. (in Russ)
7. Ovsyannikov A. G., Tuvardzhiev A. V. Clinical and hematological manifestations of anemia in rabbits. Theory and Practice of Modern Agricultural Science: Proceedings of the III National (All-Russian) Scientific Conference with International Participation, Novosibirsk, February 28, 2020. Novosibirsk State Agrarian University. Volume 2. Novosibirsk: NCSU IC "Golden Ear". 2020: 594–596. (in Russ)
8. Shakirov O. F. Effect of 10% Catosal on Metabolism in Animals. Veterinary Science. 2009; 8: 11–12. (in Russ)
9. Yagi K., Holowaychuk M.K. Manual of Veterinary Transfusion Medicine and Blood Banking. 1st ed. Ames: Wiley Blackwell. 2016. DOI: 10.1002/9781118933053. ISBN 9781118933022.
10. Crystal M.A., Cotter S.M. Acute hemorrhage: A hematologic emergency in dogs. Comp.Cont.Educ.Pract.Vet. 1992;14: 60-67.

Поступила в редакцию / Received: 14.04.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 16.06.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

ЭНДОСКОПИЧЕСКАЯ И ГИСТОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СЛИЗИСТЫХ ОБОЛОЧЕК СЫЧУГА И ДВЕНАДЦАТИПЕРСТНОЙ КИШКИ ПРИ АБОМАЗОЭНТЕРИТЕ ТЕЛЯТ

С.А. Сычев¹, Анатолий Викторович Яшин², Алексей Викторович Прусаков^{3✉}

^{1,2,3} Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Российская Федерация

¹ аспирант, orcid.org/0009-0004-0258-5396

² д-р ветеринар. наук, профессор, orcid.org/0000-0002-3614-4730

³ д-р ветеринар. наук, доцент, email: prusakovv-av@mail.ru, orcid.org/0000-0001-5582-5155

РЕФЕРАТ

Цель представленного исследования – провести эндоскопическую и гистоморфологическую оценку состояния слизистых оболочек сычуга и двенадцатиперстной кишки при абомазоэнтерите телят. Объектом для его проведения послужили десять новорожденных телят в возрасте от трех до десяти дней. Пять телят были клинически здоровыми, у оставшихся пяти наблюдались клинические признаки диспепсии. Эндоскопические исследования проводили с помощью портативного USB-гастроскопа Seesheen TK-VETKIT EU-250H. При их проведении осуществляли отбор образцов тканей для гистоморфологических исследований. С этой целью по общепринятой методике из них изготавливали гистологические срезы, которые окрашивали гематоксилином и эозином, альциановым синим (pH 2,5) с последующей докраской гематоксилином Майера и трихромом по Массону.

По результатам эндоскопии у больных абомазоэнтеритом телят выявлялись изменения, в основном связанные с консистенцией и составом содержимого сычуга и двенадцатиперстной кишки. В их просвете обнаруживались плотные сгустки молозива, серо-белого цвета, имеющие вязкую консистенцию, напоминающую жидкую глину. На гистологическом уровне у телят больных абомазоэнтеритом наблюдались морфологические изменения слизистой оболочки сычуга и двенадцатиперстной кишки, характерные для катарального воспаления. На их поверхности наблюдается скопление слизи, содержащей десквамированные эпителиоциты, а также лимфоциты, плазмocyты и макрофаги. В сычуге отмечается неравномерное расширение желез слизистой оболочки с очаговыми атрофическими повреждениями эпителиальной выстилки, а в составе ее собственной пластинки умеренная диффузно-очаговая воспалительная инфильтрация. В соединительнотканых структурах слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки и в подслизистой основе отмечалось развитие серозно-воспалительного отека.

Ключевые слова: ветеринария, болезни молодняка, телята, абомазоэнтерит, диспепсия.

Для цитирования: Сычев С.А., Яшин А.В., Прусаков А.В. Эндоскопическая и гистоморфологическая оценка состояния слизистых оболочек сычуга и двенадцатиперстной кишки при абомазите телят. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:139-144. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.139>

ENDOSCOPIC AND HISTOMORPHOLOGICAL ASSESSMENT OF THE CONDITION OF THE MUCOUS MEMBRANES OF THE ABOMASUM AND DUODENUM IN CALVES WITH ABOMASOENTERITIS

S.A. Sychev¹, Anatoly V. Yashin², Aleksey V. Prusakov^{3✉}

^{1,2,3} St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, Russian Federation

¹ Postgraduate Student, orcid.org/0009-0004-0258-5396

² Doctor of Veterinary Sciences, Professor, orcid.org/0000-0002-3614-4730

³ Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, email: prusakovv-av@mail.ru, orcid.org/0000-0001-5582-5155

ABSTRACT

The purpose of the presented study is to conduct an endoscopic and histomorphological assessment of the condition of the mucous membranes of the abomasum and duodenum in calves with abomasoenteritis. The object for its implementation was ten newborn calves aged from three to ten days. Five calves were clinically healthy, while the remaining five showed clinical signs of dyspepsia. Endoscopic examinations were performed using a portable USB gastroscope Seesheen TK-VETKIT EU-250H. During their implementation, tissue samples were taken for histomorphological studies. For this purpose, histological sections were made from them according to a generally accepted technique, which were stained with hematoxylin and eosin, alcian blue (pH 2.5), followed by additional staining with Mayer's hematoxylin and Masson trichrome. According to the results of endoscopy, changes were detected in patients with abomasoenteritis of calves, mainly related to the consistency and composition of the contents of the abomasum and duodenum. Dense clumps of colostrum, gray-white in color, with a viscous consistency resembling liquid clay, were found in their lumen. At the histological level, morphological changes in the mucous membrane of the rennet and duodenum, characteristic of catarrhal inflammation, were observed in calves with abomasoenteritis. On their surface, there is an accumulation of mucus containing desquamated epithelial cells, as well as lymphocytes, plasmocytes, and macrophages.

In the abomasum, there is an uneven expansion of the glands of the mucous membrane with focal atrophic lesions of the epithelial lining, and moderate diffuse focal inflammatory infiltration in its own plate. The development of serous-inflammatory edema was noted in the connective tissue structures of the duodenal mucosa and in the submucosa.

Key words: veterinary medicine, diseases of young animals, calves, abomazооenteritis, dyspepsia.

For citation: Sychev S.A., Yashin A.V., Prusakov A.V. Endoscopic and histomorphological assessment of the condition of the mucous membranes of the abomasum and duodenum in calves with abomasitis. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:139-144. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.139>

ВВЕДЕНИЕ

Расстройства желудочно-кишечного тракта у новорожденных телят распространены повсеместно [2, 5]. Их возникновение прежде всего связано с нарушениями технологии содержания материнского стада, приводящим к массовым нарушениям обмена веществ, что безусловно сказывается на состоянии здоровья и общей резистентности новорожденных животных [6, 9]. При этом тяжесть их проявления зависит от этиологического фактора, обуславливающего степень поражения желудочно-кишечного тракта, а эффективность лечения от раннего выявления [3, 10, 11]. В настоящее время в арсенале ветеринарного врача имеется множество методов диагностики различных заболеваний. Одним из них является эндоскопия [4]. Последняя позволяет проводить визуализацию состояния слизистых оболочек полостных органов, а также дает возможность отбора образцов их тканей для проведения гистоморфологического исследования. В случае подозрения на абомазооэнтерит эндоскопия может послужить в качестве метода быстрой постановки предварительного диагноза, который в последствии можно подтвердить результатами гистоморфологического исследования. Однако, до настоящего времени отсутствуют точные данные о состоянии слизистых оболочек сычуга и двенадцатиперстной кишки при абомазооэнтерите телят. Учитывая вышеизложенное нами была поставлена цель – провести эндоскопическую и гистоморфологическую оценку состояния слизистых оболочек сычуга и двенадцатиперстной кишки при абомазооэнтерите телят.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом для проведения исследований послужили десять новорожденных телят в возрасте от трех до десяти дней. Пять телят были клинически здоровыми, у оставшихся пяти животных наблюдались клинические признаки диспепсии. Эндоскопические исследования проводили с помощью портативного USB-гастроскопа Seesheep TK-VETKIT EU-250H с: разрешением HD 720P, диаметром трубки 5,8 мм, диаметром рабочего канала 2,8 мм, рабочей длиной 150 см. Процедуру гастроскопии проводили перед утренним кормлением, животное фиксировали в боковом или стоячем положении, перед введением эндоскопа орошали слизистые оболочки ротовой полости с помощью аэрозоля 10,0% лидокаина. Для предотвращения возможного повреждения вводимого зонда эндоскопа резцовыми зубами устанавливали рото-пищеводный зевник собственной конструкции («Устройство для введения гибкого эндоскопа телятам» RU 237793 U1). Во время проведения процедуры проводили отбор образ-

цов тканей. Полученные биоптаты сычуга и двенадцатиперстной кишки фиксировали в 10% растворе нейтрального формалина в течение 24 часов, после чего по общепринятой методике заливали в парафин [1, 7, 8]. Затем изготавливали срезы толщиной 5-7 мкм. Полученные срезы окрашивали гематоксилином и эозином, альциановым синим (pH 2,5) с последующей докраской гематоксилином Майера и трихромом по Массону. Гистоморфологический анализ окрашенных срезов проводили на светоптический микроскоп Carl Zeiss AxioSkop 2 plus (Германия), а их микросъемку при помощи цифровой фотокамеры AxioCam ERc5s.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При эндоскопии сычуга и двенадцатиперстной кишки клинически здоровых телят в составе их просвета выявлялось содержимое, имеющее вязкую консистенцию. Слизистая оболочка органов была розовая, блестящая, и имела гладкую поверхность на которой были различимы контурирующие сосуды. В сычуге более насыщенная окраска слизистой оболочки была характерна для его донной части. При этом в пилорической части она имела желтоватый оттенок. При эндоскопии желудочно-кишечного тракта телят, больных абомазооэнтеритом, выявлялись изменения, в основном связанные с консистенцией и составом ее содержимого. В просвете органов обнаруживались плотные сгустки молозива, серо-белого цвета, имеющие вязкую консистенцию, напоминающую жидкую глину.

Полученные биоптаты стенки сычуга включали его слизистую оболочку, мышечную пластинку и подслизистую основу. Слизистая оболочка достигала средней толщины $657,4 \pm 71,3$ мкм. В ее составе были различимы простые трубчатые железы сычуга (рисунок 1).

При высоком увеличении было заметно, что их верхняя часть сформирована преимущественно за счет добавочных и обкладочных клеток, а донная главными клетками, продуцирующими пепсиноген. Диаметр данных желез в среднем составил $44,6 \pm 4,8$ мкм. Ядра главных клеток имели округлую форму и занимали центральное положение. Их цитоплазма в базальной части клетки была слабобазофильна, а в апикальной содержала гранулы секрета. Обкладочные клетки имели больший размер чем главные и были сосредоточены преимущественно в области тела и шейки желез. Они имели одно крупное ядро, а в случае окраски гематоксином и эозином их цитоплазма приобретала оксифильную окраску. Слизистые (добавочные) клетки располагались преимущественно в области шейки желез. В их составе выявлялось одно ядро, а их цитоплазма в апи-

кальной части содержала множество гранул слизистого секрета. Последний были хорошо заметны при окраске альциановым синим (рисунок 2).

Собственная пластинка слизистой оболочки сычуга была сформирована рыхлой соединительной тканью, в составе которой просматривались срезы тонких кровеносных и лимфатических сосудов.

Под собственной пластинкой просматривалась хорошо выраженная мышечная пластинка, образованная однонаправленными пучками гладких миоцитов и достигающая средней толщины $17,7 \pm 1,8$ мкм.

Подслизистая основа была сформирована за счет рыхлой соединительной ткани, содержащей

кровеносные и лимфатические сосуды.

У животных с абомазоэнтеритом наблюдались морфологические изменения слизистой оболочки сычуга, характерные для катарального воспаления. Так, на ее поверхности наблюдалось скопление слизи, содержащей десквамированные эпителиоциты и воспалительные клетки (лимфоциты, плазмциты, макрофаги), которая при окраске альциановым синим получала интенсивную синюю окраску. Отмечалось неравномерное расширения желез с очаговыми атрофическими повреждениями эпителиальной выстилки (рисунок 3).

В составе собственной пластинки слизистой оболочки выявлялась умеренная диффузно-

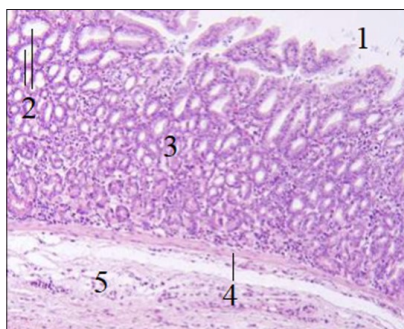


Рисунок 1. Гистологический срез фрагмента стенки сычуга здорового теленка. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение $\times 100$: 1 – просвет сычуга; 2 – железы сычуга; 3 – слизистая оболочка; 4 – мышечная пластинка слизистой оболочки; 5 – подслизистая основа.

Figure 1. Histological section of a fragment of the abomasal wall of a healthy calf. Stained with hematoxylin and eosin. Magnification $\times 100$: 1 - lumen of the abomasum; 2 - glands of the abomasum; 3 - mucous membrane; 4 - muscular plate of the mucous membrane; 5 - submucosa.

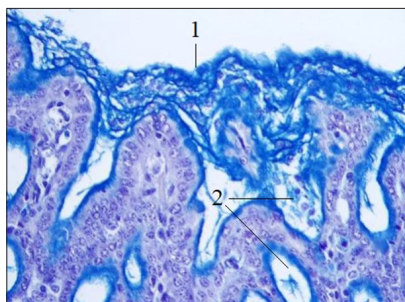


Рисунок 3. Гистологический срез фрагмента слизистой оболочки сычуга теленка больного абомазоэнтеритом. Окраска альциановым синим. Увеличение $\times 400$: 1 – скопление слизи на поверхности слизистой оболочки; 2 – железы желудка.

Figure 3. Histological section of a fragment of the abomasal mucosa of a calf with abomasoenteritis. Stained with alcian blue. Magnification $\times 400$: 1 – accumulation of mucus on the surface of the mucosa; 2 – gastric glands.

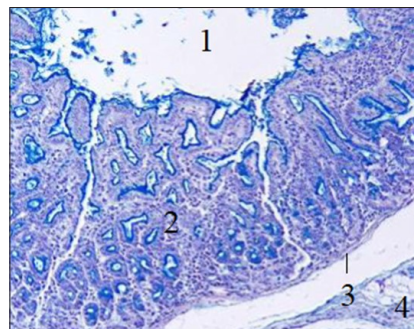


Рисунок 2. Гистологический срез фрагмента стенки сычуга здорового теленка. Окраска альциановым синим. Увеличение $\times 100$: 1 – просвет сычуга; 2 – слизистая оболочка; 3 – мышечная пластинка слизистой оболочки; 4 – подслизистая основа.

Figure 2. Histological section of a fragment of the abomasal wall of a healthy calf. Stained with Alcian blue. Magnification $\times 100$: 1 – lumen of the abomasum; 2 – mucous membrane; 3 – muscularis mucosa; 4 – submucosa.

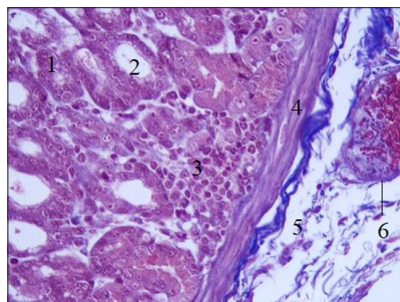


Рисунок 4. Гистологический срез фрагмента слизистой оболочки сычуга теленка больного абомазоэнтеритом. Окраска трихромом по Массону. Увеличение $\times 400$: 1 – слизистая оболочка; 2 – железы желудка; 3 – участок воспалительной инфильтрации в составе собственной пластинки слизистой оболочки; 4 – мышечная пластинка слизистой оболочки; 5 – подслизистая основа; 6 – кровеносный сосуд.

Figure 4. Histological section of a fragment of the abomasal mucosa of a calf with abomasoenteritis. Stained with Masson's trichrome. Magnification $\times 400$: 1 - mucosa; 2 - gastric glands; 3 - area of inflammatory infiltration within the lamina propria of the mucosa; 4 - muscularis mucosa; 5 - submucosa; 6 - blood vessel.

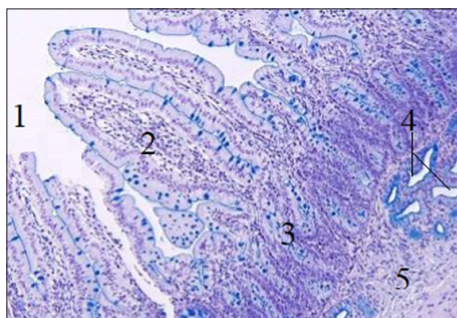


Рисунок 5. Гистологический срез фрагмента слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки здорового теленка. Окраска альциановым синем. Увеличение $\times 100$: 1 – полость двенадцатиперстной кишки; 2 – ворсинка двенадцатиперстной кишки; 3 – слизистая оболочка; 4 – дуоденальные (Бруннеровы) железы; 5 – подслизистая основа.

Figure 5. Histological section of a fragment of the duodenal mucosa of a healthy calf. Stained with Alcian blue. Magnification $\times 100$: 1 - duodenal cavity; 2 - duodenal villi; 3 - mucous membrane; 4 - duodenal (Brunner's) glands; 5 - submucosa.

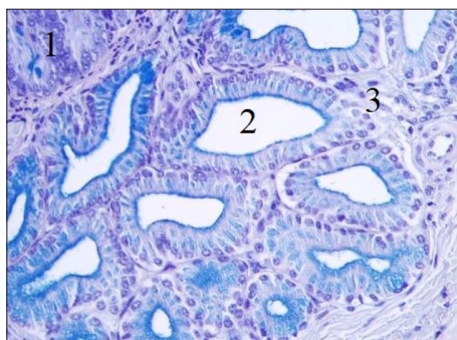


Рисунок 7. Гистологический срез фрагмента слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки здорового теленка. Окраска альциановым синем. Увеличение $\times 400$: 1 – слизистая оболочка; 2 – дуоденальные (Бруннеровы) железы; 3 – соединительная ткань подслизистой основы.

Figure 7. Histological section of a fragment of the duodenal mucosa of a healthy calf. Stained with Alcian blue. Magnification $\times 400$: 1 - mucosa; 2 - duodenal (Brunner's) glands; 3 - connective tissue of the submucosa.

очаговая воспалительная, преимущественно мононуклеарная инфильтрация, представленная лимфоцитами, плазматическими клетками и клетками макрофагально-гистиоцитарного ряда. В результате этого она была несколько утолщена. При этом отмечались признаки серозного отека подслизистой основы и сильное кровенаполнение ее сосудистого русла, с признаками стаза крови (рисунок 4).

Полученные биопаты стенки двенадцатиперстной кишки включали ее слизистую оболочку, мышечную пластинку и подслизистую основу. Слизистая оболочка в среднем достигала толщины $966,9 \pm 82,5$ мкм. Она была сформирована эпителием, а также собственной пластинкой, состоящей из рыхлой волокнистой соединительной ткани, содержащей ретикулярные волокна, миоциты и элементы сосудистого русла.



Рисунок 6. Строение ворсинки двенадцатиперстной кишки здорового теленка. Окраска альциановым синем. Увеличение $\times 400$: 1 – эпителиоциты кишечника; 2 – бокаловидная клетка; 3 – соединительная ткань собственной пластинки слизистой оболочки.

Figure 6. The structure of the duodenal villus of a healthy calf. Stained with Alcian blue. Magnification $\times 400$: 1 - intestinal epithelial cells; 2 - goblet cell; 3 - connective tissue of the lamina propria of the mucous membrane.

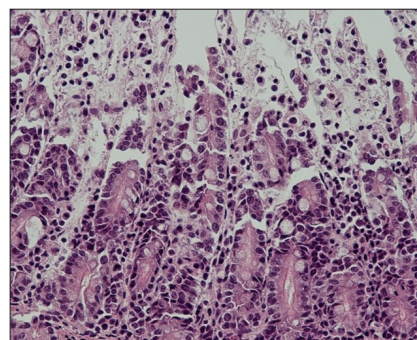


Рисунок 8. Гистологический препарат слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки теленка больного абомазоэнтеритом. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение $\times 400$: отмечается десквамация покровного эпителия кишечных ворсин и их атрофия.

Figure 8. Histological specimen of the duodenal mucosa of a calf with abomasoenteritis. Stained with hematoxylin and eosin. Magnification $\times 400$: desquamation of the epithelium of the intestinal villi and their atrophy are noted.

Выпячиваясь в сторону просвета кишки, собственная пластинка участвовала в формировании многочисленных ворсинок. Средняя высота последних достигала $633,2 \pm 55,4$ мкм, при средней толщине – $126,7 \pm 17,3$ мкм. Ворсинки покрывал однослойным призматический эпителий, образованный двумя типами клеток – каемчатыми эпителиоцитами и бокаловидными клетками (рисунок 6).

Сформированная соединительной тканью собственная пластинка слизистой оболочки была пронизана простыми трубчатыми (Люберкюновыми) железами, устья которых располагались между кишечных ворсин, а донная часть достигала мышечной пластинки слизистой оболочки. В среднем данные железы достигали в высоту $205,3 \pm 24,4$ мкм. Последняя достигала в толщину $5,9 \pm 1,2$ мкм и была образована гладкими миоцитами.

Подслизистая основа из рыхлой неоформленной

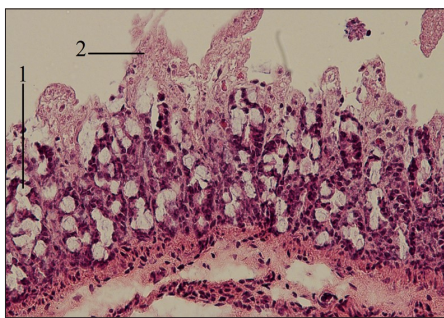


Рисунок 9. Гистологический препарат слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки теленка больного абомазоэнтеритом. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение $\times 400$: 1 – бокаловидная клетка в состоянии гиперсекреции; 2 – скопление слизи на поверхности слизистой оболочки.

Figure 9. Histological specimen of the duodenal mucosa of a calf with abacoenteritis. Hematoxylin and eosin staining. Magnification $\times 400$: 1 – goblet cell in a state of hypersecretion; 2 – accumulation of mucus on the surface of the mucosa.

соединительной ткани, содержала в своем составе многочисленные кровеносные и лимфатические сосуды разного калибра, а также нервные стволы.

В подслизистом слое двенадцатиперстной железы, достигающем средней толщины, выявлялись многочисленные тубулярные дуоденальные (Бруннеровы) железы. Они были сформированы за счет клеток кубической или низкопризматической формы с умеренно светло-эозинофильной цитоплазмой, содержащей слизистый секрет. Каждая из них в своем составе имела одно смещенное к базальному полюсу округлое нормохромное ядро с мелкодисперсным хроматином, сконцентрированным по периферии (рисунок 7).

У животных с абомазоэнтеритом отмечалось значительное утолщение слизистой оболочки, мышечной пластинки и подслизистой основы, за счет развития серозно-воспалительного отека, гиперемии (выявляется расширение и сильное

кровенаполнение мелких кровеносных сосудов, с признаками приваскулярного отека) и клеточной инфильтрации лимфоцитами, эозинофильными лейкоцитами и плазматическими клетками.

В составе просвета кишечника и в промежутках между его ворсинами выявлялось значительное количество экссудата, содержащего слизь и слизенные клетки эпителия тонкой кишки, а также лейкоциты и гистиоциты. При этом в эпителиальном слое выявлялись признаки дистрофии и десквамации энтероцитов. В особенности данные участки наблюдались в области кишечных ворсин.

Большое количество слизи в составе экссудата в полости кишечника объяснимо гиперплазией бокаловидных клеток, находящихся в состоянии гиперсекреции (рисунок 8). При этом в глубине крипт покровный эпителий сохранил свою целостность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При эндоскопии желудочно-кишечного тракта телят, больных абомазоэнтеритом, выявлялись изменения, в основном связанные с консистенцией и составом ее содержимого. В просвете органов обнаруживались плотные сгустки молозива, серо-белого цвета, имеющие вязкую консистенцию, напоминающую жидкую глину. На гистологическом уровне у телят больных абомазоэнтеритом наблюдаются морфологические изменения слизистой оболочки сычуга и двенадцатиперстной кишки, характерные для катарального воспаления. На их поверхности наблюдается скопление слизи, содержащей десквамированные эпителиоциты, а также лимфоциты, плазмоциты и макрофаги. В сычуге отмечается неравномерное расширение желез слизистой оболочки с очаговыми атрофическими повреждениями эпителиальной выстилки, а в составе собственной пластинки умеренная диффузно-очаговая воспалительная инфильтрация. В соединительнотканной структуре слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки и в подслизистой основе отмечается развитие серозно-воспалительного отека.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гушин Я.А., Мужикян А.А. Влияние фиксирующих жидкостей на микроскопическую структуру органов мелких лабораторных животных. *Международный вестник ветеринарии*. 2014;3:88-95.
2. Гертман А.М., Самсонова Т.С. Лечение и профилактика болезней молодняка крупного рогатого скота : учебное пособие для вузов. 3-е издание, стереотипное. Санкт-Петербург. Москва. Краснодар. Лань. 2023: 148 с. ISBN 978-5-507-47170-6.
3. Ковалев С.П., Никулин И.А., Трушкин В.А. и др. Клиническое исследование животного с оформлением истории болезни. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины. 2021: 128 с.
4. Кудинов А.В., Калужный И.И. Эндоскопическая диагностика заболеваний толстого кишечника у собак. Материалы ежегодной научно-практической конференции преподавательского состава и аспирантов ИВМиБ СГАУ им. Н.И. Вавилова. Саратов. 2002: 21-23.
5. Яшин А.В., Прусаков А.В., Калужный И.И. и др. Незаразная патология крупного рогатого скота в хозяйствах с промышленной технологией : учебное пособие для СПО. Санкт-Петербург : Издательство "Лань". 2021: 220 с. ISBN 978-5-8114-7076-1.
6. Гертман А.М., Папуниди К.Х., Самсонова Т.С. и др. Незаразная патология молодняка в условиях природно-техногенной провинции Южного Урала: вопросы диагностики и терапии. *Ветеринарный врач*. 2019;1: 3-7. DOI 10.33632/1998-698X.2019-1-3-8
7. Коптяева К.Е., Мужикян А.А., Гушин Я.А., Беляева Е.В., Макарова М.Н., Макаров В.Г. Некоторые особенности фиксации органов и тканей лабораторных животных для повышения качества гистологического анализа. *Лабораторные животные для научных исследований*. 2018;2: 60-70.
8. Мужикян А.А., Макарова М.Н., Гушин Я.А. Особенности гистологической обработки органов и тканей лабораторных животных. *Международный вестник ветеринарии*. 2014;2:103-109.

9. Прусаков А.В., Яшин А.В., Голодяева М.С. Болезни пищеварительной системы животных : Курс лекций для студентов очной, очно-заочной, заочной форм обучения по дисциплине "Внутренние незаразные болезни". Санкт-Петербург : Культурно-просветительское товарищество. 2022: 86 с.
10. Яшин А.В., Киселенко П.С. Комплексный метод лечения диареи телят с использованием средств фитотерапии. Международный вестник ветеринарии. 2014;1:12-15.
11. Яшин А.В., Прусаков А.В. Особенности состояния микроциркуляторного русла и мембранного пищеварения у новорожденных телят при диспепсии. Международный вестник ветеринарии. 2021;2:155-160. DOI 10.17238/issn2072-2419.2021.2.155

REFERENCES

1. Gushchin Ya.A., Muzhikyan A.A. The Effect of Fixative Fluids on the Microscopic Structure of Organs in Small Laboratory Animals. International Veterinary Bulletin. 2014; 3: 88-95. (in Russ)
2. Gertman A.M., Samsonova T.S. Treatment and Prevention of Diseases in Young Cattle: A Textbook for Universities. 3rd Edition, Stereotype. St. Petersburg. Moscow. Krasnodar. Lan. 2023: 148 p. (in Russ) ISBN 978-5-507-47170-6.
3. Kovalev S.P., Nikulin I.A., Trushkin V.A., et al. Clinical Examination of an Animal with Recording of a Case History. St. Petersburg: St. Petersburg State University of Veterinary Medicine. 2021: 128 p. (in Russ)
4. Kudinov A.V., Kalyuzhny I.I. Endoscopic diagnostics of large intestinal diseases in dogs. Proceedings of the annual scientific and practical conference of the faculty and postgraduate students of the Institute of IVMiB of the Saratov State Agricultural University named after N.I. Vavilov. Saratov. 2002: 21-23. (in Russ)
5. Yashin AV, Prusakov AV, Kalyuzhny I.I. et al. Non-infectious pathology of cattle on farms with industrial technology: a textbook for secondary vocational education. Saint Petersburg: Lan Publishing House. 2021: 220 p. (in Russ) ISBN 978-5-8114-7076-1.
6. Gertman AM, Papunidi KH, Samsonova TS et al. Non-infectious pathology of young animals in the conditions of the natural and man-made province of the Southern Urals: issues of diagnosis and therapy. Veterinary doctor. 2019; 1: 3-7. (in Russ) DOI 10.33632/1998-698X.2019-1-3-8
7. Koptyaeva K.E., Muzhikyan A.A., Gushchin Ya.A., Belyaeva E.V., Makarova M.N., Makarov V.G. Some Features of Fixation of Organs and Tissues of Laboratory Animals to Improve the Quality of Histological Analysis. Laboratory Animals for Scientific Research. 2018; 2: 60-70. (in Russ)
8. Muzhikyan A.A., Makarova M.N., Gushchin Ya.A. Features of Histological Processing of Organs and Tissues of Laboratory Animals. International Veterinary Bulletin. 2014; 2: 103-109. (in Russ)
9. Prusakov A.V., Yashin A.V., Golodyaeva M.S. Animal Digestive System Diseases: A Lecture Course for Full-Time, Part-Time, and Correspondence Students in the Subject "Internal Non-Communicable Diseases." St. Petersburg: Cultural and Educational Partnership. 2022: 86 p. (in Russ)
10. Yashin AV, Kiselenko PS. A Comprehensive Treatment Method for Calf Diarrhea Using Herbal Medicine. International Veterinary Bulletin. 2014; 1: 12-15. (in Russ)
11. Yashin AV, Prusakov AV. Microcirculatory Bed and Membrane Digestion in Newborn Calves with Dyspepsia. International Veterinary Bulletin. 2021; 2: 155-160. (in Russ) DOI 10.17238/issn2072-2419.2021.2.155

Поступила в редакцию / Received: 10.04.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 24.04.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИНИКО-БИОХИМИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ У СОБАК С ДИЛАТАЦИОННОЙ КАРДИОМИОПАТИЕЙ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ГЕМОДИНАМИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПРЕПАРАТА «L-КАРНИТИН»

Ксения Александровна Погодаева¹, Алексей Викторович Прусаков^{2✉}, Анатолий Викторович Яшин³
^{1,2,3} Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Российская Федерация
¹ аспирант, orcid.org/0009-0008-4594-4271
² д-р ветеринар. наук, email: prusakovv-av@mail.ru, orcid.org/0000-0001-5582-5155
³ д-р ветеринар. наук, профессор, orcid.org/0000-0002-3614-4730

РЕФЕРАТ

Цель представленного исследования – установить изменения клинко-биохимического профиля крови собак больных дилатационной кардиомиопатией на разных стадиях гемодинамических изменений при ее комплексной медикаментозной коррекции с включением препарата «L-карнитин». Развитие дилатационной кардиомиопатии неизбежно приводит к нарушениям работы печени и почек. При этом в связи с усилением интоксикации существует обратная связь – развитие поражения печени и почек усугубляет течение ДКМП и усиливает ее клиническую симптоматику. Повлиять на данный процесс можно путем применения патогенетически обоснованной комплексной медикаментозной терапии, основанной на использовании веществ, способствующих нормализации обменных процессов и обладающих антиоксидантными свойствами. Одним из них является L-карнитин. Помимо вышеуказанных свойств он принимает непосредственное участие в энергетическом обмене сердечной мышцы. С целью установления его влияния на клинко-биохимический профиль собак с дилатационной кардиомиопатией было отобрано 40 собак крупных и гигантских пород, которые поделили на восемь групп в соответствии со стадийностью гемодинамических изменений (четыре контрольные и четыре опытные). Животным опытных групп параллельно со схемой лечения которую получали животные из состава контрольных групп был назначен «L-карнитин» в дозе 30,0 мг. Для установления динамики основных клинко-биохимических показателей крови в течение эксперимента проводили ее исследование на первый, 30 и 60 дни. По результатам клинко-морфологического анализа крови на всех этапах эксперимента у всех животных отклонений значений его показателей от нормы выявлено не было. Это указывает на отсутствие у них сопутствующих заболеваний воспалительного характера и патологий системы свертывания крови. Наиболее значимые изменения у изученных животных были зафиксированы при проведении биохимического исследования сыворотки крови по таким показателям, как щелочная фосфатаза, аланинаминотрансфераза, аспартатаминотрансфераза и мочевины. Исходя из их динамики в течение опыта применение препарата «L-карнитин» способствует восстановлению функционального состояния печени. Выявленная динамика нормализации активности АСТ, у животных, получавших данный препарат, может косвенно свидетельствовать о снижении степени поражения сердечной мышцы. При этом, изменение концентрации мочевины в составе сыворотки крови животных, получавших «L-карнитин» в течении эксперимента, свидетельствует об его эффективном влиянии на нормализацию функций печени и на снижение преренальной азотемии. Это объяснимо повышением почечной перфузии и восстановлением гемодинамики в результате компенсации дилатационной кардиомиопатии под влиянием препарата «L-карнитин».

Ключевые слова: собаки, кардиология, дилатационная кардиомиопатия, L-карнитин, гепатопатия, биохимия крови.

Для цитирования: Погодаева К.А., Прусаков А.В., Яшин А.В. Изменения клинко-биохимического профиля у собак с дилатационной кардиомиопатией на разных стадиях гемодинамических изменений при применении препарата «L-карнитин». Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:145-151. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.145>

CHANGES IN THE CLINICAL AND BIOCHEMICAL PROFILE IN DOGS WITH DILATED CARDIOMYOPATHY AT DIFFERENT STAGES OF HEMODYNAMIC CHANGES WHILE TAKING L-CARNITINE

Ksenia Al. Pogodaeva¹, Aleksey V. Prusakov^{2✉}, Anatoly V. Yashin³
^{1,2,3} Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Russian Federation
¹ Postgraduate Student, orcid.org/0009-0008-4594-4271
² Doctor of Veterinary Sciences, email: prusakovv-av@mail.ru, orcid.org/0000-0001-5582-5155
³ Doctor of Veterinary Sciences, Professor, orcid.org/0000-0002-3614-4730

ABSTRACT

The purpose of the presented study is to establish changes in the clinical and biochemical blood profile in dogs with dilated cardiomyopathy at different stages of hemodynamic changes during its complex drug correction with the inclusion of the drug "L-carnitine". The development of dilated cardiomyopathy inevitably leads

to impaired liver and kidney function. At the same time, due to increased intoxication, there is a feedback loop – the development of liver and kidney damage worsens the course of DCM and enhances its clinical symptoms. This process can be influenced by the use of pathogenetically based complex drug therapy based on the use of substances that promote the normalization of metabolic processes and possess antioxidant properties. One of them is L-carnitine. In addition to the above properties, it is directly involved in the energy metabolism of the heart muscle. In order to determine its effect on the clinical and biochemical profile of dogs with dilated cardiomyopathy, 40 dogs of large and giant breeds were selected, which were divided into eight groups according to the stage of hemodynamic changes (four control and four experimental). In addition to the standard treatment regimen that animals from the control groups received, the animals of the experimental groups were prescribed "L-carnitine" at a dose of 30.0 mg. To establish the dynamics of the main clinical and biochemical parameters of blood during the experiment, it was studied on the first, 30th and 60th days of its staging. According to the results of the clinical and morphological analysis of blood at all stages of the experiment, no deviations from the norm were detected in all animals. This indicates that they do not have concomitant inflammatory diseases and pathologies of the blood coagulation system. The most significant changes in the studied animals were recorded during a biochemical study of blood serum for such indicators as alkaline phosphatase, alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase and urea. Based on their dynamics during the experiment, the use of the drug "L-carnitine" helps restore the functional state of the liver. The revealed dynamics of normalization of AST activity in animals treated with this drug may indirectly indicate a decrease in the degree of damage to the heart muscle. At the same time, a change in the concentration of urea in the blood serum of animals treated with L-carnitine during the experiment indicates its effective effect on the normalization of liver function and on the reduction of prerenal azotemia. This is explained by an increase in renal perfusion and restoration of hemodynamics as a result of compensation for dilated cardiomyopathy under the influence of the drug "L-carnitine".

Key words: dogs, cardiology, dilated cardiomyopathy, L-carnitine, hepatopathy, blood biochemistry.

For citation: Pogodaeva K.A., Prusakov A.V., Yashin A.V. Changes in the clinical and biochemical profile in dogs with dilated cardiomyopathy at different stages of hemodynamic changes while taking L-carnitine. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:145-151. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.145>

ВВЕДЕНИЕ

Дилатационная кардиомиопатия (ДКМП) – наиболее часто встречающейся патология миокарда у собак крупных и гигантских пород [4], вследствие развития которой наступает рефрактерная сердечная недостаточность, что обуславливает высокую смертность. Развитие данного заболевания приводит к нарушению гемодинамики, что откладывает отпечаток на работу всех органов и их систем. В особенности, это касается печени, которая принимает участие во всех биохимических реакциях, протекающих в организме [1, 2, 6, 8]. Возникновение ДКМП неизбежно приводит к нарушению работы печени и почек, участвующих в инактивации и выведении токсических веществ. При этом в связи с усилением интоксикации существует обратная связь – развитие поражения печени и почек усугубляет течение ДКМП и усиливает ее клиническую симптоматику [7]. Повлиять на данный процесс можно путем применения патогенетически обоснованной комплексной медикаментозной терапии, которая должна включать вещества, способствующие нормализации обменных процессов и обладающие антиоксидантными свойствами [3, 9, 11]. К последним при терапии ДКМП следует отнести L-карнитин [10]. Данное вещество обладает вышеуказанными свойствами и является родственными витаминам группы В. Помимо этого, оно принимает непосредственное участие в энергетическом обмене миокарда. Однако, несмотря на данные обстоятельства в доступных библиографических источниках содержатся лишь разрозненные упоминания о применении L-карнитина с целью коррекции патологий сердечной мышцы и его влияния на клинко-биохимический профиль

животных. Учитывая вышеизложенное, нами была поставлена цель – установить изменения клинко-биохимического профиля крови у собак больных дилатационной кардиомиопатией на разных стадиях гемодинамических изменений при ее комплексной медикаментозной коррекции с включением препарата «L-карнитин».

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводили в условиях ветеринарного центра «LapinoVet» на собаках с установленным диагнозом ДКМП на разных стадиях гемодинамических изменений (B1, B2, C и D), подтвержденных результатами эхокардиографического исследования [5]. Для постановки опыта было отобрано 40 собак крупных и гигантских пород, которые в последующем были поделены на восемь групп в соответствии со стадийностью гемодинамических изменений (четыре контрольные и четыре опытные). Каждая группа была сформирована из пяти животных, при этом контрольные группы №2, №3 и №4 со стадиями гемодинамических изменений B2, C и D получали основную медикаментозную терапию, зависящую от стадии ДКМП, а соответствующие опытные группы животных в дополнение к ней препарат «L-карнитин» в дозе 30,0 мг на кг массы тела, кратностью три раза в день с кормом. Животные на стадии гемодинамических изменений B1, относящиеся к контрольной группе №1, ввиду отсутствия показаний к назначению медикаментозной терапии, были оставлены под наблюдением. В свою очередь, животным из опытной группы №1 был назначен «L-карнитин» в дозе 30,0 мг на кг массы тела, кратностью три раза в день с кормом. В качестве основной терапии животным опытной и контрольной групп №2 был назначен препарат «Тимобендан» в дозе 0,25 мг на

кг массы тела, кратностью два раза в день строго за 60 минут до кормления. Схема основной терапии у животных из опытной и контрольной групп №3 включала в себя такие препараты, как: «Пимобendan», «Спинолактон», «Торасемид», «Эналаприл». Животным из опытной и контрольной групп №4, ранее получавшим лечение по поводу ДКМП, в основу которой были включены выше названные препараты, оно было продолжено с увеличением дозы и кратности их приема.

Для установления динамики основных клинико-биохимических показателей крови проводили ее исследование у всех животных на первый, 30 и 60 дни эксперимента.

Общий клинический анализ крови осуществляли на автоматическом гематологическом анализаторе «Dymind DF50 Vet». При его проведении определяли количество лейкоцитов, тромбоцитов и эритроцитов, а также величину гематокрита и уровень гемоглобина. Также с целью вычисления абсолютных значений лейкоцитарной формулы проводилась окраска мазков по Романовскому-Гимзе с последующим определением и подсчетом числа лейкоцитов.

Для проведения биохимического анализа сыворотки крови использовали биохимический анализатор «BioSystems A-15». При его проведении определяли величины таких показателей, как активность креатинфосфокиназы, щелочной фосфатазы, аланинаминотрансферазы, аспартатаминотрансферазы, глутаматдегидрогеназы, уровень холестерина, триглицеридов, билирубина, общего белка, альбумина, мочевины, креатинина, и фосфора. Уровень натрия, калия, хлора и кальция определяли на анализаторе электролитов «i-Smart 30 Vet+».

Также, всем животным были проведены дополнительные лабораторные исследования с целью исключения сопутствующих патологий. При их выявлении животных исключали из опыта.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В первый и последующие дни постановки эксперимента был проведен клинико-морфологический анализ крови. По его результатам на всех этапах проведения исследования во всех контрольных и опыт-

ных группах №1-№4 значимых отклонений от допустимых значений выявлено не было, что указывает на отсутствие сопутствующих заболеваний воспалительного характера и патологий свертывающей системы крови у входящих в их состав животных. Полученные значения лейкоцитарного профиля, также указывали на отсутствие воспалительных процессов. Только у животных контрольной группы №3 в первый день постановки опыта была выявлена умеренная лимфопения и эозинопения (на 11,00% и 20,00%, соответственно), что может указывать на «стрессовую лейкограмму». На 30 и 60 дни проведения исследования выраженных отклонений лейкоцитарного профиля во всех группах зарегистрировано не было.

Наиболее значимые изменения были зафиксированы нами при проведении биохимического исследования сыворотки крови таких показателей, как: щелочная фосфатаза (ЩФ), аланинаминотрансфераза (АЛТ), аспартатаминотрансфераза (АСТ), мочевины.

На графике 1 отображены изменения активности ЩФ в течение исследования у исследованных животных.

Исходя из отображенных на нем данных, можно сделать вывод, что наибольшая активность ЩФ в начале эксперимента была отмечена в обеих группах №3 и превышала границу нормы в 2,42 и в 2,23 раза, соответственно. В последующие дни проведения исследования ее активность достигла границы нормы у животных из опытной группы №3. При этом, в контрольной группе №3 она так и не достигла нормальных значений. Однако, нами было отмечено существенное снижение активности ЩФ у животных опытной группы №3 в конце эксперимента в сравнении с первым днем его постановки на 73,50%.

В группах №1, №2 и №4 активность ЩФ в течение проведения исследования находилась в пределах значений нормы. При этом у животных из контрольной и опытной групп №4 наблюдалось ее постепенное повышение в течение эксперимента. Так, на 60 день его проведения активность ЩФ в контрольной группе №4 повысилась на 20,72%, а в опытной группе №4 на 6,28%, в сравнении с начальным этапом. В то время как у животных из

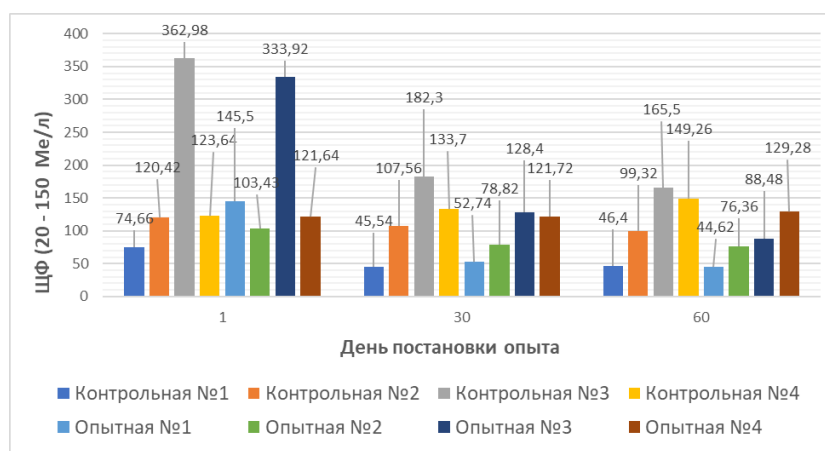


График 1. Изменение активности щелочной фосфатазы (ЩФ) в течение эксперимента у исследованных животных.

Graph 1. Changes in alkaline phosphatase (ALP) activity during the experiment in the studied animals.

групп №1 и №2 напротив наблюдалась тенденция к ее снижению. Так, у животных из контрольных групп №1 и №2 активность ЩФ к концу постановки эксперимента снизилась на 37,85% и 17,52% в сравнении с его первым днем, соответственно. В опытных группах №1 и №2, животные которых получали препарат «L-карнитин» данная величина в конце постановки эксперимента снизилась на 69,33% и 26,17%, соответственно.

На графике 2 отображена динамика изменения активности АЛТ в течение эксперимента у исследованных животных.

Исходя из данных, отображенных на графике 2, можно сделать вывод, что наибольшая активность АЛТ на первом этапе постановки эксперимента была отмечена в контрольной и опытной группах №3. К 30 дню проведения исследования ее активность снизилась на 10,26% в контрольной группе №3, а в опытной группе №3 пришла в пределы нормы, снизившись на 10,16%. На заключительном этапе проведения исследования у животных из контрольной группы №3 наблюдалась обратная динамика изменения активности АЛТ. Ее активность повысилась, однако в сравнении с первым днем исследования ее итоговое значение было ниже на 8,30%. При этом у животных из опытной группы №3 тенденция к снижению активности АЛТ сохранилась в течении всего исследования, а в его конце она снизилась на 15,62% в сравнении исходным значением.

У животных из контрольной и опытной групп №1 активность АЛТ на начальном этапе эксперимента входила в интервал значений нормы. К 30 дню исследования в контрольной группе №1 она снизилась на 37,12%, а в опытной группе №1 – на 64,68%. На 60 день постановки эксперимента у данных групп было отмечено умеренное повышение активности АЛТ в сравнении с предыдущим этапом – на 18,47% и 21,60%, соответственно.

В начале исследований у животных из контрольной и опытной групп №2 активность АЛТ не превышала границу нормы. У животных из контрольной группы №2 на последующих этапах было отмечено умеренное повышение значения

данного показателя в сравнении с начальным – на 2,01% на 30 день и на 8,70% на 60 день опыта. При этом у животных из опытной группы №2 активность АЛТ в сравнении с первым днем постановки эксперимента к его концу снизилась на 6,36% и 12,46%, соответственно.

У животных из обеих групп №4 в первый день постановки опыта активность АЛТ находилась в пределах нормы, но была близка к ее верхней границе. На следующем этапе проведения исследования в контрольной группе №4 было зарегистрировано ее незначительное снижение (на 0,55%), при этом в опытной группе №4 она снизилась на 23,15%. В конце эксперимента в сравнении с его началом активность АСТ в контрольной группе №4 выросла на 8,78% и вышла за границы нормы, а в опытной группе №4 – напротив снизилась на 16,71%.

На графике 3 отображены изменения активности АСТ у исследованных животных. Исходя из отображенных на нем данных, можно сделать вывод, что самая высокая активность АСТ в крови были отмечены в контрольных и опытных группах №3 и №4.

В первый день постановки эксперимента активность АСТ в обеих группах №1 не превышала границ нормы. К 30 дню проведения исследования она снизилась на 29,54% в контрольной группе №1, а в опытной группе №1 – на 46,57%. На 60 день постановки опыта в сравнении с его началом активность АСТ в данных группах снизилась на 39,22% и 53,21%, соответственно.

У животных из контрольной и опытной групп №2 в первый день проведения эксперимента активность АСТ была близка в верхней границе нормы. К 30 дню постановки опыта она снизилась на 9,51% и 17,60%, соответственно. На заключительном этапе эксперимента в сравнении с первым днем его постановки активность АСТ снизилась на 12,77% в контрольной группе №2 и на 29,80% в опытной группе №2.

В первый день постановки эксперимента у животных из контрольной и опытной групп №3 активность АСТ была выше нормы на 18,47% и

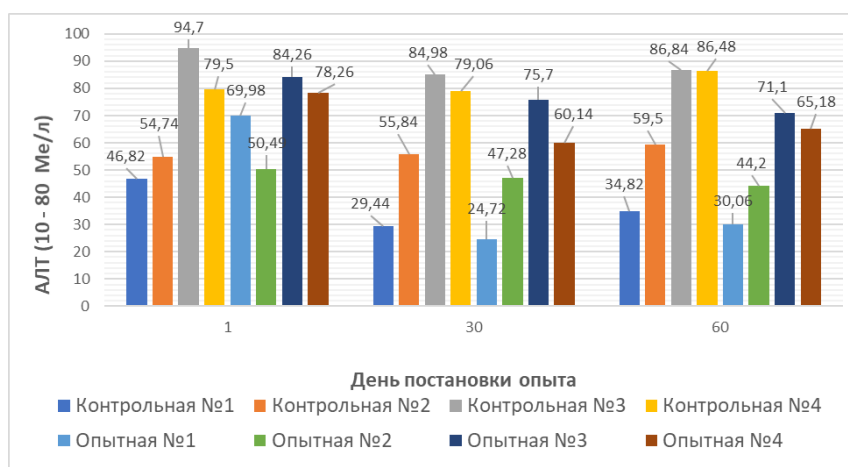


График 2. Изменение активности аланинаминотрансферазы (АЛТ) в течение эксперимента у исследованных животных.

Graph 2. Changes in alanine aminotransferase (ALT) activity during the experiment in the studied animals.

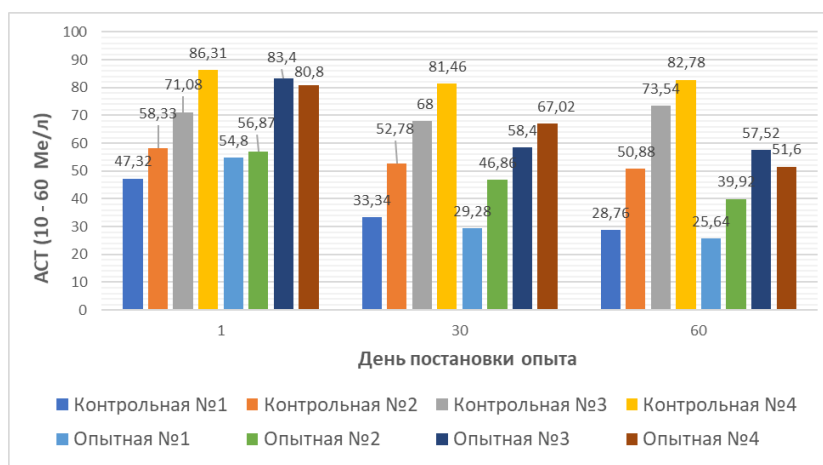


График 3. Изменение активности аспартатаминотрансферазы (АСТ) у исследованных животных в течение эксперимента.

Graph 3. Changes in aspartate aminotransferase (AST) activity in the studied animals during the experiment.

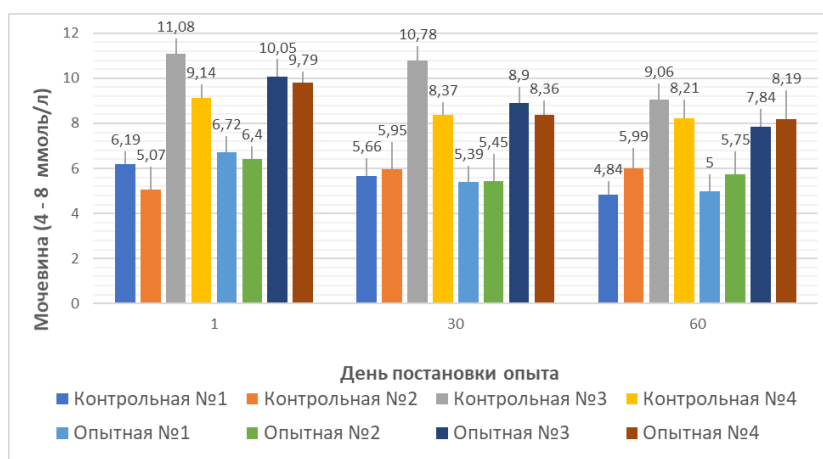


График 4. Изменение концентрации мочевины в сыворотке крови в течение эксперимента у исследованных животных.

Graph 4. Changes in the concentration of urea in the blood serum during the experiment in the studied animals.

39,00%, соответственно. К 30 дню исследования наблюдалось ее снижение – на 4,33% в контрольной группе №3 и на 29,98% в опытной группе №3. В конце проведения исследования активность АСТ в опытной группе №3 снизилась на 31,03% в сравнении с первым днем, а в контрольной группе №3 увеличилась на 3,46%. При этом в опытной группе №3, животные которой дополнительно получали «L-карнитин», активность АСТ достигла границ нормы.

У животных из контрольной и опытной групп №4 в первый день эксперимента также было отмечено превышение активности АСТ – на 43,85% и 34,67%. В контрольной группе №4 на 30 день исследования она снизилась на 5,62%, а к 60 дню – на 4,09%, в сравнении с первым. У животных из опытной группы №4, получавших препарат «L-карнитин» наблюдалось более выраженное снижение активности АСТ. Так на 30 и 60 дни опыта у них она снизилась относительно исходного значения на 17,05% и 36,14%, соответственно. Таким образом, в конце исследования активность АСТ в опытной группе №4 вошла в интервал нормальных значений.

На графике 4 отображены изменение концентрации мочевины в составе сыворотки крови в течение эксперимента у исследованных животных.

Исходя из отображенных на нем данных, можно сделать вывод, что повышение ее концентрации вначале эксперимента было выявлено в контрольных и опытных группах №3 и №4, что может указывать на преренальную азотемию, связанную со снижением почечной перфузии при сердечной недостаточности. В контрольных и опытных группах №1 и №2 в течение всего исследования концентрация мочевины в сыворотке крови не выходила за границы значений нормы.

На 30 день постановки эксперимента у животных из обеих групп №1 было отмечено снижение концентрации мочевины на 8,56% и 19,79%, соответственно, а к заключительному этапу на 21,81% и 25,60%, соответственно, в сравнении с первым днем его постановки.

У животных из контрольной группы №2 уровень мочевины на 30 день повысился на 17,36%, а у животных из опытной группы №2 напротив понизился на 14,84%. На заключительном этапе проведения исследования в сравнении с его нача-

лом концентрация мочевины повысилась на 18,15% в контрольной группе №2, а в опытной группе №2, животным которой получали «L-карнитин», напротив понизилась на 10,16%.

У животных из контрольной и опытной групп №3 в начале постановки эксперимента отмечалась самая высокая концентрация мочевины в сыворотке крови, превышающая верхнюю границу нормы на 38,50% и 25,63%, соответственно. На 30 день проведения опыта в данных группах она снизилась на 2,71% и 11,44%, соответственно, так и не войдя в интервал допустимых значений. На заключительном этапе проведения исследования в контрольной группе №3 уровень мочевины снизился на 18,23% в сравнении с начальным этапом, но превышал границу нормы на 13,25%. При этом у животных из опытной группы №3 ее величина снизилась на 21,99%, в сравнении с первым днем эксперимента и вошла в интервал допустимых значений.

На начальном этапе постановки опыта у животных из обеих групп №4 уровень мочевины был выше нормы на 14,25% и 22,37%, соответственно. На последующих этапах наблюдалось снижение ее концентрации с более выраженной динамикой в опытной группе №4. Так, к 30 дню

проведения исследования в контрольной группе №4 концентрация мочевины снизилась на 8,42%, а к 60 дню – на 10,18% в сравнении с начальным этапом. У животных из опытной группы №4 на данных этапах эксперимента она снизилась в сравнении с первым днем его постановки на 14,61% и 16,34%, соответственно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, исходя из полученных нами данных, применение препарата «L-карнитин» способствует восстановлению функционального состояния печени. Выявленная нами динамика нормализации активности АСТ, у животных, получавших данный препарат, также может косвенно свидетельствовать о снижении степени поражения сердечной мышцы. При этом, изменение концентрации мочевины в составе сыворотки крови животных, получавших «L-карнитин» в течении эксперимента, свидетельствует об его эффективном влиянии на нормализацию функций печени и на снижение преренальной азотемии. Последнее объяснимо повышением почечной перфузии и восстановлением гемодинамики в результате компенсации дилатационной кардиомиопатии под влиянием препарата «L-карнитин».

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Голодяева М.С., Батраков А.Я. Ранняя диагностика биохимического статуса у коров-первотелок при гепатозе. Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2018;4:126-128.
2. Дроздова Л.И., Кундюкова У.Б. Печень - "живая лаборатория" оценки здоровья птицы. АгроРынок. 2012;2:7-8.
3. Карпенко Л.Ю., Бахта А.А. Характеристика антиоксидантной системы мелких домашних животных : учебно-методическое пособие. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины. 2005: 39 с.
4. Коваленко А.А., Столбова О.А. Дилатационная кардиомиопатия у собак. Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2020;4(61):58-64. DOI 10.34655/bgsha.2020.61.4.009
5. Погодаева К.А. Эхокардиографические признаки у собак с дилатационной кардиомиопатией. Молодые ученые в аграрной науке. Сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Луганск 23-24 апреля. 2025 г.
6. Прусакова А.В. Морфология и васкуляризация печени козы англо-нубийской породы : специальность 06.02.01 "Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных" : диссертация на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук. Прусакова Анна Валерьевна. 2021:179 с.
7. Сторожаков Г.И., Эттингер О.А. Поражения печени при хронической сердечной недостаточности. Журнал Сердечная Недостаточность. 2005;6(1):28-32.
8. Попова О.С., Понамарев В.С., Кострова А.В., Агафонова Л.А. Фармакокинетические параметры кофеина у лабораторных животных в контексте оценки функционального состояния печени. Международный вестник ветеринарии. 2023;2:142-149. DOI 10.52419/issn2072-2419.2023.2.142
9. Ponomarev V., Popova O., Kostrova A., Agafonova L. A New Method for Assessing the Toxic Properties of Various Medicinal Substances on the Hepatobiliary System Functionality in the Context of the Ecopharmacology Development. II International Conference "Sustainable Development: Agriculture, Veterinary Medicine and Ecology" (VMAEE-II-2023), Karshi, 21–22 апреля 2023 года. Vol. 3011. New York: AIP PUBLISHING. 2023: 20027. DOI 10.1063/5.0161091
10. Carnitine (L-carnitine). – University of Maryland Medical Center. <http://umm.edu/health/medical/altmed/supplement/carnitine-lcarnitine#ixzz2rihuKRqv>.
11. Ponomarev V., Popova O., Kostrova A., Agafonova L. The Concept of Development of New Ecologically Based Methods of Diagnostics and Pharmacocorrection in Veterinary Medicine (on the Example of Pathologies of the Hepatobiliary System). II International Conference "Sustainable Development: Agriculture, Veterinary Medicine and Ecology" (VMAEE-II-2023), Karshi. 21–22 апреля 2023 года. Vol. 3011. New York: AIP PUBLISHING. 2023: 20028. DOI 10.1063/5.0161092

REFERENCES

1. Golodyaeva M.S., Batrakov A.Ya. Early diagnostics of biochemical status in first-calf heifers with hepatitis. *Issues of legal regulation in veterinary medicine*. 2018; 4: 126-128. (in Russ)
2. Drozdova L.I., Kundryukova U.B. The liver is a "living laboratory" for assessing poultry health. *AgroRynok*. 2012; 2: 7-8. (in Russ)
3. Karpenko L.Yu., Bakhta A.A. Characteristics of the antioxidant system of small domestic animals: a teaching aid. Saint Petersburg: Saint Petersburg State Academy of Veterinary Medicine. 2005: 39 p. (in Russ)
4. Kovalenko A.A., Stolbova O.A. Dilated cardiomyopathy in dogs. *Bulletin of the Filippov Buryat State Agricultural Academy*. 2020; 4(61): 58-64. (in Russ) DOI 10.34655/bgsha.2020.61.4.009
5. Pogodaeva K.A. Echocardiographic signs in dogs with dilated cardiomyopathy. Young scientists in agricultural science. Collection of materials from the VIII International scientific and practical conference of young scientists and specialists, Luhansk, April 23-24, 2025. (in Russ)
6. Prusakova A.V. Morphology and vascularization of the Anglo-Nubian goat liver: specialty 06.02.01 "Diagnostics of diseases and therapy of animals, pathology, oncology and morphology of animals": dissertation for the degree of candidate of veterinary sciences. Prusakova Anna Valerievna. 2021: 179 p. (in Russ)
7. Storozhakov G.I., Ettinger O.A. Liver lesions in chronic heart failure. *Journal of Heart Failure*. 2005;6(1):28-32. (in Russ)
8. Popova O.S., Ponomarev V.S., Kostrova A.V., Agafonova L.A. Pharmacokinetic parameters of caffeine in laboratory animals in the context of assessing the functional state of the liver. *International Bulletin of Veterinary Medicine*. 2023;2:142-149. (in Russ) DOI 10.52419/issn2072-2419.2023.2.142
9. Ponomarev V., Popova O., Kostrova A., Agafonova L. A New Method for Assessing the Toxic Properties of Various Medicinal Substances on the Hepatobiliary System Functionality in the Context of the Ecopharmacology Development. II International Conference "Sustainable Development: Agriculture, Veterinary Medicine and Ecology" (VMAEE-II-2023), Karshi, April 21–22, 2023. Vol. 3011. New York: AIP PUBLISHING. 2023: 20027. DOI 10.1063/5.0161091
10. Carnitine (L-carnitine). – University of Maryland Medical Center. <http://umm.edu/health/medical/altmed/supplement/carnitine-lcarnitine#ixzz2rihuKRqv>.
11. Ponomarev V., Popova O., Kostrova A., Agafonova L. The Concept of Development of New Ecologically Based Methods of Diagnostics and Pharmacocorrection in Veterinary Medicine (on the Example of Pathologies of the Hepatobiliary System). II International Conference "Sustainable Development: Agriculture, Veterinary Medicine and Ecology" (VMAEE-II-2023), Karshi. April 21–22, 2023. Vol. 3011. New York: AIP PUBLISHING. 2023: 20028. DOI 10.1063/5.0161092

Поступила в редакцию / Received: 28.04.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 07.05.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

ПРИМЕНЕНИЕ СЕКРЕТОМА МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ЛОШАДИ ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНИ ЛЕГКИХ (КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ)

Андрей Юрьевич Нечаев^{1✉}, Ольга Владимировна Романова², Виталий Александрович Сорока³,
Анастасия Ильинична Карклин⁴, Анастасия Викторовна Кондратюк⁵

^{1,3,4,5}Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Российская Федерация

^{1,2}Донской государственный технический университет, Российская Федерация

¹д-р ветеринар. наук, проф., зав. каф. общей, частной и оперативной хирургии, интерн, e-mail:

¹netschajew@yandex.ru, orcid.org /0000-0001-9035-0036

²канд. ветеринар. наук, доц., интерн

³канд. ветеринар. наук, асс. каф. общей, частной и оперативной хирургии, orcid.org / 0000-0002-1413-4486

⁴канд. ветеринар. наук

⁵аспирант кафедры общей, частной и оперативной хирургии

РЕФЕРАТ

Мезенхимальные стволовые (стромальные) клетки (МСК) — это мультипотентные стромальные клетки, которые способны модулировать иммунный ответ при повреждении тканей и способствовать их восстановлению *in vivo*. Перспективы использования препаратов на основе продуктов секреции мезенхимальных стромальных клеток являются обнадеживающими как для медицины человека, так и для лечения животных. Однако, существующие научно-практические данные на сегодняшний день не могут быть основополагающими для применения в клинических условиях ввиду недостаточности исследований.

В данной работе проведён анализ опыта применения секретома мезенхимальных стромальных клеток (МСК) при кардиореспираторных заболеваниях лошадей. Секретом представляет собой совокупность всех биологически активных веществ, выделяемых мезенхимальными стромальными клетками (МСК) во внеклеточное пространство. Внедрение препаратов на основе секретома МСК в ветеринарию представляет большой научно-практический интерес. В качестве модели изучения эффективности МСК использовалась лошадь. В статье представлены клинические наблюдения и отведено внимание перспективному научно-практическому направлению конной медицины — изучению влияния продуктов секреции мезенхимальных стволовых клеток на физиологическую и репаративную регенерацию кардиореспираторной системы при хронической обструктивной болезни бронхов и лёгких.

На сегодняшний день комплексная этиотропная и патогенетическая терапия хронической обструктивной болезни лёгких (ХОБЛ) включает в себя стероидные противовоспалительные препараты, антибиотики широкого спектра действия, антипротозойные и фунгицидные средства, бронхолитики и вещества с десенсибилизирующим эффектом. Такая терапия приводит к быстрому наступлению непродолжительной ремиссии. Однако, с позиций нарушения барьерных свойств дыхательной системы, проводимые лечебные мероприятия не направлены на восстановление естественной защиты и ускорение регенерации поврежденных тканей. Таким образом, потребность в ветеринарных препаратах, качественно восстанавливающих утраченные клетки, является актуальной.

Ключевые слова: мезенхимальные стволовые клетки, секретом, хроническая обструктивная болезнь легких, лошади.

Для цитирования: Нечаев А.Ю., Романова О.В., Сорока В.А., Карклин А.И., Кондратюк А.В. Применение секретома мезенхимальных стволовых клеток для лечения лошади при хронической обструктивной болезни легких. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:152-156. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.152>

APPLICATION OF THE MESENCHYMAL STEM CELL SECRETOME FOR THE TREATMENT OF HORSES WITH CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE (CLINICAL CASE)

Andrey Yu. Nechaev^{1✉}, Olga V. Romanova², Vitaly A. Soroka³, Anastasia I. Karklin⁴,
Anastasia V. Kondratyuk⁵

^{1,3,4,5}Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Russian Federation

^{1,2}Don State Technical University, Russian Federation

¹Dr. of Veterinary Sciences, Prof., Head of the Department of General, Special, and Operative Surgery, Intern, e-mail: netschajew@yandex.ru, orcid.org /0000-0001-9035-0036

²Candidate of Veterinary Sciences, Assoc. Prof., Intern

³Candidate of Veterinary Sciences, Assoc. Prof. General, Specialized, and Operative Surgery, orcid.org / 0000-0002-1413-4486

⁴Candidate of Veterinary Sciences

⁵Postgraduate Student, Department of General, Specialized, and Operative Surgery

ABSTRACT

Mesenchymal stem (stromal) cells (MSC) are multipotent stromal cells that are able to modulate the immune response to tissue damage and promote tissue repair *in vivo*. The prospects of using drugs based on the secretion products of mesenchymal stromal cells are encouraging for both human medicine and animal treatment. However, the current scientific and practical data cannot be fundamental for use in clinical settings due to insufficient research.

This work analyzes the experience of using the secretome of mesenchymal stromal cells (MSC) in cardiorespiratory diseases of horses. A secretome is a collection of all biologically active substances secreted by mesenchymal stem cells (MSC) into the extracellular space. The introduction of drugs based on the MSC secretome into veterinary medicine is of great scientific and practical interest. A horse was used as a model for studying the effectiveness of MSC. The article presents clinical observations and focuses on a promising scientific and practical field of equestrian medicine - the study of the effect of mesenchymal stem cell secretion products on the physiological and reparative regeneration of the cardiorespiratory system in chronic obstructive bronchial and lung diseases.

To date, the complex etiotropic and pathogenetic therapy of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) includes steroid anti-inflammatory drugs, broad-spectrum antibiotics, antiprotozoal and fungicidal agents, bronchodilators and substances with a desensitizing effect. This therapy leads to a rapid onset of short-term remission. However, from the standpoint of violation of the barrier properties of the respiratory system, the ongoing therapeutic measures are not aimed at restoring natural protection and accelerating the regeneration of damaged tissues. Thus, the need for veterinary drugs that qualitatively restore lost cells is urgent. Mesenchymal stem (stromal) cells (MSC) are multipotent stromal cells that are able to modulate the immune response to tissue damage and promote tissue repair *in vivo*. The prospects of using drugs based on the secretion products of mesenchymal stromal cells are encouraging for both human medicine and animal treatment. However, the current scientific and practical data cannot be fundamental for use in clinical settings due to insufficient research.

This work analyzes the experience of using the secretome of mesenchymal stromal cells (MSC) in cardiorespiratory diseases of horses. A secretome is a collection of all biologically active substances secreted by mesenchymal stem cells (MSC) into the extracellular space. The introduction of drugs based on the MSC secretome into veterinary medicine is of great scientific and practical interest. A horse was used as a model for studying the effectiveness of MSC. The article presents clinical observations and focuses on a promising scientific and practical field of equestrian medicine - the study of the effect of mesenchymal stem cell secretion products on the physiological and reparative regeneration of the cardiorespiratory system in chronic obstructive bronchial and lung diseases.

To date, the complex etiotropic and pathogenetic therapy of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) includes steroid anti-inflammatory drugs, broad-spectrum antibiotics, antiprotozoal and fungicidal agents, bronchodilators and substances with a desensitizing effect. This therapy leads to a rapid onset of short-term remission. However, from the standpoint of violation of the barrier properties of the respiratory system, the ongoing therapeutic measures are not aimed at restoring natural protection and accelerating the regeneration

Key words: mesenchymal stem cells, secretome, chronic obstructive pulmonary disease, horses.

For citation: Nechaev A.Yu., Romanova O.V., Soroka V.A., Karklin A.I., Kondratyuk A.V. Application of the mesenchymal stem cell secretome for the treatment of horses with chronic obstructive pulmonary disease (clinical case). Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:152-156. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.152>

ВВЕДЕНИЕ

Имеющийся мировой опыт как доклинического, так и практического применения МСК подтверждает целесообразность использования МСК для терапии респираторных иммунологических заболеваний, в том числе и хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ). Ряд авторов указывают на большой потенциал секретомы МСК в лечении респираторных воспалительных заболеваний, одновременно утверждая, что механизм терапевтического воздействия МСК недостаточно выяснен и требует дальнейшего изучения. Опубликованные по данной тематике работы демонстрируют актуальность и перспективность развития данного направления и определяют важнейшие векторы применения регенеративных технологий не только в ветеринарии, но и в медицине человека [1,3,8].

В ветеринарии необходимость в создании лекарственных препаратов, восстанавливающих

поврежденные патологическим процессом клетки и функции живого организма сохранялась всегда, а сейчас технологически это становится реальным. На сегодняшний день уже имеется достаточный опыт успешного применения препаратов клеточнорегенеративной медицины в практике деликатного заживления кожных ран, сухожильно-связочных структур, роговицы глаза у лошадей, что свидетельствует об эффективности средств регенеративной медицины в ветеринарной клинической практике [4,9,10,12].

При подаче заявки на грант Российского научного фонда нами был запланирован исследовательский проект о возможности использования продуктов секреции мезенхимальных стволовых клеток для стимуляции физиологической и репаративной регенерации кардиореспираторной системы у лошадей.

Целью проведенных исследований является оценка эффективности использования секретомы мезенхимальных стволовых клеток для лечения

лошади при хронической обструктивной болезни легких на примере конкретного клинического случая.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Получение жировой ткани (ЖТ) у лошади осуществлялось в одном из частных коневодческих хозяйств Ленинградской области с согласия владельцев. Вырезался 1 см³ подкожной жировой ткани в области хвоста и помещался в стерильную пробирку в фосфатно-солевой буферный раствор (PBS, phosphate-buffered saline), содержащий пенициллин и стрептомицин (Gibco, США). Далее жировая ткань промывалась стерильным PBS с добавлением 200 мкг/мл цефтриаксона (Синтез, Россия) и 3 мкг/мл амфотерицина В (Biowest, Франция) в условиях ламинарного бокса. Образец измельчался глазными ножницами, добавлялся раствор коллагеназы (тип 2) (ПанЭко, Россия) из расчета 500 ед/мл и инкубировали 45 мин при 37°C при постоянном помешивании. После инкубации клетки осаждались центрифугированием. Жидкая фаза, состоящая из крупных кусков ткани и зрелых жировых клеток, удалялась серологической пипеткой, потом в среде ДМЕМ (ПанЭко, Россия) ресуспендировали осадок. Полученную суспензию фильтровали через сетчатый фильтр с размером пор 100 мкм, фильтрат вновь центрифугировали, полученный осадок разводили средой ДМЕМ:ФБС (фетальная бычья сыворотка, Biowest, Франция) (9:1) с добавлением 50 ед/мл пенициллина и 50 мкг/мл стрептомицина и высевали в культуральные флаконы (SPL LifeSciences, Корея). Затем в CO₂-инкубаторе при температуре 37°C и содержании 5%CO₂ проводилось культивирование. Через 24 ч. удалялась среда с неприкрепившимися клетками, флаконы тщательно промывались PBS с добавлением антибиотиков и снова добавляли аналогичную ростовую среду. Смену среды производили каждые 72–96 ч. Конфлюэнтный монослой формировался к 8 суткам после выделения. Культуру МСК ЖТ лошади накапливали в течение двух пассажей, производя пересев каждые 72–96 ч. Затем клетки были криоконсервированы в среде содержащей 10% диметилсульфоксид (ДМСО, Биолот, Россия) по стандартному протоколу из трёх этапов: I этап – со скоростью 0,5 град/мин до минус 20°C; II этап – со скоростью 1 град/мин до минус 80°C, с последующим погружением в жидкий азот. Затем из МСК лошади получали секретом с накоплением продуктов секреции МСК в течение 96 часов. Хранили полученные секретомы МСК в жидком состоянии при температуре +4 - +8°C [2,5,6].

Для точного воспроизведения протокола использования секретомы (или кондиционированной среды) мезенхимальных стволовых клеток (МСК) при хронической обструктивной болезни бронхов и лёгких лошадей были взяты за основу современные исследования регенеративной медицины [11].

Протокол применения секретомы МСК в данном клиническом случае включал 5 ингаляционных процедур (через день) с использованием 5–10 мл препарата, который разбавляли стерильным 0,9% раствором NaCl, доводя объем до 20

мл. Разбавленный секретом с помощью ингалятора и дыхательной маски поступал в дыхательные пути лошади [7]. До проведения ингаляции и спустя 12 ч. после применения секретомы МСК проводился отбор проб крови для определения способности легочного газообмена обеспечить артериализацию крови в легких с регистрацией показателей газового состава крови: величина напряжения кислорода (PaO₂) и углекислого газа (PaCO₂), pH крови. С этой целью использовался портативный газоанализатор.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У мерина по кличке Шекспир в возрасте 16 лет, с массой тела 500 кг на основании данных анамнеза, клинического осмотра, клинико-гематологических и биохимических исследований крови была диагностирована хроническая обструктивная болезнь бронхов, которая проявляется периодическими приступами астмы. Клинические признаки хронической бронхиальной обструкции впервые наблюдались у данного пациента в 2021 году вследствие функциональной гипервентиляции легких при несоответствии физической нагрузки и физиологической подготовки лошади. Заболевание протекало остро и сопровождалось незначительным повышением температуры тела, угнетением, учащением дыхания и сердцебиения, при кашле возникало непродолжительное легочное кровотечение. Кроме того, каждый месяц наблюдались приступы бронхоспазма, с большей частотой в межсезонье. Было проведено комплексное симптоматическое лечение и длительная реабилитация с использованием фитотерапии и гомеопатии. Период ремиссии был продолжительным - несколько лет, причем в течение этого периода лошадь несла умеренные физические нагрузки. В дальнейшем сроки ремиссии стали менее продолжительными, а в период рецидивов больное животное подвергалось традиционному лечению кортикостероидными препаратами (инъекции дексаметазона), антибиотиками, десенсибилизирующими, бронхолитическими и отхаркивающими средствами. Проводились ингаляции беродуал и пульмикорт 1 раз в день в период обострения. Использовались также гомеопатические препараты и вентипульмин, рекомендуемый для усиления легочной вентиляции. В качестве подкормки использовались подкормка витамин С курсами 2 месяца, сбор бронхолегочный №3 и 4 (Биотех) курсами 2 – 3 месяца.

Исходя из меньшей продолжительности ремиссии было принято решение об использовании продуктов секреции мезенхимальных стволовых клеток для стимуляции физиологической и репаративной регенерации кардиореспираторной системы пациента в данном клиническом случае. Непосредственно перед применением секретомы МСК проводилось определение клинических показателей (табл.1) : частота дыхания – 20 в минуту, дыхательный объем – 3,6 литра, частота сердечных сокращений – 38 в минуту.

Результаты выполненных клинико-гематологических и биохимических исследований венозной крови представлены в таблице 2: общее количество эритроцитов - 9,7 x 10¹²кл /л

Таблица 1. Клинические показатели дыхания и кровообращения животного до и после применения секретомы МСК.

Table 1. Clinical parameters of respiration and blood circulation of the animal before and after application of the MSC secretome.

Клинические показатели дыхания и кровообращения	Время регистрации показателей		
	До ингаляции секретомы	Через 12 часов после первой ингаляции	По окончании курса ингаляций (после пяти процедур)
Частота дыхания, дыхат. движений в минуту	20	16	15
Дыхательный объем, л	3,6	3,9	3,8
Частота пульса, ударов в минуту	38	32	30

Таблица 2. Результаты клинического и биохимического анализа крови до и после применения секретомы МСК.

Table 2. Results of clinical and biochemical blood analysis before and after application of MSC secretome.

Показатели исследований крови	Время регистрации показателей		
	До ингаляции секретомы	Через 12 часов после первой ингаляции	По окончании курса ингаляций (после пяти процедур)
Содержание гемоглобина, г/л	142	140	146
Гематокрит, %	36	35	38
Содержание общего белка, г/л	65,5	57,5	62,7
АСТ, ед/л	301	280	287
АЛТ, ед/л	16	20	10
Содержание глюкозы, ммоль/л	5,96	5,60	5,24
Содержание лактата, ммоль/л	1,92	1,78	2,45
Содержание креатинина, мкмоль/л	96,8	90,5	89,5

Таблица 3. Показатели газового состава и pH крови у животного до и после применения секретомы МСК.

Table 3. Indicators of gas composition and blood pH in an animal before and after application of the MSC secretome.

Показатели газового состава и pH крови	Время регистрации показателей		
	До ингаляции секретомы	Через 12 часов после первой ингаляции	По окончании курса ингаляций (после пяти процедур)
РаО ₂ , мм.рт.ст	74,6	80,1	82,2
РаСО ₂ , мм.рт.ст	42,5	36,5	34,1
pH	7,62	7,65	7,58

(N = 6,0-9,0), лейкоцитов – 9 x 10⁹ кл/л (N = 7,0 - 12,0), содержание гемоглобина - 142 г/л (N = 80 - 140), гематокрит 36% PCV (N = 32 – 48), СОЭ - 19 мм/ч (N = 40-70), в лейкограмме наблюдался нейтрофильный гипорегенеративный сдвиг ядра влево и лимфопения (18% лимфоцитов при норме 25-44%), содержание эозинофилов составляло 3 и соответствовало норме 2-6. Содержание общего билирубина - 34,7 ммоль/л, прямого - 12,5 ммоль/л, глюкозы - 5,96 ммоль/л, креатинина - 96,8 мкмоль/л.

Как видно из данных таблицы 2, основные показатели клинического и биохимического анализа крови до и после применения секретомы МСК не выходили за пределы нормативных значений. Для исследования способности физиологических систем дыхания и кровообращения адекватно обеспечивать потребность организма в кислороде и сохранять свою функциональную устойчивость определялись показатели газового состава и pH крови, которые приводятся в таблице 3.

Следует отметить, что пациент получал инга-

ляции секретомы в период относительного клинического благополучия, поэтому выраженные сдвиги в показателях газового состава и pH крови отсутствовали.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенного курса ингаляционной терапии и наблюдения за данным пациентом, следует отметить, что клинические проявления обструкции бронхоальвеолярных структур (кашель, смешанная одышка, респираторные шумы) стали менее выражены. Тенденция к учащению и брюшному типу дыхания уменьшилась, улучшилась переносимость физических нагрузок. Оценка эффективности проведения ингаляций секретомы МСК в сравнении с его внутривенным и подкожным введением войдет в задачи следующего этапа эксперимента. Разработка оптимальных методов применения препаратов на основе продуктов секреции мезенхимальных стромальных клеток лошадям с выявленной кардиореспираторной патологией будет являться предметом дальнейших исследований в данном направлении.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Петрова В.В., Вачкова Е.И. Перспективы применения стволовых клеток жировой ткани: проблемы их клинического применения у лошадей. Ветеринария.2023;5:43 – 48.
- Трифонов А.В., Али С.Г., Нечаев А.Ю., Лаврик А.А., Минина А.О. Сравнение биологической активности *in*

vitro секретомов мезенхимальных стволовых клеток, выделенных из жировой ткани лошади. Междуна-родный вестник ветеринарии. 2025;4:402 – 410.

3. Травкина А.В., Концевая С.Ю., Лаврик А.А., Али С.Г. Регенеративная медицина для лечения лошадей с респираторными заболеваниями. Инновационные решения актуальных проблем в области ветеринарии : материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Курск, 25–26 февраля 2021 года. Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. 2021:259-263.

4. Романова О.В., Крячко О.В., Довгий А.И. Мировой опыт использования мезенхимальных стромальных клеток в репаративной медицине (обзор). Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2024;4: 67 – 72.

5. Семенов Б.С., Давыдов Д.Г., Смирнова Н.В., Крюков А.Е. Мезенхимальные стволовые клетки в ветеринарной хирургии, способ их выделения и характеристика жизнеспособности. Международный вестник ветеринарии. 2017;3: 86-90.

6. Патент № 2662172 С2 Российская Федерация, МПК А61К 35/28. Способ получения регенеративного ветеринарного препарата на основе экстракта мезенхимальных стволовых клеток и кондиционной среды №2016148715: заявл. 13.12.2016 : опубл. 24.07.2018. А.А. Лаврик, Н.Э. Искендерова, С.Г. Али.

7. Патент на полезную модель № 202204 U1 Российская Федерация, МПК А61D 7/04 (2006.01). Дыхательная маска для лошадей: № 2020123662: заявл. 10.07.2020 : опубл. 02.05. 2021. А.Ю. Нечаев, К.В. Племяшов, О.В. Романова, О.В. Балашова, В.А. Сорока. 5 с. : ил.

8. Antoniou K., Karagiannis K., Tsitoura E, Bibaki E, Lasithiotaki I, Proklou A, Spandidos D., Tzanakis N. Clinical applications of mesenchymal stem cells in chronic lung diseases. Biomed Rep. 2018: 314-318.

9. Teixeira F.G., Salgado A.J. Mesenchymal stem cells secretome: current trends and future challenges. Neural Regen Res.2020;15(1): 75.

10. Viktorova E.V., Savchenkova I.P. Multipotent mesenchymal stem cells in clinical veterinary practice. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020;548(7):072072. DOI:10.1088/1755-1315/548/7/072072

11. Vizoso, F.J., Eiro N., Cid S.et al. Mesenchymal stem cell secretome: toward cell-free therapeutic strategies in regenerative medicine. Int J Mol Sci. 2017;18(9): 1852.

12. Wang, M.Y., Zhou, T.Y., Zhang Z.D., Liu H.Y., Zheng Z.Y., Xie H.Q. Current therapeutic strategies for respiratory diseases using mesenchymal stem cells. MedComm. 2021;2(3):351-380.

REFERENCES

1. Petrova V.V., Vachkova E.I. Prospects for the use of adipose tissue stem cells: problems of their clinical use in horses. Veterinary.2023;5:43 – 48. (in Russ)

2. Trifonova A.V., Ali S.G., Nechaev A.Yu., Lavrik A.A., Minina A.O. Comparison of *in vitro* biological activities of mesenchymal stem cell secretomes isolated from equine adipose tissue. International Bulletin of Veterinary Medicine. 2025;4:402 – 410. (in Russ)

3. Travkina A.V., Kontsevaya S.Yu., Lavrik A.A., Ali S.G. Regenerative medicine for the treatment of horses with respiratory diseases. Innovative solutions to current problems in the field of veterinary medicine: materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference, Kursk, February 25–26, 2021. Kursk: Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanova. 2021:259-263. (in Russ)

4. Romanova O.V., Kryachko O.V., Dovgiy A.I. World experience in the use of mesenchymal stromal cells in reparative medicine (review). Legal regulation in veterinary medicine. 2024;4: 67 – 72. (in Russ)

5. Semenov B.S., Davydov D.G., Smirnova N.V., Kryukov A.E. Mesenchymal stem cells in veterinary surgery, method of their isolation and characteristics of viability. International Bulletin of Veterinary Medicine. 2017;3: 86-90. (in Russ)

6. Patent No. 2662172 C2 Russian Federation, IPC A61K 35/28. Method for producing a regenerative veterinary drug based on an extract of mesenchymal stem cells and conditioned medium No. 2016148715: application. 12/13/2016: publ. 07/24/2018. A.A. Lavrik, N.E. Iskenderova, S.G. Ali. (in Russ)

7. Utility model patent No. 202204 U1 Russian Federation, IPC A61D 7/04 (2006.01). Breathing mask for horses: No. 2020123662: appl. 07/10/2020: publ. 02.05. 2021. A.Yu. Nechaev, K.V. Plemyashov, O.V. Romanova, O.V. Balashova, V.A. Magpie. 5 s. : ill. (in Russ)

8. Antoniou K., Karagiannis K., Tsitoura E, Bibaki E, Lasithiotaki I, Proklou A, Spandidos D., Tzanakis N. Clinical applications of mesenchymal stem cells in chronic lung diseases. Biomed Rep. 2018: 314-318.

9. Teixeira F.G., Salgado A.J. Mesenchymal stem cells secretome: current trends and future challenges. Neural Regen Res.2020;15(1):75.

10. Viktorova E.V., Savchenkova I.P. Multipotent mesenchymal stem cells in clinical veterinary practice. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020;548(7):072072. DOI:10.1088/1755-1315/548/7/072072

11. Vizoso, F.J., Eiro N., Cid S.et al. Mesenchymal stem cell secretome: towards cell-free therapeutic strategies in regenerative medicine. Int J Mol Sci. 2017;18(9): 1852.

12. Wang, M.Y., Zhou, T.Y., Zhang Z.D., Liu H.Y., Zheng Z.Y., Xie H.Q. Current therapeutic strategies for respiratory diseases using mesenchymal stem cells. MedComm. 2021;2(3):351-380.

Поступила в редакцию / Received: 17.06.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 26.06.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026



УДК 615.283.921.099:619

DOI: 10.52419/issn2782-6252.2026.2.157

ИЗУЧЕНИЕ ОСТРОЙ ТОКСИЧНОСТИ ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА ДЛЯ ВЕТЕРИНАРНОГО ПРИМЕНЕНИЯ АВЗМОНЕНЗИН 20, 40 НА ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ

Сергей Владимирович Енгашев¹, Екатерина Сергеевна Енгашева², Александр Михайлович Лунегов^{3✉},
Надежда Викторовна Кузнецова⁴

^{1,2}Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К.И. Скрябина,
Российская Федерация

^{3,4}Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Российская Федерация
¹д-р ветеринар.наук, проф., академик РАН, orcid.org/0000-0002-7230-0374

²д-р биол.наук, проф., orcid.org/0000-0002-4808-8799

³канд.ветеринар.наук, доц., заведующий кафедрой фармакологии и токсикологии, email:

a.m.lunegov@mail.ru, orcid.org/0000-0003-4480-9488

⁴канд.ветеринар.наук, доц., доцент кафедры фармакологии и токсикологии orcid.org/0000-0002-3149-1557

РЕФЕРАТ

В статье представлены исследования острой токсичности препарата АВЗмонензин 20, 40. Эксперимент проводили на белых крысах. В ходе исследования оценивали активность крыс, координацию движения, наличие судорог, состояние кожи, шерсти и слизистых оболочек. Динамику массы тела оценивали в течение двух недель, определения влияния исследуемого препарата на общий обмен веществ. На первом этапе исследования в дозе 2000 мг/кг массы животного гибель животных была зарегистрирована на 2-ые, 4-ые, 14-ые сутки. На втором этапе исследования в дозе 300 мг/кг, на 7-е сутки эксперимента была зафиксирована гибель одной крысы, в течение 14-ти дней гибели оставшихся животных не наблюдалось. При повторном проведении второго этапа исследования гибели животных третьей опытной группы не отмечалось. Состояние крыс во второй и третьей группах оставалось стабильным. Животные сохраняли нормальную подвижность и реакции на внешние стимулы (звук, свет, боль). Физиологические показатели — мышечный тонус, координация и дыхание — были в норме. Внешний вид (шерсть, слизистые) и характер экскрементов отклонений не имели. Результаты исследования острой токсичности при внутрижелудочном введении позволили установить показатель средней летальной дозы, которая составила 214,5 мг/кг, что позволило отнести исследуемый препарат к IV классу острой токсичности по ГОСТ 32644-2014.

Ключевые слова: острая токсичность, лабораторные животные, крысы, лекарственный препарат, АВЗмонензин 20, 40.

Для цитирования: Енгашев С.В., Енгашева Е.С., Лунегов А.М., Кузнецова Н.В. Изучение острой токсичности лекарственного препарата для ветеринарного применения АВЗмонензин 20, 40 на лабораторных животных. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:157-161. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.157>

STUDY OF THE TOXICITY OF THE VETERINARY DRUG AVZMONENZIN 20 AND 40 IN LABORATORY ANIMALS

Sergey V. Engashev¹, Ekaterina S. Engasheva², Alexander M. Lunegov^{3✉}, Nadezhda V. Kuznetsova⁴

^{1,2}Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K.I. Skryabin, Russian Federation

^{3,4}Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Russian Federation

¹Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Academician of the RAS, orcid.org/0000-0002-7230-0374

²Doctor of Biological Sciences, Professor, orcid.org/0000-0002-4808-8799

³Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Pharmacology and Toxicology, a.m.lunegov@mail.ru, orcid.org/0000-0003-4480-9488

⁴Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Pharmacology and Toxicology, orcid.org/0000-0002-3149-1557

ABSTRACT

The article presents studies on the acute toxicity of the drug AUSmonensin 20, 40. The experiment was conducted on white rats. The study assessed the activity of rats, coordination of movement, the presence of seizures, the condition of the skin, coat and mucous membranes. The dynamics of body weight was assessed over two weeks to determine the effect of the study drug on the overall metabolism. At the first stage of the study, at a dose of 2000 mg/kg of animal weight, animal deaths were recorded on days 2, 4, and 14. At the

second stage of the study, at a dose of 300 mg/kg, on the 7th day of the experiment, the death of one rat was recorded, and no deaths of the remaining animals were observed for 14 days. When the second stage of the study was repeated, the death of animals of the third experimental group was not noted. The condition of the rats in the second and third groups remained stable. The animals maintained normal mobility and reactions to external stimuli (sound, light, pain). The physiological parameters—muscle tone, coordination, and breathing—were normal. The appearance (wool, mucous membranes) and the nature of the excrement had no deviations. The results of the study of acute toxicity with intragastric administration made it possible to establish an average lethal dose of 214.5 mg / kg, which made it possible to classify the studied drug as class IV acute toxicity according to GOST 32644-2014.

Key words: acute toxicity, laboratory animals, rats, medicinal product, AVZmonenzin 20, 40.

For citation: Engashev S.V., Engasheva E.S., Lunegov A.M., Kuznetsova N.V. Study of acute toxicity of the drug for veterinary use AVZmonensin 20, 40 on laboratory animals. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:157-161. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.157>

ВВЕДЕНИЕ

По данным Бирюкова И.М., ежегодные потери мирового птицеводства от кокцидиоза составляют от 1,5 до 3,0 млрд. долларов США, что свидетельствует о высокой распространённости заболевания и необходимости совершенствования мер борьбы [1]. Возбудителями кокцидиоза (эймериоза) являются одноклеточные организмы, принадлежащие к роду *Eimeria*, отряду *Coccidida* и семейству *Eimeriidea*. Данное заболевание выступает одним из главных факторов, снижающих экономическую эффективность выращивания цыплят-бройлеров [6].

Согласно имеющимся данным, заражение кокцидиями ведет к деструкции слизистой оболочки кишечника. Патологический процесс, характеризующийся полиморфной клеточной инфильтрацией, может распространяться на мышечную пластину и подслизистую основу, что провоцирует развитие синдрома повышенной проницаемости кишечника и системные нарушения пищеварения [5].

«Профилактика и лечение кокцидиоза сельскохозяйственной птицы требуют обязательной ротации кокцидиостатиков из различных химических классов с разными механизмами действия. Ярким примером внедрения таких схем является использование синтетического препарата диклазурила на финальных стадиях выращивания бройлеров после применения ионофорных антибиотиков, что позволяет минимизировать риски развития резистентности эймерий и компенсировать потерю продуктивности птицы» [10].

По результатам сравнительного исследования антикокцидийная активность отечественных препаратов не имеет существенных отличий от активности их зарубежных аналогов с идентичными действующими веществами [1].

«Монензин является одним из наиболее востребованных ионофорных антибиотиков в птицеводстве благодаря своей способности избирательно нарушать ионный баланс в клетках эймерий, что обеспечивает противококцидиозное действие при относительно медленном развитии устойчивости паразитов по сравнению с синтетическими химическими препаратами. Широкое распространение Монензина в промышленном птицеводстве обусловлено не только его эффективностью, но и удобством применения в составе комбикормов, а также экономической доступностью.

Вместе с тем, популярность препарата не исключает необходимости регулярного мониторинга чувствительности полевых изолятов эймерий, поскольку длительное использование Монензина в отдельных хозяйствах может сопровождаться снижением его защитного действия и требовать корректировки доз или ротации с другими кокцидиостатиками» [9]. «Доклинические токсикологические исследования проводят с целью исключить у животных целевых видов возможные неблагоприятные последствия применения лекарственного препарата в процессе клинических испытаний и последующего их применения в условиях ветеринарной практики» [3].

Исследования острой токсичности являются обязательным этапом токсикологической оценки для установления класса опасности и оценки безопасности, что служит основой для последующего изучения хронической токсичности и кумулятивного эффекта лекарственных средств [4].

Целью данного исследования явилось изучение острой токсичности лекарственного препарата для ветеринарного применения АВЗмонензин 20, 40 на лабораторных животных.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Лекарственный препарат АВЗмонензин 20, 40, разработчиком которого является ООО «НВЦ Агроветзащита» (Россия), относится к антикокцидийным лекарственным препаратам группы полиэфирных ионофорных антибиотиков и представляет собой микрогранулированный порошок для приема внутрь.

Исследования по изучению острой токсичности АВЗмонензин 20, 40 проводили на базе ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины». В исследовании использована экспериментальная партия лекарственного препарата АВЗмонензин 20, в качестве действующего вещества в 1 г которого содержится 200 мг монензина (в форме натриевой соли) и вспомогательное вещество.

Токсикологические свойства при пероральном введении исследовались по методике, регламентированной ГОСТ 32644-2014 [2], «Руководству по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ» [7] и Приказом Министерства сельского хозяйства РФ от 6 марта 2018 года № 101 «Об утверждении правил проведения доклинического исследования лекарственного средства для ветеринарного

применения, клинического исследования лекарственного препарата для ветеринарного применения, исследования биоэквивалентности лекарственного препарата для ветеринарного применения» [8].

В исследовании были использованы клинически здоровые лабораторные крысы из питомника лабораторных животных «Рапполово» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт».

Перед началом исследования все лабораторные животные прошли обязательную двухнедельную адаптацию к условиям вивария. Состояние здоровья каждого животного контролировалось в ходе ежедневных осмотров на протяжении всего периода карантина.

Формирование экспериментальных групп проводилось путем ранжирования подходящих животных на основе их сходства.

Острую токсичность при внутрижелудочном введении изучали на 9 половозрелых самках крыс линии Wistar. Животные были разделены на три равные группы для каждого отдельного этапа исследования, при этом средний вес особей на начало эксперимента составлял 220 – 230 г.

Для внутрижелудочного введения суспензии исследуемого препарата, АВЗмонензин 20, 40 предварительно измельчили в лабораторной ножевой мельнице для твердых продуктов DM-6. Взвешенную навеску смешивали в с дистиллированной водой объемом 2 мл.

В ходе первого этапа исследования крысам первой опытной группы испытуемый препарат АВЗмонензин 20, 40 вводили однократно внутрижелудочно в дозе 2000 мг/кг массы веса. Введение проводилось с использованием шприца и прямого металлического желудочного зонда, снабженного защитной оливой. После завершения исследования и получения результатов, подобный эксперимент провели в отношении второй и третьей опытных групп животных, которым вводили препарат в дозах 300 мг/кг массы тела.

Схема эксперимента предполагала непрерывное 30-минутное наблюдение за крысами сразу после введения препарата, подробно в первые часы и ежедневно до завершения 14-дневного периода эксперимента. Протокол обследования подопытных крыс включал обязательное документирование особенностей поведения грызунов, которые включали в себя интенсивность и характер двигательной активности, координацию движений, наличие или отсутствие судорог, восприимчивость к звукам, состояние кожи и шерсти, а также состояние видимых слизистых оболочек, вид и консистенцию фекальных масс. Параллельно отслеживались сроки наступления гибели животных, либо констатировался факт их выживания на протяжении всего периода наблюдения.

Динамику массы тела крыс определяли с помощью весов модели DemComDL-302. Показатели веса фиксировали до внутрижелудочного введения экспериментального препарата АВЗмонензин 20, 40, а также через одну и две недели после введения.

ЛД₅₀ устанавливали методом Кёрбера в модификации Прозоровского. Для этого использовали формулу:

$ЛД_{50} = ЛД_{100} - \Sigma(Zd) / n$, где ЛД₁₀₀ - доза препарата, которая вызвала эффект у всех животных в группе; d - интервал между двумя смежными дозами; Z - среднее арифметическое из двух значений числа животных, у которых проявился положительный эффект при воздействии каждой из двух смежных доз; n - число животных в группе.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате определения острой пероральной токсичности было установлено, что препарат АВЗмонензин 20, 40 на первом этапе исследования в дозе 2000 мг/кг массы животного непосредственно после введения у подопытных животных первой группы вызывал признаки угнетения центральной нервной системы. Это выражалось снижением двигательной активности, затруднением дыхания, ослаблением реакций на раздражение и отсутствием аппетита, гибель животных была зарегистрирована на 2-ые, 4-ые, 14-ые сутки.

Во второй опытной группе, получавшей АВЗмонензин 20, 40 в дозе 300 мг/кг, на втором этапе исследования на 7-е сутки эксперимента была зафиксирована гибель одной крысы, в течение 14-ти дней гибели оставшихся животных не наблюдалось.

При повторном проведении второго этапа исследования гибели животных третьей опытной группы не отмечалось.

Состояние крыс во второй и третьей группах оставалось стабильным. Животные сохраняли нормальную подвижность и реакции на внешние стимулы (звук, свет, боль). Физиологические показатели — мышечный тонус, координация и дыхание — были в норме. Внешний вид (шерсть, слизистые) и характер экскрементов отклонений не имели.

Изменение массы тела лабораторных животных в ходе исследования наглядно представлено в таблице 1.

На 14 сутки эксперимента крысы были подвергнуты гуманной эвтаназии и аутопсии. По результатам аутопсии и последующей макроскопической оценки состояния внутренних органов патологические отклонения отсутствовали.

На основании полученных данных об острой токсичности вещества при его пероральном введении в желудок была рассчитана среднесмертельная доза (LD₅₀) для крыс, которая составила 214,5 мг/кг.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе доклинических испытаний лекарствен-

Таблица 1. Влияние АВЗмонензина 20, 40 на массу тела крыс, г (n=3).

Table 1. Effect of AVZmonensin 20, 40 on body weight of rats, g (n=3).

Время наблюдения	Исследуемые группы	
	300 мг/кг (однократно) 1 этап	300 мг/кг (однократно) 2 этап
До начала эксперимента	229 ± 0,81	229 ± 0,81
7-й день	239 ± 0,9	239,3 ± 1,08
14-й день	252,6 ± 2,85	253 ± 0,7

ного препарата для ветеринарного применения АВЗмонензин 20, 40 была проведена оценка его токсикологических свойств. Согласно полученным данным, по степени воздействия на организм препарат классифицируется как малоопас-

ный (IV класс по ГОСТ 32644-2014) при пероральном введении и соответствует III классу (вещества умеренно опасные) по общим гигиеническим требованиям ГОСТ 12.1.007–76.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бирюков И.М. Сравнительная эффективность применения в птицеводстве зарубежных и отечественных кокцидиостатиков с идентичными действующими веществами. Птицеводство. 2020;10:63-65. DOI 10.33845/0033-3239-2020-69-10-63-65
2. ГОСТ 32644-2014. Методы испытания по воздействию химической продукции на организм человека. Острая пероральная токсичность - метод определения класса острой токсичности: межгосударственный стандарт: изд. офиц.: введен впервые: введен 2015-06-01. Москва. Стандартиформ. 2015.
3. Дорожкин В.И., Бирюкова Н.П., Бахмутова Т.В. Современные требования к изучению общетоксического действия фармакологических веществ. Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2019;2(30): 205-215. DOI 10.25725/vet.san.hyg.ecol.201902015
4. Токарева О.А., Енгашев С.В., Енгашева Е.С. и др. Изучение острой токсичности препарата Туламидин-АВЗ. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2025;2: 92-95. DOI 10.52419/issn2782-6252.2025.2.92
5. Кузнецов Ю.Е., Белова Л.М., Гаврилова Н.А. и др. Особенности диагностики и патоморфологии эймериозов норки в зверохозяйствах Северо-Западного региона Российской Федерации. Сельскохозяйственная биология. 2020;55(2): 378-393. DOI 10.15389/agrobiology.2020.2.378rus
6. Щербинин Р.В., Дронов В.В., Яковлева Е.Г., Яковлева И.Н. Результаты оценки эффективности противоеймериозных препаратов на модели экспериментального заражения цыплят изолятом эймерий. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2025;8:111-120.
7. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ. Под общей редакцией Р.У. Хабриева. Издание 2-е, переработанное и дополненное. Москва: Издательство «Медицина». 2005: 832 с.
8. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 6 марта 2018 года №101 «Об утверждении Правил проведения доклинического исследования лекарственного средства для ветеринарного применения, клинического исследования лекарственного препарата для ветеринарного применения, исследования биоэквивалентности лекарственного препарата для ветеринарного применения». Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2018;2:20.
9. Стасенкова Ю.В., Крюкова Д.В. Терапевтическая эффективность противоккокцидиозных препаратов Монензин и Ампролиум на цыплятах-бройлерах. Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса : Материалы IV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 15 ноября 2023 года. Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова. 2024:243-248.
10. Conway D.P., Mathis G.F., Lang M. The Use of Diclazuril in Extended Withdrawal Anticoccidial Programs: 1. Efficacy Against Eimeria spp. in Broiler Chickens in Floor Pens, Poultry Science. March 2002;81(3):349–352. <https://doi.org/10.1093/ps/81.3.349>

REFERENCES

1. Biryukov I.M. Comparative Efficiency of Foreign and Domestic Coccidiostats with Identical Active Ingredients in Poultry Farming. Poultry Farming. 2020; 10: 63-65. (in Russ) DOI 10.33845/0033-3239-2020-69-10-63-65
2. GOST 32644-2014. Test Methods for the Effects of Chemical Products on the Human Body. Acute Oral Toxicity - Method for Determining the Acute Toxicity Class: Interstate Standard: official ed.: introduced for the first time: introduced on 2015-06-01. Moscow. Standartinform. 2015. (in Russ)
3. Dorozhkin V.I., Biryukova N.P., Bakhmutova T.V. Modern Requirements for the Study of the General Toxic Effect of Pharmacological Substances. Russian Journal of Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology. 2019;2(30): 205-215. (in Russ) DOI 10.25725/vet.san.hyg.ecol.201902015
4. Tokareva O. A., Engashev S. V., Engasheva E. S., et al. Study of the acute toxicity of the drug Tulamycin-AVZ. Normative-legal regulation in veterinary medicine. 2025;2: 92-95. (in Russ) DOI 10.52419/issn2782-6252.2025.2.92
5. Kuznetsov Yu. E., Belova L. M., Gavrilova N. A., et al. Features of the diagnostics and pathomorphology of mink eimeriodises in fur farms of the Northwestern region of the Russian Federation. Agricultural biology. 2020;55(2): 378-393. (in Russ) DOI 10.15389/agrobiology.2020.2.378rus
6. Shcherbinin R.V., Dronov V.V., Yakovleva E.G., Yakovleva I.N. Results of evaluating the efficacy of anti-eimeria drugs using an experimental infection model of chickens with an eimeria isolate. Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2025; 8:111-120. (in Russ)
7. Guide to the experimental (preclinical) study of new pharmacological substances. General editor R.U. Khabriev. 2nd edition, revised and supplemented. Moscow: Meditsina Publishing House. 2005: 832 p. (in Russ)
8. Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation dated March 6, 2018, No. 101 "On Approval of the Rules for Conducting Preclinical Studies of Veterinary Medicinal Products, Clinical Studies of Veterinary Medicinal Products, and Bioequivalence Studies of Veterinary Medicinal Products." Issues of Regulatory

Framework in Veterinary Medicine. 2018; 2:20. (in Russ)

9. Stasenкова Yu.V., Kryukova D.V. Therapeutic Efficacy of the Anticoccidial Drugs Monensin and Amprolium in Broiler Chickens. Youth Science for the Development of the Agro-Industrial Complex: Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates, and Young Scientists, Kursk, November 15, 2023. Kursk: Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov. 2024:243-248. (in Russ)

10. Conway D.P., Mathis G.F., Lang M. The Use of Diclazuril in Extended Withdrawal Anticoccidial Programs: 1. Efficacy Against *Eimeria* spp. in Broiler Chickens in Floor Pens, Poultry Science. March 2002;81(3):349–352. <https://doi.org/10.1093/ps/81.3.349>

Поступила в редакцию / Received: 14.04.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 04.05.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

**КЛИНИКО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ПРИ ВВЕДЕНИИ МЕДИ
В РАЦИОН ИНДЕЕК****Елена Алевтиновна Капитонова^{1✉}, Игорь Михайлович Ревякин², Елена Владимировна Власенко³**¹Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К.И. Скрябина, Российская Федерация^{2,3}Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины, Республика Беларусь
¹д-р биол. наук, доц., email: kapitonovalena1110@mail.ru, orcid.org/0000-0003-4307-8433²канд. биол. наук, доц., orcid.org/0000-0001-5377-2598³старший преподаватель, orcid.org/0000-0002-6800-9517**РЕФЕРАТ**

В статье представлены результаты применения кормовой добавкой «Cu-Актив» в рационах индек. Цель работы – определение концентрации меди в крови индек, а также установление ее влияния на особенности обмена некоторых показателей крови. Птицу разделили на 4 группы, индек 1-й группы контроля получали только комбикорм. Индекам 2-й группы к основному рациону скармливали «Cu-Актив» из расчета 0,001% от массы комбикорма. Птице 3-й группы вводили 0,005% кормовой добавки, а индекам 4-й группы – из расчета 0,01% от объема комбикорма. Продолжительность опыта – 100 суток. Кормовая добавка представляет собой однородный сыпучий порошок, который представляет собой однородный порошок стабилизированной наноразмерной меди в виде монослойного покрытия на поверхности наночастиц минерального сорбента. Введение в рацион индек «Cu-Актив» оказало ряд положительных влияний на гомеостаз организма, возрастает содержание микроэлемента в крови, при одновременном увеличении количества эритроцитов и концентрации гемоглобина, что создает предпосылки для более интенсивной обеспеченности тканей кислородом и способствует увеличению прироста. Это является следствием активации медьзависимых ферментов. При этом, наиболее выражено данные процессы приобретают при внесении «Cu-Актив» в количествах 0,005% и 0,01% от массы комбикорма. По сравнению с контрольной группой содержание меди в крови возрастает на 31,86% и 25,39%. Количество эритроцитов увеличивается на 27,45% и 27,25%, а концентрация гемоглобина – на 27,41% и 26,43%. На основании вышеизложенного рекомендуем вводить в рационы индек отечественную медьсодержащую кормовую добавку «Cu-Актив» из расчета 50 г/т и 100 г/т комбикорма.

Ключевые слова: кормовая добавка «Янтарный холодок», метаболизм, гематологические исследования, гистологические исследования, цыплята-бройлеры.

Для цитирования: Капитонова Е.А., Ревякин И.М., Власенко Е.В. Клинико-морфологический взаимосвязи при введении меди в рацион индек. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:162-165. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.162>

**CLINICAL AND MORPHOLOGICAL RELATIONSHIPS
WHEN INTRODUCING COPPER TO THE TURKEY DIET****Elena A.I. Kapitonova^{1✉}, Igor M. Revyakin², Elena V.I. Vlasenko³**¹Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K.I. Skryabin, Russian Federation
^{2,3}Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Republic of Belarus¹Dr. of Biological Sciences, Assoc. Prof., email: kapitonovalena1110@mail.ru, orcid.org/0000-0003-4307-8433²Candidate of Biological Sciences, Assoc. Prof., orcid.org/0000-0001-5377-2598³Senior Lecturer, orcid.org/0000-0002-6800-9517**ABSTRACT**

The article presents the results of using the feed additive Cu-Active in the diets of turkeys. The aim of the study was to determine the copper concentration in the blood of turkeys and its effect on the metabolism of certain blood parameters. The birds were divided into four groups, and the control group received only feed. The second group of turkeys received Cu-Active at a rate of 0.001% of the feed weight. The birds of the 3rd group received 0.005% of the feed additive, and the turkeys of the 4th group received 0.01% of the feed. The experiment lasted for 100 days. The feed additive is a homogeneous loose powder, which is a homogeneous powder of stabilized nanosized copper in the form of a monolayer coating on the surface of mineral sorbent nanoparticles. The introduction of Cu-Active into the turkey's diet had a number of positive effects on the body's homeostasis, increasing the level of the trace element in the blood while simultaneously increasing the number of red blood cells and the concentration of hemoglobin, which creates the conditions for a more intensive supply of oxygen to the tissues and contributes to increased growth. This is a result of the activation of copper-dependent enzymes. However, these processes are most pronounced when Cu-Active is added at a rate of 0.005% and 0.01% of the feed weight. Compared to the control group, the copper content in the blood increased by 31.86% and 25.39%. The number of red blood cells increased by 27.45% and 27.25%, and the he-

moglobin concentration increased by 27.41% and 26.43%. Based on the above, we recommend adding the domestic copper-containing feed additive Cu-Active at a rate of 50 g/t and 100 g/t of compound feed to the turkey rations.

Key words: poultry farming, turkeys, meat, liver, blood, copper.

For citation: Kapitonova E.A., Revyakin I.M., Vlasenko E.V. Clinical and morphological relationships when introducing copper into the diet of turkeys. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:162-165. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.162>

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы наиболее интенсивно развивается такая подотрасль птицеводства, как индейководство. В условиях птицефабрик строго соблюдаются условия содержания и кормления птицы, согласно утвержденным технологическим картам. Несмотря на это, в Республике Беларусь этот продукт не получил достаточно широкого распространения. Основной причиной явилась высокая цена за 1 кг продукта, что снизило конкурентную способность мяса индеек, по сравнению с мясом цыплят-бройлеров [4, 5, 7].

Медь входит в состав определенного количества металлоферментов, в том числе, прямо или косвенно, имеющих отношения к приросту птицы и иммунитету. Для увеличения прироста необходимо усиленное обеспечение организма энергией, что происходит за счет АТФ, в синтезе которого, путем переноса протонов через мембрану, принимает участие цитохром С-оксидаза. Семейства же лизеокидаз и лизилоксидазатропных белков, осуществляющих дезаминирование остатков лизина в тропоколлагене и тропоэластине, обеспечивают образования поперечных ковалентных сшивок между субъединицами этих белков, что тоже необходимо для роста птицы [2, 6, 8].

Целью нашего исследования явилось определение концентрации меди в крови индеек, а также установление ее влияния на особенности обмена некоторых показателей крови.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В суточном возрасте нами было сформировано 4 группы индеек кросса «Hybrid Converter». Птицы 1-й группы контроля в течение 100 дней 2 раза в сутки, с учетом возраста, получали комбикорм. Индейки опытных групп содержались в тех же условиях, но с комбикормом получали добавку «Cu-Актив» из расчета 0,001% от массы комбикорма для 2-ой группы; 0,005% для 3-ой и 0,01% для 4-й. Кормовая добавка представляет собой однородный сыпучий порошок, который представляет собой однородный порошок стаби-

лизированной наноразмерной меди в виде монослойного покрытия на поверхности наночастиц минерального сорбента.

По окончании опыта было отобрано по 6 голов из каждой группы (3 самца и 3 самки) для проведения физико-биохимических исследований. Взятие крови, определение количества эритроцитов и концентрации гемоглобина осуществляли общепринятыми методами [3]. Исследования по определению концентрации меди, цинка и железа в сыворотке крови проводили на автоматическом анализаторе Mindray BS-200. Все исследования были проведены в НИИ ПВМиБ УО ВГАВМ.

Полученный цифровой материал обрабатывался методами вариационной статистики с использованием критерия Даннета [1].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В связи с тем, что кровь транспортирует поступившую с кормом медь из желудочно-кишечного тракта, а из печени к другим органам, анализ содержания этого микроэлемента в сыворотке крови является одним из наиболее надежных тестов, проведения которого, однако, затрудняет отсутствие референтных значений для индеек. На основании этого мы сопоставили содержания меди с концентрацией цинка, как основного ее антагониста. Результаты представлены на рисунке 1.

Как следует из представленного рисунка, содержание меди выросло у индеек всех опытных групп на 6,83%, 31,86% и 25,39%, соответственно. При этом в 3-й и 4-й опытных группах разница, по сравнению с контролем, оказалась статистически значимой ($P \leq 0,05$). Одновременно с этим возросла и концентрация цинка. По сравнению с контролем, она увеличилась во 2-й, 3-й и 4-й группах – на 3,78%, 25,39% (статистически значимо при $P \leq 0,05$) и 21,87%, соответственно. Причем, содержание цинка в 3-й и 4-й опытных группах оказалось связано с содержанием меди.

Рассчитанные нами коэффициенты корреляции, указывающие на прямую взаимосвязь, со-

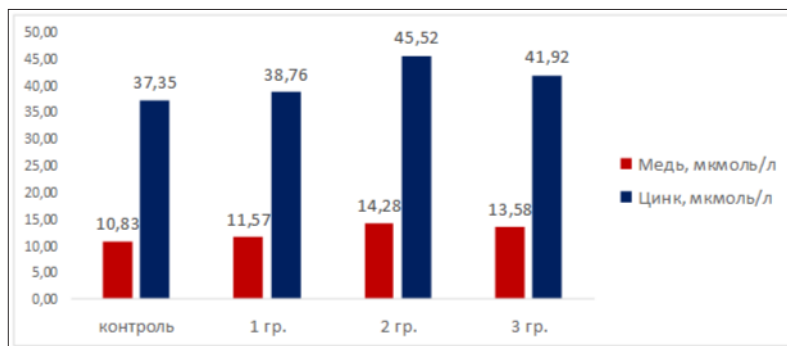


Рисунок 1. Концентрация меди и цинка в сыворотке крови индеек, мкмоль/л
Figure 1. Concentration of copper and zinc in the blood serum of turkeys, $\mu\text{mol/l}$

Таблица 2. Содержание эритроцитов, гемоглобина и сывороточного железа в крови индеек.
Table 2. Content of erythrocytes, hemoglobin and serum iron in the blood of turkeys.

Показатель	Группа			
	1 контроль	2 опытная	3 опытная	4 опытная
Эритроциты, $10^{12}/л$	2,54±0,045	2,75±0,098	3,24±0,099*	3,23±0,075*
Гемоглобин, г/л	73,81±1,969	78,14±3,034	94,04±3,143*	93,32±2,507*
Сывороточное железо, мкмоль/л	32,71±1,071	30,58±1,594	27,14±0,642*	29,59±2,224

Примечание: * – $P \leq 0,05$ по отношению к контрольной группе.

ставили 0,68 и 0,82, соответственно. В 1-й контрольной и 2-й опытной группах подобная связь установлена не была ($r = -0,15$ и $-0,14$, соответственно). Данные результаты позволяют заключить, что дополнительное введение в рацион меди, не только не привело к ее избытку в организме, обмен цинка не нарушился, но позволило в большей степени проявиться синергическим отношениям этих нутриентов, возникающим, например при совместной активации фермента пероксиддисмутазы-1,3 [5].

Рассчитанное нами соотношение меди и цинка, во всех группах оказалось примерно одинаковым (0,30–0,33) с минимальной статистически незначимой тенденцией к его росту в 3-й (0,31) и 4-й (0,33) опытных группах, что указывает на рост концентрации меди в крови не за счет увеличения количества церулоплазмينا, обусловленного воспалительными процессами, а за счет повышения транспорта этого микроэлемента. Далее мы провели сравнительный анализ содержания эритроцитов, гемоглобина и сывороточного железа (таблица 2).

Из показателей таблицы 2 видно количественное увеличение эритроцитарного состава крови. Причем, если во 2-й опытной группе, по сравнению с 1-й контрольной группой проявилась лишь тенденция с разницей 8,34%, то в 3-й и 4-й группах обозначилась статистически значимая разница (27,45% и 27,25%, соответственно). Увеличение содержания эритроцитов повлекло за собой возрастание концентрации гемоглобина. При малосущественном ее увеличении (разница 5,87%),

во 2-й опытной группе она (с разницей 27,41%) достигла своего максимума в 3-й опытной группе. В 4-й группе содержание гемоглобина осталось практически на том же уровне.

Несколько иная картина наблюдается в отношении сывороточного железа. Его концентрация, в отличие от гемоглобина, с достоверной разницей в 17,03%, минимальна в 3-й опытной группе. Аналогичная разница, демонстрирующая тенденцию, для птиц 2-й и 3-й опытных групп составила 6,51% и 9,54%, соответственно. Сложившиеся ситуация является неоднозначной. С одной стороны, принимая в расчет вышеизложенные данные, при нормализации гомеостаза меди в организме должна была возрасти активность сывороточных ферроксидаз, что вызывает увеличение концентрации железа. С другой стороны, продление срока жизни эритроцитов, под воздействием супероксиддисмутазы, приводит сокращению распада последних, и как следствие, к снижению концентрации железа в сыворотке. Вероятнее всего, второй процесс преобладал над первым, что вполне возможно, с учетом слабой изученности вопросов обмена меди в организме птиц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, введение в рацион индеек «Си-Актив» в 3-й и 4-й группах оказало ряд положительных влияний на гомеостаз организма. По сравнению с контрольной группой содержание меди в крови возрастает на 31,86% и 25,39%. Количество эритроцитов увеличивается на 27,45% и 27,25%, а концентрация гемоглобина – на 27,41% и 26,43%.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гланц С. Медико-биологическая статистика. Москва: Практика. 1998: 459 с.
2. Голушко В.М., Капитонова Е.А. Сравнительный анализ применения биологически активных препаратов и их влияние на качество животноводческой продукции. Ученые записки учреждения образования Витебская государственная академия ветеринарной медицины. 2008;44(2-1):174-177.
3. Насонов И.В., Буйко Н.В., Лизун Р.П., Волыхина Е.В. и др. Методические рекомендации по гематологическим и биохимическим исследованиям у кур современных кроссов. Минск: РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышеселеского». 2014: 32с.
4. Подобед Л.И., Брыло И.В., Капитонова Е.А. Особенности кормления сельскохозяйственных птиц. Минск: ИВЦ Минфина. 2023: 339 с.
5. Околелова Т.М. Производственные риски в промышленном птицеводстве и минимизация потерь: монография. Минск: ИВЦ Минфина. 2024: 104 с.: ил.
6. Скальная М.Г. Клиническая микроэлементология. Москва: Практическая медицина. 2024: 280 с.
7. Улимбашев М.Б. и др. Технологии производства и переработки продукции животноводства: учебное пособие. ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»; изд-во «Ставрополь-Сервис-Школа». Ставрополь, 2024: 207 с.
8. Ivanova S., Sukhikh S., Popov A.I., Shishko O., Nikonov I., Kapitonova E., Krol O., Larina V., Noskova S., Babich O. Medical plants: a source of phytochemicals for the feed additives. Journal of Agriculture and Food Research. 2024;16: 101172. ISSN 2666-1543

REFERENCE

1. Glanz S. Medical and Biological Statistics. Moscow: Praktika. 1998: 459 p. (in Russ)
2. Golushko V.M., Kapitonova E.A. Comparative Analysis of the Use of Biologically Active Preparations and Their Impact on the Quality of Livestock Products. Scientific Notes of the Educational Institution Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine. 2008;44(2-1):174-177. (in Russ)
3. Nasonov I.V., Buiko N.V., Lizun R.P., Volykhina E.V., et al. Methodical Recommendations for Hematological and Biochemical Studies in Modern Crossbreed Chickens. Minsk: RUP "Institute of Experimental Veterinary Medicine named after S.N. Vyshellessky". 2014: 32 p. (in Russ)
4. Podobed L.I., Brylo I.V., Kapitonova E.A. Features of Feeding Agricultural Poultry. Minsk: Computing and Information Center of the Ministry of Finance. 2023: 339 p. (in Russ)
5. Okolelova T.M. Production Risks in Industrial Poultry Farming and Loss Minimization: Monograph. Minsk: Information and Communication Center of the Ministry of Finance. 2024: 104 p.: ill. (in Russ)
6. Skalnaya M.G. Clinical Microelementology. Moscow: Practical Medicine. 2024: 280 p. (in Russ)
7. Ulimbashev M.B. et al. Technologies for the Production and Processing of Livestock Products: A Textbook. FGBNU "North Caucasus Federal Scientific Research Center"; Publishing House "Stavropol-Service-School". Stavropol, 2024: 207 p. (in Russ)
8. Ivanova S., Sukhikh S., Popov A.I., Shishko O., Nikonov I., Kapitonova E., Krol O., Larina V., Noskova S., Babich O. Medical plants: a source of phytobiotics for the feed additives. Journal of Agriculture and Food Research. 2024;16: 101172. ISSN 2666-1543

Поступила в редакцию / Received: 09.04.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 23.04.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

ДИНАМИКА КАЧЕСТВА ОБЪЕМИСТЫХ КОРМОВ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ПОТЕНЦИАЛЬНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ МОЛОЧНОГО СКОТА В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

Екатерина Николаевна Муханина^{1✉}, Шамиль Касымович Шакиров², Зилия Фидаилевна Фаттахова³,
Наталья Дмитриевна Чевтаева⁴

^{1,2,3,4}Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства ФИЦ КазНЦ РАН,
Российская Федерация

¹ канд. биол. наук, email: katrinrach1992@yandex.ru, orcid.org/0000-0001-9299-2104

² д-р. с.-х. наук, проф., orcid.org/0000-0002-3362-0463

³ канд. биол. наук, orcid.org/0000-0002-6083-2883

⁴ аспирант, orcid.org/0000-0003-3525-0651

РЕФЕРАТ

В статье представлены результаты многолетнего мониторинга (1975-2024 гг.) качества объемистых кормов – кукурузного силоса и люцернового сенажа – в Республике Татарстан и оценка их потенциального влияния на молочную продуктивность крупного рогатого скота. Установлено, что за анализируемый период содержание сухого вещества в кукурузном силосе увеличилось на 52,2%, а обменная энергия возросла на 76,6% (с 8,5 до 11,0 МДж/кг СВ), что соответствует требованиям ГОСТ для кормов I класса. В тоже время качество люцернового сенажа оставалось нестабильным из-за погодных условий и нарушений технологий заготовки: обменная энергия сохранялась на низком уровне (9,3-9,5 МДж/кг), а содержание сырого протеина варьировало без четкой тенденции. Расчеты показали, что использование кормов высокого качества обеспечивает дополнительный суточный надой 1,58 кг на корову, или 127,4 тыс. т в год, что соответствует приросту продуктивности по республике на 6,5%. Таким образом, повышение качества объемистых кормов за счет оптимизации сроков уборки, использования адаптированных сортов гибридов культур и совершенствование технологий заготовки, является ключевым резервом развития молочного скотоводства региона, позволяющим снизить зависимость от покупных энергопротеиновых кормов и добавок.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, кормопроизводство, кормление, крупный рогатый скот, кукурузный силос, люцерновый сенаж.

Для цитирования: Муханина Е.Н., Шакиров Ш.К., Фаттахова З.Ф., Чевтаева Н.Д. Динамика качества объемистых кормов и ее влияние на потенциальную продуктивность молочного скота в Республике Татарстан. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:166-170. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.166>

DYNAMICS OF THE QUALITY OF BULK FEEDS AND ITS IMPACT ON THE POTENTIAL PRODUCTIVITY OF DAIRY CATTLE IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN

Ekaterina N. Mukhanina^{1✉}, Shamil K. Shakirov², Ziliya F. Fattakhova³, Natalia D. Chevtayeva⁴

^{1,2,3,4}Tatar Research Institute of Agriculture, FRC Kazan Scientific Center of RAS, Russian Federation, Kazan

¹Candidate of Biological Sciences, email: katrinrach1992@yandex.ru, orcid.org/0000-0001-9299-2104

²Doctor of Agricultural Sciences, Professor, orcid.org/0000-0002-3362-0463

³Candidate of Biological Sciences, orcid.org/0000-0002-6083-2883

⁴Graduate student, orcid.org/0000-0003-3525-0651

ABSTRACT

The article presents the results of long-term monitoring (1975-2024) of the quality of bulk feeds – corn silage and alfalfa haylage – in the Republic of Tatarstan and an assessment of their impact on dairy productivity of cattle. It was found that during the analyzed period, the dry matter content in corn silage increased by 52.2%, and the exchange energy increased by 76.6% (from 8.5 to 11.0 MJ/kg dry matter), which meets the requirements of GOST for class I feed. At the same time, the quality of alfalfa haylage remained unstable due to weather conditions and violations of harvesting technologies: the exchange energy remained at a low level (9.3-9.5 MJ/kg), and the crude protein content varied without a clear trend. Calculations have shown that the use of high-quality feed provides an additional daily yield of 1.58 kg per cow, or 127.4 thousand tons per year, which corresponds to a 6.5% increase in productivity. Thus, improving the quality of bulk feeds by optimizing harvesting times, using adapted varieties of hybrid crops and improving harvesting technologies is a key reserve for the development of dairy cattle breeding in the region, which reduces dependence on purchased energy-protein feeds and additives.

Key words: cattle, feed production, feeding, dairy cattle, corn silage, alfalfa haylage.

For citation: Mukhanina E.N., Shakirov Sh.K., Fattakhova Z.F., Chevtayeva N.D. Dynamics of the quality of bulk feeds and its impact on the potential productivity of dairy cattle in the Republic of Tatarstan.

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях кормопроизводство на полях играет ключевую роль не только для формирования устойчивой кормовой базы животноводства, но и оказывают существенное влияние на все направления растениеводческой отрасли региона [1]. В настоящее время под производство кормов отведено более 50% всех посевных площадей, причем именно с этих земель поступает свыше 80% объема кормов. Помимо этого, кормовые культуры выступают важнейшим элементом биологизации земледелия, поддержания почвенного плодородия и защиты окружающей среды [2]. Таким образом, кормопроизводство представляет собой наиболее масштабную, полифункциональную и системообразующую отрасль агропромышленного комплекса, объединяющую и интегрирующую все его звенья [3].

Тем не менее узкое понимание цели данной отрасли исключительно как процессы заготовки коров привело к тому, что в Татарстане кормопроизводству сегодня уделяется недостаточное внимание. Как следствие, возникают проблемы, сдерживающие развитие АПК и ведущие к деградации сельскохозяйственных земель – производственного фундамента аграрной сферы.

За последние три десятилетия в регионе произошли серьезные структурные сдвиги во многом определившие нынешнее положение дел:

1. Территория Татарстана всегда была подвержена действию экстремальных природных факторов, однако в последние 15-20 лет агроклиматические риски (засухи, водная и ветровая эрозия, резкие перепады температур и др.) заметно усилились. Это связано с тем, что интенсивность потепления в Республике вдвое выше общемировых показателей [4].

2. Из сельскохозяйственного оборота были исключены значительные массивы пашни и кормовых угодий, а структура посевов трансформировалась в пользу так называемых в «маржинальных» культур – пшеницы, подсолнечника, рапса и других, пользующихся рыночным спросом, но способствующих истощению почв. Это усугубило дисбаланс между экономической и биологической составляющими севооборотов.

В связи с этим в годовых рационах сельскохозяйственных и крестьянско-фермерских хозяйств с прежними нормативами произошли принципиально изменения по сравнению с традиционными в отношении соотношения силоса и сенажа (1,4:1,0 в натуральной влажности). В пересчете на энергетическую ценность это соотношение составляет приблизительно 1,0:1,0. Указанные пропорции связаны с внедрением современных технологий кормления высокопродуктивного скота в условиях круглогодичного стойлового содержания и однотипного рациона кормления. При такой системе в хозяйствах с развитым молочным животноводством доля зеленых кормов отсутствует, а там, где применяется смешанная система (сочетание круглогодичного однотипного и традиционного содержания), их удельный вес составляет 5-15% от общей потреб-

ности в кормах [5].

В настоящее время в республике за счет внедрения интенсивных технологий наблюдается рост молочной продуктивности, увеличивается поголовье в стадах с годовым удоем 8500-10000 кг молока. В связи с этим современное кормопроизводство должно качественно отличаться от прежнего и быть ориентированы на более высокий уровень рентабельности.

Для высокопродуктивного молочного скота объемистые корма обязаны обеспечивать содержание в сухом веществе 10,5-11,0 МДж обменной энергии и сырого протеина на уровне 15-18% (для злаковых) и 18-23% (для бобовых). Такие корма даже без включения концентратов способны обеспечить суточные удои до 20-25 кг молока [3]. Это, в свою очередь, позволяет вдвое сократить потребность скотоводства в концентрированных кормах, нормализовать обмен веществ, предотвратить болезни алиментарной природы, повысить продуктивное долголетие коров, а также увеличить коэффициент биоконверсии обменной энергии в молоко и мясо соответственно на 7,0% и 5% [6].

В связи с вышеизложенным, целью исследования стал анализ многолетней динамики качества кукурузного силоса и люцернового сенажа в Республике Татарстан (1975-2024 гг.) и оценка их влияния на потенциальную молочную продуктивность для выявления резервов повышения эффективности молочного направления скотоводства.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для оценки динамики качества силоса и сенажа в условиях Татарстана и выявления их потенциального продуктивного действия были использованы 98 образцов различных по качеству законсервированных объемистых кормов сельскохозяйственных предприятий, в том числе 53 образца кукурузного силоса и 45 – люцернового сенажа, проанализированных в условиях современных лабораторий глубокого анализа ООО «ТК Ярвет» и ООО «Агрофинс», соответствующих международным требованиям.

Для выполнения систематизации и анализа литературных данных проводили поиск научных публикаций в российских базах данных: elibrary.ru, cyberleninka.ru. Поиск осуществлялся по ключевым словам: кормопроизводство, кормление, крупный рогатый скот, кукурузный силос, люцерновый сенаж, ГОСТ. Исследования проводили на основе многолетнего мониторинга данных [7] о качестве кормов сотрудниками отдела физиологии, биохимии, генетики и питания животных ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН, а также научной литературы отечественных авторов. После сбора информации произвели статистическую обработку и дальнейший анализ полученных результатов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенный за эти годы многолетний мониторинг динамики качества силоса из кукурузы свидетельствует о том, что накопление сухого вещества у гибридов кукурузы возросло с 17,6%

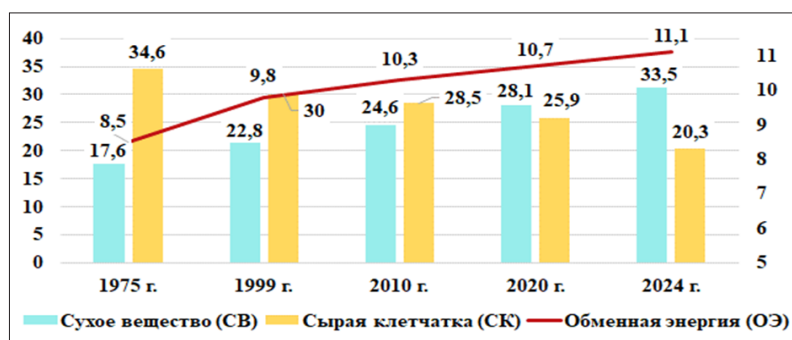


Рисунок 1. Динамика качества кукурузного силоса по Республике Татарстан за 1975-2024 гг.
Figure 1. Dynamics of corn silage quality in the Republic of Tatarstan for 1975-2024.

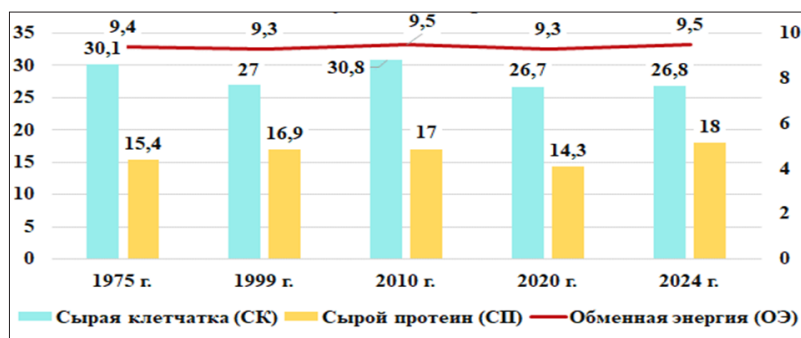


Рисунок 2. Динамика качества люцернового сенажа по Республике Татарстан за 1975-2024 гг.
Figure 2. Dynamics of alfalfa haylage quality in the Republic of Tatarstan for 1975-2024.

до 33,5%, или на 52,2%, что привело к повышению его энергетической ценности в сухом веществе с 8,5 МДж/кг до 11 МДж/кг или на 76,6% (Рис. 1). При этом концентрация в сухом веществе сырой клетчатки, напротив, демонстрировала устойчивую тенденцию к снижению – с 34,6% в 1975 г. до 22,3% в 2024 г. или на 70,4%, что также способствовало повышению его энергетической ценности.

Это, в целом, объясняется подбором более раннеспелых и адаптированных к почвенно-климатическим условиям региона высокопродуктивных гибридов, оптимизацией сроков уборки, отработкой технологии консервирования и хранения готового корма.

Для сравнения: требования ГОСТ 55986-2022 к силосу из кукурузы I класса по содержанию: сухого вещества – не менее 30%, обменной энергии – не менее 11,0 МДж/кг СВ, сырой протеин – не более 22%.

На рисунке 2 представлены изменения за эти годы качества сенажа из люцерны по республике. Данные свидетельствуют о том, что обменная энергия люцернового сенажа на протяжении всего рассматриваемого периода оставалась стабильно низкой – в пределах 9,3-9,5 МДж/кг сухого вещества.

Что касается основного показателя сенажа из люцерны – концентрации в сухом веществе сырого протеина, то она изменялась по годам неравномерно. Если, по трём годам, это значение колебалось в пределах 16,9-18,0%, то в 1975 и 2020 гг. оно находилось на уровне 14,3-15,4% от сухого вещества. Показатели содержания клетчатки варьировали в диапазоне от 26,7 до 30,8% без четкой направленности. Максимальные значения зафиксированы в 1975 и 2010 гг. – 30,1 и

30,8% соответственно, тогда как 2020 и 2024 гг. отмечено снижение показателей до 26,7-26,8% из-за неблагоприятных погодных условий (засухи в 1975, 2010 гг. и слабозасушливые в 2020-2024 гг.) в период их уборки.

Для сравнения: требования ГОСТ 55452-2021 к сенажу из бобовых культур I класса по содержанию: в сухом веществе обменной энергией составляет не менее 9,6 МДж/кг, сырого протеина – не менее 16,0% и сырой клетчатки – не более 25%.

На основании проведенных статистических расчетов полученные результаты по комплексу основных признаков были ранжированы и распределены на две группы – высокого и среднего качества (табл. 1).

Расчётами установлено, что теоретически потенциальный выход молочной продукции от скармливания 1 т сухого вещества кукурузного силоса с высокого и среднего качества были выше на 19,97% и 26,13% по сравнению с аналогичными показателями люцернового сенажа. Однако по разнице между образцами высокого и среднего качества превосходство имелось у сенажа из люцерны высокого качества и составило 147 кг против 115 кг или соответственно, 13,38% по сравнению с 8,73% у кукурузного силоса.

При пересчёте полученных результатов на фактическое содержание сухого вещества вышеуказанных кормов в рационах кормления высокопродуктивных коров в исследованных хозяйствах в соотношении 2,1:1,0 получено дополнительно в сумме 1,58 кг молока на одну корову в сутки или в разрезе вклада каждого корма 0,99 кг от силоса кукурузного и 0,59 кг – сенажа люцернового. В расчете на 1 корову в год эти показатели составили 361,4 кг 215,4 кг соответственно

Таблица 1. Потенциальный выход молока в зависимости от качества объемистых кормов в Республике Татарстан за 2024-2025 гг.

Table 1. Potential milk yield depending on the quality of bulky feeds in the Republic of Tatarstan for 2024-2025.

Показатель	Силос кукурузный (n=53)	Сенаж люцерновый (n=45)	Итого от кормов высокого качества
потенциальный выход молока от 1 т СВ корма, кг:			
высокого качества	1317	1100	-
среднего качества	1202	953	-
разница, ±	115	147	262
фактическое потребление СВ на 1 корову в сутки, кг (n=5)	8,63	4,05	12,68
дополнительный выход молока на 1 корову в сутки, кг	0,99	0,59	1,58
выход дополнительного молока в расчете на:			
1 корову в год, кг	361,4	215,4	576,8
221 тыс. гол, тыс.т.	79,8	47,6	127,4

или в сумме 576,8 кг, что соответствует приросту годовой молочной продуктивности 6,5%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показало, что кормопроизводство в Татарстане претерпело существенные изменения за 50 лет: сокращение площадей, отводимых под кормовые культуры, сопровождалось увеличением доли «маржинальных» культур. Рост продуктивности молочного скота был достигнут за счет создания генетически высокопродуктивных стад, внедрения современных систем с элементами «умных» технологий, круглогодичного и однотипного кормления и содержания животных с использованием энергонасыщенных и высокопротеиновых кормов, что привело к необходимости создания устойчивой кормовой базы с применением высококачественных объемистых кормов.

Анализ многолетней динамики выявил значительное улучшение качества кукурузного силоса по содержанию основных лимитирующих элементов питания, тогда как качество люцернового

сенажа остается нестабильным из-за нарушений технологий заготовки и погодных условий. Установлено, что использование кормов высокого качества в рационах молочного скота обеспечивает дополнительный суточный надой более 1,5 кг на корову, что в пересчете на все поголовье республики составляет до 127,4 тыс. т молока в год или 6,5% от годового объема производства.

Таким образом, повышение качества объемистых кормов за счет оптимизации сроков уборки, использования адаптированных, под условия региона, высокопродуктивных сортов и гибридов культур и совершенствования технологий заготовки, хранения и скармливания их в составе сбалансированных рационов животных является ключевым и доступным резервом развития молочного скотоводства республики, позволяющим снизить зависимость от концентрированных кормов, дорогостоящих покупных кормов и повысить экономическую эффективность молочной отрасли животноводства.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Маликов М.М. Система кормопроизводства в Республике Татарстан. Казань. 2002: 364 с.
2. Новоселов Ю.К. Состояние и пути увеличения кормов и повышения их качества в полеводном кормопроизводстве. Адаптивное кормопроизводство: проблемы и решения. М: ФГНУ Росинформагротех. 2002: 105–111.
3. Косолапов В.М., Трофимова И.А. Справочник по кормопроизводству. 4-е изд. перераб. и дополн. М.: Россельхозакадемия. 2011: 700 с.
4. Переведенцев Ю.П. и др. Современные изменения климата Республики Татарстан. Вестник ВГУ, серия: география, геоэкология. 2008;2:13–23.
5. Шакиров Ш.К., Крупин Е.О., Шайтанов О.Л. и др. Анализ состояния и планирование производства кормов в сельхозпредприятиях Республики Татарстан. Казань : Издательский дом "Логос Пресс". 2022: 84 с. ISBN 978-5-00205-034-5.
6. Шакиров Ш.К., Шайтанов О.Л., Крупин Е.О. и др. Теория и практика производства и использования объемистых кормов: монография. 2-е издание, доработанное и дополненное. Казань: Изд-во ФЭН. 2021: 292 с.
7. Зарипова Л.П. и др. Корма Татарской АССР, их состав и питательность. Казань. 1975: 360 с.

REFERENCES

1. Malikov M.M. Feed production system in the Republic of Tatarstan. Kazan. 2002: 364 p. (in Russ)
2. Novoselov Yu.K. The state and ways of increasing feed and improving its quality in field feed production. Adaptive feed production: problems and solutions. M: FGNU Rosinformagrotekh. 2002: 105–111. (in Russ)
3. Kosolapov V.M., Trofimova I.A. Handbook of feed production. 4th ed. reworked and additional M.: Russian Agricultural Academy. 2011: 700 p. (in Russ)
4. Perevedentsev Yu.P. and others. Modern climate changes in the Republic of Tatarstan. VSU Bulletin, series: geography, geoecology. 2008;2:13–23. (in Russ)

5. Shakirov Sh.K., Krupin E.O., Shaitanov O.L. et al. Analysis of the Status and Planning of Feed Production in Agricultural Enterprises of the Republic of Tatarstan. Kazan: Logos Press Publishing House. 2022: 84 p. ISBN 978-5-00205-034-5. (in Russ)
6. Shakirov Sh.K., Shaitanov O.L., Krupin E.O. et al. Theory and Practice of Production and Use of Bulk Feed: Monograph. 2nd edition, revised and supplemented. Kazan: FEN Publishing House. 2021: 292 p. (in Russ)
7. Zaripova L.P. et al. Feed of the Tatar ASSR, its composition and nutritional value. Kazan. 1975: 360 p. (in Russ)

Поступила в редакцию / Received: 09.04.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 18.06.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР В СМЕСИ С БЕЛКОВО-МИНЕРАЛЬНО-ВИТАМИННЫМИ ДОБАВКАМИ В КОРМЛЕНИИ ПЕРВОТЕЛОК

Наталия Афанасьевна Николаева¹, Евгений Семенович Слепцов^{2✉}, Николай Васильевич Винокуров³,
Иван Владимирович Алферов⁴

^{1,2,3,4} Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова ФГБУН
ФИЦ ЯНЦ СО РАН, Российская Федерация

¹канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник

²д-р ветеринар. наук, проф., главный научный сотрудник, e-mail: evgeniysemenovic@mail.ru, orcid.org/0000-0002-7478-9011

³д-р ветеринар. наук, доц., главный научный сотрудник, orcid.org/0000-0002-0781-2015

⁴канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник, orcid.org/0000-0002-9795-5238

РЕФЕРАТ

Приведены результаты испытаний в Республике Саха (Якутия) эффективности скармливания перспективных кормовых культур в смеси специализированными белково-минерально-витаминными добавками (БМВД). Исследования проведены в молочном комплексе ООО Экоферма «Номугу» Кангаласского улуса Республики Саха (Якутия) на первотелках симментальской породы с продолжительностью 205 дней. Основной корм включал 8,0 кг сена, 13,0 кг сенажа из суданской травы и овса сорта «Виленский», 3,0 кг комбикорма и 65 г поваренной соли. Важно отметить, что первотелки опытной группы получали дополнительно 13,0 кг сенажа из суданской травы и овса, обогащенного белково-минерально-витаминными добавками, изготовленными из местных ресурсов (50 г на одну голову в день). Состав кормовой добавки представлен из местных ресурсов: цеолит-хонгурин, Кемпендйская соль, отруби пшеничные. У первотелок опытной группы, в структуре рациона которой сенаж злаковый, обогащенный белково-минерально-витаминными добавками составлял 37,8 % по питательности, переваримость протеина была выше на 0,78 %, чем в контрольной ($P < 0,95$). Скармливание данного корма способствовало лучшему перевариванию энергии на 0,8 %. При этом, первотелки контрольной группы лучше использовали обменную энергию на 1,1 % на образование продукции. Анализ использования энергии рационов не показал отклонений в физиологических показателях животных. Также не обнаружено значимых различий в том, как животные распределяют и используют энергию из рациона. Улучшение переваримости питательных веществ и более эффективное распределение и использование энергии в рационе объясняется тем, что перспективные кормовые культуры, используемые в смеси с белково-минерально-витаминными добавками, оказывают регулирующее воздействие на процессы переваривания и усвоения питательных веществ. В результате получен высокопитательный корм, который стимулирует обмен веществ у животных. Это, в свою очередь, повышает эффективность использования минеральных веществ из корма.

Ключевые слова: симментальские первотелки, белково-витаминно-минеральные добавки, переваримость, обменная энергия.

Для цитирования: Николаева Н.А., Слепцов Е.С., Винокуров Н.В., Алферов И.В. Использование перспективных кормовых культур в смеси с белково-витаминно-минеральными добавками на обмен веществ у первотелок. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:171-175. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.171>

USE OF PROMISING FODDER CROPS IN A MIXTURE WITH PROTEIN-VITAMIN-MINERAL ADDITIVES FOR METABOLISM IN FIRST-HEATERS

Nataliya A. Nikolaeva¹, Evgeny S. Sleptsov^{2✉}, Nikolay V. Vinokurov³, Ivan V. Alferov⁴

^{1,2,3,4} Yakut Scientific Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov, Russian Federation

¹Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, natanik_69@mail.ru

²Dr. of Veterinary Sciences, Prof., Chief Researcher, e-mail: evgeniysemenovic@mail.ru, orcid.org/0000-0002-7478-9011

³Dr. of Veterinary Sciences, Assoc. Prof., Chief Researcher, orcid.org/0000-0002-0781-2015

⁴Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, orcid.org/0000-0002-9795-5238

ABSTRACT

The results of tests in the Republic of Sakha (Yakutia) of the effectiveness of feeding promising fodder crops of the crop (Sudanese grass, oats «Vilensky») in a mixture with specialized protein-mineral-vitamin additives to primordial heifers of the Simmental breed are presented. The main composition of the feed additive is presented from local resources: zeolite-hongurin, Kempendiai salt, wheat bran. Studies of the digestibility of nutrients of the diet were carried out on 6 heifers divided into two groups (control and experimental, in the diet of which cereal senage was introduced – 13,0 kg and cereal senage enriched with protein-mineral-vitamin ad-

ditives (BMVD) in an amount of 50 g per 1 head per day – 13,0 kg respectively). It was noted that the introduction of cereal senage enriched with BMVD into the diet increased the level of metabolic energy and had a positive effect on metabolism. In the pilot group, in the diet structure of which senage cereal enriched with BMVD was 37,8 % in nutritional value, protein digestibility was 0,78 % higher than in the control group ($P < 0.95$). Feeding grain haylage enriched with BMVD contributed to better energy digestion by 0,8 %. However, the first-heaters of the control group better used exchange energy by 1,1 % for the formation of products. According to the use of diet energy, no deviations in the physiological state of animals were found, no significant differences were found in the distribution and use of diet energy. Therefore, the improvement in digestibility of most nutrients of the diet, distribution and use of energy is explained by the fact that the productive effect of the use of promising feed crops mixed with protein-vitamin-mineral additives from local raw materials is due to the regulatory effect on the intensity of the processes of digestion and use of feed nutrients, which in turn activated the metabolic processes in the animal body during the stable period and thereby improved the use of feed minerals. The purpose of the research is to test the effectiveness of the use of promising fodder crops in a mixture with specialized protein-vitamin-mineral additives for first-heaters in the North.

Key words: simmental first-calf heifers, protein-vitamin-mineral supplements, digestibility, metabolic energy.

For citation: Nikolaeva N.A., Sleptsov E.S., Vinokurov N.V., Alferov I.V. The use of promising fodder crops in combination with protein, vitamin, and mineral supplements on the metabolism of first-calf heifers. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:171-175. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.171>

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение полноценности кормления животных связано с тремя взаимосвязанными направлениями: повышением питательной ценности самих кормов, внедрением физиологически обоснованных технологий их приготовления и заготовки, а также оптимизацией состава рационов. Реализация этих задач, в свою очередь, требует пересмотра устоявшихся систем кормопроизводства, модернизации технологических регламентов, поиска альтернативных кормовых источников и совершенствования отраслевой структуры кормовой базы [4].

Наряду с этим, для повышения энергетической, протеиновой, углеводной, витаминной и минеральной полноценности рационов предлагается множество специализированных кормов и добавок. Тем не менее, их использование для увеличения молочной продуктивности часто оказывается неэффективным. Основной причиной выступает игнорирование при выборе и дозировании добавок конкретных природно-географических и технологических условий содержания животных, а также отсутствие корректировки на результаты зоотехнического анализа местных кормовых средств. Следствием такого подхода становятся метаболические расстройства, ослабление иммунного статуса, дисфункции эндокринной и генеративной систем (в частности, яловость и бесплодие) [2].

Особого контроля требует минеральное питание высокопродуктивных коров, причём с обязательным учётом содержания микроэлементов в растительных кормах собственного производства. В тех случаях, когда использование изученных и бесспорно эффективных кормовых добавок не предусматривается, балансирование рационов по данному признаку становится задачей, имеющей немаловажное значение [10].

Следует отметить, что, производство природных витаминных кормов представляет собой один из наиболее доступных путей решения обозначенной проблемы. В представленном исследовании в этом качестве апробированы перспективные кормовые культуры - суданская трава и овес «Виленский» - в смеси со специализированными

БМВД. Отличительная особенность предложенного подхода: содержание и концентрация компонентов в смесях могут корректироваться в зависимости от региональной специфики кормопроизводства, питательной ценности местных основных кормов, а также от уровня продуктивности и физиологического статуса животных [8].

Целью исследований является исследование эффективности применения перспективных кормовых культур в смеси со специализированными белково-витаминно-минеральными добавками первотелкам в условиях Севера.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальные испытания эффективности совместного использования перспективных кормовых культур и белково-минерально-витаминных добавок (БМВД) выполнены на базе молочного комплекса ООО Экоферма «Номугу» (Кангаласский улус). Продолжительность опыта составила 205 дней. Были сформированы 30 голов и распределены на две группы: контрольная и опытная. Рацион контрольной группы состоял из сена (8,0 кг), сенажа из смеси суданской травы и овса (13,0 кг), комбикорма (3,0 кг) и поваренной соли (65 г). Отличие заключалось в том, что первотелки опытной группы получали аналогичное количество сенажа (13,0 кг), но обогащённого белково-минерально-витаминными добавками (БМВД) из местного сырья из расчёта 50 г на голову в сутки. Подготовка и взятие проб к анализу проведены согласно методическому руководству А.Ф. Абрамова [1] в лаборатории биохимии и массового анализа Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства с применением ближней инфракрасной спектроскопии, оснащённой спектральными анализаторами NIR SCANNER model 4250 (производство США). Определение степени переваримости и усвоение питательных веществ рациона проводилось по методике С.В. Бурцевой, О.Ю. Рудишина [3].

Содержание обменной энергии рассчитывалось путем применения соответствующего уравнения регрессии, разработанная ВИЖ и ВНИИФБиП:

Расчёт обменной энергии (ОЭ) кормов выполняли по формуле:

$$ОЭ = 17,46 \times \text{пП} + 31,23 \times \text{пЖ} + 13,65 \times \text{пК} +$$

14,78 × пБЭВ,

где пП - переваримый протеин, г; пЖ - переваримый жир, г; пК -переваримая клетчатка, г; пБЭВ - переваримые безазотистые экстрактивные вещества, г.

Валовую энергию (ВЭ) определяли следующим образом:

$$ВЭ = 23,9 \times сП + 39,8 \times сЖ + 20,1 \times сК + 17,5 \times сБЭВ,$$

где сП -сырой протеин, г; сЖ - сырой жир, г; сК - сырая клетчатка, г; сБЭВ - сырые безазотистые экстрактивные вещества, г.

Переваримую энергию (ПЭ) вычисляли по уравнению:

$$ПЭ = 23,93 \times пП + 32,66 \times пЖ + 18,5 \times пК + 17,0 \times пБЭВ,$$

с теми же обозначениями переваримых компонентов.

Финансирование: Исследовательская работа проведена с использованием оборудования «Spectra Star 2200» Центра коллективного пользования ФИЦ ЯНЦ СО РАН, а также при поддержке гранта № 3 ИКП.21.0016.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Определение коэффициентов переваримости и степени усвоения питательных веществ рационов осуществляли в ходе физиологического опыта. Животным в течение экспериментальной фазы скармливали рационы, сбалансированные по основным элементам питания. Кормление первотелок обеспечивало оптимальное поступление энергии и её требуемую концентрацию в расчёте на единицу сухого вещества. Фактические значения энергетической питательности варьировали в следующих пределах: обменная энергия на 1 кг сухого вещества - 8,12-8,49 МДж, переваримый протеин в расчёте на 1 ЭКЕ - 89,1-91,6 г, количество ЭКЕ в 1 кг сухого вещества рациона - 0,81–0,84.

По результатам анализа установлено, что животные опытной группы превосходили контрольных аналогов по объёму поступления с кормами сырого протеина, сырого жира и сырой клетчатки. Разница в пользу опытной группы составила: по сухому веществу - 0,12 %, по сырому протеину - 0,92 %, по сырому жиру - 0,08 %. Пределы колебаний потребления кальция - 131,04-132,55 г, фосфора - 48,42-51,2 г.

На основании расчёта коэффициентов переваримости установлено, что первотелки, получавшие обогащённый сенаж (опытная группа), превосходили контрольных сверстниц по степени усвоения практически всех питательных компонентов рациона. Статистически значимое превышение зафиксировано для сухого вещества (+0,96 %), органического вещества (+0,07 %), сырого протеина (+0,78 %), сырого жира (+1,91 %) и сырой клетчатки (+2,0 %) при $P < 0,95$. Иная картина наблюдалась для БЭВ: здесь максимальная переваримость отмечена у контрольной группы (выше на 2,25 %). По материалам физиологических опытов, межиндивидуальная вариабельность коэффициентов переваримости у первотелок находилась в границах (%): сухое вещество - 65,76-66,96; органическое вещество - 69,28-69,35; сырой протеин - 64,98-69,78; сырой жир -

81,28-85,19; сырая клетчатка - 44,31-49,31; БЭВ - 76,71-78,96 (рисунок 1).

Анализ минерального обмена показал определённые различия между группами. В отношении кальция первотелки опытной группы характеризовались более высокой степенью усвоения: в их теле отложилось 66,13 г элемента, а расчётный коэффициент использования достиг 49,89 %. По фосфору у этих же животных зафиксирован положительный баланс - отложение составило 20,5 г при коэффициенте использования 40,03 %.

Из этого следует, что скармливание соответствующих кормовых культур (сенажа из суданской травы и овса) в смеси БМВД обеспечило удовлетворение суточной потребности в питательных веществах (микро-макроэлементах, витаминах и аминокислотах) и положительно повлияло на переваримость питательных веществ кормов, обеспечило повышение уровня обменной энергии и в целом улучшило показатели энергетического обмена.

О степени полноты использования энергии кормов судят по двум ключевым индикаторам. Коэффициент использования валовой энергии отражает долю энергии продукции по отношению к энергии, поступившей в организм с кормом (выражается в процентах). Коэффициент использования обменной энергии, в свою очередь, показывает процентное отношение энергии продукции к обменной энергии корма [7].

Изучение особенностей потребления корма и использование энергии доказали целесообразность скармливания сенажа злакового из суданской травы и овса в смеси БМВД в рационах первотелок. Так, потребление валовой энергии (ВЭ) животными было почти на одном уровне. Первотелки опытной группы больше переваривали энергию на 0,8 % по сравнению с контрольной группой первотелок. При этом, первотелки контрольной группы лучше использовали обменную энергию на 1,1 % на образование продукции. По результатам исследований энергоэффективности рационов, у первотелок опытной группы не установлено отклонений физиологического статуса. Характер распределения и степень использования энергии кормов у животных сравниваемых групп достоверно не различались (рисунок 2).

Следует отметить, что у первотелок в период лактации потери энергии с калом за весь период опыта составили 27,7 кг (контрольная группа) и 28,3 кг (опытная группа) от энергии потреблённого корма. Указанные величины характеризуют непродуктивные энерготраты, то есть энергию, не усвоенную организмом.

Проведённые исследования не выявили отрицательного воздействия на организм первотелок при скармливании сенажа, приготовленного из смеси кормовых культур с добавлением белково-минерально-витаминных комплексов на основе локального сырья. Отрицательное действие сенажа с БМВК определяли путем сравнения двух групп первотелок: контрольной, в которой в рацион включали сенаж из суданской травы и овса и опытной, в которой включали сенаж суданской травы и овса с белково-витаминно-

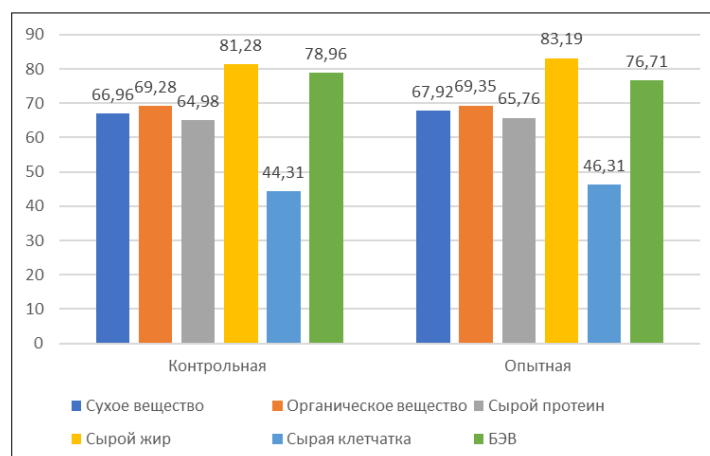


Рисунок 1. Коэффициенты переваримости питательных веществ рационов у первотелок, %, (M±m).
Figure 1. Digestibility coefficients of feed nutrients in first-calf heifers, %, (M±m).

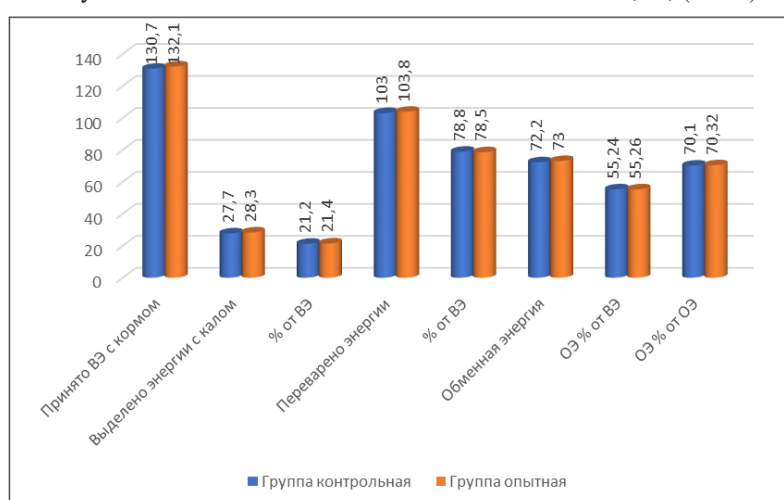


Рисунок 2. Распределение и использование энергии у первотелок, МДж/сут.
Figure 2. Distribution and use of energy in first-calf heifers, MJ/day.

минеральными добавками, что доказало отсутствие негативного влияния кормовых добавок на организм первотелок.

Зафиксированное повышение переваримости большинства нутриентов рационов объясняется регулирующим действием указанных добавок на интенсивность пищеварительных процессов и усвояемость питательных веществ. Как следствие, в стойловый период наблюдалась активизация метаболических процессов в организме животных и улучшение утилизации минеральных элементов корма.

Анализ использования обменной энергии рационов показал, что содержание общего белка в сыворотке крови первотелок находился в пределах физиологической нормы, показатели минерального состава крови и динамика упитанности свидетельствовали об отсутствии признаков отрицательного энергетического баланса.

Также не обнаружено значимых различий в том, как животные распределяют и используют энергию из рациона. Улучшение переваримости питательных веществ и более эффективное распределение и использование энергии в рационе объясняется тем, что перспективные кормовые культуры, используемые в смеси с белково-

минерально-витаминными добавками, оказывают регулирующее воздействие на процессы переваривания и усвоения питательных веществ. В результате получен высокопитательный корм, который стимулирует обмен веществ у животных. Это, в свою очередь, повышает эффективность использования минеральных веществ из корма.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ использования энергии рационов не показал отклонений в физиологических показателях животных. Также не обнаружено значимых различий в том, как животные распределяют и используют энергию из рациона. Улучшение переваримости питательных веществ и более эффективное распределение и использование энергии в рационе объясняется тем, что перспективные кормовые культуры, используемые в смеси с белково-минерально-витаминными добавками, оказывают регулирующее воздействие на процессы переваривания и усвоения питательных веществ. В результате получен высокопитательный корм, который стимулирует обмен веществ у животных. Это, в свою очередь, повышает эффективность использования минеральных веществ из корма.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Абрамов А.Ф. Эколого-биохимические основы производства кормов и рационального использования пастбищ в Якутии. РАСХН. Сиб. отд.-ние. Якут. НИИ сел. хоз-ва, Рос. экол. акад. Якут. отд.-ние. Новосибирск. 2000: 205 с.
2. Ахметзянова, Ф.К. Биохимический состав крови и обмен веществ в организме лактирующих коров, получавших концентраты «Проветекс» /Ф.К. Ахметзянова, И.Ш. Галимуллин // Вестник технологического университета. - 2017. - № 10.- С. 132-135.
3. Бурцева С.В., Рудишин О.Ю. Современные биологические методы исследований в зоотехнии. Барнаул. Учебное пособие: АГАУ. 2014: 215 с.
4. Иванов Р.В., Николаева Н.А., Хомподоева У.В., Борисова П.П. Использование криокорма в рационах молочных коров и табунных лошадей Якутии. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018;5 (48):30-37.
5. Киселева Е.М., Абашева А.А., Ачкасова Е.В. Использование кормовой добавки на основе природного местного сырья в кормлении коров. Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: Сборник научных трудов. УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». Горки. 2016: 78-83.
6. Молчанов А.В., Сазонова И.А., Козин А.Н., Сазонова С.О. Влияние кормовых добавок, обогащенных эссенциальными микроэлементами на показатели крови баранчиков эдильбаевской породы. Вестник Курганской ТСХА. 2022;2:17-24.
7. Надальяк Е.А., Агафонов В.И., Григорьева К.Н. Изучение обмена энергии и энергетического питания у сельскохозяйственных животных. Методические указания. Боровск. 1997: 56 с.
8. Николаева Н.А., Борисова П.П., Алексеева Н.М., Петрова С.А. Белково-минеральные кормовые добавки в кормлении коров. Международный сельскохозяйственный журнал. 2023;1 (391):62 - 66.
9. Николаева Н.А. Применение белково-витаминно-минеральных добавок, созданных на основе местных ресурсов в кормлении коров. Сб. научных статей ВНИПК с межд. участием «Стратегия и перспективы развития агротехнологий лесного комплекса Якутии до 2050 г.», посв. 100-летию образования Якутской АССР и 85-летию Первого Президента РС (Я) М.Е. Николаева. Якутск: Москва. Знание-М. 2022:1108-1115.
10. Эшбуриев С., Нарбаев К., Костомахин Н. Групповая профилактика нарушения витаминно-минерального обмена у высокопродуктивных коров. Главный зоотехник. 2017;11;3-8.

REFERENCES

1. Abramov, A.F. Ecological and Biochemical Foundations of Forage Production and Rational Use of Pastures in Yakutia. Russian Academy of Agricultural Sciences. Siberian Branch. Yakut Research Institute of Agriculture, Russian Ecological Academy. Yakut Branch. Novosibirsk. 2000: 205 p. (in Russ)
2. Akhmetzyanova, F.K. Biochemical Composition of Blood and Metabolism in Lactating Cows Received Provetex Concentrates /F.K. Akhmetzyanova, I.Sh. Galimullin. Bulletin of the Technological University. 2017;10:132-135. (in Russ)
3. Burtseva, S.V., Rudishin, O.Yu. Modern Biological Research Methods in Animal Science. Barnaul. Study Guide: AGAU. 2014: 215 p. (in Russ)
4. Ivanov R.V., Nikolaeva N.A., Khompodoeva U.V., Borisova P.P. Use of cryofeed in the diets of dairy cows and herd horses in Yakutia. Siberian Bulletin of Agricultural Science. 2018;5 (48):30-37. (in Russ)
5. Kiseleva E.M., Abasheva A.A., Achkasova E.V. Use of a feed additive based on natural local raw materials in cow feeding. Actual problems of intensive development of animal husbandry: Collection of scientific papers. Educational institution "Belarusian State Agricultural Academy". Gorki. 2016: 78-83. (in Russ)
6. Molchanov A.V., Sazonova I.A., Kozin A.N., Sazonova S.O. Effect of feed additives enriched with essential microelements on blood parameters of Edilbaevskaya rams. Bulletin of the Kurgan Timiryazev Agricultural Academy. 2022;2:17-24. (in Russ)
7. Nadalyak E.A., Agafonov V.I., Grigorieva K.N. Study of energy metabolism and energy nutrition in farm animals. Methodological guidelines. Borovsk. 1997: 56 p. (in Russ)
8. Nikolaeva N.A., Borisova P.P., Alekseeva N.M., Petrova S.A. Protein-mineral feed additives in cow feeding. International Agricultural Journal. 2023;1 (391):62-66. (in Russ)
9. Nikolaeva N.A. Use of protein-vitamin-mineral additives based on local resources in cow feeding. Collection of scientific articles of the All-Russian Scientific and Practical Complex with international participation "Strategy and prospects for the development of agricultural technologies in the forest complex of Yakutia until 2050", dedicated to. The 100th anniversary of the formation of the Yakut Autonomous Soviet Socialist Republic and the 85th anniversary of the First President of the Republic of Sakha (Yakutia) M.E. Nikolaev. Yakutsk: Moscow. Knowledge-M. 2022:1108-1115. (in Russ)
10. Eshburiev S., Narbaev K., Kostomakhin N. Group prevention of vitamin-mineral metabolism disorders in highly productive cows. Chief livestock specialist. 2017;11;3-8. (in Russ)

Поступила в редакцию / Received: 18.04.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 18.06.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

КОМПЛЕКСНОЕ СОЧЕТАНИЕ ПОЛИМОРФНЫХ ВАРИАНТОВ ГЕНОВ *OPN* И *IGF-1* В ПОПУЛЯЦИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТАНаталья Юрьевна Сафина^{1✉}, Екатерина Николаевна Муханина², Эльза Равилевна Гайнутдинова³^{1 2 3} Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства ФИЦ КазНЦ РАН, Российская Федерация¹канд. биол. наук, e-mail: natysafina@gmail.com, orcid.org/0000-0003-1184-3188²канд. биол. наук, orcid.org/0000-0001-9299-2104³канд. с.-х. наук, orcid.org/0000-0002-2970-1500**РЕФЕРАТ**

В статье представлены результаты изучения комплексного сочетания генотипов генов *OPN* (с.8514C/T) и *IGF-1* (512T/C) в популяции голштинских коров-первотелок (n=202). Исследование проведено на базе СХПК «Племенной завод им. Ленина» (Атнинский район, Республика Татарстан), лабораторные работы выполнены в ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН. Актуальность исследования обусловлена необходимостью поиска генетических маркеров, ассоциированных с репродуктивными качествами крупного рогатого скота, поскольку показатели фертильности наряду с молочной продуктивностью определяют экономическую эффективность молочного скотоводства. Гены *OPN* и *IGF-1* участвуют в регуляции эмбриогенеза, имплантации, фолликулогенеза и раннего эмбрионального развития, однако их комплексное взаимодействие остается малоизученным. Генотипирование выполнено методом ПЦР-ПДРФ с использованием рестрикционных эндонуклеаз *BseI* (для *OPN*) и *BstSNI* (для *IGF-1*). В результате установлено наличие всех девяти возможных комбинаций комплексных генотипов, что подтверждает генетическую гетерогенность изученной популяции. Наибольшая частота встречаемости отмечена для комплексного генотипа СТ/АВ (29,7%), наименьшая – для СС/ВВ (2,0%) и СС/АА (3,0%) по генам *OPN* / *IGF-1*. Выявлена закономерность снижения частоты комплексных генотипов по мере увеличения числа гомозиготных локусов. Сравнение наблюдаемого и теоретически ожидаемого распределения не выявило статистически значимых отклонений ($\chi^2 = 4,67$; $p > 0,05$), что свидетельствует о независимом комбинировании аллелей исследуемых генов и отсутствии факторов, нарушающих генетическое равновесие в выборке. Полученные данные могут быть использованы в селекционно-племенной работе для маркер-ориентированного подбора родительских пар, генетической паспортизации и мониторинга генетической структуры популяций крупного рогатого скота.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, ген, полиморфизм, комплекс генотипов, *OPN*, *IGF-1*, остеопонтин, инсулиноподобный фактор роста-1.

Для цитирования: Сафина Н.Ю., Муханина Е.Н., Гайнутдинова Э.Р. Комплексное сочетание полиморфных вариантов генов *OPN* и *IGF-1* в популяции крупного рогатого скота. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:176-179. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.176>

COMBINED POLYMORPHIC VARIANTS OF *OPN* AND *IGF-1* GENES IN THE CATTLE POPULATIONNatalia Yu. Safina^{1✉}, Ekaterina N. Mukhanina², Elza R. Gaynudinova³^{1 2 3} Tatar Scientific Research Institute of Agriculture FRC "Kazan Scientific Center of Russia Academy of Sciences", Russian Federation¹Candidate of Biological Science, e-mail: natysafina@gmail.com, orcid.org/0000-0003-1184-3188²Candidate of Biological Science, orcid.org/0000-0001-9299-2104³Candidate of Agricultural Science, orcid.org/0000-0002-2970-1500**ABSTRACT**

The article presents the results of a study on the combined genotypes of *OPN* (c.8514C/T) and *IGF-1* (512T/C) genes in a population of Holstein heifers (n=202). The experiment was conducted at the Lenin Breeding Farm (Atninsky District, Republic of Tatarstan), and laboratory analyses were carried out at the Tatar Research Institute of Agriculture, Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. The relevance of the study is driven by the need to identify genetic markers associated with reproductive traits in cattle, as fertility indicators alongside milk productivity determine the economic efficiency of dairy farming. The *OPN* and *IGF-1* genes are involved in the regulation of embryogenesis, implantation, folliculogenesis, and early embryonic development; however, their combined interaction remains insufficiently studied. Genotyping was performed using PCR-RFLP with restriction endonucleases *BseI* (for *OPN*) and *BstSNI* (for *IGF-1*). The analysis revealed the presence of all nine possible combined genotype combinations, confirming the genetic heterogeneity of the studied population. The highest frequency was observed for the combined genotype CT/AB (29.7%), while the lowest frequencies were found for CC/BB (2.0%) and CC/AA (3.0%) by *OPN* / *IGF-1*. A pattern of decreasing frequency of combined genotypes was established with an increasing number of homozygous loci. Comparison of the observed and theoretically expected distributions showed no statistically significant deviations ($\chi^2 = 4.67$; $p > 0.05$), indicating independent allele combination of the studied genes and the

absence of factors disrupting genetic equilibrium in the sample. The obtained data can be applied in breeding programs for marker-assisted selection of parental pairs, genetic passportization, and monitoring of the genetic structure of cattle populations.

Key words: cattle, gene, polymorphism, genotype complex, *OPN*, *IGF-1*, osteopontin, insulin-like growth factor-1.

For citation: Safina N.Yu., Mukhanina E.N., Gainutdinova E.R. Complex combination of polymorphic variants of the *OPN* and *IGF-1* genes in a cattle population. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:176-179. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.176>

ВВЕДЕНИЕ

Современное животноводство ставит перед собой задачу повышения эффективности селекции, направленной на улучшение воспроизводительных качеств крупного рогатого скота, как ключевого фактора, рентабельности молочного скотоводства. В связи с этим особую значимость приобретает изучение полиморфизмов генов-кандидатов, вовлеченных в регуляцию репродуктивных процессов.

Среди множества генетических маркеров, влияющих как на молочную продуктивность, так и на показатели фертильности коров, важная роль отводится генам *OPN* (остеопонтин) и *IGF-1* (инсулиноподобный фактор роста-1). Белок остеопонтин участвует в межклеточных взаимодействиях, имплантации эмбриона и минерализации тканей [1]. Его экспрессия в репродуктивных органах и молочной железе связана с полиморфными вариантами гена *OPN*, которые ассоциированы не только с уровнем надоя, но и с благополучным эмбриогенезом, вынашиванием плода и отелом [2, 3].

Ген *IGF-1* является ключевым регулятором соматотропиновой оси, влияя на рост фолликулов, овуляцию и раннее эмбриональное развитие [4], что определяет его ассоциацию с признаками воспроизводства наряду с молочной продуктивностью [5, 6].

Однако комплексное взаимодействие полиморфизмов генов *OPN* и *IGF-1* остается мало изученным, при этом понимание их сочетания в популяции необходимо для оценки генетического потенциала и прогнозирования репродуктивных качеств животных.

Цель работы. Изучить комплексное сочетание генотипов генов *OPN* и *IGF-1* в популяции коров голштинской породы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследований служили голштинские коровы-первотелки (N=202) из СХПК «Племенной завод им. Ленина» (Атнинский район, РТ). Материал: цельная кровь, отобранная из хвостовой вены в вакуумные пробирки с ЭДТА («Vacuette tube K-3E», Австрия). ДНК выделяли набором «АмплиСенс» ДНК-Сорб-В (Россия) по инструкции производителя в лаборатории ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН.

Генотипирование по генам *OPN* (с.8514С/Т) и *IGF-1* (512Т/С) выполняли методом ПЦР-ПДРФ. Амплификацию проводили с использованием праймеров («Евроген», Россия) [1, 4], dNTPs, Taq-полимеразы и буфера («СибЭнзим», Россия) на термоциклере «T100 Thermal Cycler» (BIO RAD, США) по модифицированным режимам [2, 5]. Продукты ПЦР гидролизировали ферментами BseI (для *OPN*) и BstSNI (для *IGF-1*) («СибЭнзим»,

Россия). Рестрикционные фрагменты разделяли электрофорезом в горизонтальных камерах («Helicon», Россия) и визуализировали в системе «GelDoc Go» (BIO RAD, США) с ПО «Image Lab Touch» V.3.0.

Рассчитывали частоты встречаемости комплексных генотипов и соответствие наблюдаемого и ожидаемого распределения, оцененного по критерию χ^2 на соответствие генетического равновесия Харди-Вайнберга.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате генотипирования 202 голштинских коров-первотелок по генам *OPN* (с.8514С/Т) и *IGF-1* (512Т/С) был проведен анализ частоты встречаемости комплексных генотипов. Наблюдаемое распределение девяти возможных комбинаций генотипов представлено в таблице 1.

Наиболее часто встречающимся комплексным генотипом оказался СТ/АВ, доля которого составила 29,7% (60 гол.) от общей выборки. Данная комбинация объединяет гетерозиготных особей по обоим генам, что согласуется с общей тенденцией к повышенной гетерозиготности. Также в значительных количествах присутствовали животные с сочетанием генотипов ТТ/АВ (15,8%; 32 гол.) и СТ/АА (16,3%; 33 гол.). Наименьшую частоту встречаемости показали комбинации СС/ВВ (2,0%, 4 гол.) и СС/АА (3,0%, 6 гол.), а смешанные варианты (гетерозигота по одному гену + гомозигота по другому) занимали промежуточное положение. Установлено, что частота встречаемости комплексного генотипа закономерно снижается по мере увеличения числа гомозиготных локусов, что связано с преобладанием гетерозиготных особей в популяции по каждому из исследованных генов. Полученные данные свидетельствуют о наличии всех возможных вариантов комплексных генотипов по генам *OPN* и *IGF-1* в изученной популяции, что подтверждает ее генетическую гетерогенность.

Теоретически ожидаемое (экспериментальное) распределение комплексных генотипов представлено в таблице 2. Сравнение наблюдаемых и ожидаемых частот показало их высокую степень соответствия.

Значение критерия χ^2 составило 4,67, при χ^2 критическом 9,49, что соответствует уровню значимости $p > 0,05$. Таким образом, статистически значимых отклонений от ожидаемого распределения не выявлено, что указывает на независимое комбинирование аллелей изучаемых генов в исследованной выборке крупного рогатого скота.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование полиморфизма генов *OPN* (с.8514С/Т) и *IGF-1* (512Т/С) в популяции голштинских коров-первотелок (n=202) показало все девять возможных комбинаций генотипов,

Таблица 1. Наблюдаемое распределение комплексных генотипов генов *OPN/IGF-1*, (n, %).
Table 1. Observed distribution of complex genotypes of *OPN/IGF-1* genes, (n, %).

		<i>OPN</i>			
	n	CC	CT	TT	
<i>IGF-1</i>	AA	6	33	9	
	AB	21	60	32	
	BB	4	25	12	
					202

		<i>OPN</i>			
	%	CC	CT	TT	
<i>IGF-1</i>	AA	3,0	16,3	4,5	
	AB	10,4	29,7	15,8	
	BB	2,0	12,4	5,9	
					100,00

Таблица 2. Ожидаемое распределение комплексных генотипов генов *OPN/IGF-1*, (n, %).
Table 2. Expected distribution of complex genotypes of *OPN/IGF-1* genes, (n, %).

		<i>OPN</i>			
	n	CC	CT	TT	
<i>IGF-1</i>	AA	7	28	13	
	AB	17	66	30	
	BB	6	24	11	
					202

		<i>OPN</i>			
	%	CC	CT	TT	
<i>IGF-1</i>	AA	3,5	13,9	6,4	
	AB	8,4	32,6	14,9	
	BB	3,0	11,9	5,4	
					100,00

что подтверждает ее генетическую гетерогенность. Наиболее часто встречается комплексный генотип CT/AB (29,7%), наименее – CC/BB (2,0%) и CC/AA (3,0%). Установлено, что частота комплексных генотипов снижается с увеличением числа гомозиготных локусов. Наблюдаемое распределение комплексных генотипов соответствует теоретически ожидаемому ($\chi^2 = 4,67$; $p > 0,05$), что свидетельствует о независимом

комбинировании аллелей генов *OPN* и *IGF-1* и отсутствии факторов, нарушающих генетическое равновесие в изученной выборке.

Полученные данные могут быть использованы в селекционно-племенной работе для маркер-ориентированного подбора родительских пар, генетической паспортизации и мониторинга генетической структуры популяций крупного рогатого скота.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (номер регистрации темы: 125031003428-9).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Leonard S., Khatib H., Schutzkus V., Chang Y.M., Maltecca C. Effects of the Osteopontin Gene Variants on Milk Production Traits in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*. 2005;88(11):4083-4086. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(05)73092-7
- Гайнутдинова Э.Р., Сафина Н.Ю., Фаттахова З.Ф., Шакиров Ш.К. Идентификация полиморфизма гена остеопонтина (OPN) в популяции голштинского крупного рогатого скота Республики Татарстан. *Journal of Agriculture and Environment*. 2022;7(27). DOI 10.23649/jae.2022.27.7.008
- Муханина Е.Н., Сафина Н.Ю., Фаттахова З.Ф., Гайнутдинова Э.Р., Шакиров Ш.К., Равилов Р.Х. Обусловленность продуктивных качеств крупного рогатого скота Республики Татарстан полиморфизмом гена остеопонтина. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2024;260(4):148-153. DOI 10.31588/2413_4201_1883_4_260_148
- Anggraeni A., Talib C., Asmarasari S.A., Herawati T., Andreas E. Genetic polymorphisms of IGF1, GH, and OPN genes in crosses Peranakan Ongole cattle based on birth type in Central Java. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*. 2017;22(4):165-172. DOI: 10.14334/jitv.v22i4.1625
- Сафина Н.Ю., Муханина Е.Н., Шакиров Ш.К., Гайнутдинова Э.Р., Вологин Д.С. Полиморфизм гена IGF-1 в поголовье коров голштинской породы и быков-производителей. *Международный вестник ветеринарии*. 2025;1: 343-353. DOI 10.52419/issn2072-2419.2025.1.343
- Муханина Е.Н., Сафина Н.Ю., Гайнутдинова Э.Р., Шакиров Ш.К., Фаттахова З.Ф. Распределение частоты многоплодных беременностей крупного рогатого скота в разрезе генов OPN и IGF-1 в условиях Республики Татарстан. *Аграрный научный журнал*. 2025;11:96-100. DOI 10.28983/asj.y2025i11pp96-100

REFERENCES

- Leonard S., Khatib H., Schutzkus V., Chang Y.M., Maltecca C. Effects of the Osteopontin Gene Variants on Milk Production Traits in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*. 2005;88(11):4083-4086. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(05)73092-7
- Gainutdinova E.R., Safina N.Yu., Fattakhova Z.F., Shakirov Sh.K. Identification of the osteopontin (OPN) gene polymorphism in the Holstein cattle population of the Republic of Tatarstan. *Journal of Agriculture and*

Environment. 2022;7(27). (in Russ) DOI 10.23649/jae.2022.27.7.008

3. Mukhanina E.N., Safina N.Yu., Fattakhova Z.F., Gainutdinova E.R., Shakirov Sh.K., Ravilov R.Kh. Dependence of the productive qualities of cattle of the Republic of Tatarstan on the osteopontin gene polymorphism. Scientific Notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman. 2024;260(4):148-153. (in Russ) DOI 10.31588/2413_4201_1883_4_260_148

4. Anggraeni A., Talib C., Asmarasari S.A., Herawati T., Andreas E. Genetic polymorphisms of IGF1, GH, and OPN genes in crosses of Peranakan Ongole cattle based on birth type in Central Java. Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture. 2017;22(4):165-172. DOI: 10.14334/jitv.v22i4.1625

5. Safina N.Yu., Mukhanina E.N., Shakirov Sh.K., Gainutdinova E.R., Vologin D.S. Polymorphism of the IGF-1 gene in the population of Holstein cows and sires. International Veterinary Bulletin. 2025;1:343-353. (in Russ) DOI 10.52419/issn2072-2419.2025.1.343

6. Mukhanina E.N., Safina N.Yu., Gainutdinova E.R., Shakirov Sh.K., Fattakhova Z.F. Distribution of the frequency of multiple pregnancies in cattle in terms of OPN and IGF-1 genes in the conditions of the Republic of Tatarstan. Agricultural Scientific Journal. 2025;11:96-100. (in Russ) DOI 10.28983/asj.y2025i11pp96-100

Поступила в редакцию / Received: 10.04.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 19.06.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

МИКРОБНАЯ ОБСЕМЕНЕННОСТЬ ОТХОДОВ РЫБНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПОСЛЕ БИОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ В КОМПОСТЕРАХ «ЭКО».

Роман Михайлович Хоменко¹, Александр Владимирович Симейко²✉

^{1,2}Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Российская Федерация
¹канд. ветеринар. наук, доц., orcid.org/0000-0002-9817-1400

²аспирант, email: alexandersimeyko@gmail.com

РЕФЕРАТ

Цель данного исследования — определить влияние инокуляции рыбных отходов лактобактериями на качество субстрата и полученного продукта биотермической переработки в биокомпостерах, а также на кинетику процесса и санитарно-гигиенические показатели.

Эффективное снижение микробной обсемененности в отходах рыбного производства может быть достигнуто с помощью современных биотермических технологий. Процесс протекает в специальных установках в субстрате из термофильных микроорганизмов разогретом до температуры 65°C.

Многоступенчатая технология приводит к деградации органического субстрата, в результате которой образуется порошкообразная смесь, включающая продукт переработки рыбных отходов с микроорганизмами.

Исследования на крысах показали отсутствие общей токсичности. Продукт может быть рекомендован для применения в качестве кормовой добавки или удобрения. Объем, полученного продукта составляет 10% от исходного. Параллельно происходит обеззараживание материала с деактивацией патогенной микрофлоры, включая антибиотико-резистентные штаммы.

В статье приведено научное обоснование и описана экспериментальная проверка технологии, сочетающей раннюю молочнокислую ферментацию сырья с последующим аэробным термофильным компостированием в биокомпостерах «ЭКО» при оптимизированном соотношении рыбных отходов и молочнокислых бактерий. Показано, что введение лактобактерий обеспечивает быстрое подкисление сырья, подавление гнилостной микрофлоры и ускорение наступления устойчивой термофильной фазы. В основе метода лежит комбинированное применение микробиологических процессов и температурного воздействия, что обеспечивает аэробное разложение органики термофильными микроорганизмами при 65 °C. За 24 часа объем отходов сокращается на 90%, а на выходе образуется биосмесь с высоким содержанием питательных веществ, пригодная для использования в качестве кормовой добавки или органического удобрения.

Эмпирические данные указывают на высокую эффективность биокомпостирования: технологическому (сокращение сроков утилизации и повышение стабильности процесса), санитарно-микробиологическому (надёжное подавление нежелательной микрофлоры), органолептическому (удаление неприятных запахов) и качественному (сохранение питательных веществ, повышение качества компоста).

Технология может быть рекомендована к внедрению на рыбоперерабатывающих предприятиях и объектах переработки органических отходов.

По результатам бактериологического анализа общее микробное число уменьшилось с 36 000 000 до 1 780 КОЕ/г, а целевые патогены были полностью ликвидированы

Ключевые слова: рыбные отходы, биотермическая переработка, биокомпостер, лактобактерии, микробная загрязненность, компостирование.

Для цитирования: Хоменко Р.М., Симейко А.В. Микробная обсемененность отходов рыбного производства после биотермической обработки в компостерах «ЭКО». Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:180-184. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.180>

MICROBIAL CONTAMINATION OF FISH PRODUCTION WASTE AFTER PROCESSING IN ECO BIOCOMPOSTERS

Roman M. Khomenko¹, Alexander V. Simeyko²

^{1,2}Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Russian Federation

¹Candidate of Veterinary Sciences, Assoc. Prof., orcid.org/0000-0002-9817-1400

²Postgraduate Student, email: alexandersimeyko@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine the effect of inoculation of fish waste by lactobacilli on the quality of the substrate and the resulting biotermic processing product in biocomposters, as well as on the kinetics of the process and sanitary and hygienic indicators.

An effective solution is aerobic biocomposting with thermophilic microorganisms at 65°C. The technology provides multi-stage degradation of the organic substrate, resulting in the formation of a bio-mixture suitable for use as a feed additive or fertilizer, with a volume of 10% of the initial. In parallel, the material is decontaminated with the deactivation of pathogenic microflora, including antibiotic-resistant strains.

The article is devoted to the scientific substantiation and experimental verification of a technology combining early lactic acid fermentation of raw materials with subsequent aerobic thermophilic composting in ECO biocomposters with an optimized ratio of fish waste and lactic acid bacteria. It has been shown that the introduction of lactobacilli provides rapid acidification of raw materials, suppression of putrefactive microflora and

acceleration of the onset of a stable thermophilic phase. The method is based on the combined use of microbiological processes and temperature exposure, which ensures the aerobic decomposition of organic matter by thermophilic microorganisms at 65 °C. In 24 hours, the volume of waste is reduced by 90%, and a bio-mixture with a high nutrient content is formed at the outlet, suitable for use as a feed additive or organic fertilizer.

Research demonstrates the high efficiency of biocomposting in three areas: technological (reducing the ripening time and increasing the stability of the process), sanitary and microbiological (reliable suppression of unwanted microflora) and ecological/agronomic (reducing odors and nutrient losses, improving the quality of compost).

The technology can be recommended for implementation at fish processing enterprises and organic waste processing facilities.

Bacteriological analysis confirmed a decrease in the total microbial number from 36,000,000 to 1,780 CFU/g and the complete elimination of target pathogens.

Key words: fish waste, biothermal processing, biocomposter, lactobacilli, lactic acid fermentation, and composting.

For citation: Khomenko R.M., Simeiko A.V. Microbial contamination of fish production waste after processing in ECO biocomposters. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:180-184. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.180>

ВВЕДЕНИЕ

Рыбоперерабатывающие предприятия формируют значительные потоки органических отходов с высоким содержанием белка, липидов и минеральных элементов. Традиционные методы утилизации биоотходов не всегда обеспечивают требуемый уровень экологической и санитарной безопасности при приемлемых затратах [8;9]. Биотермическая переработка в закрытых биокомпостерах рассматривается как перспективное решение в экономике сельского хозяйства [3;4]. Она совмещает стабилизацию органической фракции с получением кормовой добавки или органического удобрения. Однако специфика рыбных отходов (высокая влажность, жирность и неблагоприятное соотношение углерода и азота) снижает предсказуемость процесса и требует доработки технологической схемы [2;3].

Основным механизмом обезвреживания патогенов в процессе компостирования является тепло: термофильная стадия (55–70 °C) приводит к денатурации белков, нарушению оболочек вирусов и уничтожению патогенной микрофлоры. Одним из рациональных подходов является сочетание молочнокислой биоконсервации с последующим аэробным термофильным компостированием. Инокуляция лактобактериями инициирует быструю ферментацию легкоусвояемых субстратов с накоплением органических кислот и метаболитов антагонистического действия, что подавляет гнилостную микрофлору, уменьшает интенсивность протеолиза и деградации липидов, снижает эмиссию летучего азота и сернистых соединений и стабилизирует процесс на ранней стадии. На термофильной фазе компостирования развёртываются дополнительные механизмы санации и гумификации, формируя зрелый продукт с улучшенными агрономическими свойствами.

Кинетика инактивации основных патогенов по литературным данным следующая [4;8]:

Бактерии: *Salmonella* – 3–5 log₁₀ снижение за 3 суток при t= 55 °C., *E. coli* O157:H7 – полная гибель ≤ 2 суток при t= 60 °C.

Вирусы: энтеротропные – 3-5 log₁₀ за 6 часов при t=65 °C.

Протозои: *Giardia* cysts – 99 % инаktivация за 3 суток при t=60 °C.

Гельминты: личинки Anisakidae – D55 °C ≈ 30–40 минут при t= 50 °C в течение 3–7 суток.

Ключевые технологические факторы:

♦ Характеристики сырья: доля белка и липидов, степень измельчения и однородность, присутствие костно-хитиновой фракции, солёность и буферная ёмкость.

♦ Формирование композиции смеси: подбор растительных со-субстратов и структурообразующих добавок для регуляции влажности и углеродного баланса;

♦ Биологическая подготовка: выбор безопасных производственных штаммов лактобацилл и способ их внесения; обеспечение доступности легкоферментируемых углеводов при сохранении технологической управляемости. Способы переработки рыбных отходов постоянно дополняются новыми способами.

Исследования направлены на оптимизацию и контроль переработки рыбных отходов: мультимодальные технологии (термофильное компостирование с последующим анаэробным озонированием фильтрата). Используются IoT-сенсоры температуры и газов и алгоритмы предиктивного контроля вентиляторов. Разрабатываются экологические стандарты углеродного следа и решения по встраиванию компостирования в модели «умных ферм».[2]

При условии точного контроля температуры, времени, соотношения C:N, влажности и аэрации биокомпостирование остаётся самым доступным и универсальным способом биотермической переработки рыбных отходов. Правильно настроенный процесс приводит к эффективному снижению бактериальной нагрузки, полной инаktivации вирусов и уничтожению не менее 95 % патогенных микроорганизмов. Актуальные исследования направлены на оптимизацию технологий в аграрном секторе и будут в дальнейшем применяться в сельском хозяйстве.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве модельного субстрата для биоконверсии были использованы рыбные отходы, полученные в результате переработки радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*). Выбор данного сырья обусловлен его высокой биологической активностью для оценки эффективности процесса компостирования.

В качестве оборудования для биотермической переработки рыбных отходов использовали биокомпостеры «ЭКО», предназначенные для переработки пищевых и биоразлагаемых отходов. Они представляют собой внутрикорпусное технологическое оборудование, реализующее микробиологический метод компостирования. Принцип функционирования устройства основан на управляемой активации процессов биodeградации органического субстрата посредством специально подобранных микробных сообществ. В ходе технологического цикла обеспечивается существенное сокращение объёма перерабатываемого материала — до 90 % — в течение регламентированного периода, составляющего 24 часа.

Научные исследования проводились с февраля по апрель 2024 года с использованием биокомпостеров «ЭКО» объёмом 37 и 100 литров. Исследования проводились при температуре окружающей среды 12-15°C и относительной влажности 55%. В качестве исходного субстрата использовалась смесь органических отходов рыбного происхождения с массой загрузки 15,0±0,2 кг. Испорченная рыба измельчалась с помощью электрической мясорубки до состояния фарша (можно использовать и более крупные части — но рыба была неоднородной по своей консистенции) и вручную с помощью стерильного совка помещалась в приемное окно биокомпостера. Масса отходов определялась при помощи электронных весов «Delta»ТВН-40 (класс точности III, диапазон 0,2-40 кг, погрешность ±0,005 кг, поверка от 23.01.2024), а объём — мерной ёмкостью «BURKLE» (25 л, поверка от 19.12.2023). Количественное исследование молочнокислых бактерий в субстрате и конечном продукте проводилось в бактериологической лаборатории С-ЗИЛ ФГБУ «ВНИИЗЖ» в соответствии с ГОСТ 10444.11-2013 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчёта количества мезофильных молочнокислых микроорганизмов», п.п. 9.2.1-9.2.4, 9.2.6-9.2.7, 10.

Микробиологические исследования проводились в аккредитованной лаборатории ВНИИЗЖ согласно утвержденным методикам в соответствии с ГОСТами и правилами: ГОСТ 10444.8-2013 - Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных Горизонтальный метод подсчета презумптивных бактерий *Bacillus cereus*. Метод подсчета колоний при температуре 30° С, ГОСТ 31746-2012 (ISO 6888-1:1999, ISO 6888-2:1999, ISO 6888-3:2003)-Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus*, п.4.1.1, Правила бактериологического исследования кормов, утв. ГУБ МСХ СССР 10.06.1975г., п.п.2.6.1-2.6.2, ГОСТ 31878-2012- Корма для животных. Метод обнаружения и подсчета бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий) метод наиболее вероятного числа, п.9.1, СОП-05-05-03 по лабораторной диагностике сальмонеллёзов животных и птиц, обнаружение сальмонелл в биологическом материале, ГОСТ 10444.11-2013 (ISO 15214:1998)-Микробиология пищевых продуктов и кормов

для животных. Методы выявления и подсчета количества мезофильных молочнокислых микроорганизмов, п.п.9.2.1-9.2.4, 9.2.6-9.2.7, 10, ГОСТ 10444.9-88 - Продукты пищевые. Метод определения *Cl. Perfringens*, п.п. 3, 4, СОП-05-05-04 по методам выявления бактерий вида *Pseudomonas aeruginosa* в кормах, Методика бактериологического исследования кормов на энтерококки. У111. 21 марта 1986г., п.2, Правила бактериологического исследования кормов, утв. ГУБ МСХ СССР 10.06.1975г., п.п.2.5.1.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В период с февраля по март 2024 года было проведено экспериментальное исследование, посвящённое изучению процесса ускоренной биоконверсии органических отходов с использованием специализированного оборудования. В качестве технологического инструментария применялись биокомпостеры модели «ЭКО» номинальной вместимостью 100 л. Каждый экспериментальный цикл компостирования регламентировался фиксированной продолжительностью, составляющей 24 ч.

В ходе эксперимента обеспечивался строгий мониторинг ключевых параметров окружающей среды: температурный режим поддерживался в диапазоне 12–15°C; уровень относительной влажности фиксировался на отметке 55%.

Средняя масса загрузки отходов на один цикл представлена в таблице 1.

В результате биоконверсии исходные отходы трансформировались в гомогенную субстратную массу, характеризующуюся высоким содержанием биодоступных питательных веществ. [1]

Выполнено исследование на предмет присутствия патогенных микроорганизмов, а также степени их последующего уменьшения либо полной ликвидации в анализируемой среде. [3]

Среди бактерий группы кишечной палочки (БГКП) наибольшую санитарно-показательную ценность представляют штаммы *Escherichia coli*, характеризующиеся двумя ключевыми биологическими признаками: способностью ферментировать углеводы при повышенной температуре (43–45 °C) и отсутствием роста на цитратной среде Козера.

Наиболее важной особенностью рода энтерококков является их высокий уровень эндемической антибиотикорезистентности. Некоторые энтерококки имеют внутренние механизмы устойчивости к бета-лактамам антибиотикам (пенициллинам и цефалоспорины), а также ко многим аминогликозидным. В последние два десятилетия появились особо вирулентные штаммы энтерококков, резистентные к ванкомицину (*vancomycin-resistant enterococcus*, or *VRE*). Сравнительный анализ элиминации микроорганизмов отображен в Таблице 2.

Результаты подтвердили полную элиминацию патогенных микроорганизмов в процессе биоконверсии: бактерий группы кишечной палочки (БГКП), *Pseudomonas aeruginosa* и *Enterococcus spp.* Общее микробное число (ОМЧ) снизилось с 36 000 000 микробных клеток в 1 грамме сырья до 1780,00 микробных тел в 1 грамме полученного продукта.

Таблица 1. Средняя масса загрузки отходов на один цикл.
Table 1. Average mass of waste loading per cycle.

Параметр	Значение
Средняя масса загрузки за один цикл	15,0 кг рыбных отходов ± 15,0 кг бактерий
Полученная масса биосмеси	1,5 кг продукта ± 15 кг бактериального субстрата

Таблица 2. Сравнительный анализ активности микроорганизмов до и после биотермической переработки радужной форели.

Table 2. Comparative analysis of microorganism activity before and after biothermal processing of rainbow trout.

Наименование микробиологического показателя	Результат до переработки	Результат после переработки 36 часов	Результат после переработки 72 часов
<i>B. cereus</i>	Не обнаружено в 0,1г	Не обнаружено в 0,1г	Не обнаружено в 0,1г
<i>S. aureus</i>	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Анаэробы	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
БГКП	Обнаружено в 0,1 г. 1×10^5 КОЕ	Не обнаружено в 0,1г	Не обнаружено в 0,1г
Бактериальная обсемененность	36 000 000 микробных клеток в 1 г	80 000 микробных клеток в 1 г	1780 микробных клеток в 1 г
Бактерии рода <i>Salmonella</i>	Обнаружено в 25г 325 КОЕ	Не обнаружено в 25 г	Не обнаружено в 25 г
Молочнокислые микроорганизмы	$1,0 \times 10^1$ КОЕ/г	$1,0 \times 10^1$ КОЕ/г	$1,0 \times 10^1$ КОЕ/г
Протей	Не выделено	Не выделено	Не выделено
<i>Cl. perfringens</i>	Не обнаружено в 0,1г	Не обнаружено в 0,1г	Не обнаружено в 0,1г
Синегнойная палочка	Обнаружено в 0,1г 3×10^2	Не обнаружено в 0,1г	Не обнаружено в 0,1г
Энтерококки	Обнаружено в 0,1г 298 КОЕ	Не обнаружено в 0,1г	Не обнаружено в 0,1г
Энтеропатогенные типы кишечной палочки	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования было подтверждено, что биокомпостирование является высокоэффективным методом подавления патогенной микрофлоры в органических субстратах. Технология, реализованная в биокомпостерах «ЭКО», обеспечила полную элиминацию бактерий группы кишечной палочки (БГКП), *Pseudomonas aeruginosa* и *Enterococcus* spp. в течение 24-часового цикла

обработки. Это было достигнуто за счет комбинации термического воздействия (до 85°C) и микробной конкуренции, что в совокупности с другими преимуществами делает этот метод особенно актуальным для обеззараживания отходов сельского хозяйства и рыбоводства.

Общее микробное число (ОМЧ) снизилось с 36 000 000 до 1 780 КОЕ/г и полное устранение целевых патогенов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Акиев, М.Р. Биокомпостирование как эффективный метод подавления БГКП. Материалы VIII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых том I. Макеевка, апрель 2025: 10-15.
2. Белопольский, А.Е. Переработка биоотходов методом сухой экструзии. Мясная индустрия. 2014; 11: 39-41.
3. Белопольский, А.Е. Современные методы переработки биоотходов. Иппология и ветеринария. 2011;1:15-18.
4. Sanchez-Monedero M.A., Roig A., Cegarra J., Bernal M.P. Nitrogen transformations during composting of nitrogen-rich wastes (including fish waste) and relationship with compost maturity. Bioresource Technology. Bioresource Technology. August 2001; 78(3):301-8. DOI:10.1016/S0960-8524(01)00031-1
5. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления: СанПиН 2.1.7.1322-03 : утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 30 апреля 2003 г. № 80 : введ. 15.06.2003.
6. Кузнецов, А.Ф., Тюрин В.Г., Племяшов К.В. и др. Свиноводство: гигиена и технологии содержания, разведения и кормления свиней. Санкт-Петербург: ООО Квадро. 2019: 300 с.
7. Лагун Л.В. Ассоциированная антибиотикорезистентность штаммов *Pseudomonas aeruginosa*, выделенных от пациентов отделения гнойной хирургии. Актуальные проблемы медицины: сб. науч. ст. Респ. науч.-практ. конф. с междунар. участием, г. Гомель, 13 нояб. 2024 г. : в 3 т. Гомел. гос. мед. ун-т ; редкол.: И. О. Стома. Гомель : ГомГМУ. 2024;1:103–105.
8. Кондрахин, И.П. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: Справочник М. КолосС. 2004: 520 с.

REFERENCES

1. Akiev, M.R. Biocomposting as an effective method for coliform bacteria suppression. Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates, and Young Scientists, Volume I. Makeyevka, April 2025: 10-15. (in Russ)
2. Belopolsky, A.E. Biowaste processing by dry extrusion. Meat Industry. 2014; 11: 39-41. (in Russ)
3. Belopolsky, A.E. Modern methods of biowaste processing. Ippology and Veterinary Science. 2011; 1:15-18. (in Russ)
4. Sanchez-Monedero M.A., Roig A., Cegarra J., Bernal M.P. Nitrogen transformations during composting of nitrogen-rich wastes (including fish waste) and relationship with compost maturity. Bioresource Technology. Bioresource Technology. August 2001; 78(3):301-8. DOI:10.1016/S0960-8524(01)00031-1
5. Hygienic requirements for the placement and disposal of production and consumption waste: SanPiN 2.1.7.1322-03: approved. by the Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation of April 30, 2003, No. 80: introduced. June 15, 2003. (in Russ)
6. Kuznetsov, A.F., Tyurin V.G., Plemyashov K.V., et al. Pig farming: hygiene and technologies for keeping, breeding, and feeding pigs. St. Petersburg: ООО Quadro. 2019: 300 p. (in Russ)
7. Lagun, L.V. Associated antibiotic resistance of *Pseudomonas aeruginosa* strains isolated from patients of the purulent surgery department. Actual problems of medicine: collection of scientific papers. scientific. art. Rep. scientific-practical. conf. with international. participation, Gomel, November 13, 2024: in 3 volumes. Gomel State Medical University; editorial board: I. O. Stoma. Gomel: Gomel State Medical University. 2024; 1: 103–105. (in Russ)
8. Kondrakhin, I. P. Methods of veterinary clinical laboratory diagnostics: Handbook M. KolosS. 2004: 520 p. (in Russ)

Поступила в редакцию / Received: 10.04.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 23.06.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

ВЛИЯНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПАРАМЕТРОВ ХРАНЕНИЯ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ МЯСА РАЗЛИЧНЫХ КАТЕГОРИЙ КАЧЕСТВА

Тамара Васильевна Калюжная¹

¹Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Российская Федерация
¹канд. ветеринар. наук, доц. кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, доц., email: tomagafk087@mail.ru, orcid.org/0000-0002-8682-1840

РЕФЕРАТ

Представленная статья посвящена исследованию влияния низкотемпературных режимов хранения на микробиологические показатели мяса различных видов (свинина, говядина, телятина, баранина, кролик, нутрия) с учетом категорий качества. Цель работы — оценить влияние различных низкотемпературных режимов хранения на изменение микробиологических показателей мяса разных видов и категорий качества и определить оптимальные параметры, обеспечивающие биологическую безопасность. Эксперименты проводили в 2023–2026 годах на образцах мяса убойных животных различных категорий качества, хранившихся до 180 суток. Установлено, что при температуре –1 °С микробный рост у всех видов к 90 суткам превышает допустимый уровень. Температура –12 °С недостаточна для длительного хранения телятины, крольчатины и мяса нутрии так КМАФАнМ возрастает до 10³–10⁴ КОЕ/г. Режим –18 °С обеспечивает надежный бактериостаз для большинства образцов мяса, однако телятина I категории демонстрирует медленный, но достоверный рост микрофлоры до 30 КОЕ/г, что требует понижения до температур –20...–22 °С. При температурах –22...–25 °С зафиксирован полный бактериостаз. Наибольшую устойчивость к развитию микроорганизмов показали баранина и говядина I категории. Анализируя результаты проведенных исследований, установили что температура –18 °С является базовым порогом, обеспечивающим микробиологическую безопасность большинства видов мяса. Однако видовые и категориальные особенности требуют дифференцированного подхода. Полученные результаты могут применяться при актуализации нормативной документации и разработке программ производственного контроля мясоперерабатывающих предприятий.

Ключевые слова: микробиологическая безопасность мяса, низкотемпературное хранение, КМАФАнМ, свинина, говядина, телятина, баранина, мясо кролика, мясо нутрии, категория качества.

Для цитирования: Калюжная Т.В. Влияние низкотемпературных параметров хранения на микробиологическую безопасность мяса различных категорий качества. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:185-190. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.185>

INFLUENCE OF LOW-TEMPERATURE STORAGE PARAMETERS ON THE MICROBIOLOGICAL SAFETY OF MEAT OF VARIOUS QUALITY CATEGORIES

Tamara V. Kalyuzhnaya¹

¹St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, Russian Federation

¹Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Department of Veterinary and Sanitary Expertise, email: tomagafk087@mail.ru, orcid.org/0000-0002-8682-1840

ABSTRACT

The presented article is devoted to the study of the influence of low-temperature storage conditions micro-biological parameters of meat of various types (pork, beef, veal, lamb, rabbit, nutria), taking into account the quality categories. The aim of the work is to evaluate the effect of various low-temperature storage conditions on changes in the microbiological parameters of meat of different types and quality categories and to determine the optimal parameters ensuring biological safety. The experiments were carried out in 2023-2026 on meat samples of slaughtered animals of various quality categories, stored for up to 180 days. It was found that at a temperature of -1 °C, microbial growth in all species exceeds the permissible level by 90 days. The temperature of -12 °C is insufficient for long-term storage of veal, rabbit meat and nutria meat, as QMAFAnM increases to 10³-10⁴ CFU/g. The -18 °C regime provides reliable bacteriostasis for most meat samples, however, category I veal demonstrates a slow but reliable growth of microflora up to 30 CFU/g, which requires a decrease to -20...-22 °C. At temperatures of -22...-25 °C, complete bacteriostasis was recorded. Mutton and beef of the first category showed the greatest resistance to the development of microorganisms. Analyzing the results of the conducted studies, it was found that the temperature of -18 °C is the basic threshold that ensures the microbiological safety of most types of meat. However, specific and categorical features require a differentiated approach. The results obtained can be applied in updating regulatory documentation and developing production control programs for meat processing enterprises.

Key words: microbiological safety of meat, low-temperature storage, QMAFAnM, pork, beef, veal, lamb, rabbit meat, nutria meat, quality category.

For citation: Kalyuzhnaya T.V. Influence of low-temperature storage parameters on the microbiological safety of meat of different quality categories. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:185-190. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.185>

ВВЕДЕНИЕ

Мясная промышленность России ориентирована на обеспечение населения высококачественным белком животного происхождения [1]. Ключевым звеном в цепи «поле–прилавок» является хранение, так как мясо представляет собой благоприятную среду для развития микроорганизмов [2]. Охлаждение и замораживание — основные технологические приемы, позволяющие продлить сроки годности и сохранить безопасность продукции.

Несмотря на широкое применение низких температур, вопросы дифференцированного подхода к выбору режима хранения для различных видов мяса (свинина, говядина, телятина, баранина, кролик, нутрия) остаются открытыми [3, 4]. Существующие исследования часто фокусируются на одном виде сырья или обобщают данные без учета категории качества, определяющей соотношение мышечной, жировой и соединительной тканей [5, 6]. Жировая ткань, обладая разной температурой замерзания и химическим составом, может влиять на кристаллообразование и, как следствие, на выживаемость микрофлоры [4, 7].

Микробиологическая безопасность мяса оценивается по ряду показателей: количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), наличие бактерий группы кишечных палочек (БГКП), сальмонелл, листерий и других патогенов [8, 9, 10]. Психротрофные микроорганизмы (*Pseudomonas* spp., некоторые виды дрожжей и плесеней) способны размножаться при температурах, близких к 0 °С, что делает контроль режимов хранения критически важным [6].

Современные подходы к качеству мясной продукции предполагают не только контроль безопасности, но и максимальное сохранение её органолептических характеристик и питательной ценности [2, 1]. Как показывают данные научных работ, чрезмерно низкие температуры (ниже –30 °С) способны вызывать денатурационные изменения белков и ухудшать консистенцию мяса, тогда как умеренное замораживание (от –10 до –15 °С) не всегда полностью останавливает ферментативные и бактериальные процессы [3, 6].

В Российской Федерации действуют технические регламенты ЕАЭС (ТР ТС 034/2013 и ТР ТС 021/2011), регламентирующие требования безопасности мяса, однако в них отсутствуют детализированные режимы хранения с учётом конкретного вида мяса и категории упитанности [11, 8]. Зарубежные исследователи активно занимаются вопросами изменения микробного фона при колебаниях температуры, характерных для логистических операций [12]. Тем не менее в литературе редко встречаются комплексные работы, охватывающие одновременно такие виды сырья, как свинина, говядина, телятина, баранина, крольчатина и мясо нутрии, в диапазоне температур от –1 °С (режим подмораживания) до –25 °С (глубокая заморозка) [3, 4, 7].

Цель работы — оценить влияние различных низкотемпературных режимов хранения на изменение микробиологических показателей мяса разных видов и категорий качества и определить оптимальные параметры, обеспечивающие биологическую безопасность.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили поэтапно на базе учебно-исследовательского центра экспертизы пищевых продуктов и кормов для животных ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины» в период 2023–2026 годов. Объектами исследования служили образцы мяса, отобранные от туш сельскохозяйственных животных в соответствии с ветеринарными требованиями (таблица 1).

Образцы помещали в камеры с регулируемым температурным режимом: –1, –12, –18, –22 и –25 °С. Относительная влажность воздуха поддерживалась на уровне 90–95%. Срок хранения составил 180 суток с промежуточным контролем на 30, 90 и 180-е сутки.

В качестве контроля использовали пробы свежего мяса указанных товарных категорий (через 6 часов после убоя) с начальной обсеменённостью $1,5 \times 10^2$ – $2,0 \times 10^3$ КОЕ/г в зависимости от вида.

Микробиологические исследования проводили согласно ГОСТ 10444.15-94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных

Таблица 1. Характеристика проб мяса убойных животных, используемых для проведения исследований.

Table 1. Characteristics of meat samples from slaughtered animals used for research.

№ п/п	Наименование проб	Количество проб	
1	Свинина	I категория	62
		III категория	63
2	Говядина	I категория	66
		II категория	65
3	Телятина	I категория	57
		II категория	61
4	Баранина	I категория	63
		II категория	62
5	Мясо кроликов	I категория	50
		II категория	52
6	Мясо нутрии	Без категории	66

Таблица 2. Результаты определения микробиологической безопасности мяса убойных животных разных товарных категорий (КОЕ/г; $M \pm \sigma$).

Table 2. Results of determining the microbiological safety of meat from slaughtered animals of different product categories (CFU/g; $M \pm \sigma$).

Вид мяса	Категория	Температура, °C	30 суток	90 суток	180 суток
Свинина	I	-1	$(4,2 \pm 0,3) \times 10^5$	$(5,0 \pm 0,4) \times 10^5$	$(5,2 \pm 0,5) \times 10^5$
		-12	$(8 \pm 1) \times 10^2$	$(9 \pm 2) \times 10^2$	$(8,0 \pm 0,9) \times 10^3$
		-18	$(1 \pm 0,2) \times 10^1$	<10	<10
		-22...-25	<10	<10	<10
	II	-1	$(1,1 \pm 0,2) \times 10^5$	$(3,5 \pm 0,3) \times 10^5$	$(4,8 \pm 0,4) \times 10^5$
		-12	$(2 \pm 0,5) \times 10^2$	$(3 \pm 0,6) \times 10^2$	$(2,0 \pm 0,3) \times 10^3$
		-18	<10	<10	<10
		-22...-25	<10	<10	<10
Говядина	I	-1	$(6,3 \pm 0,5) \times 10^5$	$(5,0 \pm 0,4) \times 10^5$	$(5,5 \pm 0,5) \times 10^5$
		-12	$(1,5 \pm 0,2) \times 10^3$	$(1,6 \pm 0,2) \times 10^3$	$(1,2 \pm 0,2) \times 10^4$
		-18	$(3 \pm 1) \times 10^1$	$(2 \pm 0,5) \times 10^1$	$(2 \pm 0,5) \times 10^1$
		-22...-25	<10	<10	<10
	II	-1	$(7,8 \pm 0,6) \times 10^5$	$(5,2 \pm 0,4) \times 10^5$	$(5,8 \pm 0,5) \times 10^5$
		-12	$(1,2 \pm 0,2) \times 10^3$	$(1,4 \pm 0,2) \times 10^3$	$(1,1 \pm 0,2) \times 10^4$
		-18	$(2 \pm 0,5) \times 10^1$	$(1 \pm 0,3) \times 10^1$	<10
		-22...-25	<10	<10	<10
Телятина	I	-1	$(1,2 \pm 0,2) \times 10^6$	$(5,6 \pm 0,4) \times 10^5$	$(6,0 \pm 0,5) \times 10^5$
		-12	$(9 \pm 1) \times 10^2$	$(2,0 \pm 0,3) \times 10^3$	$(1,5 \pm 0,2) \times 10^{4***}$
		-18	$(5 \pm 1) \times 10^0$	$(1,0 \pm 0,2) \times 10^1$	$(3,0 \pm 0,4) \times 10^1*$
		-22...-25	<10	<10	<10
	II	-1	$(9,5 \pm 0,8) \times 10^5$	$(5,4 \pm 0,4) \times 10^5$	$(5,9 \pm 0,5) \times 10^5$
		-12	$(6 \pm 1) \times 10^2$	$(8 \pm 1) \times 10^2$	$(8,0 \pm 0,9) \times 10^{3***}$
		-18	<10	<10	<10
		-22...-25	<10	<10	<10
Баранина	I	-1	$(3,4 \pm 0,3) \times 10^5$	$(4,2 \pm 0,4) \times 10^5$	$(4,9 \pm 0,4) \times 10^5$
		-12	$(4 \pm 1) \times 10^2$	$(5 \pm 1) \times 10^2$	$(4,0 \pm 0,6) \times 10^{3***}$
		-18	<10	<10	<10
		-22...-25	<10	<10	<10
	II	-1	$(5,1 \pm 0,4) \times 10^5$	$(5,2 \pm 0,4) \times 10^5$	$(5,5 \pm 0,5) \times 10^5$
		-12	$(7 \pm 1) \times 10^2$	$(8 \pm 1) \times 10^2$	$(7,0 \pm 0,8) \times 10^3$
		-18	$(1 \pm 0,3) \times 10^1$	<10	<10
		-22...-25	<10	<10	<10
Мясо кроликов	I	-1	$(1,7 \pm 0,2) \times 10^6$	$(5,8 \pm 0,5) \times 10^5$	$(6,2 \pm 0,5) \times 10^5$
		-12	$(1,8 \pm 0,2) \times 10^3$	$(2,5 \pm 0,3) \times 10^3$	$(2,0 \pm 0,3) \times 10^{4***}$
		-18	$(2 \pm 0,5) \times 10^1$	$(3 \pm 0,5) \times 10^1$	$(5 \pm 1) \times 10^1$
		-22...-25	<10	<10	<10
	II	-1	$(2,2 \pm 0,3) \times 10^6$	$(6,0 \pm 0,5) \times 10^5$	$(6,5 \pm 0,6) \times 10^5$
		-12	$(2,5 \pm 0,3) \times 10^3$	$(3,2 \pm 0,4) \times 10^3$	$(2,8 \pm 0,4) \times 10^{4**}$
		-18	$(5 \pm 1) \times 10^1$	$(6 \pm 1) \times 10^1$	$(8 \pm 1) \times 10^1$
		-22...-25	<10	<10	<10
Мясо нутрии	без категории	-1	$(8,9 \pm 0,7) \times 10^5$	$(5,3 \pm 0,4) \times 10^5$	$(5,7 \pm 0,5) \times 10^5$
		-12	$(6 \pm 1) \times 10^2$	$(9 \pm 1) \times 10^2$	$(7,0 \pm 0,8) \times 10^3$
		-18	<10	<10	<10
		-22...-25	<10	<10	<10

Примечание: «<10» – ниже предела обнаружения метода; допустимый уровень КМАФАнМ для замороженного мяса – не более 1×10^4 КОЕ/г.

* $p < 0,001$ по сравнению с предыдущим контрольным сроком (30 или 90 суток).

** $p < 0,001$ между I и II категориями при одинаковых температуре и сроке.

*** $p < 0,001$ между указанными видами мяса при одинаковых температуре и сроке хранения (баранина I кат. и кролик I кат.; -12 °C, 180 суток).

аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов», ГОСТ 31747-2012 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)», ГОСТ 31659-2024 «Микробиология пищевой цепи. Горизонтальный метод обнаружения, подсчета и серотипирования бактерий рода *Salmonella*. Часть 1. Обнаружение *Salmonella spp.*», ГОСТ 32031-2022 «Продукты пищевые методы выявления бактерий *Listeria Monocytogenes* и других видов *Listeria (Listeria spp.)*», ГОСТ 29185-2014 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета сульфитредуцирующих бактерий, растущих в анаэробных условиях», ГОСТ 10444.12-2013 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов».

Статистическая обработка результатов включала расчет средних значений (M) и стандартных отклонений (σ) по трем параллельным определениям. Для оценки достоверных различий между категориями I и II по каждому виду мяса, температуре и сроку хранения был использован t -критерий Стьюдента для независимых выборок.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ динамики КМАФАнМ показал, что температура хранения является определяющим фактором, сдерживающим рост микроорганизмов (таблица 2).

При температуре -1°C у всех видов мяса наблюдается медленный, но стабильный рост КМАФАнМ. За 30 суток количество микроорганизмов увеличивается на $0,5\text{--}1,0 \lg \text{КОЕ/г}$ по сравнению с исходным уровнем. К 90 суткам показатели превышают предельно допустимый уровень ($1 \times 10^4 \text{ КОЕ/г}$). Это объясняется тем, что часть воды остаётся в незамерзшем состоянии, и психротрофные бактерии продолжают метаболическую активность.

При температуре -12°C рост микрофлоры значительно замедляется, однако полного бактериостазиса не наблюдается. Через 180 суток хранения у образцов мяса с высоким содержанием влаги (телятина, кролик, нутрия) КМАФАнМ возрастает на порядок (с 10^2 до $10^3\text{--}10^4 \text{ КОЕ/г}$). Мы считаем, что причиной этого служит постепенная рекристаллизация льда и локальное увеличение концентрации растворённых солей в незамёрзшей водной фазе, что формирует для бактериальных клеток стрессовую среду, но не приводит к их полной гибели.

При фиксации температуры на уровне -18°C на протяжении всего эксперимента отмечено стабильное снижение либо удержание показателя КМАФАнМ в изначально низких пределах. У подавляющей части проб спустя 180 суток число микроорганизмов не превышает 10^2 КОЕ/г . Данный режим соответствует общепринятым международным стандартам заморозки, считаясь достаточным для угнетения размножения большинства мезофильных и психротрофных бактерий.

При температурах -22°C и -25°C фиксируется надёжный бактериостаз так как во всех образцах величина КМАФАнМ на всех контрольных точках

остаётся ниже порога обнаружения ($<10 \text{ КОЕ/г}$).

Наиболее выраженной устойчивостью к микробиологической порче во всех испытанных температурных диапазонах отличаются баранина и говядина I категории. Благодаря высокому содержанию внутримышечного жира и плотной соединительнотканной структуре затрудняется миграция микроорганизмов и их доступ к легкоусвояемым питательным субстратам.

Анализируя особенности телятины, выявлены существенные различия между I и II категориями упитанности. У телятины I категории при 180-суточном хранении в условиях -18°C наблюдается медленный, но статистически значимый прирост КМАФАнМ — с 5 до 30 КОЕ/г . Несмотря на то, что эти значения не выходят за допустимые пределы, сам факт роста свидетельствует о неполном бактериостатическом эффекте и сохранении жизнеспособности части психротрофной микрофлоры. Поэтому для телятины I категории оптимальным режимом длительного хранения (свыше 3–4 месяцев) является температура не выше $-20\text{--}-22^\circ\text{C}$, при которой рост полностью отсутствует. Температурный режим -18°C для неё следует рассматривать как минимально допустимый, сопряжённый с небольшим риском.

Телятина II категории при температуре -18°C характеризуется полным подавлением микрофлоры во все сроки хранения (30, 90 и 180 суток) так как показатель КМАФАнМ остаётся ниже предела обнаружения ($<10 \text{ КОЕ/г}$). Для телятины II категории стандартный температурный режим -18°C является надёжным и может рекомендоваться для хранения до 6 месяцев и более. По устойчивости к замораживанию она приближается к баранине и говядине I категории.

Мясо кролика и нутрии требует строгого соблюдения низких температур. У кролика II категории микробиологическая порча при температуре -12°C происходит быстрее, чем у I категории. Предполагаем что это связано со специфическим жирнокислотным составом жира кроликов и нутрии.

При температуре -12°C свинина I категории сохраняется несколько лучше II категории, однако при температуре -18°C и ниже различия нивелируются.

БГКП и сальмонеллы не были обнаружены ни в одном из образцов при хранении в условиях температур -18°C и ниже. Это подтверждает высокую чувствительность этих микроорганизмов к замораживанию. *Listeria monocytogenes* не выделена ни в одном образце, что, вероятно, связано с исходным качеством сырья. Сульфитредуцирующие клостридии выявлены только при температуре -1°C в пределах ($1 \times 10^1\text{--}5 \times 10^1$) КОЕ/0,01 г , а при температурных режимах -12°C и ниже они отсутствуют.

Таким образом, оптимальные режимы хранения баранины и говядины I категории составляют -18°C . При сроках свыше 6 месяцев возможно использование температуры -22°C , однако микробиологических преимуществ это не даёт.

Для обеих категорий свинины рекомендуем температурный режим -18°C , а для телятины и мяса нутрии — не выше -20°C или -22°C .

Для мяса кролика рекомендуемый минимальный

температурный режим составляет -18°C или -20°C .

Температурный режим -1°C допустим только для краткосрочного хранения (до 10–15 суток) и требует строжайшего микробиологического контроля.

Температуру -12°C рекомендуем применять ограниченно (до 3 месяцев) только для баранины и говядины I категории при условии регулярного контроля, кроме того, считаем, что для длительного хранения телятины и мяса кролика он неприемлем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализируя результаты проведенных исследований, установили что температура -18°C является базовым порогом, обеспечивающим микробиологическую безопасность большинства видов мяса. Однако видовые и категориальные особенности требуют дифференцированного подхода.

Так, определили что телятина I категории, мясо кролика и нутрии, характеризующиеся высокой влажностью и нежной структурой, нуждаются в более низких температурах хранения ($-20\dots-22^{\circ}\text{C}$).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Улыбина Л.В. Тенденции развития животноводческого комплекса России в контексте обеспечения продовольственной безопасности. *Аграрная наука*. 2025; 3: 144-149.
2. Гармашов С.Ю., Мирошин Е.В. Современные тенденции хранения мяса. Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы: Материалы VII Национальной научно-практической конференции с международным участием. Кемерово: Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия. 2021: 41-44.
3. Калюжная Т.В. Ветеринарно-санитарная экспертиза и оценка мяса нутрии при различных температурно-влажностных режимах хранения. *Международный вестник ветеринарии*. 2019; 2: 86-92.
4. Калюжная Т.В., Орлова Д.А., Карпенко Л.Ю. Зависимость пищевой ценности мяса от категории качества. *Международный вестник ветеринарии*. 2023; 2: 156-160.
5. Боголюбова Н.В., Колесник Н.С., Лахонин П.Д. и др. Взаимосвязь некоторых показателей состава и качества мяса бычков абердин-ангусской породы. *Животноводство и кормопроизводство*. 2024; 107(4): 120-132.
6. Хишов А.С., Балагула Т.В., Лаврухина О.И. и др. Микробиологическая контаминация продовольственного сырья и готовой пищевой продукции (аналитический обзор). *Техника и технология пищевых производств*. 2023; 53(3): 486-503.
7. Калюжная Т.В., Орлова Д.А. К вопросу об аминокислотном составе свинины с дефектами качества. *Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии*. 2023; 2: 149-153.
8. Батаева Д.С. Анализ порядка проведения микробиологических испытаний и требований для обоснования сроков годности мяса и мясной продукции. *Все о мясе*. 2021; 5: 49-53.
9. Царегородцева Е.В. Уровень pH и бактериальная обсемененность как индикаторы качества мясного сырья. Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Материалы международной научно-практической конференции. Йошкар-Ола: Марийский государственный университет. 2025: 280-283.
10. Татарникова Н.А., Мауль О.Г. Патогенная микрофлора мяса и мясных продуктов. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2015; 1(51): 87-89.
11. Овсянников А.Г., Орлова Д.А., Калюжная Т.В. Анализ мониторинга качества и безопасности мяса и мясопродуктов в рамках государственных закупок. *Международный вестник ветеринарии*. 2021; 2: 83-87.
12. Pegusov A., Vostroilov A., Safonov V. Formation of meat productivity and quality of meat of young cattle of the Aberdeen-Angus and Blanc-Blue Belge breeds. III International Conference on Current Issues of Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops, and Environment (CIBTA-III-2024): Conference Proceedings. Les Ulis: EDP Sciences. 2024: 1045.

REFERENCES

1. Kalyuzhnaya T.V. Veterinary and sanitary examination and evaluation of nutria meat under various temperature and humidity storage conditions. *International Bulletin of Veterinary Medicine*. 2019; 2: 86-92. (in Russ)
2. Garmashov S.Yu., Miroshin E.V. Modern trends in meat storage. Current scientific and technical means and agricultural problems: Proceedings of the VII National Scientific and Practical Conference with International Participation. Kemerovo: Kuzbass State Agricultural Academy. 2021: 41-44. (in Russ)
3. Ovsyannikov A.G., Orlova D.A., Kalyuzhnaya T.V. Analysis of quality and safety monitoring of meat and meat products in public procurement. *International Bulletin of Veterinary Medicine*. 2021; 2: 83-87. (in Russ)
4. Kalyuzhnaya T.V., Orlova D.A., Karpenko L.Yu. Dependence of meat nutritional value on quality category. *International Bulletin of Veterinary Medicine*. 2023; 2: 156-160. (in Russ)
5. Ulybina L.V. Trends in the development of the livestock sector in Russia in the context of ensuring food

security. *Agricultural Science*. 2025; 3: 144-149. (in Russ)

6. Bogolyubova N.V., Kolesnik N.S., Lakhonin P.D. et al. Relationship of some composition and quality indicators of Aberdeen-Angus bull calves meat. *Livestock and Feed Production*. 2024; 107(4): 120-132. (in Russ)

7. Pegusov A., Vostroilov A., Safonov V. Formation of meat productivity and quality of meat of young cattle of the Aberdeen-Angus and Blanc-Blue Belge breeds. III International Conference on Current Issues of Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops, and Environment (CIBTA-III-2024): Conference Proceedings. Les Ulis: EDP Sciences. 2024: 1045. (in Russ)

8. Kalyuzhnaya T.V., Orlova D.A. On the issue of amino acid composition of pork with quality defects. *Legal Regulation in Veterinary Medicine*. 2023; 2: 149-153. (in Russ)

9. Bataeva D.S. Analysis of the procedure for microbiological testing and requirements for substantiating the shelf life of meat and meat products. *Everything about Meat*. 2021; 5: 49-53. (in Russ)

10. Tsaregorodtseva E.V. pH level and bacterial contamination as indicators of meat raw material quality. Current issues of improving production technology and processing of agricultural products: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Yoshkar-Ola: Mari State University. 2025: 280-283. (in Russ)

11. Tatarnikova N.A., Maul O.G. Pathogenic microflora of meat and meat products. Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. 2015; 1(51): 87-89. (in Russ)

12. Khishov A.S., Balagula T.V., Lavrukhina O.I. et al. Microbiological contamination of food raw materials and finished food products (analytical review). *Technique and Technology of Food Production*. 2023; 53(3): 486-503. (in Russ)

Поступила в редакцию / Received: 23.04.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 06.05.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗООТЕХНИЧЕСКОЙ И ВЕТЕРИНАРНОЙ НАУКИ В ПРАКТИКЕ СЕВЕРНОГО ОЛЕНЕВОДСТВА

Александр Александрович Южаков^{1✉}, Артем Алексеевич Мусидрай², Касим Анверович Лайшев³

^{1,2,3} Санкт-Петербургский федеральный исследовательский центр Российской академии наук,
Российская Федерация

¹д-р с.-х. наук, главный научный сотрудник, email: alyuzhakov@yandex.ru, orcid.org/0000-0002-0633-4074

²Канд. биол. наук, старший научный сотрудник, orcid.org/0000-0002-0079-9938

³д-р ветеринар. наук, проф., академик РАН, главный научный сотрудник, orcid.org/0000-0003-2490-6942

РЕФЕРАТ

В данной статье представлен всесторонний анализ потенциала передовых технологий для сохранения и устойчивого развития северного оленеводства в Арктической зоне Российской Федерации. Представлено, как инновационные цифровые, автоматизированные и биотехнологические решения в области зоотехнии и ветеринарии способны не только существенно повысить хозяйственную продуктивность отрасли, но и кардинально улучшить племенную ценность оленей, устойчивость к болезням различной этиологии и др., обеспечивая жизнеспособность северного оленеводства в экстремальных арктических условиях. Особое внимание уделено выявлению и систематизации существующих проблем и барьеров, которые на сегодняшний день препятствуют эффективной интеграции новых технологий в традиционные практики оленеводства.

Анализируется, как внедрение инноваций может способствовать увеличению прироста поголовья, повышению качества продукции, оптимизации использования пастбищных территорий и, как следствие, росту экономической эффективности. Подчеркивается важность разработки и внедрения гибких стратегий, которые будут учитывать региональные, социально-экономические и традиционные особенности коренных народов Севера. Статья призвана стать основой для принятия обоснованных, стратегических решений по модернизации и устойчивому развитию отрасли северного оленеводства.

Ключевые слова: северное оленеводство, инновационные технологии, зоотехния, ветеринария, цифровизация, GPS-мониторинг, дроны, генетическое тестирование.

Для цитирования: Южаков А.А., Мусидрай А.А., Лайшев К.А. Современные технологии зоотехнической и ветеринарной науки в практике северного оленеводства. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:191-195. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.191>

MODERN TECHNOLOGIES OF ZOOTECHNICAL AND VETERINARY SCIENCE IN THE PRACTICE OF NORTHERN REINDEER HERDING

Alexander Al. Yuzhakov^{1✉}, Artem Al. Musidrai², Kasim An. Laishev³

^{1,2,3} St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation

¹Dr. of Agricultural Sciences, Chief Researcher, email: alyuzhakov@yandex.ru, orcid.org/0000-0002-0633-4074

²Candidate of Biological Science, Senior Researcher, orcid.org/0000-0002-0079-9938

³Dr. of Veterinary Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher, orcid.org/0000-0003-2490-6942

ABSTRACT

This article presents a comprehensive analysis of the potential of advanced technologies for the conservation and sustainable development of reindeer herding in the Arctic zone of the Russian Federation. It demonstrates how innovative digital, automated, and biotechnological solutions in animal husbandry and veterinary science can not only significantly increase the industry's economic productivity but also dramatically improve the breeding value of reindeer, their resistance to various diseases, and other factors, ensuring the viability of reindeer herding in extreme Arctic conditions. Particular attention is paid to identifying and systematizing existing problems and barriers that currently hinder the effective integration of new technologies into traditional reindeer herding practices. It analyzes how the introduction of innovations can contribute to increased herd growth, improved product quality, optimized use of pasture lands, and, consequently, increased economic efficiency. The importance of developing and implementing flexible strategies that take into account the regional, socio-economic and traditional characteristics of the indigenous peoples of the North is emphasized. The article is intended to become the basis for making informed, strategic decisions on the modernization and sustainable development of the reindeer herding industry.

Key words: reindeer husbandry, innovative technologies, zootechnics, veterinary medicine, digitalization, GPS monitoring, drones, genetic testing.

For citation: Yuzhakov A.A., Musidrai A.A., Laishev K.A. Modern technologies of zootechnical and veterinary science in the practice of northern reindeer herding. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:191-195. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.191>

ВВЕДЕНИЕ

Северное оленеводство играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности северных территорий, сохранении уникальной культуры коренных народов и создании рабочих мест [1]. Однако, анализ проведенных исследований показал, что отрасль сталкивается с серьезными вызовами: деградация пастбищ, климатические изменения, сложная эпизоотическая ситуация, технологические особенности, социально-экономические проблемы (нехватка оленеводов, недостаточное финансирование и др.) [2–4]. Для обеспечения устойчивого развития и конкурентоспособности оленеводства необходимо модернизировать традиционные методы, внедряя современные технологии ведения отрасли.

Применение передовых зоотехнических и ветеринарных решений не только представляет научный интерес, но решает насущные потребности производства. Молекулярно-генетическая оценка, вспомогательные репродуктивные технологии, современные методы диагностики и лечения болезней, способны существенно повысить экономическую эффективность оленеводства.

Исследования направлены на всестороннее изучение возможностей применения новых технологий в оленеводстве Арктической зоны России, уделяя особое внимание зоотехническим и ветеринарным аспектам. Полученные результаты могут послужить основой для разработки государственных программ поддержки, принятия решений о внедрении инноваций в оленеводческих стадах, а также для подготовки квалифицированных кадров для северного оленеводства [5].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось общенаучными методами исторического, статистического и экспертного анализа и их синтеза на основе научно-теоретических данных и результатах собственных исследований в оленеводческих хозяйствах, расположенных в Арктической зоне РФ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Трансфер технологий в области зоотехнии для северного оленеводства включает широкий спектр решений: от спутниковых систем мониторинга перемещения животных и радиочастотной идентификации (RFID) до методов геномной селекции и автоматизированных роботизированных систем кормления. Рассмотрим некоторые из них.

Спутниковые системы мониторинга перемещения животных. Современные GPS-трекеры, интегрированные с глобальными навигационными спутниковыми системами (GNSS), позволяют непрерывно и с высокой точностью отслеживать перемещения животных. Благодаря интеллектуальным режимам энергосбережения, эти устройства регистрируют место нахождения оленей. Полученные данные о передвижениях животных открывают возможности для оптимизации выпаса, предварительного и последующего анализа продуктивности пастбищ и предотвращения потерь животных. Сочетание GPS-трекеров с данными спутникового мониторинга Земли и беспроводными сенсорными сетями (WSN) дает возможность анализировать поведе-

ние животных. Геоинформационные системы (ГИС) в связке с трекерами обеспечивают детальный мониторинг использования пастбищ, позволяя рассчитывать такие важные показатели, как суточная активность и средняя скорость передвижения оленей [6,7].

Системы идентификации и учёта животных. Для эффективного управления стадом очень важна технология радиочастотной идентификации (RFID). С помощью специальных меток (чипов), которые вживляются под кожу или крепятся на ушную раковину, каждое животное можно идентифицировать. Это позволяет вести индивидуальные электронные записи о животном, а также автоматически учитывать животных в стаде при их перемещении, отправке на забой и других технологических операциях.

Активно развиваются методы биометрической идентификации на основе машинного зрения. Современные методы уже в настоящее время позволяют распознавать животных по уникальным визуальным признакам, таким как форма рогов, масть, особенности морды. Полученные биометрические данные позволяют рассчитывать производно-оценочные показатели (живая масса, мышечная масса, репродуктивный потенциал), формируя основу для управленческих решений. Важнейшим достижением является реализация принципа бесконтактного мониторинга, исключающего стресс-факторы фиксации животных и обеспечивающего соответствие стандартам биоэтики [8].

Применение беспилотных летательных аппаратов (дронов). Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) представляют собой перспективный инструмент для мониторинга животных на пастбищах [5].

Совмещение БПЛА с системами компьютерного зрения на основе свёрточных нейронных сетей (CNN) позволяет автоматически обнаруживать и подсчитывать животных на аэрофото-снимках с высокой точностью. Дальнейшее развитие данной технологии позволит не только обнаруживать животных, но и идентифицировать отдельные особи.

Технология виртуального огораживания. Виртуальное огораживание – это современная замена изгородям, основанная на GPS-ошейниках. С помощью ошейников формируются невидимые границы пастбища, когда животное приближается к границе, оно сначала слышит звуковой сигнал, а если продолжает движение, то получает легкий электрический разряд. Исследования показывают высокую эффективность технологии виртуального огораживания, хотя период адаптации у разных животных различен. Данная технология позволит значительно снизить затраты на строительство дорогостоящих изгородей, при внедрении изгородного содержания оленей.

Генетические технологии. Современная геномная селекция представляет собой метод отбора, который использует информацию обо всем геноме животного, опираясь на генетические маркеры. В отличие от традиционной селекции (пока единственной, которая применяется в

северном оленеводстве), где внимание уделялось отдельным, фенотипическим признакам, геномная селекция исходит из положения, что все маркеры могут быть связаны с генами, определяющими желаемые признаки. Вместо оценки внешних проявлений, акцент делается на определении реального вклада каждого маркера. Эти данные используются для точной оценки племенной ценности животных. С помощью методов молекулярной генетики удастся идентифицировать гены, влияющие на мясную продуктивность, устойчивость к болезням и способность адаптироваться к холоду. Полученные данные позволяют выявить генетические различия между дикими и домашними популяциями и определить потенциальные маркеры, перспективные для использования в программах маркер-ориентированной и/или геномной селекции [9].

Репродуктивные технологии. Искусственное осеменение, использование сексированного семени и трансплантация эмбрионов, представляют собой комплекс методов для ускоренного и целенаправленного распространения генетического материала высокоценных животных: искусственное осеменение, позволяет массово использовать генетический материал одного самца. Применение сексированного семени обеспечивает возможность контроля пола потомства, что важно для формирования поголовья с заданными характеристиками (например, при формировании стад с различной производственной задачей). Трансплантация эмбрионов позволяет получать потомство от племенных самок для более эффективного использования их репродуктивного потенциала. Применение этих технологий способствует поддержанию и расширению генетического разнообразия популяций животных, предотвращению инбридинга в стадах, сохранению ценных генетических вариантов для будущих поколений [10].

Применение новейших ветеринарных технологий в северном оленеводстве значительно повышает эффективность диагностики, лечения и профилактики болезней животных. Это достигается за счет использования инновационных таких методов, как биосенсоры, носимые устройства, передовые молекулярно-генетические методы и телеветеринарные платформы. а также позволяет создавать эффективные системы управления эпизоотической ситуацией на территориях, основанные на глубоком анализе данных, способствующих возникновению и распространению болезней, и прогнозированию.

Биосенсоры и носимые устройства. Сейчас активно развиваются биосенсоры и носимые устройства, которые помогают следить за здоровьем животных. Биосенсоры, которые вживляются в животное или надеваются на него, постоянно следят за важными показателями: температурой тела, сердцебиением, дыханием, насколько животное активно двигается и как ест. Отмечается, что современные устройства, такие как умные ошейники, ушные бирки и датчики на теле, позволяют в реальном времени контролировать здоровье животных. Интересны нанобиосенсоры. Они используют крошечные частицы, для точной

диагностики болезни и выяснения их этиологии.

Машинное обучение в ранней диагностике болезней. Неоспоримым достоинством биосенсорных технологий является генерация непрерывных потоков данных. Тем не менее, их интерпретация требует применения сложных аналитических методов. В этом случае алгоритмы машинного обучения играют ключевую роль, поскольку они способны выявлять неочевидные закономерности. Эти методы используются для решения таких задач, как прогнозирование болезней на основе анализа поведенческих проявлений и физиологического состояний по данным сенсоров. Рядом исследователей особо высокая точность данного метода была установлена при обнаружении субклинических стадий респираторных и репродуктивных заболеваний у крупного рогатого скота. [11,12].

Молекулярно-генетическая диагностика и экспресс-тесты. Современная диагностика инфекционных заболеваний опирается на молекулярно-генетические методы, среди которых лидирует полимеразная цепная реакция (ПЦР). Высокая чувствительность и специфичность ПЦР, а также возможность одновременного выявления нескольких патогенов в одной пробе (благодаря мультиплексным форматам), делают ее незаменимой для оперативного обнаружения возбудителей.

Развитие микрофлюидных технологий делает ветеринарную диагностику доступной непосредственно на месте проведения исследований.

В настоящее время по отдельным болезням создаются микрофлюидные чипы для компактных диагностических платформ, способных полностью автоматизировать весь аналитический процесс, от подготовки образца до финальной детекции. Эти инновационные устройства не только идентифицируют патоген, но и позволяют оценить его вирулентность и резистентность к антибиотикам, что является ключевым фактором для выбора эффективной терапии [13].

Телеветеринария как инструмент повышения доступности помощи. В условиях дефицита ветеринарных специалистов, особенно в отдаленных и сельскохозяйственных регионах, телеветеринария становится незаменимым инструментом, обеспечивающим удаленный доступ к профессиональной помощи. Системы видеоконсультаций, дистанционного мониторинга и обмена данными позволяют ветеринарным врачам оценивать состояние животных, интерпретировать результаты диагностических исследований и давать рекомендации по лечению без физического присутствия на объекте.

Управление эпизоотической ситуацией, прогностическое моделирование. Использование прогностических инструментов позволяет не только диагностировать уже существующие заболевания, но и предсказывать вероятность их возникновения. Интеграция разнообразных источников информации, таких как клинические, лабораторные, пространственные и временные данные, дает возможность строить многофакторные модели для прогнозирования эпизоотической ситуации. Путем тестирования множества

алгоритмов классификации и выбора наиболее эффективного достигается максимальная точность прогнозов. С помощью ГИС технологий ветеринарный специалист может создать электронные карты для оценки и прогноза развития эпизоотической ситуации по инфекционным, в т.ч. особо опасным, болезням животных. Практическая реализация таких систем предполагает создание "панелей мониторинга" (dashboards), которые в режиме реального времени отображают текущую эпизоотическую обстановку. Это обеспечивает возможность оперативного введения карантинных мер, проведения целенаправленной вакцинации и оптимизации логистики ветеринарных препаратов [14].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Модернизация северного оленеводства в Арктической зоне России требует системного внедрения передовых технологий. Анализ зоотехнических и ветеринарных аспектов выявил огромный потенциал цифровизации, биотехнологий и инновационных управленческих решений для повы-

шения продуктивности и устойчивости отрасли. Ключевые направления интеграции включают:

- ♦ Приспособление технологических решений к специфике арктического климата и удаленности пастбищ.
- ♦ Создание комплексных информационных платформ, объединяющих данные с GPS-трекеров, RFID-меток, биосенсоров и дронов.
- ♦ Развитие геномной селекции для улучшения племенных характеристик и устойчивости к заболеваниям.
- ♦ Внедрение передовых методов ранней диагностики с использованием биосенсоров и искусственного интеллекта.
- ♦ Формирование образовательных программ, охватывающих различные дисциплины.
- ♦ Оценку экологического воздействия внедряемых технологий на арктическую экосистему.

Для раскрытия этого потенциала необходимы государственная поддержка, развитие соответствующей инфраструктуры и активное вовлечение оленеводов в процесс модернизации.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках Государственных заданий FFZF-2025-0013.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Klovov K.B. Diversity of regional trends in traditional reindeer husbandry in the Russian Arctic В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 5th International Conference "Arctic: History and Modernity" 18-19 March 2020, Saint-Petersburg, Russia. Saint-Petersburg, 2020;539(1):012180. DOI:10.1088/1755-1315/539/1/012180
2. Андронов С.В., Богданова Е.Н., Вороненко А.Г., Гриценко В.Н., Деттер Г.Ф., Кобелькова И.В., Кочкин Р.А., Лобанов А.А., Лобанова Л.П., Попов А.И., Федоров Р.Ю., Филант К.Г., Филант П.Н., Южаков А.А. Продовольственная безопасность коренных народов Арктической зоны Западной Сибири в условиях глобализации и изменения климата. Архангельск. 2020: 373 с.
3. Деттер Г.Ф., Филант К.Г. Ключевые вызовы, узлы и тренды развития коренных малочисленных народов севера в наступающее десятилетие Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2020;2(107):36-46.
4. Иванов В.А. Оленеводство в арктическом субрегионе европейского севера России: состояние и перспективы развития. Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. 2023;3(3):309-317.
5. Елсаков В.В. Дистанционные исследования растительного покрова арктической зоны как индикатора климатических изменений В книге: Материалы 22-й Международной конференции "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса". Москва. 2024:5.
6. Елсаков В.В. Анализ сходимости временных серий спутниковых съёмок различного пространственного разрешения для региона Большеземельской тундры Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2025;22(1): 148-161. DOI: 10.21046/2070-7401-2025-22-1-148-161
7. Елсаков В.В. Информационные технологии в развитии пастбищного оленеводства Европейского севера. Вестник АГАТУ. 2023;4(12):51-59.
8. Соболевский В.А., Лайшев К.А. Система автоматизированного мониторинга фенотипических характеристик северных оленей (*Rangifer tarandus*, L.) на основе технологий AUTOML. Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2025;30(3):480-485. DOI:10.31242/2618-9712-2025-30-3-480-485
9. Семина М.Т., Курбаков К.А., Лайшев К.А., Коноров Е.А., Столповский Ю.А. Генетические маркеры мясной продуктивности и адаптивности северного оленя (*Rangifer tarandus*, L.): перспективы использования в селекционных программах. В сборнике: Мясное животноводство: интеграция науки и производства. Материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 95-летию основания Всероссийского НИИ мясного скотоводства. Оренбург. 2025: 45-48.
10. Lindeberg H., Nikitkina E., Musidray A., Shiryayev G., Nagy S., Kumpula J., Holand Ø. Potential applications of assisted reproductive technologies (art) in reindeer (*Rangifer tarandus*, L.). Animal Reproduction Science. 2021;235:106890.
11. García R., Aguilar J., Toro M., Pinto A., Rodríguez P. A systematic literature review on the use of machine learning in precision livestock farming. Computers and Electronics in Agriculture. 2020;179: 105826. DOI:

10.1016/j.compag.2020.105826

12. Morota G., Ventura R.V., Silva F.F., Koyama M., Fernando S.C. Big data analytics and precision animal agriculture symposium: Machine learning and data mining advance predictive big data analysis in precision animal agriculture. *Journal of Animal Science*. 2018;96(4): 1540–1550. DOI: 10.1093/jas/sky014

13. Busin V., Wells B., Kersaudy-Kerhoas M., Shu W., Burgess S.T.G. Opportunities and challenges for the application of microfluidic technologies in point-of-care veterinary diagnostics. *Molecular and Cellular Probes*. 2016;30(5): 331–341. DOI: 10.1016/j.mcp.2016.07.004

14. Кузьмин В.А., Орехов Д.А., Айдиев А.Б., Цыганов А.В. Принципы математического моделирования инфекционных болезней в зоне взаимодействия дикой природы и животноводства. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2025;3: 42-47. DOI: 10.52419/issn2782-6252.2025.3.42

REFERENCES

1. Klovov K.B. Diversity of regional trends in traditional reindeer husbandry in the Russian Arctic В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 5th International Conference "Arctic: History and Modernity" 18-19 March 2020, Saint-Petersburg, Russia. Saint-Petersburg. 2020;539(1):012180. DOI:10.1088/1755-1315/539/1/012180

2. Andronov S.V., Bogdanova E.N., Voronenko A.G., Gritsenko V.N., Detter G.F., Kobelkova I.V., Kochkin R.A., Lobanov A.A., Lobanova L.P., Popov A.I., Fedorov R.Yu., Filant K.G., Filant P.N., Yuzhakov A.A. Food security of indigenous peoples of the Arctic zone of Western Siberia in the context of globalization and climate change. *Arkhangelsk*. 2020: 373 p. (in Russ)

3. Detter G.F., Filant K.G. Key challenges, nodes and trends in the development of indigenous peoples of the North in the coming decade. *Scientific Bulletin of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug*. 2020;2 (107):36-46.

4. Ivanov V.A. Reindeer herding in the Arctic subregion of the European north of Russia: status and development prospects. Corporate governance and innovative development of the economy of the North: Bulletin of the Research Center for Corporate Law, Management and Venture Investment of Syktyvkar State University. 2023;3(3): 309-317. (in Russ)

5. Elsakov V.V. Remote sensing of the Arctic zone vegetation cover as an indicator of climate change. In the book: *Proceedings of the 22nd International Conference "Modern Problems of Remote Sensing of the Earth from Space"*. Moscow. 2024: 5. (in Russ)

6. Elsakov V.V. Analysis of the convergence of time series of satellite imagery of different spatial resolutions for the Bolshezemelskaya tundra region. Modern problems of remote sensing of the Earth from space. 2025; 22(1):148-161. (in Russ) DOI: 10.21046/2070-7401-2025-22-1-148-161

7. Elsakov V.V. Information technologies in the development of reindeer pasture husbandry in the European North. *Vestnik of AGATU*. 2023;4 (12): 51-59. (in Russ)

8. Sobolevsky V.A., Laishev K.A. Automated monitoring system for phenotypic characteristics of reindeer (*Rangifer tarandus*, L.) based on AUTOML technologies. *Natural Resources of the Arctic and Subarctic*. 2025;30(3): 480-485. (in Russ) DOI: 10.31242/2618-9712-2025-30-3-480-485

9. Semina M.T., Kurbakov K.A., Laishev K.A., Konorov E.A., Stolpovsky Yu.A. Genetic markers of meat productivity and adaptability of reindeer (*Rangifer tarandus*, L.): prospects for use in breeding programs In the collection: *Meat animal husbandry: integration of science and production. Proceedings of the international scientific and practical conference dedicated to the 95th anniversary of the founding of the All-Russian Research Institute of Beef Cattle Breeding*. Orenburg. 2025: 45-48. (in Russ)

10. Lindeberg H., Nikitkina E., Musidray A., Shiryayev G., Nagy S., Kumpula J., Holand Ø. Potential applications of assisted reproductive technologies (art) in reindeer (*Rangifer tarandus*, L.). *Animal Reproduction Science*. 2021;235:106890.

11. García R., Aguilar J., Toro M., Pinto A., Rodríguez P. A systematic literature review on the use of machine learning in precision livestock farming. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2020;179: 105826 DOI: 10.1016/j.compag.2020.105826

12. Morota G., Ventura R.V., Silva F.F., Koyama M., Fernando S.C. Big data analytics and precision animal agriculture symposium: Machine learning and data mining advance predictive big data analysis in precision animal agriculture. *Journal of Animal Science*. 2018;96(4): 1540–1550. DOI: 10.1093/jas/sky014

13. Busin V., Wells B., Kersaudy-Kerhoas M., Shu W., Burgess S.T.G. Opportunities and challenges for the application of microfluidic technologies in point-of-care veterinary diagnostics. *Molecular and Cellular Probes*. 2016;30 (5):331–341. DOI: 10.1016/j.mcp.2016.07.004

14. Kuzmin V.A., Orekhov D.A., Aidiev A.B., Tsyganov A.V. Principles of mathematical modeling of infectious diseases in the zone of interaction of wildlife and livestock. Normative-legal regulation in veterinary medicine. 2025;3: 42-47. (in Russ) DOI: 10.52419/issn2782-6252.2025.3.42

Поступила в редакцию / Received: 06.05.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 23.06.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026



ОБОСНОВАННОСТЬ ЦИТОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СПИННОМОЗГОВОЙ ЖИДКОСТИ ДЛЯ ВЕРИФИКАЦИИ МЕНИНГОЭНЦЕФАЛИТА У КОШЕК И СОБАК

Ирина Александровна Кочеткова^{1✉}, Татьяна Олеговна Марюшина², Маргарита Владимировна Матвеева³,
Галина Михайловна Крюковская⁴, Ян Андреевич Львин⁵

^{3,4}Центр ветеринарной МРТ-диагностики ВЦСТ — Общество с ограниченной ответственностью
«Ветеринарный центр «Современные технологии», Российская Федерация

^{1,2}Российский биотехнологический университет «РОСБИОТЕХ», Российская Федерация

⁵Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности «ВНИИПП»,
Российская Федерация

¹аспирант кафедры ветеринарная медицина, Российского биотехнологического университета «РОСБИОТЕХ»,
email: kochetkowiara@yandex.ru, orcid.org/0009-0004-6751-7490

²канд.ветеринар.наук, доцент кафедры ветеринарная медицина, Российского биотехнологического университе-
та «РОСБИОТЕХ», orcid.org/0000-0002-5247-5804

³канд.ветеринар.наук

⁴канд.ветеринар.наук, orcid.org/0000-0003-3478-0431

⁵аспирант кафедры зоотехния и ветеринария, orcid.org/0009-0005-2330-0297

РЕФЕРАТ

Цитологический анализ спинномозговой/цереброспинальной жидкости (ЦСЖ, синоним-ликвор) - одно из наиболее важных исследований в верификации диагноза менингоэнцефалит. Воспаление головного мозга и его оболочек имеет высокую полиэтиологичность, его генез может быть как инфекционным, так и иметь аутоиммунное начало. Проникновение нейроинфекции в головной мозг происходит гематогенным, ликворным и контактными путями. Исходя из анамнестических данных, данных неврологического осмотра, а также результатов инструментальной диагностики можно предположить тип воспалительного процесса. Однако этих сведений бывает недостаточно для установления окончательного диагноза. Такой метод визуальной диагностики как магнитно-резонансная томография может дать сведения о наличии, объеме, и локализации воспалительных очагов в центральной нервной системе, но не всегда с его помощью удастся предположить вид протекающего воспалительного процесса. Животным, у которых этиология менингоэнцефалита, после вышеперечисленных обследований, остается неясной, проводится анализ спинномозговой жидкости для установления/опровержения наличия патологического цитоза и других значимых изменений. Исследование ликвора также может быть необходимо при оценке эффективности терапии с установленной нейроинфекцией. Терапевтический подход к лечению иммуноопосредованного и инфекционного менингоэнцефалита различен, именно поэтому оценка цереброспинальной жидкости является одним из важнейших диагностических критериев при интерпретации воспалительного процесса в центральной нервной системе.

Ключевые слова: спинномозговая жидкость, менингоэнцефалит, асептический, инфекционный, головной мозг, плеоцитоз, пункция, магнитно-резонансная томография.

Для цитирования: Кочеткова И.А., Марюшина Т.О., Матвеева М.В., Крюковская Г.М., Львин Я.А. Обоснованность цитологического исследования спинномозговой жидкости для верификации менингоэнцефалита у кошек и собак. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:196-203. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.196>

THE VALIDITY OF CEREBROSPINAL FLUID CYTOLOGY FOR THE VERIFICATION OF MENINGOENCEPHALITIS IN CATS AND DOGS

Irina Al. Kochetkova¹, Tatyana O. Maryushina², Margarita Vl. Matveeva³, Galina M. Kryukovskaya⁴,
Yan An. Lvin⁵

^{3,4}Veterinary MRI Diagnostics Center VCST — Limited Liability Company "Veterinary Center "Modern Technologies", Russian Federation

^{1,2}Russian Biotechnology University "ROSBIOTECH", Russian Federation

⁵All-Russian Research Institute of Poultry Processing Industry "VNIIPP", Russian Federation

¹Postgraduate Student, Department of Veterinary Medicine, Russian Biotechnology University
"ROSBIOTECH", email: kochetkowiara@yandex.ru, orcid.org/0009-0004-6751-7490

²Candidate of Veterinary Science, Associate Professor, Department of Veterinary Medicine, Russian Biotechnology University "ROSBIOTECH", orcid.org/0000-0002-5247-5804

³Candidate of Veterinary Sciences

⁴Candidate of veterinary sciences, orcid.org/0000-0003-3478-0431

⁵graduate student, Department of Animal Science and Veterinary Medicine, orcid.org/0009-0005-2330-0297

ABSTRACT

Cytological analysis of cerebrospinal fluid (CSF, synonym: liquor) is one of the most important tests in verifying the diagnosis of meningoencephalitis. Inflammation of the brain and its membranes has a high etiology, with both infectious and autoimmune origins. Neuroinfections enter the brain via hematogenous, cerebrospinal fluid, and contact routes. Based on the patient's medical history, neurological examination, and imaging findings, it is possible to predict the type of inflammatory process. However, this information is often insufficient to establish a definitive diagnosis. Magnetic resonance imaging, a visual diagnostic method, can provide information on the presence, extent, and location of inflammatory foci in the central nervous system, but it does not always help determine the type of inflammatory process. In animals in which the etiology of meningoencephalitis remains unclear after the above examinations, cerebrospinal fluid analysis is performed to confirm or rule out the presence of abnormal cytosis and other significant changes. CSF analysis may also be necessary to assess the effectiveness of therapy in cases of established neuroinfection. Therapeutic approaches to treating immune-mediated and infectious meningoencephalitis differ, which is why cerebrospinal fluid analysis is one of the most important diagnostic criteria in interpreting the inflammatory process in the central nervous system.

The aim of this work is to conduct a cytological study of cerebrospinal fluid in order to verify meningoencephalitis in small domestic animals.

Key words: cerebrospinal fluid, meningoencephalitis, aseptic, infectious, brain, pleocytosis, puncture, magnetic resonance imaging.

For citation: Kochetkova I.A., Maryushina T.O., Matveeva M.V., Kryukovskaya G.M., Lvin Y.A. The validity of cerebrospinal fluid cytology for the verification of meningoencephalitis in cats and dogs. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:196-203. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.196>

ВВЕДЕНИЕ

Спинномозговая жидкость (ликвор/ЦСЖ) – основная биологическая среда субарахноидального пространства, желудочковой системы и цистерн головного мозга, выполняющая множественные функции регуляции постоянства внутричерепного давления и водно-электролитного гомеостаза. Цереброспинальная жидкость необходима для осуществления обмена биологически активными веществами между мозгом и кровью, и для удаления конечных продуктов метаболизма церебральной ткани [7,8]. Как известно, ликвор, являясь ультрафильтратом плазмы крови, образуется в сосудистых сплетениях желудочковой системы и паренхиме головного мозга, при этом 50% спинномозговой жидкости синтезируется в полостях правого и левого латеральных желудочков. Цереброспинальная жидкость циркулирует по всей центральной нервной системе. Она образуется в полостях желудочков головного мозга, а затем протекает до люмбосакральной цистерны, абсорбируясь в венозную кровь в области пахионовых грануляций (арахноидальных ворсинках) головного и спинного мозга [5,7]. Незначительная часть ЦСЖ может быть выведена в шейные лимфатические сосуды, которые проходят через промежуточные пространства черепно-мозговых нервов [7,8]. Стоит отметить, что в середине 19 века были открыты периваскулярные пространства Вирхова-Робена, которые также осуществляют циркулирование спинномозговой жидкости вокруг сосудов головного мозга и обеспечивают дренажный путь для выведения отработанных молекул из центральной нервной системы (ЦНС) [4,5]. Большинство внутричерепных патологий могут изменять состав жидкости интратекального пространства.

В настоящее время менингоэнцефалиты неизвестной этиологии являются одними из наиболее распространенных патологий, встречающихся в неврологической практике ветеринарных специалистов. Клиническая картина течения воспалительного процесса разрознена. Воспаление мо-

жет носить острый, подострый и хронический характер. Наиболее часто симптоматика проявляется в виде проприоцептивного дефицита, парезов, пароксизмального иктуса, наклона/поворота головы, изменения ментального статуса, миоклонуса, потери сенсорной активности, фокальной или генерализованной гиперэстезии и пр. Данные клинические проявления полиморбидны, им могут соответствовать множество интра- и экстракраниальных причин. Такие заболевания головного мозга как неопластический процесс, острое нарушение мозгового кровообращения, лизосомальные болезни накопления, системные метаболические заболевания так же могут проявляться симптомами перечисленными ранее [10]. Для установления диагноза применяется метод магнитно-резонансной томографии, являющийся наиболее чувствительным к данным типам нейропатологий [8].

При подробном сборе анамнестических данных, проведении тщательного неврологического осмотра и результатах пройденного обследования методом магнитно-резонансной томографии (МРТ) можно установить диагноз – менингоэнцефалит невыясненной этиологии и предположить природу воспалительного процесса [2,6]. Наличие черепно-мозговой травмы или системных нейроинфекций (чума плотоядных, инфекционный перитонит кошек, токсоплазмоз, неоспороз и др.), присутствие гнойных процессов в околосозговых тканях (буллы среднего уха/околоносовые пазухи) могут говорить о распространении воспалительного процесса на оболочки и паренхиму центральной и периферической НС, в этом случае причина заболевания будет инфекционная [7,10]. В отсутствие вышеперечисленных патологий генез менингоэнцефалита, более вероятно, будет носить аутоиммунный характер. Анализ спинномозговой жидкости — это единственный доступный вид исследования ткани нервной системы, помогающий определить наличие или отсутствие инфекционного агента в головном мозге.

Врачу клиницисту необходимо понимать тип воспалительного процесса для выстраивания пра-

вильной тактики лечения менингоэнцефалита у животных [2,10]. Определить соотношение измененных белковых элементов к измененным клеточным составляющим. Одним из важнейших оцениваемых критериев при цитологии спинномозговой жидкости является плеоцитоз, который бывает: нейтрофильный, лимфоцитарный, моноцитарный, эозинофильный и смешанный [3,9]. Повышение в составе одного или нескольких форменных элементов, перечисленных ранее, может указывать на наличие заболевания центральной и периферической нервной системы. В препарате малые лимфоциты, моноциты, а также зрелые недегенеративные нейтрофилы (10% от общего клеточного состава) будут считаться вариантом нормы, в то время как средние и крупные лимфоциты определяют патологический процесс [3]. Также при исследовании ликвора можно отметить незначительные находки в виде клеток оболочек мозга, хороидных сплетений, эпендимы. Полезными находками будут являться бактерии, грибки и простейшие, а также атипичные клетки, обнаруженные при исследовании СМЖ [1,9].

Важно помнить, что отсутствие патологической клеточности и бактериальной/грибковой/паразитарной контаминации спинномозговой жидкости полностью не исключает нейроинфекции и неоплазии в ЦНС [1,9].

Полученная, с помощью исследования ликвора, информация дает наиболее точные сведения в отношении вида происходящего воспаления. Анализ спинномозговой жидкости совместно с проведенными диагностическими мероприятиями, которые включают МРТ/КТ/рентген диагностики дает развернутую картину и наиболее достоверное понимание причины менингоэнцефалитов у мелких домашних животных [2,6].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в период с 1 октября 2024 года по 1 сентября 2025 года на кафедре «Ветеринарная медицина» «РОСБИОТЕХ», на базе ветеринарной клиники «ВЦСТ» - Центра ветеринарной МРТ диагностики животных (Москва). Объектами исследования явились 22 собаки и 7 кошек обоих полов и разных пород. Возраст обследованных животных составил от 6 месяцев до 14 лет, (9 гериатрических пациентов в возрасте от 8 до 14 лет, 12 пациентов среднего возраста от 4 до 7 лет, а также 8 молодых животных от 6 месяцев до 3 лет). Пациенты поступили после МРТ диагностики с целью исследования ликвора и дальнейшей верификации менингоэнцефалита.

Критерием включения в группу для проведения дополнительной диагностики служили следующие признаки, установленные на основании магнитной томографии: воспалительные поражения в области прилегающих к мозгу тканей (барабанные буллы среднего уха, лабиринт решетчатой кости, клиновидные и фронтальные синусы); наличие сопутствующих патологиче-

ских очагов в области черепно-мозговых нервов, паренхимы и оболочек головного мозга. Также исследованию ликвора были подвергнуты кошки, у которых при МРТ-диагностике определялись множественные или фокальные очаги менингоэнцефалита не ассоциированные с гнойными поражениями околomозговых тканей, в связи с редкой заболеваемостью кошачьих энцефалитом аутоиммунной этиологии.

Перед проведением МРТ все животные¹ подвергались физикальному и неврологическому осмотру; с целью минимизации анестезиологических рисков проводили ЭХО-кардиографию, контролировали клинический и биохимический профили крови. Все манипуляции проводили максимально безопасно для животных.²

Магнитно-резонансные исследования проводили на томографе напряженностью магнитного поля 1,5 Тл (MAGNETOM Aera, Германия); диаметром туннеля 70 см; длиной системы 145 см; полем обзора во всех направлениях 50x50x45 см (до 205 см по z-оси с опцией Tim Whole Body); РЧ-системой Tim [204x48], [204x64]; градиентная системой XJ-engine (33 мТл/м @ 125 Тл/м/с).

Томографию головного мозга у животных осуществляли с внутривенным введением парамагнитного контрастирующего агента-гадовиста BAYER, AG (Германия) или ПОЛИСАН НТФФ, ООО (Россия).

Анестезиологическое сопровождение проводили в два этапа. На первом - для быстрого седативного эффекта животному вводился внутривенно пропофол («Фрезениус Каби Австрия ГмбХ». Хафнерштрассе 36, 8055 Грац, Австрия) в дозировке 6-8 мг/кг, затем проводилась интубация трахеи и подключение к наркозно-дыхательному аппарату (Полиаркон-12 (Россия)), куда подавался изофлуран (1,5-1,8 % в смеси с кислородом - для поддержания газовой анестезии).

Для проведения атланта-окципитальной пункции цереброспинальной жидкости, использовали спинальную иглу типа Квинке (23G 0,66*90мм, Индия). Объем исследуемой ЦСЖ составлял не более 2-3 мл, и отбирался в стерильные емкости для биоматериала (пробирки/эппендорфы). Манипуляция осуществлялась под общей анестезией с использованием пропофола внутривенно («Фрезениус Каби Австрия ГмбХ». Хафнерштрассе 36, 8055 Грац, Австрия) в дозировке 6-8 мг/кг.

Окраска мазков при цитологическом исследовании спинномозговой жидкости проводилась с помощью метода Паппенгейма (первый этап: фиксация препарата красителем Май-Грюнвальда; второй этап: окрашивание препарата в растворе по Романовскому-Гимзе), и светового микроскопа НПС Абрис + (Китай), с использованием иммерсионного масла (МиниМед, Россия), при увеличении: 100x, 40x, 10x Oil.

Из исследования исключались животные, при нейровизуализации которых были обнаружены признаки выраженной дислокации мозга/значительные мальформации кранио-цервикального перехода.

¹Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (ETS No. 123) [рус., англ.]. Страсбург. 18.03.1986.

²Федеральный закон от 27.12.2018 № 498-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Обработку статистических данных проводили в ПО Google Таблицы (США).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В течение 11 месяцев нами были взяты пункции спинномозговой жидкости и проведена магнитно-резонансная томография головного мозга с контрастным усилением у 22 собак и 7 кошек, направленных для уточнения генеза менингоэнцефалита. Среди обследованных нами кошек мы встречали метисов, шотландских шиншилл и представителей британской породы. В исследуемой группе собак были зарегистрированы такие породы как французский бульдог, боксер, йоркширский и русский той терьеры, чихуахуа, а также метисы (рис. 1).

Владельцы фиксировали у своих животных симптомы атаксии, парезы судорожный синдром. У ряда собак и кошек наблюдали как периферический, так и центральный вестибулярный синдромы. В отдельных случаях отмечались сопутствующие сенсорные нарушения, измененный уровень сознания и повторяющиеся стереотипные движения (рис. 2).

Стоит отметить, что неврологическая симптоматика носила разрозненный характер. Наиболее частыми проявлениями были двигательные нарушения, периферический и центральный вестибулярный синдром, которые регистрировали как у собак, так и у кошек.

Важно уточнить что на момент диагностики с помощью магнитного резонанса и забора ЦСЖ все исследуемые пациенты получали симптоматическое лечение препаратами, улучшающими микроциркуляцию лабиринта, однако не получали антибактериальную и противовоспалительную терапию.

С целью уточнения типа воспалительного процесса животным была проведена пункция атланта-окципитальной лакуны. Для забора материала пункционную иглу вводили в точке пересечения краниального края отростка второго шейного позвонка и затылочного мышелка (место естественного углубления). Иглу направляли перпендикулярно к поверхности кожи, ориентацией косога среза иглы к голове. Иглу вводили осторожно, периодически двигая мандрен, попутно проверяя область достижения субарахноидального пространства. Спинномозговую жидкость набирали самотеком без принудительной аспирации, для профилактики интратекальных кровотечений.

Ниже нами представлены описание цитологии ликвора и МР-снимки отдельных обследованных нами животных.

Клинический случай №1

МР-томограмма головного мозга собаки породы французский бульдог, ♂, 7 лет, с клиническими признаками вестибулярной атаксии и правостороннего наклона головы.



Рисунок 1. Количество и породы собак и кошек, обследуемых при помощи МРТ.

Figure 1. Number and breeds of dogs and cats examined using MRI.

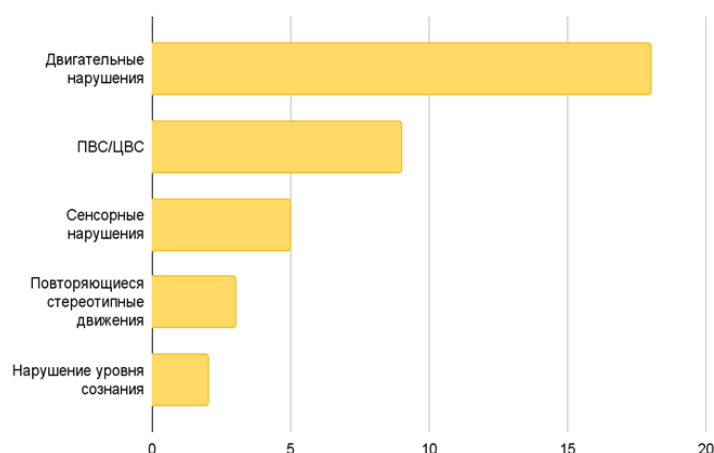


Рисунок 2. Клинические симптомы у исследуемых животных при менингоэнцефалитах невыясненной этиологии.

Figure 2. Clinical symptoms in the studied animals with meningoencephalitis of unknown etiology.

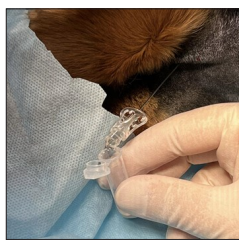


Рисунок 3. Отбор пробы ликвора из большой мозговой цистерны путем атланто-окципитальной пункции у собаки породы боксер, кобель, 4 года.

Figure 3. Collection of a cerebrospinal fluid sample from the cisterna magna by atlantooccipital puncture in a 4-year-old male boxer dog.

В области правой и левой барабанных полостей, визуализируется не однородный гиперинтенсивный сигнал по T2-ВИ и FLAIR, а также определяется снижение количества интралабиринтной жидкости в зоне правой улитки внутреннего уха, с наличием гетерогенного контрастного усиления в данных областях и области лицевого и вестибулокохлеарного черепно-мозговых нервов. От коры больших полушарий в зоне лобной доли, справа (наиболее выражено) и слева, а также височной доле, справа и таламического бугра, слева, визуализируется гиперинтен-

сивный по T2-ВИ и FLAIR МР-сигнал, без накопления контрастного агента.

МР-признаки характерны для билатерального отита среднего уха, с выраженным скоплением экссудата в области правой и левой барабанных булл; правостороннего отита внутреннего уха и неврита CN (VII, VIII), а также для мультифокального менингоэнцефалита (инфекционного или аутоиммунного генеза).

Клеточность материала низкая. В мазке обнаруживаются немногочисленные крупные мононуклеарные клетки, с одним округлым ядром, зернистым хроматином и одним, хорошо просматриваемым ядрышком. Цитоплазма данных клеток обильная, бледно-базофильная, сильно вакуолизирована, с разряжением. Интраплазматически перенуклеарно визуализируются множественные базофильные гранулы неправильной формы. В фоне обнаруживается умеренное количество нормальных клеток крови, таких как недегенеративные нейтрофилы, малые лимфоциты, эозинофилы, а также неизмененные эритроциты.

При ликвородиагностике определяется нормоцитоз, при полном отсутствии бактериальной, грибковой и паразитарной флоры. Данные изменения характерны для менингоэнцефалита аутоиммунной этиологии.

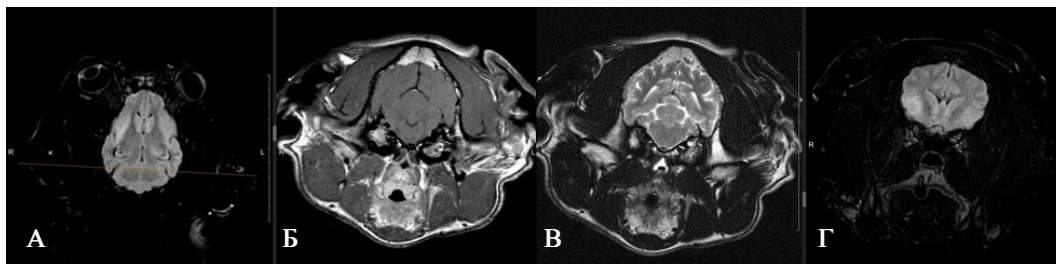


Рисунок 4. А-корональный срез T2-FLAIR, Б-аксиальный срез T1-ВИ (постконтрастное изображение), В-аксиальный срез T2-ВИ, Г-аксиальный срез T2-FLAIR.

Figure 4. A-coronal T2-FLAIR slice, B-axial T1-WI slice (post-contrast image), B-axial T2-WI slice, G-axial T2-FLAIR slice.

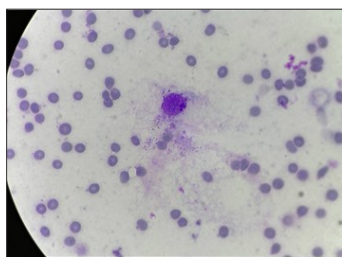


Рисунок 5. Цитологическое исследование ликвора собаки породы французский бульдог, ♂ 7 лет (ув. x100, oil, окраска по Паппенгейму).

Figure 5. Cytological examination of cerebrospinal fluid of a French Bulldog, ♂ 7 years old (100x magnification, oil, Pappenheim staining).

Клинический случай №2

МР-томограмма головного мозга собаки породы русский той терьер, ♂, 9 лет, с клиническими признаками горизонтального нистагма, выраженного наклона головы и маневжными движениями вправо.

В области правой барабанной полости и устья горизонтального наружного слухового прохода определяется гиперинтенсивный МР-сигнал по

T2-ВИ и FLAIR, а также визуализируется снижение количества пери/эндолимфы в зоне правой улитки внутреннего уха, с наличием гетерогенного контрастного усиления в области среднего и наружного уха. От коры больших полушарий в области перехода височной и грушевидных долей, а также в области моста и краниальной части продолговатого мозга, определяется гиперинтенсивный МР-сигнал по T2-ВИ и FLAIR, без выраженного накопления контрастирующего агента, и с контрастным усилением в области оболочек головного мозга в зоне ствола головного мозга, справа.

МР-признаки правостороннего отита наружного и среднего уха, с выраженным скоплением экссудата в барабанной булле; фокального, наиболее вероятно, вторичного менингита в области правой части ствола г/м; а также признаки мультифокального менингоэнцефалита (вероятно, как инфекционного, так и аутоиммунного генеза).

Препарат высокого цитоза представлен большим количеством сегментоядерных нейтрофилов, малыми лимфоцитами, макрофагами. Сегменто-

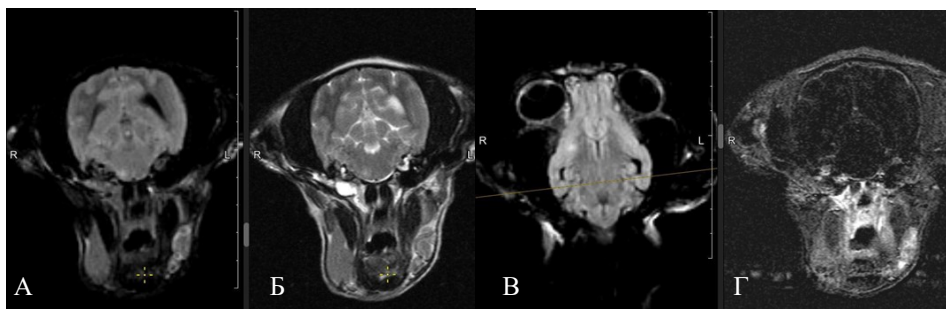


Рисунок 6. А-аксиальный срез T2-FLAIR, Б-аксиальный срез T2-ВИ, В-корональный срез T2-FLAIR, Г-аксиальный срез T1-ВИ (постконтрастное изображение (вычет)).

Figure 6. A-axial T2-FLAIR slice, B-axial T2-WI slice, B-coronal T2-FLAIR slice, G-axial T1-WI slice (post-contrast image (subtraction)).

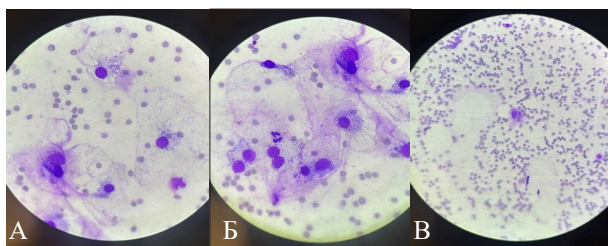


Рисунок 7. Цитологическое исследование ликвора собаки породы русский той терьер, ♂ 9 лет (ув. x100, oil (A, Б) и x40, oil (Б), окраска по Паппенгейму).

Figure 7. Cytological examination of cerebrospinal fluid of a Russian Toy Terrier, ♂ 9 years old (magnification x100, oil (A, Б) and x40, oil (Б), Pappenheim staining).

ядерные нейтрофилы без признаков дегенерации. Эритрофагоцитоз отсутствует. Бактерий не обнаружено. Фон заполнен эритроцитами. В препарате отсутствуют грибковые и паразитарные инфекционные агенты. Атипичные клетки не обнаружены.

При ликвородиагностике определяются признаки нейтрофильного плеоцитоза. Данные изменения характерны для острого воспалительного процесса инфекционной этиологии.

Клинический случай №3

МР-томограмма головного мозга кошки породы шотландская шиншилла, ♀ 5 лет, с клиническими признаками кратковременных генерализованных иктусов, повторяющихся 2 раза в месяц на протяжении полугода.

В области перехода правой лобной и теменной долей коры больших полушарий определяется гиперинтенсивный сигнал по T2-ВИ и FLAIR от оболочек и паренхимы головного мозга, без выраженного контрастного усиления.

МР-признаки фокального интрааксиального и интрадурального поражения головного мозга, наиболее характерного для менингоэнцефалита неизвестной этиологии.

Клеточность материала высокая, представлена мононуклеарными, мелкими, округлыми клетками, расположенными обособленно, с округлым ядром, компактным хроматином и 1 нуклеолой (в половине клеток популяции нуклеолы не визуализируются). Цитоплазма скудная, практически отсутствует. Также в мазке обнаруживается небольшое количество малых лимфоцитов и единичные недегенеративные нейтрофилы. Фон мутный, базофильный, с значительным количеством клеточного детрита и немногочисленными эритроцитами.

При ликвородиагностике определяется нормо-

цитоз, без наличия инфекционных агентов. Вид воспалительного процесса в головном мозге у данного животного, предполагается аутоиммунным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За 11 месяцев исследований животных с помощью метода магнитно-резонансной томографии у 22 собак и 7 кошек с признаками менингоэнцефалита не удалось установить этиологию патологического процесса. При нейровизуализации головного мозга у 27 из 29 пациентов было обнаружено нарушение пневматизации околосозговых полостей (93,1%) за счет происходящего в них воспалительного процесса. Только у 2 кошек воспаление локализовалось исключительно в тканях ЦНС (6,9%). У 4 животных при МРТ диагностике мы наблюдали сопутствующий лизис прилегающих к мозгу костных структур и дальнейшее распространение воспалительного процесса интракраниально (13,7%). Средние и внутренние отиты являлись наиболее частой причиной менингоэнцефалита кошек и собак (75,8%). Синуситы, и этмоидиты занимали второе место по распространению нейроинфекций в головной мозг (13,7%). Наиболее часто зоны менингоэнцефалита топографически находились в области прилегающей к основному очагу инфекции (89,6%), но у небольшого числа пациентов мы находили контралатеральные изменения (6,9%).

На основании проведенного цитологического исследования спинномозговой жидкости нами был определен тип воспалительного процесса в каждом случае. Из них изменения инфекционного характера при цитологии ликвора мы обнаружили у 14 животных, что составило 48,3%, у 5 животных был неоднозначный анализ СМЖ, включающий незначительное завышение референсной нормы по значению плеоцитоза (17,2%), у оставшихся

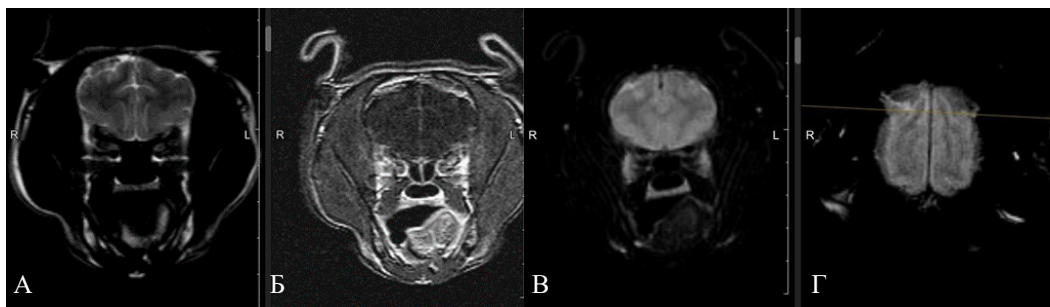


Рисунок 8. А-аксиальный срез Т2-ВИ, Б-аксиальный срез Т1-ВИ (постконтрастное изображение (вычет)), В-аксиальный срез Т2-FLAIR, Г-корональный срез Т2-FLAIR.

Figure 8. A-axial T2-WI slice, B-axial T1-WI slice (post-contrast image (subtraction)), C-axial T2-FLAIR slice, D-coronal T2-FLAIR slice.

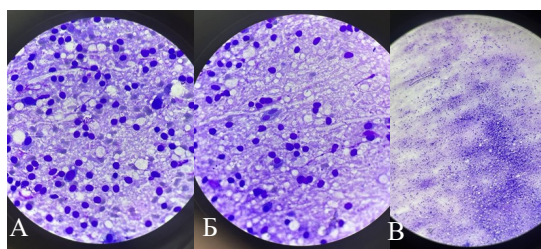


Рисунок 9. Цитологическое исследование ликвора кошки породы шотландская шиншилла, ♀ 5 лет (ув. x100, oil (А, Б), и x20, oil (В), окраска по Паппенгейму).

Figure 9. Cytological examination of cerebrospinal fluid of a Scottish Chinchilla cat, ♀ 5 years old (magnification x100, oil (A, B), and x20, oil (B), Pappenheim staining).

10 пациентов не было найдено признаков чужеродных агентов в интрадуральной жидкости.

Все 14 животных из подтвержденной инфекционной группы, а также 3 из группы незначительных результатов СМЖ проходили лечение антибактериальными препаратами, показав улучшение симптомов в 15 случаях (88,2%), оставшимся 12 пациентам были назначены глюкокортикостероиды в иммуносупрессивной дозировке,

из них положительная динамика наблюдалась в 9 случаях (75%), оставшиеся 3 собаки (25%) были потеряны для исследования.

В заключение необходимо отметить, что процедура цитологического исследования спинномозговой жидкости во всех перечисленных случаях позволила внести определенные коррективы в проведение терапии животным с менингоэнцефалитами и улучшить динамику течения болезни.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Баранова И.Б., Славнова Е.Н. Цитологическое и иммуноцитохимическое исследование ликвора. Два клинических наблюдения. *Новости клинической цитологии России*. 2022;1:16-20.
2. Глазунов А.Д., Шафиев А.П. Диагностика и лечение аутоиммунных болезней центральной нервной системы у собак: анализ обзора литературы. *Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии*. 2022;2:71-77.
3. Давыдов В.Б. Получение и анализ спинномозговой жидкости у собак и кошек. *Травматология, ортопедия и неврология*. 2018. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.vethospital.ru/archives/poluchenie_i_analiz_spinnomozgovoy_zhidkosti_u_sobak_i_koshek/ (дата обращения 29.06.2026)
4. Должников А.А., Шевченко О.А., Победа А.С., Должникова И.Н. Функциональная и клиническая морфология пространств Вирхова-Робина: от первоисточника до новейших теорий. *Человек и его здоровье*. 2022; 2: 70-81.
5. Кравцова И.Л., Недзведь М.К. Морфологические особенности и локализация Вирхов-Робенковских пространств в головном мозге. *Проблемы здоровья и экологии*. 2013;3: 21-27. doi.org/10.51523/2708-6011.2013-10-3-3
6. Радченко О.В. Методика магнитно-резонансной томографии головного мозга собак. *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. 2012;4:167-170.
7. Скрипченко Н.В., Алексеева Л.А., Железникова Г.Ф. Ликвор и его клиническое значение при инфекционных заболеваниях нервной системы. *Педиатр*. 2011;3:21-31.
8. Токарев А.С., Тальпова Д.А., Терехин И.А., Гринь А.А. Качественная и количественная оценка ликвородинамики. *Неотложная медицинская помощь*. 2022;1:86-95.
9. Grevel V., Machus B. Cells in the cerebrospinal fluid of dogs and cats. Part 2. *Tierarztl Prax.* 1992;1: 79-92.
10. Munana K.R. Encephalitis and meningitis. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 1996; 4: 857-874.

REFERENCES

1. Baranova I.B., Slavnova E.N. Cytological and immunocytochemical study of cerebrospinal fluid. Two clinical observations. *News of Clinical Cytology of Russia*. 2022;1:16-20. (in Russ)
2. Glazunov A.D., Shafiev A.P. Diagnosis and treatment of autoimmune diseases of the central nervous system in dogs: analysis of a literature review. *Legal regulation in veterinary medicine*. 2022;2: 71-77. (in Russ)
3. Davydov V.B. Obtaining and analysis of cerebrospinal fluid in dogs and cats. *Traumatology, orthopedics and neurology*. 2018. [Electronic resource]. (in Russ) Access mode: https://www.vethospital.ru/archives/poluchenie_i_analiz_spinnomozgovoy_zhidkosti_u_sobak_i_koshek/ (date of access 06/29/2026)
4. Dolzhenkov A.A., Shevchenko O.A., Pobeda A.S., Dolzhenkova I.N. Functional and clinical morphology of Virchow-Robin spaces: from the original source to the latest theories. *Man and His Health*. 2022;2:70-81. (in Russ)
5. Kravtsova I.L., Nedzved M.K. Morphological features and localization of Virchow-Robin spaces in the brain. *Problems of health and ecology*. 2013;3: 21-27. (in Russ) doi.org/10.51523/2708-6011.2013-10-3-3
6. Radchenko O.V. Methodology of magnetic resonance imaging of the brain of dogs. *Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*. 2012;4:167-170. (in Russ)
7. Skripchenko N.V., Alekseeva L.A., Zheleznikova G.F. Liquor and its clinical significance in infectious diseases of the nervous system. *Pediatrician*. 2011;3: 21-31. (in Russ)
8. Tokarev A.S., Talypova D.A., Terekhin I.A., Grin A.A. Qualitative and quantitative assessment of cerebrospinal fluid dynamics. *Emergency medical care*. 2022;1:86-95. (in Russ)
9. Grevel V., Machus B. Cells in the cerebrospinal fluid of dogs and cats. Part 2. *Tierarztl Prax*. 1992;1:79-92.
10. Munana K.R. Encephalitis and meningitis. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 1996;4: 857-874.

Поступила в редакцию / Received: 09.04.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 24.04.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

АНАТОМИЯ ЖЕЛЧЕВЫВОДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ КОШКИ ДОМАШНЕЙ**Анастасия Игоревна Полянская¹, Дмитрий Владиславович Васильев²**^{1,2}*Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Российская Федерация*
¹*канд. ветеринар. наук, асс., orcid.org/0000-0002-7119-8857*²*канд. ветеринар. наук, доц., email: m.shchipakin@yandex.ru, orcid.org/0000-0002-9496-6433***РЕФЕРАТ**

Одной из важных систем организма животного является желчевыводящая система (билиарная). Она состоит из ряда структур, где первым являются гепатоциты, клетки печени, которые учувствуют в ряде обменных процессов, детоксикации продуктов метаболизма, депонировании витаминов, а также образуют желчь, которая проходя по желчным капиллярам, которые объединяются в крупные печеночные протоки, сливаясь вместе они дают начало общему печеночному протоку, выходящему из ворот органа. Также в состав билиарной системы входит желчный пузырь, который является резервуаром для накопления и концентрации желчи. Нарушение желчевыделения, например, при таких патологиях как: холестаз; желчнокаменная болезнь; мукоцеле желчного пузыря – могут привести к проблемам с пищеварением – повышенному уровню холестерина в крови, дефициту питательных веществ. Так недостаток витамина К повышает риск кровотечений, витамина D – провоцирует остеопороз, витамина А – вызывает ухудшение зрения и другим различным отклонениям. Принимая вышеизложенное, исследование данной системы у плотоядных является неотъемлемой частью для постановки диагноза и является актуальной темой. Цель исследования – определить закономерности пространственной организации и морфометрических параметров печеночных и пузырного протоков у кошки домашней. Исследование проводилось на кафедре анатомии животных ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины». Объектом исследования послужили трупы кошек в возрасте от пяти до десяти лет, без породной принадлежности, в количестве пяти штук. По результатам исследования определены закономерности пространственной организации и морфометрические параметры печеночных и пузырного протоков у кошки домашней. Выявленные морфометрические данные показывают, что происходит превалирование по количественным и линейным показателям левой части печени, над правой.

Ключевые слова: желчный пузырь, печеночные протоки, желчь, билиарная система, гепатоциты.

Для цитирования: Полянская А.И., Васильев Д.В. Анатомия желчевыводящей системы кошки домашней. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:204-208. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.204>

ANATOMY OF THE BILIARY SYSTEM OF THE DOMESTIC CAT**Anastasia I. Polyanskaya¹, Dmitry V. Vasiliev²**^{1,2}*Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Russian Federation*¹*Candidate of Veterinary Sciences, Assist., orcid.org/0000-0002-7119-8857*²*Candidate of Veterinary Sciences, Assoc. Prof., email: m.shchipakin@yandex.ru, orcid.org/0000-0002-9496-6433***ABSTRACT**

One of the most important systems in the animal's body is the biliary system. It consists of a number of structures, the first of which are hepatocytes, liver cells involved in a number of metabolic processes, detoxifying metabolic products, storing vitamins, and also producing bile, which passes through the bile capillaries, which unite to form large hepatic ducts. These merge to form the common hepatic duct, which exits the porta hepatis. The biliary system also includes the gallbladder, which serves as a reservoir for the accumulation and concentration of bile. Impaired bile secretion, for example, due to pathologies such as cholestasis, cholelithiasis, and gallbladder mucocele, can lead to digestive problems, such as elevated blood cholesterol levels and nutrient deficiencies. A deficiency in vitamin K increases the risk of bleeding, vitamin D can lead to osteoporosis, and vitamin A can cause vision impairment and other various problems. Based on the above, studying this system in carnivores is an integral part of diagnosis and is a relevant topic. The aim of this study was to determine the patterns of spatial organization and morphometric parameters of the hepatic and cystic ducts in the domestic cat. The study was conducted at the Department of Animal Anatomy at the St. Petersburg State University of Veterinary Medicine. The subjects of the study were five cat cadavers, aged five to ten years, of unspecified breeds. Based on the results of the study, patterns of spatial organization and morphometric parameters of the hepatic and cystic ducts in the domestic cat were determined. The morphometric data revealed a predominance of the left side of the liver over the right in terms of quantitative and linear parameters.

Key words: gallbladder, hepatic ducts, bile, biliary system, hepatocytes.

For citation: Polyanskaya A.I., Vasiliev D.V. Anatomy of the biliary system of the domestic cat. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:204-208. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.204>

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важных систем организма животного является желчевыводящая система (билиарная). Она состоит из ряда структур, где первым являются гепатоциты, клетки печени, которые участвуют в ряде обменных процессов, детоксикации продуктов метаболизма, депонировании витаминов, а также образуют желчь, которая проходя по желчным капиллярам, которые объединяются в крупные печеночные протоки, сливаясь вместе они дают начало общему печеночному протоку, выходящему из ворот органа [1-4]. Также в состав билиарной системы входит желчный пузырь, который является резервуаром для накопления и концентрации желчи. Из него выходит пузырный проток, который объединяется с общим печеночным протоком, в результате их слияния образуется желчный проток (холедох), который имеет сфинктер и открывается на большом сосочке двенадцатиперстной кишки. Желчь участвует в пищеварительном процессе и обеспечивает такие функции как: усиление перистальтики тонкой кишки и продвижение химуса по ней; нейтрализация соляной кислоты поступающей из желудка, за счет наличия в своей составе ионов бикарбоната; активирует ферменты секрета поджелудочной железы необходимые для переваривания жиров, белков и углеводов; эмульгирует жиры – разбивая крупные молекулы жира, увеличивая общую площадь поверхности жиров, что облегчает воздействие на них фермента липазы из панкреатического сока, это происходит за счет наличия желчных кислот в ее составе; обеспечивает усвоение жирорастворимых витаминов [5-11]. Также осуществляет выделительную функцию – вывод из организма продукты распада гемоглобина (билирубин); избыток холестерина, за счет связывания его с желчными кислотами и многое другое. Все это говорит о том, что желчь, а значит и вся желчевыводящая система, играет важную роль в пищеварительных процессах. При снижении ее секреции невозможно полноценное усвоение жиров, а также всасывание жирорастворимых витаминов. Помимо этого, она выполняет выделительную функцию и поддерживает нормальную работу всего желудочно-кишечного тракта [5-8]. Нарушение желчевыделения, например, при таких патологиях как: холестаз; желчнокаменная болезнь; мукоцеле желчного пузыря – могут привести к проблемам с пищеварением – повышенному уровню холестерина в крови, дефициту питательных веществ. Так недостаток витамина К повышает риск кровотечений, витамина D – провоцирует остеопороз, витамина А – вызывает ухудшение зрения и другим различным отклонениям [11-15].

Цель исследования – определить закономерности пространственной организации и морфометрических параметров печеночных и пузырного протоков у кошки домашней.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на кафедре анатомии животных ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины». Объектом исследования послужили трупы кошек в возрасте от пяти до десяти лет, без по-

родной принадлежности, в количестве пяти штук. Исследование провели с использованием общепринятых методик: тонкое анатомическое препарирование, морфометрия, инъекция желчевыводящей системы свинцовым суриком, рентгенография, фотографирование. Полученные рентгенограммы обрабатывали в электронной программе Vidar Dicom Viewer 3.4 на ПК.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У исследованных животных печень имеет характерное доленое строение. На ней выделяют левую долю (*lobus hepatis sinister*), которая неглубокой междолевой вырезкой подразделяется на левую латеральную долю – она по морфометрическим показателям превалирует над всеми, и левую медиальную долю; правую долю (*lobus hepatis dexter*), которая также подразделяется междолевой вырезкой на правую латеральную долю и правую медиальную долю, и третья доля средняя (*lobus hepatis medius*), в состав которой входит квадратная доля (*lobus hepatis quadratus*) – которая боковыми поверхностями граничит с стенкой желчного пузыря и левой медиальной долей печени; хвостатая доля (*lobus hepatis caudatus*), которая подразделяется на два отростка, расположенных дорсально – сосцевидный отросток и хвостатый отросток с хорошо выраженным почечным вдавливанием. Желчный пузырь у исследуемых кошек располагается между латеральными стенками квадратной и правой медиальной долей, его стенка образует неполную перегородку в области дна, придавая ему форму «сердца».

При исследовании правой доли печени было отмечено наличие трех печеночных ходов, которые сформировали один общий печеночный проток.

На правой латеральной доли на рентгеновском снимке визуализируется дорсальный печеночный проток, по диаметру, который составляет в среднем $0,90 \pm 0,01$ мм, под ним располагается средний печеночный проток, диаметр которого варьирует с 0,90 мм до 1,15 мм и в среднем составляет $1,10 \pm 0,10$ мм. На вентральной поверхности расположен с одноименным названием вентральный печеночный проток, диаметр которого уступает предыдущим показателям и составляет в среднем – $0,75 \pm 0,01$ мм.

На правой медиальной доли на рентгенограмме отмечают наличие двух крупных печеночных протоков. Один из которых, расположен в центральной части доли печени и составляет в среднем $1,30 \pm 0,10$ мм. Второй проток отдает три ветви, которые прободают печеночную ткань органа и проникают напрямую через стенку во внутрь тела желчного пузыря, минуя основной ход желчи до желчного пузыря. Диаметр данного печеночного протока в его средней части составляет $1,20 \pm 0,10$ мм.

При исследовании средней доли печени мы установили, что с вентрального края идут три печеночных протока, из которых два проходят по латеральным поверхностям квадратной доли. Дорсально они объединяются в один крупный печеночный проток квадратной доли с диаметром $1,30 \pm 0,10$ мм. С правой латеральной поверхности квадратной доли один из протоков проникает в стенку желчного пузыря.

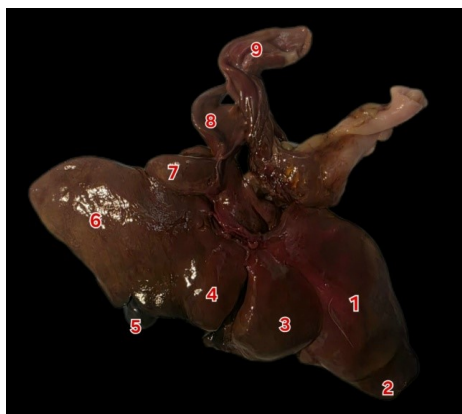


Рисунок 1. Долевое строение печени кошки. Возраст 6 лет. Обозначения: 1 – левая латеральная доля печени; 2 – левая медиальная доля печени; 3 – квадратная доля печени; 4 – правая медиальная доля печени; 5 – желчный пузырь; 6 – правая латеральная доля печени; 7 – хвостатая доля печени (сосцевидный отросток); 8 – хвостатая доля печени (хвостатый отросток); 9 – двенадцатиперстная кишка.

Figure 1. Lobar structure of the liver in a cat. Age 6 years. Legend: 1 – left lateral lobe of the liver; 2 – left medial lobe of the liver; 3 – square lobe of the liver; 4 – right medial lobe of the liver; 5 – gallbladder; 6 – right lateral lobe of the liver; 7 – caudate lobe of the liver (mastoid process); 8 – caudate lobe of the liver (caudate process); 9 – duodenum.



Рисунок 3. Рентгенограмма желчевыводящей системы кошки. Инъекция желчного протока свинцовым суриком через большой сосочек двенадцатиперстной кишки. Возраст 8 лет. Обозначения: 1 – двенадцатиперстная кишка; 2 – проток поджелудочной железы; 3 – желчный проток; 4 – печеночный проток левой доли печени; 5 – пузырный проток; 6 – желчный пузырь; 7 – печеночный проток правой доли печени; 8 – печеночные протоки хвостатой доли.

Figure 3. Radiograph of the biliary system of a cat. Injection of the bile duct with red lead through the major duodenal papilla. Age 8 years. Legend: 1 – duodenum; 2 – pancreatic duct; 3 – bile duct; 4 – hepatic duct of the left lobe of the liver; 5 – cystic duct; 6 – gallbladder; 7 – hepatic duct of the right lobe of the liver; 8 – hepatic ducts of the caudate lobe.

При исследовании хвостатой доли печени было отмечено наличие мелких веточек печеночных протоков с дорсальной поверхности, которые объединяются по одному с каждого отростка

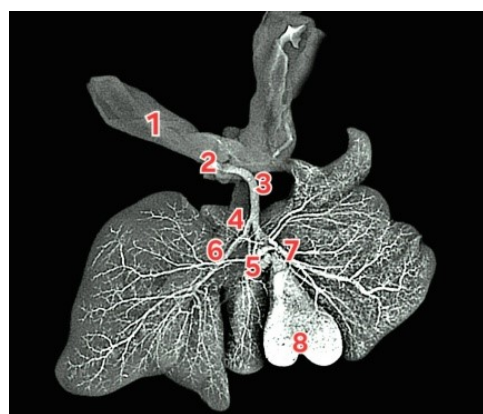


Рисунок 2. Рентгенограмма желчевыводящей системы кошки. Инъекция желчного протока свинцовым суриком. Возраст 7 лет. Обозначения: 1 – двенадцатиперстная кишка; 2 – большой сосочек двенадцатиперстной кишки; 3 – желчный проток; 4 – печеночный проток левой доли печени; 5 – пузырный проток; 6 – печеночный проток левой латеральной доли печени; 7 – печеночный проток правой доли печени; 8 – желчный пузырь.

Figure 2. Radiograph of the biliary system of a cat. Injection of the bile duct with red lead. Age 7 years. Legend: 1 – duodenum; 2 – major duodenal papilla; 3 – bile duct; 4 – hepatic duct of the left lobe of the liver; 5 – cystic duct; 6 – hepatic duct of the left lateral lobe of the liver; 7 – hepatic duct of the right lobe of the liver; 8 – gallbladder.

в виде протоков сосцевидной ($1,20 \pm 0,10$ мм) и хвостатой ($1,30 \pm 0,10$ мм) долей. В дальнейшем они сливаются в общий печеночный проток правой части печени, диаметр которого в среднем составляет $2,30 \pm 0,25$ мм.

При исследовании левой доли печени было определено, что визуально данная доля по линейным показателям превалирует над правой с большим количеством внутри печеночных протоков.

На левой латеральной доле печени установили наличие трех крупных печеночных протоков, которые залегали: дорсально, медианно, вентрально.

Вентральная ветвь с диаметром $1,30 \pm 0,10$ мм, разделена на пять небольших веточек печеночных протоков. Данная ветвь анастомозирует со срединной, диаметр составляет $0,90 \pm 0,10$ мм. Объединившись они идут дорсально (диаметр протока в этом отрезке составляет $2,30 \pm 0,20$ мм) и в области соединения с желчным протоком в него открывается дорсальная ветвь левой латеральной доли печени с диаметром $1,00 \pm 0,10$ мм.

Формирование желчного протока печени осуществляется путем слияния печеночного протока правой части печени и пузырного протока с общим диаметром $3,40 \pm 0,35$ мм. Дистально открывается печеночный проток левой части печени, образуя желчный проток, который открывается на большом сосочке двенадцатиперстной кишки и в области сфинктера имеет диаметр $3,90 \pm 0,40$ мм.

На левой медиальной доле печени установили, что ее формируют два печеночных протока, которые открываются в печеночный проток левой доли печени, их диаметр в среднем составляет $0,90 \pm 0,01$ мм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования установлены выраженные междолевые асимметрии в архитектонике внутривенных желчных протоков, что свидетельствует о гетерогенности морфофункциональной организации печени. Анализ полученных данных показывает, что превалирование структурных параметров одной доли над другой напрямую определено с топографией, а также особенностями хода и ветвления желчевыводящей системы. В правой доле печени у кошки домашней, несмотря на формирование магистрального хода за счет слияния трех протоков, превалирование по диаметру печеночных протоков наблюдается в правой медиальной доле (в среднем по диаметру 1,25 мм:1,10 мм). Данное преобладание, обусловлено ее центральным положением в паренхиме печени и необходимостью обеспечения усиленного дренажа желчи данной доли по более крупным коллекторам по сравнению с латеральной. В свою очередь, левая доля демонстрирует превалирование не только по диаметру отдельных протоков, но и еще по линейным размерам самой доли и общему количеству внутривенных протоков.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Щипакин М.В., Свиричев А.С., Гребенникова Е.Р. Породные анатомические особенности печени кошки домашней. Материалы международной научной конференции Аграрная наука и инновационное развитие АПК: состояние, проблемы и перспективы. Смоленск, 18 апреля 2024 года. Смоленск. Смоленская государственная сельскохозяйственная академия. 2024: 429-432.
2. Щипакин М.В., Васильев Д.В., Глушенок С.С. Анатомические особенности строения печени собаки черной пушкинской породы. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2022;2:135-137. DOI 10.52419/2782-6252.2022.2.135
3. Былинская Д.С. Щипакин М.В., Васильев Д.В. Интраорганный архитектоника печеночных вен у поросят. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2022;4:152-154. DOI 10.52419/2782-6252.2022.4.152
4. Хватов В.А., Щипакин М.В., Былинская Д.С. Особенности макроанатомии печени кошки персидской породы. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием Современное состояние и перспективы развития ветеринарной и зоотехнической науки. Чебоксары, 29 октября 2020 года. Чебоксары. Чувашский государственный аграрный университет. 2020; 346-351.
5. Прусаков А.В., Зеленовский Н.В., Щипакин М.В. Источники кровоснабжения печени кошки домашней. Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2017;2:123-125.
6. Былинская Д.С., Зеленовский Н.В., Щипакин М.В. Макроморфология и основные источники васкуляризации печени кошки домашней. Иппология и ветеринария. 2017;2(24): С. 93-97.
7. Щипакин М.В., Прусаков А.В., Пишванов С.Ю. Особенности желчевыводящей системы печени таксы. Международный вестник ветеринарии. 2016;2:66-70.
8. Прусаков А.В., Зеленовский Н.В., Щипакин М.В. Методика изучения желчевыводящих путей у животных. Международный вестник ветеринарии. 2017;3:77-81.
9. Понамарев В.С., Былинская Д.С., Попова О.С. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025624916 Российская Федерация. Уровни СYPOR в гомогенатах печени лабораторных животных: заявл. 14.10.2025: опубл. 06.11.2025 заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины".
10. Бартенева Ю.Ю. Зеленовский Н.В., Прусаков А.В. Особенности гистологической организации тканей печени коров черно-пестрой породы в зависимости от уровня молочной продуктивности. Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2022;3(55):84-87. DOI 10.24412/2074-5036-2022-3-84-87
11. Прусакова А.В., Зеленовский Н.В. Артериальное кровоснабжение печени козы англо-нубийской породы. Иппология и ветеринария. 2019;3(33):122-124.
12. Prusakova A.V., Zelenevskiy N.V., Prusakov A.V. Ultra-structural organization of the gallbladder mucous membrane of Anglo-Nubian goat. Veterinary Research Forum. 2024;3:165-169. DOI 10.30466/vrf.2024.2011081.4005
13. Lanan N. Quantitative histomorphology of liver growth in sheep at prenatal and natal stages. Anat. Histol. Embryol. 1996;1:43-48.
14. Lypcz-Andujar R., Moya A., Montalva E. Lessons learned from anatomic variants of the hepatic artery in 1081 transplanted livers. Liver Transpl. 2007;10:1404-1414.
15. Kan Z., Madoff D.C. Liver anatomy: microcirculation of the liver. Semin internet Radiol. 2008; 2:77-85.

REFERENCES

1. Shchipakin M.V., Sviryaev A.S., Grebennikova E.R. Pedigreed anatomical features of the liver of a domestic cat. Proceedings of the international scientific conference Agricultural science and innovative development of agriculture: status, problems and prospects. Smolensk, April 18, 2024. Smolensk. Smolensk State Agricultural Academy. 2024: 429-432. (In Russ)

2. Shchipakin M.V., Vasiliev D.V., Glushonok S.S. Anatomical features of the liver structure of the black Pushkin sable. Legal regulation in veterinary medicine. 2022;2:135-137. (In Russ) DOI 10.52419/2782-6252.2022.2.135
3. Bylinskaya D.S., Shchipakin M.V., Vasiliev D.V. Intraorgan architectonics of hepatic veins in piglets. Legal regulation in veterinary medicine. 2022;4:152-154. (In Russ) DOI 10.52419/2782-6252.2022.4.152
4. Khvatov V.A., Shchipakin M.V., Bylinskaya D.S. Features of the macroanatomy of the liver of a Persian cat. Materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation The current state and prospects of development of veterinary and zootechnical science. Cheboksary, October 29, 2020. Cheboksary. Chuvash State Agrarian University. 2020; 346-351. (In Russ)
5. Prusakov A.V., Zelenevsky N.V., Shchipakin M.V. Sources of blood supply to the liver of domestic cats. Issues of regulatory regulation in veterinary medicine. 2017;2:123-125. (In Russ)
6. Bylinskaya D.S., Zelenevsky N.V., Shchipakin M.V. Macromorphology and the main sources of liver vascularization of domestic cats. Hippology and veterinary medicine. 2017;2(24): pp. 93-97. (In Russ)
7. Shchipakin M.V., Prusakov A.V., Pishvanov S.Yu. Features of the biliary system of the dachshund liver. International Bulletin of Veterinary Medicine. 2016;2:66-70. (In Russ)
8. Prusakov A.V., Zelenevsky N.V., Shchipakin M.V. Methods of studying the biliary tract in animals. International Bulletin of Veterinary Medicine. 2017;3:77-81. (In Russ)
9. Ponamarev V.S., Bylinskaya D.S., Popova O.S. Certificate of state registration of the database No. 2025624916 Russian Federation. In the levels of CYPOR liver homogenates of laboratory animals: application no. 10/14/2025: published on 11/06/2025 the applicant is the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine". (In Russ)
10. Barteneva Yu.Y., Zelenevsky N.V., Prusakov A.V. Features of the histological organization of liver tissues of black-and-white cows depending on the level of milk productivity. Current issues of veterinary biology. 2022;3(55):84-87. (In Russ) DOI 10.24412/2074-5036-2022-3-84-87
11. Prusakova A.V., Zelenevsky N.V. Arterial blood supply to the liver of the Anglo-Nubian goat breed. Hippology and veterinary medicine. 2019;3(33):122-124. (In Russ)
12. Prusakova A.V., Zelenevsky N.V., Prusakov A.V. Ultrastructural organization of the mucous membrane of the gallbladder of the Anglo-Nubian goat. Scientific and veterinary Forum. 2024;3:165-169. (In Russ) DOI 10.30466/vrf.2024.2011081.4005
13. Lanan N. Quantitative histomorphology of liver growth in sheep at prenatal and intrauterine stages. Anat. Histol. Embryol. 1996;1:43-48.
14. Lipez-Andujar R., Moya A., Montalva E. Lessons learned from anatomical variants of the hepatic artery in 1081 transplanted livers. Liver transplantation. 2007;10:1404-1414.
15. Kan Z., Madoff D.S. Anatomy of the liver: microcirculation in the liver. Internet radio Semina. 2008; 2:77-85.

Поступила в редакцию / Received: 07.04.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 28.04.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПЕЧЕНИ КУР-НЕСУШЕК ПРИ СКАРМЛИВАНИИ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «ГЕРБАСТОР»

Юрий Русланович Берлинский^{1✉}, Руслан Александрович Мерзленко²,
Анастасия Александровна Колесникова³

^{1,2,3}Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, Российская Федерация

¹ассистент факультета ветеринарной медицины, e-mail: berlinskyury99@yandex.ru

²д-р. ветеринар. наук, проф. факультета ветеринарной медицины, orcid.org/0000-0003-1496-0814

³специалист-эксперт

РЕФЕРАТ

В данной статье представлены результаты изучения влияния кормовой добавки «Гербастор» на морфологическое состояние печени кур-несушек. Экспериментально установлено, что макроскопические показатели печени несушек опытной группы, в отличие от контрольной, не имели патологических изменений: окраска, форма и консистенция органа соответствовали физиологической норме. Гистологическая картина печеночной ткани также характеризовалась отсутствием патологических процессов: границы гепатоцитов были четкими, печеночные дольки сохраняли балочное строение. В то же время у птицы контрольной группы наблюдались выраженные признаки жировой дистрофии печени: орган был увеличен в размере, имел притупленные края и рыхлую консистенцию. При микроскопии тканей визуализировались увеличенные гепатоциты с мутной цитоплазмой, содержащей включения триглицеридов.

Ключевые слова: куры-несушки, печень, морфология, гепатоз, гепатопротектор.

Для цитирования: Берлинский Ю.Р., Мерзленко Р.А., Колесникова А.А. Морфологическое состояние печени кур-несушек при скормливании кормовой добавки «Гербастор». Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:209-212. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.209>

MORPHOLOGICAL STATE OF THE LIVER OF LAYING HENS WHEN FED A FEED ADDITIVE «HERBASTOR»

Yuri R. Berlinskiy^{1✉}, Ruslan A. Merzlenko², Anastasia A. Kolesnikova³

^{1,2,3}Belgorod State Agricultural University named after V.Y. Gorin, Russian Federation

¹Assistant at the faculty of veterinary medicine, e-mail: berlinskyury99@yandex.ru

²Dr. of Veterinary Sciences, prof. at the faculty of veterinary medicine, e-mail: merzlenko2012@yandex.ru, orcid.org/0000-0003-1496-0814

³Specialist-Expert

ABSTRACT

This article presents the results of a study of the effect of the feed additive "Herbastor" on the morphological condition of the liver of laying hens. It was experimentally established that the macroscopic parameters of the liver of laying hens in the experimental group, unlike those in the control group, did not exhibit any pathological changes: the color, shape, and consistency of the organ were within physiological norms. The histological appearance of the liver tissue was also characterized by the absence of pathological processes: hepatocyte boundaries were clear, and the liver lobules retained a beam-like structure. However, birds in the control group showed pronounced signs of fatty liver disease: the organ was enlarged, had blunted edges, and a loose consistency. Microscopy of the tissue revealed enlarged hepatocytes with turbid cytoplasm containing triglyceride inclusions.

Key words: laying hens, liver, morphology, hepatosis, hepatoprotector.

For citation: Berlinsky Yu.R., Merzlenko R.A., Kolesnikova A.A. Morphological state of the liver of laying hens when fed a feed additive "Herbastor". Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:209-212. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.209>

ВВЕДЕНИЕ

Современное промышленное птицеводство ориентировано на максимальную реализацию генетического потенциала яичной и мясной продуктивности, что неизбежно связано с интенсификацией обменных процессов в организме птицы. Обеспечение продовольственной безопасности и высокая рентабельность птицеводства невозможны без сохранения здоровья метаболически нагруженных органов птицы. Высокая продуктивная нагрузка, технологические стрессы, кормовые факторы приводят к патологиям гепатобилиарной системы [6].

Печень несушек выполняет ключевые физио-

логические функции: участвует в пищеварении, метаболизме белков, липидов и углеводов, депонировании гликогена и жирорастворимых витаминов, а также в процессах детоксикации ксенобиотиков и эндотоксинов [1, 7]. У кур-несушек функциональная нагрузка на гепатобилиарную систему особенно велика в связи с интенсивным липогенезом и вителлогенезом (синтез и накопление желтка) в период яйцекладки. Любые нарушения морфофункционального состояния печени приводят к ряду негативных последствий, в том числе нарушение метаболизма, снижение резистентности организма, яичной продуктивности, ухудшению качества инкубационного и то-

варного яйца, росту падежа, что наносит существенный экономический ущерб [3, 5].

Одной из часто возникающей патологией печени кур является её жировое перерождение (дистрофия). Впервые оно было описано у производственных кур Каучем в 1956 году [10]. Это довольно серьёзное, часто скрыто протекающее метаболическое заболевание, которое характеризуется чрезмерным накоплением липидов в клетках печени и брюшной полости. Как следствие происходит разрыв гепатоцитов сопровождающийся кровотечением и гибелью птицы [11].

В настоящее время отечественные и зарубежные учёные исследуют различные вещества и их комбинации, способствующие защитить печень от различного рода повреждающих её веществ, а также повысить естественную резистентность и продуктивность животных. Среди таких средств особое место занимают пробиотики, пребиотики, фитобиотики, а также их комбинация в виде симбиотиков. Многочисленными исследованиями доказано позитивное влияние на переваримость, всасывание питательных веществ, подавление роста патогенной микрофлоры и модуляцию иммунного ответа [9].

Несмотря на их обширное исследование по влиянию на желудочно-кишечный тракт, их системное воздействие на паренхиматозные органы, в частности на печень, остается недостаточно изученным. В большинстве работ акцент делается на продуктивные показатели и биохимические показатели сыворотки крови, тогда как гистоморфологические критерии остаются недостаточно изученными. Между тем, именно морфологические изменения являются наиболее объективным и достоверным показателем долгосрочного влияния кормовой добавки на организм [4, 8].

Целью нашей работы является изучение влияния кормовой добавки «Гербастор» на морфологическую характеристику печени кур-несушек.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Эксперимент проводили в оборудованном птичнике на базе УНИЦ «Агротехнопарк» Белгородского ГАУ. Объектом исследования являлись куры-несушки кросса Браун Ник. Для проведения исследования из общего поголовья нами были отобраны 1000 голов кур-несушек и разделены на две равные группы (контрольная и опытная). Контрольной группе скармливали полноценный сбалансированный рацион согласно рекомендуемым нормам. Опытная группа дополнительно к рациону получала кормовую добавку «Гербастор» в дозе 0,7 кг/т корма. «Гербастор» применяли три курса по 60 суток с 30 суточным интервалом между курсами.

По завершению эксперимента из каждой группы подвергали убою по три головы кур-несушек для патологоморфологического и гистологического исследований. Вскрытие птицы осуществляли руководствуясь методикой Комарова А.В. (1981г.) [2]. Для гистологического исследования производили отбор из каждой группы кусочков печени. Материал фиксировали в 10 %ном растворе нейтрального формалина, после обезвоживали спиртом по возрастающей концен-

трации. Уплотнение материала производили заливкой его в парафин. Срезы окрашивали гематоксилином и эозином для морфологической оценки гистосрезов. Срезы толщиной до 6 мкм изготавливали на ротационном микротоме Leica RM2265. Полученные гистопрепараты анализировали в программе «ВидеоТест-Морфология»

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При изучении влияния кормовой добавки «Гербастор» на морфологию печени кур-несушек производили их убой и патологоанатомическое вскрытие. Далее производили визуальный осмотр печени и грудобрюшной полости несушек. Макроскопическую оценку печени производили по следующим параметрам: цвет, форма, размер, консистенция, состояние капсулы органа.

Нами было установлено, что печень кур-несушек опытной группы имела дольчатое строение, равномерно окрашена, красно-коричневого цвета, форма и размер соответствовали норме, консистенция упругая, капсула прозрачная, блестящая, гладкая, не напряжена (рисунок 1).

Гистологический анализ органа подтверждает сохранность архитектоники паренхимы. Границы печеночных долек четко идентифицируются благодаря наличию портальных трактов. Паренхима органа представлена печеночными балками, расположенными радиально (кольцевидно). Отчетливо визуализируются хорошо развитые паренхиматозные структуры, между которыми определяются синусоидные капилляры с наличием активных звездчатых макрофагов (клеток Купфера). Отмечается удовлетворительное развитие междольковой соединительной ткани и выраженная структурированность печеночных балок. Цитоплазма гепатоцитов характеризуется пиронинофильностью, что указывает на высокий уровень метаболической активности клеток. Клеточные границы гепатоцитов четкие, ядра в большинстве клеток занимают центральное положение. Перисинусоидальные пространства хорошо различимы (рисунок 2).

При макроскопическом исследовании печени кур-несушек контрольной группы выявлены характерные патоморфологические изменения. Орган неравномерно окрашен, с обширными участками серо-глинистого оттенка, что свидетельствует о нарушении трофики тканей. Печень увеличена в объеме, края ее притуплены, форма изменена, поверхность остается гладкой, консистенция рыхлая. Капсула тонкая, при пальпации утрачивает эластичность и легко разрывается. На срезе паренхима выступает за пределы стромы, на лезвии ножа остается жировой налет, что указывает на жировую инфильтрацию. Помимо изменений в печени, у особей контрольной группы зафиксировано избыточное отложение висцерального жира светло-желтого цвета, что в совокупности с вышеописанными признаками свидетельствует о развитии жировой дистрофии органа (рисунок 3).

На рисунке 4 представлена микротофотография печени кур-несушек контрольной группы. В ходе изучения снимка выявили выраженную дистрофию органа. Гистоархитектоника органа нарушена вследствие диффузной дискомплексации балочной структуры, печёночные дольки располо-



Рисунок 1. Печень курицы-несушки опытной группы. Макроскопически орган без визуальных патологоанатомических изменений (фото Берлинский Ю.Р.)

Figure 1. Liver of a laying hen from the experimental group. Macroscopically, the organ shows no visual pathological changes (photo by Yu.R. Berlinsky).



Рисунок 3. Печень курицы-несушки контрольной группы. Отчётливые макроскопические признаки жировой дистрофии (фото Берлинский Ю.Р.)

Figure 3. Liver of a laying hen from the control group. Clear macroscopic signs of fatty degeneration (photo by Yu.R. Berlinsky)

жены неупорядоченно, цитоплазма гепатоцитов мутная почти не просматривается зернистость. Гепатоциты увеличены, ядра вытеснены к периферии. На снимке видны многочисленные участки белого цвета – это скопления жировых вакуолей в цитоплазме гепатоцитов. Визуализировали лимфоцитарные скопления, а также гиперемии центральных вен и гемокапилляров. Плохо просматриваются межклеточные пересинусоидальные пространства, местами сужены и почти не прослеживаются клетки эндотелия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наши исследования позволили подробнее

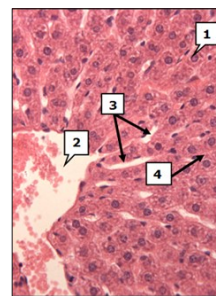


Рисунок 2. Микрофотография участка печени курицы-несушки опытной группы. Окраска гематоксилин-эозин. Увеличение: x400.

Figure 2. Micrograph of a section of the liver of a laying hen from the experimental group. Hematoxylin and eosin staining. Magnification: x400.

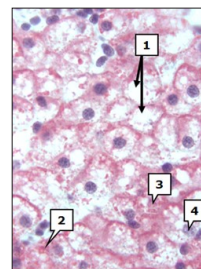


Рисунок 4. Микрофотография участка печени курицы-несушки контрольной группы. Окраска гематоксилин + эозин. Увеличение: x400. 1 – крупные капли жира в цитоплазме; 2 – дискомплексация балочной структуры; 3 – очаги микронекроза; 4 – пикноз ядра.

Figure 4. Micrograph of a section of liver of a laying hen from the control group. Hematoxylin and eosin staining. Magnification: x400. 1 – large fat droplets in the cytoplasm; 2 – discomplexation of the beam structure; 3 – foci of micronecrosis; 4 – pyknosis of the nucleus.

изучить влияние кормовой добавки «Гербастор» на печень кур-несушек и её клеточные структуры. Включение в рацион 0,7 кг на тонну корма кормовой добавки оказывает протективное действие, которое проявляется в предотвращении развития патологических изменений в печени, на макроскопическом и микроскопическом уровне.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Зеленовский, Н.В., Щипакин, М.В., Зеленовский, К.Н. Анатомия животных: Практикум: учебное пособие для вузов. Издание второе, стереотипное. Санкт-Петербург: Лань. 2025: 696 с.
2. Комаров, А.В. Анатомическое вскрытие и изучение особенностей строения тела домашних птиц. Елгава: ЛСХА. 1981: 19 с.
3. Курдеко, А.П., Ковалев С.П., Алешкевич В.Н. и др. Методы диагностики болезней сельскохозяйственных животных: учебное пособие для вузов. Издание четвертое, стереотипное. Санкт-Петербург: Лань. 2023: 208 с.
4. Олива, Т.В., Капустин, Р.Ф. Морфофункциональная характеристика алиментарного воздействия на организм птицы. Морфология. 2008;133(4): 85.
5. Шестаков, В.А., Лыско, С.А., Сунцова, О.А., Задорожная, М.В. Патоморфология печени кур при применении растительных гепатопротекторов. Ветеринарный врач. 2015;4: 33-37.
6. Колесниченко, С.П., Денисова, Ф.К., Резниченко, Л.В., Денисова, Н.А. Применение новой биологически-активной добавки для профилактики гепатозов сельскохозяйственной птицы. Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2017; 232(4):80-85.
7. Гласкович, А.А., Гласкович, М.А., Гласкович, С.А., Капитонова, Е.А. Сравнительные морфологические изменения печени бройлеров при введении в рацион биологически активных добавок различного

механизма действия. Наука, инновации, общество: актуальные вопросы и современные аспекты. Пенза: Наука и Просвещение. 2024: 152-180.

8. Польский, В.С., Резниченко А.А., Водяницкая С.Н. и др. Фармакологическая эффективность липофоса при гепатозах кур-несушек. Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2024;2(50): 261-266.

9. Юрина, А.С., Мерзленко Р.А. Морфологические изменения в тимусе, селезенке и печени кур-несушек после применения биологически активной добавки «Виготон». Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2019;237(1): 203-207.

10. Couch, J.R. Fatty livers in laying hens – a condition which may occur as a result of increased strain. *Feedstuffs*. 1956;28(47): 46.

11. Feng Y. et al. Probiotic supplementation alleviates corticosterone-induced fatty liver disease by regulating hepatic lipogenesis and increasing gut microbiota diversity in broilers. *Microorganisms*. 2025;13(1): 200.

REFERENCES

1. Zelenevsky, N.V., Shchipakin, M.V., Zelenevsky, K.N. *Animal Anatomy: A Practical Guide: A Textbook for Universities*. Second edition, stereotyped. St. Petersburg: Lan. 2025: 696 p. (in Russ)

2. Komarov, A.V. *Anatomical Dissection and Study of Body Structural Features of Domestic Birds*. Jelgava: LSHA. 1981: 19 p. (in Russ)

3. Kurdeko, A.P., Kovalev, S.P., Aleshkevich, V.N. et al. *Methods for Diagnosing Diseases of Farm Animals: A Textbook for Universities*. Fourth edition, stereotyped. St. Petersburg: Lan. 2023: 208 p. (in Russ)

4. Oliva T.V., Kapustin R.F. Morphofunctional characteristics of the alimentary effect on the poultry organism. *Morphology*. 2008;133(4): 85. (in Russ)

5. Shestakov, V.A., Lysko, S.A., Suntsova, O.A., Zadorozhnaya, M.V. Pathomorphology of the chicken liver with the use of herbal hepatoprotectors. *Veterinarian*. 2015;4: 33-37. (in Russ)

6. Kolesnichenko S.P., Denisova F.K., Reznichenko L.V., Denisova N.A. Use of a new biologically active additive for the prevention of hepatitis in poultry. *Scientific Notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman*. 2017;232(4):80-85. (in Russ)

7. Glaskovich, A.A., Glaskovich, M.A., Glaskovich, S.A., Kapitonova E.A. Comparative morphological changes in the liver of broilers upon introduction of biologically active additives with different mechanisms of action into the diet. *Science, innovation, society: current issues and modern aspects*. Penza: Science and Education. 2024:152-180. (in Russ)

8. Polsky, V.S., Reznichenko, A.A., Vodyanitskaya, S.N. et al. Pharmacological efficacy of lipophos in hepatitis of laying hens. *Russian journal Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology*. 2024;2 (50): 261-266. (in Russ)

9. Yurina, A.S., Merzlenko, R.A. Morphological changes in the thymus, spleen and liver of laying hens after the use of the biologically active additive «Vigoton». *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman*. 2019;237(1): 203-207. (in Russ)

10. Couch J.R. Fatty livers in laying hens – a condition which may occur as a result of increased strain. *Feedstuffs*. 1956;28(47):46.

11. Feng, Y. et al. Probiotic supplementation alleviates corticosterone-induced fatty liver disease by regulating hepatic lipogenesis and increasing gut microbiota diversity in broilers. *Microorganisms*. 2025;13(1): 200.

Поступила в редакцию / Received: 17.03.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 17.06.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

ОЦЕНКА МИНЕРАЛЬНОГО ОБМЕНА У ПЕРВОТЕЛОК И ТЕЛЯТ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ ПРИ СУБКЛИНИЧЕСКОМ КЕТОЗЕ

Елизавета Михайловна Протасова¹, Наталья Анатольевна Кочуева^{2✉}

^{1,2}Костромская государственная сельскохозяйственная академия, Российская Федерация

¹аспирант, orcid.org/0009-0003-8133-5071

²д-р биол. наук, проф., email: kochueva_n@mail.ru, orcid.org/0000-0002-6637-4924

РЕФЕРАТ

Исследования проводили на базе сельскохозяйственного предприятия Костромской области. С целью изучения показателей минерального обмена при субклиническом кетозе у первотелок голштинской породы и у полученных от них телят было сформировано две группы первотелок: подопытная группа – первотелки с признаками субклинического кетоза (n=20); контрольная группа – клинически здоровые первотелки (n=10). Диагноз на субклинический кетоз устанавливали на 4-й день после отела при содержании кетоновых тел в крови свыше 1,2 ммоль/л. Также были скомплектованы две группы телят голштинской породы: подопытная группа – телята, полученные от первотелок с признаками субклинического кетоза (n=20); контрольная группа – телята от клинически здоровых первотелок (n=10). В сыворотке крови определяли количество общего кальция, неорганического фосфора, магния, а также индексы Ca/P, Ca/Mg, Mg/P. Результаты исследования установлено, что в сыворотке крови у первотелок голштинской породы при субклиническом кетозе на 4-й день лактации наблюдается более низкое содержания кальция на 13,0% и фосфора на 16,4% при высоком уровне магния. У телят, полученных от первотелок больных субклиническим кетозом, в сыворотке крови при почти равных значениях общего кальция были меньше показатели неорганического фосфора на 13,5% и магния на 13,7%. Повышение у больных субклиническим кетозом соотношения Ca/P и Ca/Mg при низких таковых индексах у телят, полученных от этих матерей, может отражать компенсаторную реакцию на метаболический стресс и электролитный дисбаланс, характерный для субклинического кетоза, как у первотелок–матерей, так и у полученных от них телят.

Ключевые слова: минеральный обмен, первотелки, телята, голштинская порода, субклинический кетоз.

Для цитирования: Протасова Е.М., Кочуева Н.А. Оценка минерального обмена у первотелок и телят голштинской породы при субклиническом кетозе. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:213-216. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.213>

EVALUATION OF MINERAL METABOLISM IN HEIFERS AND HOLSTEIN CALVES WITH SUBCLINICAL KETOSIS

Elizaveta M. Protasova¹, Natalya A. Kochueva^{2✉}

^{1,2}Kostroma State Agricultural Academy, Russian Federation

¹Postgraduate student, orcid.org/0009-0003-8133-5071

²Doctor of Biological Sciences, Professor, email: kochueva_n@mail.ru, orcid.org/0000-0002-6637-4924

ABSTRACT

The research was conducted at an agricultural enterprise in the Kostroma region. To study the indicators of mineral metabolism in heifers with subclinical ketosis and their calves, two groups of heifers were formed: the experimental group – heifers showing signs of subclinical ketosis (n=20); the control group – clinically healthy heifers (n=10). The diagnosis of subclinical ketosis was established on the 4th day after calving when the concentration of ketone bodies in the blood exceeded 1.2 mmol/L. Two groups of Holstein calves were also formed: the experimental group – calves born to heifers with signs of subclinical ketosis (n=20); the control group – calves from clinically healthy heifers (n=10). Serum samples were analyzed for total calcium, inorganic phosphorus, magnesium, and the ratios of Ca/P, Ca/Mg, and Mg/P. The results indicated that in the serum of Holstein heifers with subclinical ketosis on the 4th day of lactation, there was a 13.0% lower calcium level and a 16.4% lower phosphorus level, alongside a high magnesium level. In calves born to heifers suffering from subclinical ketosis, serum analysis revealed a 13.5% lower inorganic phosphorus level and a 13.7% lower magnesium level, despite nearly equal total calcium levels. The increased Ca/P and Ca/Mg ratios in heifers with subclinical ketosis, alongside low ratios in their calves, may reflect a compensatory response to metabolic stress and electrolyte imbalance characteristic of subclinical ketosis in both the heifer mothers and their calves.

Key words: mineral metabolism, first-calf heifers, calves, Holstein breed, subclinical ketosis.

For citation: Protasova E.M., Kochueva N.A. Evaluation of mineral metabolism in heifers and holstein calves with subclinical ketosis. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:213-216. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.213>

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях одним из важнейших жизнеобеспечивающих секторов аграрного производства является скотоводство, где с максимальной степенью используют потенциально заложенную генетическую продуктивность молочного скота при максимальной интенсификации производства [1]. Интенсификация молочного скотоводства сопряжена с высокими нагрузками на организм животных, увеличивающимися пропорционально их продуктивности и провоцирующими развитие нарушений обмена веществ. Стойкое напряжение обменных процессов в организме может привести к серьезным заболеваниям, одним из которых является кетоз молочных коров, который сопровождается глубокими нарушениями всех видов обмена и преимущественно протекает в субклинической форме [2, 3, 4].

Минеральный обмен играет определяющую роль в поддержании гомеостаза организма коров и реализации генетического потенциала молочной продуктивности и качества получаемого потомства. Нарушения метаболизма зачастую обусловлены длительным дисбалансом между потребностями организма и поступлением минеральных элементов с кормом, что обостряется в транзитный и новотельный период [5]. Патологии обмена веществ, в частности кетоз коров-матерей, оказывают негативное влияние на антенатальное развитие плода, что может быть причиной рождения молодняка с метаболическими нарушениями [1, 4]. Развитие кетогенной ситуации в организме транзитных коров оказывает значительное негативное влияние также на состояние минерального обмена, что приводит к закономерному влиянию кетоза на минеральный обмен у телят первых недель жизни [1, 4, 6].

Таким образом, изучение особенностей минерального обмена у коров с кетозом остается актуальной научной задачей, решение которой позволит разработать эффективные меры профилактики и коррекции метаболических нарушений в молочном скотоводстве.

Цель исследования – изучить показатели минерального обмена при субклиническом кетозе у первотелок голштинской породы и у полученных от них телят.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на базе сельскохозяйственного предприятия ООО «Сушево» Костромской области Костромского района, специализирующемся на разведении крупного рогатого скота голштинской породы в два этапа. На первом этапе исследования было сформировано две группы первотелок голштинской породы: подопытная группа – первотелки с признаками субклинического кетоза ($n=20$); контрольная группа – клинически здоровые первотелки ($n=10$). Диагноз на субклинический кетоз устанавливали на 4-й день после отела при содержании кетоновых тел в крови свыше 1,2 ммоль/л. На втором этапе были сформированы две группы телят голштинской породы: подопытная группа – телята, полученные от первотелок с признаками субклинического кетоза ($n=20$); контрольная

группа – телята от клинически здоровых первотелок ($n=10$).

Кровь у животных отбирали в утренние часы до кормления, у первотелок на 4-й день после отела из подхвостовой вены, у телят на 4-й день жизни из яремной вены по общепринятой методике. Исследование биохимических показателей проводилось в аккредитованной лаборатории «ВЕТТЕСТ» (РФ, г. Москва). В сыворотке крови определяли количество общего кальция (Ca, ммоль/л), неорганического фосфора (P, ммоль/л), магния (Mg, ммоль/л), а также индексы Ca/P, Ca/Mg, Mg/P. Для статистического анализа данных использовали программное обеспечение MS Excel. Достоверность различия сравниваемых показателей оценивали методом по t-критерию Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты содержания показателей минерального обмена в сыворотке крови первотелок и телят при субклиническом кетозе представлены в таблицах 1-2.

Содержание общего кальция в сыворотке крови у первотелок в обеих группах было ниже референсных значений (см. табл. 1). При этом у животных с субклиническим кетозом уровень общего кальция был меньше на 13,0% ($P<0,05$), чем у здоровых. Сходная закономерность была отмечена и в отношении концентрации неорганического фосфора: данный показатель у больных животных был на 16,4% ($P<0,05$) ниже, чем в контрольной группе (см. табл. 1). Исследователи отмечали, что снижение содержания общего кальция в крови характерно для коров при кетозе, в то же время уровень фосфора у таких животных часто не имеет различий или был выше, чем у здоровых, что может свидетельствовать о развитии субклинической формы гипокальциемии [2, 7].

У молодняка обеих групп содержание общего кальция находилось в пределах физиологических границ, в то время как количество неорганического фосфора их превышало (см. табл. 2). При этом концентрации общего кальция у всех телят была почти одинаковая, то уровень неорганического фосфора у молодняка, полученного от больных первотелок, был меньше на 13,5% ($P<0,001$).

В ходе исследования установлено, что у животных с субклиническим кетозом уровень магния в крови был выше на 10,2%, но в целом данный показатель в двух группах оставался в референсных пределах (см. табл. 1). Однако содержание магния в крови телят обеих групп было ниже рекомендуемых интервалов, но при этом в группе телят, полученных от больных первотелок, количество магния было на 13,7% меньше, чем у телят другой группы (см. табл. 2). Zhang Z. et al. (2011) отмечают, что при субклиническом кетозе уровень магния может оставаться в пределах референсных значений [8]. Однако Ünal C.N. et al. (2025) указывают на характерное при кетозе понижение содержания магния при повышении уровня неэтерифицированных жирных кислот в крови и ацидозе [5]. Снижение уровня минеральных элементов в крови телят, полученных от коров, больных кетозом многие авторы связывают с токсическим влиянием кетоновых тел, преодолевающих плацентарный барьер и негативно

Таблица 1. Показатели минерального обмена первотелок голштинской породы при субклиническом кетозе.

Table 1. Mineral metabolism indices in Holstein first-calf heifers with subclinical ketosis.

Показатель	Подопытная группа первотелок, n=20	Контрольная группа первотелок, n=10	Референсные значения [4]
Общий кальций, ммоль/л	2,07±0,13*	2,38±0,05	2,5-3,13
Неорганический фосфор, ммоль/л	1,84±0,07*	2,20±0,16	1,45-1,94
Магний, ммоль/л	0,98±0,06	0,88±0,07	0,82-1,23
Ca/P	1,14±0,07	1,17±0,15	1,5-2,0
Ca/Mg	2,29±0,20***	2,83±0,21	≥2,9
Mg/P	0,50±0,09	0,42±0,04	0,5

Примечание: * — $P < 0,05$; *** — $P < 0,001$, различия достоверны по отношению к показателям контрольной группы.

Таблица 2. Показатели минерального обмена телят голштинской породы при субклиническом кетозе матерей-первотелок.

Table 2. Mineral metabolism indices in Holstein calves with subclinical ketosis in first-calf mothers.

Показатель	Подопытная группа телят, n=20	Контрольная группа телят, n=10	Референсные значения [4]
Общий кальций, ммоль/л	2,97±0,09	3,00±0,06	2,7-3,2
Неорганический фосфор, ммоль/л	2,67±0,11***	3,12±0,12	1,5-2,3
Магний, ммоль/л	0,82±0,07	0,95±0,11	1,35-1,39
Ca/P	1,17±0,09*	0,97±0,04	1,5-2,0
Ca/Mg	4,78±0,97	3,48±0,30	≥2,9
Mg/P	0,32±0,03	0,32±0,05	0,5

Примечание: * — $P < 0,05$; *** — $P < 0,001$, различия достоверны по отношению к показателям контрольной группы.

воздействующих на плод в антенатальный период [1, 4].

Особого внимания заслуживает анализ индекса Ca/P у разных групп животных (см. табл. 1). Сохранение физиологического соотношения кальция и фосфора говорит о нормальном развитии телят [9]. В наших исследованиях оба значения индекса Ca/P оказались существенно ниже границ физиологической нормы, что свидетельствует о выраженном дисбалансе макроэлементов. В данном случае у животных, больных субклиническим кетозом, дисбаланс был обусловлен снижением концентрации кальция, а у здоровых коров – высоким уровнем фосфора. У телят, полученных от больных матерей, Ca/P-отношение было выше на 17,1% ($P < 0,05$) за счет значительно более низкого уровня фосфора в данной группе молодняка (см. табл. 2). Петрух И.М. (2015) считает, что кетоз, как глубокое нарушение метаболических процессов организма, влияет на регуляцию обмена кальция и фосфора, поскольку при данной патологии наблюдается изменение уровней паратгормона и кальцитонина, регулирующих обмен этих компонентов [10].

Наиболее выраженные межгрупповые различия у первотелок были зафиксированы при анализе соотношения Ca/Mg. В группе животных с субклиническим кетозом данный показатель был на 19,1% ($P < 0,001$) ниже значений, зарегистрированных в контрольной группе (см. табл. 1). Соотно-

шение Ca/Mg у телят обеих групп было в пределах рекомендуемых значений, однако низкое содержание магния в крови не позволяет положительно оценивать данный показатель (см. табл. 2).

Соотношение Mg/P у исследуемых животных не имело значимых различий и было низким как в группах первотелок-матерей, так и у полученных от них телят (см. табл. 1). Снижение данного показателя подчеркивает наличие гипомagneмии и повышенного содержания фосфора в крови животных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, у первотелок голштинской породы при субклиническом кетозе на 4-й день лактации в сыворотке крови наблюдается более низкое содержания кальция на 13,0% и фосфора на 16,4% при более высоком уровне магния. У телят, полученных от первотелок больных субклиническим кетозом, в сыворотке крови при почти равных значениях общего кальция можно наблюдать более низкие показатели неорганического фосфора на 13,5% и магния на 13,7 %.

Повышение у больных субклиническим кетозом соотношения Ca/P и Ca/Mg при низких таких индексах у телят, полученных от этих матерей, может отражать компенсаторную реакцию на метаболический стресс и электролитный дисбаланс, характерный для субклинического кетоза, как у первотелок-матерей, так и у полученных от них телят.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Требухов А.В., Эленшлегер А.А. Взаимосвязь основных показателей минерального обмена у больных кетозом коров и рождённых от них телят. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2016;5 (252): 48–55.

2. Требухов А.В. Некоторые показатели минерального обмена у больных кетозом коров. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016;1(135): 108–110.
3. Сабетова К.Д., Лемякин А.Д., Чаицкий А.А., Щеголев П.О., Баданина Л.С., Метляев Н.Ю., Дудихин А.С., Кочуева Н.А. Роль полиморфизма LEP R25C в предрасположенности коров к кетозу. Международный вестник ветеринарии. 2024;1: 415–426. DOI: 10.52419/issn2072-2419.2024.1.415
4. Требухов А.В., Эленшлегер А.А., Требухов А.В., Ковалёв С.П., Денисенко В.Н., Щербаков Г.Г., Яшин А.В. Кетоз коров и телят: учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань. 2022: 132. ISBN 978-5-8114-3488-6.
5. Ünal C.N., İnce M.A., Keçeci H., Uztimür M. Investigation of negative energy balance and biochemical parameters in dairy cows with hypomagnesemia developing in the fresh period. *Livestock Studies*. 2025;65: 071–077. DOI: 10.46897/livestockstudies.1847825
6. Дудихин А.С., Кочуева Н.А. Показатели минерального обмена у коров костромской породы при субклиническом кетозе. Эффективное животноводство. 2023;6(188): 50–51.
7. Корочкина Е.А. Опыт применения витаминно-минеральных болюсов молочным коровам в транзитный период (результаты экспериментального исследования в хозяйствах ленинградской области). Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2022;1: 71–75.
8. Zhang Z., Li X., Wang H., Guo C., Gao L., Liu L., Li Y. Concentrations of sodium, potassium, magnesium, and iron in the serum of dairy cows with subclinical ketosis. *Biological Trace Element Research*. 2011;144(1–3): 525–528. DOI: 10.1007/s12011-011-9131-9
9. Барышев В.А., Токарева О.А., Попова О.С., Токарев А.Н. Изучение влияния БАВ на рост и развитие телят. Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2018;4: 180–182.
10. Петрух И.М., Симонов М.Р., Влизло В.В. Минеральный гомеостаз у коров, больных кетозом, при лечении препаратом «Ремивитал». Научный вестник Львовского национального университета ветеринарной медицины и биотехнологий имени С. З. Гжицкого. 2015;17, 2 (62): 183–188.

REFERENCES

1. Trebukhov A.V., Elenshleger A.A. Relationship between the Main Parameters of Mineral Metabolism in Cows with Ketosis and Their Calves. *Siberian Bulletin of Agricultural Science*. 2016;5(252): 48–55. (in Russ)
2. Trebukhov A.V. Some Parameters of Mineral Metabolism in Cows with Ketosis. *Bulletin of Altai State Agrarian University*. 2016;1(135): 108–110. (in Russ)
3. Sabetova K.D., Lemyakin A.D., Chaitsky A.A., Shchegolev P.O., Badanina L.S., Metlyaev N.Yu., Dudikhin A.S., Kochueva N.A. The Role of LEP R25C Polymorphism in the Predisposition of Cows to Ketosis. *International Bulletin of Veterinary Medicine*. 2024;1: 415–426. (in Russ) DOI: 10.52419/issn2072-2419.2024.1.415
4. Trebukhov A.V., Elenshleger A.A., Trebukhov A.V., Kovalev S.P., Denisenko V.N., Shcherbakov G.G., Yashin A.V. Ketosis in cows and calves: a tutorial. St. Petersburg: Lan. 2022: 132. ISBN 978-5-8114-3488-6. (in Russ)
5. Ünal C.N., İnce M.A., Keçeci H., Uztimür M. Investigation of negative energy balance and biochemical parameters in dairy cows with hypomagnesemia developing in the fresh period. *Livestock Studies*. 2025;65: 071–077. DOI: 10.46897/livestockstudies.1847825
6. Dudikhin A.S., Kochueva N.A. Mineral metabolism indices in Kostroma cows with subclinical ketosis. *Effective Animal Husbandry*. 2023;6(188): 50–51. (in Russ)
7. Korochkina E.A. Experience of using vitamin and mineral boluses in dairy cows during the transition period (results of an experimental study on farms in the Leningrad Region). *Normative-legal regulation in veterinary medicine*. 2022;1: 71–75. (in Russ)
8. Zhang Z., Li X., Wang H., Guo C., Gao L., Liu L., Li Y. Concentrations of sodium, potassium, magnesium, and iron in the serum of dairy cows with subclinical ketosis. *Biological Trace Element Research*. 2011;144(1–3): 525–528. DOI: 10.1007/s12011-011-9131-9
9. Baryshev V.A., Tokareva O.A., Popova O.S., Tokarev A.N. Study of the effect of biologically active substances on the growth and development of calves. *Issues of legal regulation in veterinary medicine*. 2018;4: 180–182. (in Russ)
10. Petrukh I.M., Simonov M.R., Vlizlo V.V. Mineral homeostasis in cows with ketosis treated with Remivital. *Scientific Bulletin of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S. Z. Gzhytsky*. 2015;17, 2 (62): 183–188. (in Russ)

Поступила в редакцию / Received: 02.04.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 15.04.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ФАБРИЦИЕВОЙ СУМКИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ДОЗИРОВАННОГО НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД РАННЕГО ЭМБРИОГЕНЕЗА

Елена Сергеевна Федорова^{1✉}, Ольга Игоревна Станишевская²

^{1,2}Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста», Российская Федерация

¹канд. биол. наук, старший научный сотрудник, e-mail: Osot2005@yandex.ru, orcid.org/0000-0001-1618-6271

²д-р биол. наук, главный научный сотрудник, orcid.org/0000-0001-9504-3916

РЕФЕРАТ

Воздействие абиотических факторов в период раннего эмбрионального развития может служить методом управления онтогенезом с целью повышения адаптационных способностей кур. Основной целью данного исследования было апробировать технологический прием для повышения общей резистентности молодняка кур в критический период выращивания (первые 2 недели жизни) на птице современного коммерческого кросса.

Исследования проведены на цыплятах промышленного мясного кросса «Росс-308». При проведении исследований были использованы методики подготовки и окраски гистологических срезов бursы гематоксилином-эозином, синтеза кДНК и ПЦР-РВ для определения относительной экспрессии генов TLR7 и IL7. Режим инкубации яиц: 1 – 6 сутки 37,8°C, 7 – 17 сутки 37,5°C, 18 – 21 сутки 37,2 – 37,3°C. На 5,5 сутки инкубации проводили охлаждение эмбрионов опытных групп в течение 6 часов при +16...+18°C. Стресс-фактором, на фоне которого проводили оценку влияния режима инкубации на развитие (индекс, морфология) и функцию бursы (относительная экспрессия генов иммунитета TLR7 и IL7), была выбрана вакцинация цыплят живой вакциной против болезни Гамборо, или инфекционной бурсальной болезни (ИББ).

В результате исследований установлено, что однократное дозированное низкотемпературное воздействие в чувствительный период раннего эмбриогенеза способствует лучшему развитию бursы к 14-суточному возрасту (индекс бursы в опытной группе на 16 – 20 % выше, чем в контроле). После прививки от болезни Гамборо у цыплят опытной группы наблюдается меньшее угнетение бursы, в отличие от контрольной, в которой на 6-й день после вакцинации наблюдается увеличение лимфоидных фолликулов, уменьшение в них медуллярной зоны и увеличение корковой. Toll-подобные рецепторы у цыплят в опыте значительно быстрее индуцируют возникновение воспалительной реакции и выработку цитокинов в ответ на вакцинацию живой вакциной, о чем свидетельствует более высокий уровень пика экспрессии гена IL-7 (в 1,8 – 2,6 раза выше, $p < 0,001$) на 6-е сутки после вакцинации.

Ключевые слова: бройлеры, бурса, иммунитет, TLR7, IL-7.

Для цитирования: Федорова Е.С., Станишевская О.И. Особенности развития фабрициевой сумки цыплят-бройлеров в результате дозированного низкотемпературного воздействия в чувствительный период раннего эмбриогенеза. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:217-221. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.217>

FEATURES OF DEVELOPMENT OF THE BURSA FABRICIA IN BROILER CHICKENS RESULTING FROM DOSED LOW-TEMPERATURE EXPOSURE DURING THE SENSITIVE PERIOD OF EARLY EMBRYOGENESIS

Elena S. Fedorova^{1✉}, Olga Ig. Stanishevskaya²

^{1,2}All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals – Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Research Center for Animal Husbandry – All-Russian Research Institute of Livestock Breeding named after Academician L.K. Ernst”, Russian Federation

¹Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, e-mail: Osot2005@yandex.ru, orcid.org/0000-0001-1618-6271

²Dr. of Biological Sciences, Chief Researcher, orcid.org/0000-0001-9504-3916

ABSTRACT

The influence of abiotic factors during early embryonic development can serve as a method of managing ontogenesis in order to increase the adaptive abilities of chickens. The main purpose of this study was to test a technological technique to increase the overall resistance of chickens during the critical rearing period (the first 2 weeks of life) using commercial meat cross chickens.

The research was carried out on chickens of the "Ross-308" commercial meat cross. During the research, methods of preparation and staining of histological sections of bursa with hematoxylin-eosin, cDNA synthesis and PCR-RV were used to determine the relative expression of TLR7 and IL7 genes. Egg incubation mode: 1-6 days 37.8°C, 7-17 days 37.5°C, 18-21 days 37.2 – 37.3°C. On the 5.5 day of incubation, the embryos of the experimental groups were cooled for 6 hours at +16...+18°C. The stress factor used to assess the effect of the

incubation regime on development (index, morphology) and bursa function (relative expression of the TLR7 and IL7 immunity genes) was vaccination of chickens with a live Gumboro disease vaccine.

As a result of the research, it was found that a single dosed low-temperature exposure during the sensitive period of early embryogenesis contributes to the better development of bursa by the age of 14 days (the bursa index in the experimental group is 16 – 20 % higher than in the control group). After vaccination against Gumboro disease, chickens of the experimental group showed less bursa suppression, in contrast to the control group, in which, on the 6th day after vaccination, there was an increase in lymphoid follicles, a decrease in the medullary zone and an increase in the cortical zone. Toll-like receptors in chickens in the experiment significantly faster induce the occurrence of an inflammatory reaction and cytokine production in response to vaccination with a live vaccine, as evidenced by a higher peak level of IL-7 gene expression (1.8 – 2.6 times higher, $p < 0.001$) on the 6th day after vaccination.

Key words: broilers, bursa, immunity, TLR7, IL-7.

For citation: Fedorova E.S., Stanishevskaya O.I. Features of development of the bursa Fabricia in broiler chickens resulting from dosed low-temperature exposure during the sensitive period of early embryogenesis. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:217-221. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.217>

ВВЕДЕНИЕ

Адаптационные механизмы в раннем эмбриогенезе вовлечены в иммунологические процессы, лежащие в основе восприимчивости цыплят к инфекции. Исследованиями различных ученых доказано, что куриный транскриптом можно перепрограммировать путем манипуляций различными параметрами окружающей среды (например, температуры инкубации) во время раннего эмбриогенеза [1, 2].

Инфекционная бурсальная болезнь (ИББ), или болезнь Гамборо, может служить в качестве модельной инфекции при изучении механизмов формирования иммунобиологического статуса организма, поскольку является одним из самых серьезных инфекционных заболеваний в птицеводстве. Вирус ИББ атакует иммунную систему кур, разрушая В- и Т-клетки, что приводит к снижению лимфоцитов и последующей системной иммунной дисфункции. Неспособность поддерживать количество и популяцию лимфоцитов у кур, инфицированных ИББ, увеличивает восприимчивость к инфекции к другим патогенам, что приводит к гибели кур из-за вторичной инфекции. Кроме того, реакцию на вакцинацию против данного заболевания можно оценить также по показателям развития бursы (масса, индекс, морфология) [2].

Ранее нами было изучено влияние дозированного воздействия пониженных температур на кур генофондных пород в раннем онтогенезе, выявлено его влияние на адаптационные способности, специфическую резистентность и морфологию органа первичного иммунитета (бursы) [3].

В процессы поддержания иммунобиологического статуса организма вовлечено большое число генов. Одними из них являются гены Toll-подобного рецептора TLR7 и интерлейкина – IL7. TLR7 распознаёт одноцепочечную РНК вирусов, что является важным компонентом противовирусной защиты [4]. Согласно зарубежным исследованиям, вакцина против ИББ с адъювантом TIR-TLR7 способна модулировать клеточный иммунный ответ у обработанных цыплят [5]. IL-7, благодаря своим мощным иммуностимулирующим свойствам по восстановлению числа В-клеток после иммуносупрессии, может быть использован для лечения заболеваний, связанных с иммунодефицитом, а также способен усиливать иммуногенность вакци-

ны от ИББ, действуя как адъювант [6, 7].

Основной целью данного исследования было изучить особенности развития фабрициевой сумки цыплят-бройлеров после воздействия дозированного низкотемпературного воздействия в чувствительный период раннего эмбриогенеза с целью верификации технологического приема для повышения общей резистентности молодняка кур в критический период выращивания (первые 2 недели жизни) на птице современного коммерческого кросса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проведены на цыплятах промышленного мясного кросса «Росс-308». На инкубацию заложено 90 яиц (45 штук – контрольная группа, 45 – опытная). Режим инкубации яиц: 1 – 6 сутки 37,8°C, 7 – 17 сутки 37,5°C, 18 – 21 сутки 37,2 – 37,3°C. На 6-е сутки инкубации проводили охлаждение эмбрионов опытной группы в течение 6 часов при +16...+18°C. Для проведения исследований были отобраны цыплята одного срока вывода (500 – 505 часов инкубации) и со средней живой массой по группе в возрасте 14-суток. Эвтаназия цыплят проведена методом декапитации (протокол исследования был одобрен Комиссией по этике ВНИИГРЖ, протокол № 2 от 13 января 2025 года). Показатели развития бursы и профиля экспрессии генов иммунитета в бурсе 14-суточных цыплят-бройлеров на 6-е сутки после вакцинации от ИББ были оценены по 5 головам петушков и курочек в каждой группе.

В качестве стресс-фактора для оценки влияния режима инкубации на развитие бursы (масса, индекс, морфология) использовали вакцинацию цыплят против болезни Гамборо, или инфекционной бурсальной болезни (ИББ), которую проводили в 9-суточном возрасте живой сухой вакциной «Авивак-ИББ» (штамм Винтерфилд 2512). Индекс бursы рассчитывали как отношение массы бursы к массе тела цыпленка, помноженное на 1000.

При проведении исследований были использованы следующие методики и оборудование:

- ♦ подготовка и окраска гистологических срезов бursы (гематоксилином-эозином). Оценка гистологических препаратов была проведена с помощью люминесцентного микроскопа «БИОСКОП-4», цифровой камеры MC-8.3 и алгоритмов программного обеспечения MCView (ЛОМО, Россия);

♦ синтез кДНК с реагентами набора «Обратная транскриптаза M-MuLV-RH» и ПЦР-РВ с использованием «БиоМастер ОТ-ПЦР SYBR Blue (2×)» для определения относительной экспрессии в бурсе генов TLR7 и IL7.

Статистическая обработка материала с использованием функционала компьютерной программы MS Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате наших исследований установлено, что охлаждение эмбрионов в чувствительный период раннего эмбриогенеза способствовало лучшему развитию Фабрицевой сумки, о чем свидетельствует увеличение индекса бursы у 2-недельных цыплят промышленного мясного кросса опытной группы на 16 – 20% (табл. 1). Однако площадь лимфатических фолликулов в бурсе цыплят контрольной группы к 14-суточному возрасту была в среднем на 5% выше, чем у цыплят в опыте (рис.1).

Площадь коркового вещества у цыплят контрольной группы увеличивается, а мозгового – уменьшается по сравнению с опытом ($p < 0,001$). Вероятно, это объясняется реакцией на вакцинацию живой вакциной от ИББ, которую цыплята контрольной группы переносят хуже, чем цыплята в опыте. Полученные результаты полностью согласуются с литературными данными, согласо-

но которым наблюдается аналогичная закономерность реакции бursы в ответ на сильную антигенную стимуляцию [8].

Однако экспрессия данных генов в целевом органе вирусной репликации при инфицировании ИББ – фабрицевой сумке – был различным (табл. 1). Согласно литературным данным, на ранних стадиях инфекции ИББ экспрессия TLR7 снижается [9], а относительная экспрессия мРНК IL-7 достигает пика через 144 ч (6 суток) [10]. В результате проведенных исследований установлено, что относительная экспрессия гена TLR7 в бурсе цыплят опытной группы на 6-й день после вакцинации от ИББ на 13 – 30% ниже ($p < 0,05$), а гена IL-7 – в 1,8 – 2,6 раза выше ($p < 0,001$), чем у цыплят контрольной группы. Вероятно, это свидетельствует о том, что цыплята опытной группы легче переносят вакцинацию и более успешно справляются с вирусной инфекцией, поскольку их пиковые значения экспрессии гена IL-7 значительно выше, чем в контроле. Так, Toll-подобные рецепторы у цыплят в опыте значительно быстрее индуцируют возникновение воспалительной реакции и выработку цитокинов в ответ на вакцинацию живой вакциной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследований установлено, что однократное дозированное низкотемпературное

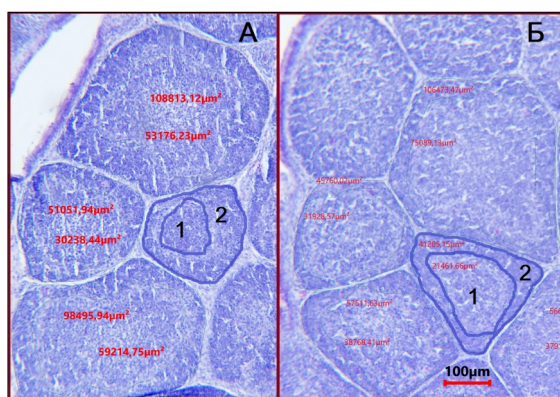


Рисунок 1. Гистологические срезы бursы 14-суточных цыплят-бройлеров: А – контрольная группа, Б – опытная группа. Строение фолликула бursы: 1 – мозговой слой, 2 – корковый слой. Ув. x10.

Figure 1. Histological sections of bursa of 14-day-old broiler chickens: А – control group, В – experimental group. The structure of the bursa follicle: 1 – the cerebral layer, 2 – the cortical layer. Magnification x10.

Таблица 1. Показатели развития бursы и профиля экспрессии генов иммунитета в бурсе 14-суточных цыплят-бройлеров (не менее 20 полей зрения на каждый образец)

Table 1. Indicators of bursa development and immune gene expression profile in bursa of 14-day-old broiler chickens (at least 20 fields of view for each sample)

Группа	Живая масса, г	Индекс бursы	Площадь фолликула, мкм ²	Доля мозгового вещества, %	Доля коркового вещества, %	Относительная экспрессия в бурсе генов	
						TLR7	IL7
Смешанная выборка (куры и петухи)							
Опыт n=10	453,0 ± 8,0	2,0 ^a ± 0,07	88446,0 ± 3307,0	61,0 ^a ± 0,8	39,0 ± 0,9	1,043 ± 0,028	0,00149 ^c ± 0,0002
Контроль n=10	444,0 ± 5,0	1,6 ^b ± 0,07	93424,0 ± 5002,0	55,0 ^b ± 1,1	45,0 ± 1,2	1,201 ± 0,086	0,00082 ^d ± 0,0001
Куры							
Опыт n=5	446,0 ± 9,0	1,9 ^a ± 0,06	84015,0 ± 3307,0	61,0 ^a ± 1,1	39,0 ± 1,0	0,936 ^e ± 0,004	0,00180 ^a ± 0,00006
Контроль n=5	446,0 ± 6,0	1,6 ^b ± 0,02	88435,0 ± 5002,0	55,0 ^b ± 1,3	45,0 ± 1,3	1,329 ^f ± 0,142	0,00069 ^b ± 0,00008

Различия статистически достоверны при a,b $p < 0,001$; c,d $p < 0,01$; e,f $p < 0,05$.

воздействие в чувствительный период раннего эмбриогенеза способствует лучшему развитию Фабрицевой сумки к 14-суточному возрасту (индекс бursы в опытной группе на 16 – 20% выше, чем в контроле). После прививки от ИББ живой лиофилизированной вакциной, у цыплят опытной группы наблюдается меньшее угнетение бursы, в отличие от контрольной, в которой на 6-й день после вакцинации наблюдается увеличение лимфоидных фолликулов, уменьшение в них медуллярной зоны и увеличение корковой.

Toll-подобные рецепторы у цыплят в опыте значительно быстрее индуцируют возникновение воспалительной реакции и выработку цитокинов в ответ на вакцинацию живой вакциной, о чем свидетельствует более высокий уровень пика экспрессии гена IL-7 (в 1,8 – 2,6 раза выше, $p < 0,001$) на 6-е сутки после вакцинации. Данный технологический прием может быть использован для повышения общей резистентности молодняка кур в критический период выращивания (первые 2 недели жизни).

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках темы Государственного задания №124020200029-4.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Amaz S.A., Poudel S., Pandey B.K., Burlakoti S., Jha R., Mishra B. Embryonic thermal manipulation improved early immunity in broiler chickens. *Front Physiol.* 2025;16:1670073. doi: 10.3389/fphys.2025
2. Liu Y., Xue G., Li S., Fu Y., Yin J., Zhang R., Li J. Effect of Intermittent and Mild Cold Stimulation on the Immune Function of Bursa in Broilers. *Animals (Basel)*. 2020;10(8):1275. doi: 10.3390/ani10081275
3. Федорова Е.С., Станишевская О.И. Низкотемпературное воздействие в раннем эмбриогенезе как метод повышения общей резистентности организма цыплят к инфекционным заболеваниям. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2023;24(6): 1029-1037. doi :10.30766/2072-9081.2023.24.6.1029-1037
4. Ramasamy K.T.; Verma P.; Reddy M.R.; Murugesan S. Molecular characterization of coding sequence and mRNA expression pattern of toll-like receptor 15 in Japanese Quail (*Coturnix japonica*) and Indigenous Chicken Breeds (Aseel and Kadaknath). *J. Poult. Sci.* 2011;48:168–175.
5. Ebrahimi M.M., Shahsavandi S., Shayan P. TIR-TLR7 as a Molecular Adjuvant: Simultaneous Enhancing Humoral and Cell-Mediated Immune Responses Against Inactivated Infectious Bursal Disease Virus. *Viral Immunol.* 2019;32(6):252-257. doi: 10.1089/vim.2018.0158
6. Huo S., Zhang J., Fan J., Wang X., Wu F., Zuo Y., Zhong F. Co-Expression of Chicken IL-2 and IL-7 Enhances the Immunogenicity and Protective Efficacy of a VP2-Expressing DNA Vaccine against IBDV in Chickens. *Viruses*. 2019;11(5):476. doi: 10.3390/v11050476
7. Huo S., Wang L., Zhang Y., Zhang J., Zuo Y., Xu J., Cui D., Li X., Zhong F. Molecular cloning of chicken IL-7 and characterization of its antiviral activity against IBDV *in vivo*. *Poult Sci.* 2016 Nov 1;95(11):2647-2654. doi: 10.3382/ps/pew251
8. Фомина А.С. Морфофункциональные реакции иммунокомпетентных органов серебристой чайки при экспериментальном заражении цестодой *diphyllobothrium dendriticum* / автореф.дисс., М. 2011: 20с.
9. Zhang S, Zheng S. Host Combats IBDV Infection at Both Protein and RNA Levels. *Viruses*. 2022;14(10):2309. doi: 10.3390/v1410230
10. Xu Z.Y., Yu Y., Ou C.B., Zhang Y.H., Liu T.Y., Wang Q.X., Ma J.Y. Differential expression of pro-inflammatory and anti-inflammatory genes of layer chicken bursa after experimental infection with infectious bursal disease virus. *Poult Sci.* 2019;98(11):5307-5314. doi: 10.3382/ps/pez312

REFERENCES

1. Amaz S.A., Poudel S., Pandey B.K., Burlakoti S., Jha R., Mishra B. Embryonic thermal manipulation improved early immunity in broiler chickens. *Front Physiol.* 2025;16:1670073. doi: 10.3389/fphys.2025
2. Liu Y., Xue G., Li S., Fu Y., Yin J., Zhang R., Li J. Effect of Intermittent and Mild Cold Stimulation on the Immune Function of Bursa in Broilers. *Animals (Basel)*. 2020;10(8):1275. doi: 10.3390/ani10081275
3. Fedorova E.S., Stanishevskaya O.I. Low-temperature exposure during early embryogenesis as a method for increasing the general resistance of chickens to infectious diseases. *Agrarian science of the Euro-North-East*. 2023;24(6): 1029-1037. (in Russ) doi :10.30766/2072-9081.2023.24.6.1029-1037
4. Ramasamy K.T.; Verma P.; Reddy M.R.; Murugesan S. Molecular characterization of coding sequence and mRNA expression pattern of toll-like receptor 15 in Japanese Quail (*Coturnix japonica*) and Indigenous Chicken Breeds (Aseel and Kadaknath). *J. Poult. Sci.* 2011;48:168–175.
5. Ebrahimi M.M., Shahsavandi S., Shayan P. TIR-TLR7 as a Molecular Adjuvant: Simultaneous Enhancing Humoral and Cell-Mediated Immune Responses Against Inactivated Infectious Bursal Disease Virus. *Viral Immunol.* 2019;32(6):252-257. doi: 10.1089/vim.2018.0158
6. Huo S., Zhang J., Fan J., Wang X., Wu F., Zuo Y., Zhong F. Co-Expression of Chicken IL-2 and IL-7 Enhances the Immunogenicity and Protective Efficacy of a VP2-Expressing DNA Vaccine against IBDV in Chickens. *Viruses*. 2019;11(5):476. doi: 10.3390/v11050476
7. Huo S., Wang L., Zhang Y., Zhang J., Zuo Y., Xu J., Cui D., Li X., Zhong F. Molecular cloning of chicken IL-7 and characterization of its antiviral activity against IBDV *in vivo*. *Poult Sci.* 2016 Nov 1;95(11):2647-2654. doi: 10.3382/ps/pew251
8. Fomina A.S. Morphofunctional reactions of immunocompetent organs of herring gulls during experimental

- infection with the cestode *diphyllbothrium dendriticum* / author's abstract. diss., Moscow: 2011: 20 p. (in Russ)
9. Zhang S, Zheng S. Host Combats IBDV Infection at Both Protein and RNA Levels. *Viruses*. 2022;14(10):2309. doi: 10.3390/v1410230
10. Xu Z.Y., Yu Y., Liu Y., Ou C.B., Zhang Y.H., Liu T.Y., Wang Q.X., Ma J.Y. Differential expression of pro-inflammatory and anti-inflammatory genes of layer chicken bursa after experimental infection with infectious bursal disease virus. *Poult Sci*. 2019;98(11):5307-5314. doi: 10.3382/ps/pez312

Поступила в редакцию / Received: 24.02.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 18.06.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

ОСОБЕННОСТИ СТАНОВЛЕНИЯ ИММУНИТЕТА В НЕОНАТАЛЬНЫЙ ПЕРИОД У ПОТОМСТВА ОТ КОРОВ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ С МЕТАБОЛИЧЕСКОЙ ДИСФУНКЦИЕЙ ПЕЧЕНИ

Антонина Павловна Порываева¹, Евгения Оганесовна Кузнецова^{2✉}, Людмила Ивановна Дроздова³,
Антон Евгеньевич Черницкий⁴

^{1,2,3,4}Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, Российская Федерация

¹д-р биол.наук, ведущий научный сотрудник, orcid.org/0000-0003-3224-1717

²старший специалист отдела репродуктивной биологии и неонатологии, e-mail: kuzjene@gmail.com, orcid.org/0009-0005-6275-3379

³д-р ветеринар.наук, проф., ведущий научный сотрудник отдела экологии и незаразной патологии, orcid.org/0000-0001-9689-1781

⁴д-р биол.наук, ведущий научный сотрудник отдела репродуктивной биологии и неонатологии, orcid.org/0000-0001-8953-687X

РЕФЕРАТ

Изучено влияние нарушений функции печени у коров-матерей голштинской породы на становление иммунитета у их потомства. Результаты исследования показали, что у коров-матерей с синдромами цитолиза и холестаза в III триместре беременности регистрируется эндогенная интоксикация различной степени тяжести. Доказано, что лишь в 12,1% случаев потомство, рожденное от коров с нарушением функции печени, имеет нормальный показатель физиологической зрелости (21–25 баллов по шкале VIGOR). Отмечено, что постнатальная гипоксия средней степени тяжести диагностирована в 40,0% случаев у телят от матерей с синдромом цитолиза и в 47,9% случаев от коров с синдромом холестаза; доля животных с ацидозом в этих группах составила 28,0% (соотношение лактат/пируват 18,9±1,7 у.е.) и 40,0% (соотношение лактат/пируват 24,5±2,2 у.е.) соответственно. В 66,7% случаев у потомства от коров с синдромом цитолиза выявлен дефицит пассивного гуморального иммунитета (общие иммуноглобулины 15,28±2,49 г/л), угнетение факторов неспецифической резистентности (БАСК 69,8±2,2%; ЛАСК 0,118±0,015 мг/мл) и нарушение дифференцировки нейтрофилов и лимфоцитов. Доказано, что в 84,6% случаев у потомства коров с синдромом холестаза уровень общих иммуноглобулинов ниже (13,17±2,22 г/л), чем у животных от здоровых матерей. У этих телят также выявлены напряжение гемопозитической системы (тромбоцитоз новорожденных 1791,6–1828,2×10⁹/л, соотношение нейтрофилов и лимфоцитов 0,84:1) и дисбаланс реакций врожденного иммунитета (БАСК 62,1±3,2%; ЛАСК 0,168±0,032 мг/мл).

Ключевые слова: телята, неонатальный период, резистентность организма, коровы-матери, нарушение функционального состояния печени.

Для цитирования: Порываева А. П., Кузнецова Е. О. Дроздова Л. И., Черницкий А. Е. Особенности становления иммунитета в неонатальный период у потомства от коров голштинской породы с метаболической дисфункцией печени. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:222-233. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.222>

FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF IMMUNITY IN THE NEONATAL PERIOD IN THE OFFSPRING OF HOLSTEIN COWS WITH METABOLIC LIVER DYSFUNCTION

Antonina P. Poryvaeva¹, Evgeniya Og. Kuznetsova^{2✉}, Lyudmila Iv. Drozdova³, Anton E. Chernitsky⁴
^{1,2,3,4}Ural Federal Agrarian Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Russian Federation

¹Dr. of Biological Sciences, Leading Researcher, orcid.org/0000-0003-3224-1717

²Senior Specialist, Department of Reproductive Biology and Neonatology, e-mail: kuzjene@gmail.com, orcid.org/0009-0005-6275-3379

³Dr. of Veterinary Sciences, Professor, Leading Researcher, Department of Ecology and Non-Communicable Pathology, orcid.org/0000-0001-9689-1781

⁴Dr. of Biological Sciences, Leading Researcher, Department of Reproductive biology and neonatology, orcid.org/0000-0001-8953-687X

REFERENCES

The effect of metabolic liver dysfunction in Holstein cows on the development of immunity in their offspring has been studied. The results of the study showed that endogenous intoxication of varying severity is registered in maternal cows with cytolysis and cholestasis syndromes in the third trimester of pregnancy. It has been proven that only in 12.1% of cases, offspring born from cows with impaired liver function have a normal physiological maturity index (21–25 points on the VIGOR scale). It was noted that postnatal hypoxia of moderate severity was diagnosed in 40.0% of cases in calves from mothers with cytolysis syndrome and in 47.9% of

cases from cows with cholestasis syndrome; the proportion of animals with acidosis in these groups was 28.0% (lactate/pyruvate ratio 18.9 ± 1.7 cu) and 40.0% (lactate ratio/pyruvate 24.5 ± 2.2 cu) accordingly. In 66.7% of cases, the offspring of cows with cytotoxic syndrome showed a deficiency of passive humoral immunity (total immunoglobulins 15.28 ± 2.49 g/l), inhibition of nonspecific resistance factors (BASC $69.8 \pm 2.2\%$; LASC 0.118 ± 0.015 mg/ml) and impaired differentiation of neutrophils and lymphocytes. It has been proven that in 84.6% of cases, the level of total immunoglobulins in the offspring of cows with cholestasis syndrome is lower (13.17 ± 2.22 g/l) than in animals from healthy mothers. Hematopoietic system strain was also detected in these calves (newborn thrombocytosis $1791.6 - 1828.2 \times 10^9/L$, neutrophil to lymphocyte ratio 0.84:1) and an imbalance of innate immune responses (BASC $62.1 \pm 3.2\%$; LASC 0.168 ± 0.032 mg/ml).

Key words: calves, neonatal period, body resistance, mother cows, hepatopathies.

For citation: Poryvaeva A.P., Kuznetsova E.O. Drozdova L.I., Chernitsky A.E. Features of the development of immunity in the neonatal period in the offspring of Holstein cows with metabolic liver dysfunction. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:222-233. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.222>

ВВЕДЕНИЕ

Ведущими причинами репродуктивных потерь в животноводстве являются перинатальные и ранние постнатальные патологии, связанные с нарушениями в системе «мать-плацента-плод» в результате изменений параметров гомеостаза под влиянием технологического стресса и неблагоприятных факторов внешней среды [1, 2] и/или инфекционных и протозойных заболеваний [3].

В исследованиях как российских, так и зарубежных учёных доказано, что метаболические нарушения в организме коров молочных пород, обусловленные интенсификацией технологических процессов, оказывают прямое и опосредованное негативное влияние на внутриутробное развитие плода, его морфофункциональную зрелость, жизнеспособность и онтогенез в целом [1]. В настоящее время в качестве основных последствий метаболических нарушений у коров-матерей для их потомства рассматривают полифакторный синдром внутриутробной задержки развития плода; гипоксия плода, внутриутробная гибель плода, системные дистрофические изменения в печени, почках, селезёнке и лимфоузлах плода, респираторный дистресс-синдром новорожденных (РДС) [4, 5].

Период раннего онтогенетического развития – один из критических этапов в жизни телёнка, а для особей, организм которых формировался и развивался под воздействием негативных пренатальных факторов, особенно. В данный период организм новорожденного, пребывает в состоянии физиологической незрелости, и поэтому не имеет защитных механизмов от негативных воздействий окружающей среды и наиболее подвержен стрессам различной этиологии и заболеваниям [2]. Иммунологическая незрелость в ранний постнатальный период у телят характеризуется выпадением некоторых форм реакций гуморального звена; снижением или подавлением синтеза собственных антител (иммунологическая толерантность); дифференциацией и интенсивным увеличением числа иммунокомпетентных клеток. Ключевую роль в «запуске», развитии и формировании механизмов естественной резистентности организма и в их адаптации к условиям окружающей среды в целом играет молозиво [6]. В настоящее время теория об участии матери в формировании иммунитета у детеныша посредством передачи ему материнских клеток иммунной системы (нейтрофилов, лимфоцитов, моно-

цитов, тканевых макрофагов), цитокинов (интерлейкинов, интерферонов и фактора некроза опухоли) в составе молозива получила многочисленные подтверждения, как в медицинской, так и в ветеринарной науке [7]. Так, например, показано первостепенное значение лейкоцитов молозива в становлении местного и общего иммунитета у новорожденных животных в ранний постнатальный период. Установлена роль «материнского» интерферона- α (IFN- α) в активации реакций неспецифического (врождённого) иммунитета; интерферона- γ (IFN- γ) – в стимулировании фагоцитоза, киллинга нейтрофилов и NK-клеток, восстановлении целостности кишечного барьера [8]; интерлейкина-10 (IL-10) – в модулировании синтеза иммунных медиаторов моноцитами/макрофагами и тучными клетками [9].

Становление иммунитета в неонатальный период представляет собой одно из звеньев глобальной перестройки физиологических систем, «включения» собственных механизмов терморегуляции, пищеварения, поддержания гомеостаза. Вследствие такой перестройки основные функции организма находятся в состоянии неустойчивого равновесия, поэтому у новорожденных телят наблюдается широкий размах колебаний отдельных параметров. Являются ли данные колебания физиологическими, а состояния неустойчивого равновесия транзитными или они служат ранними маркерами постнатальной патологии у телят? Эти вопросы продолжают оставаться актуальными для ветеринарной науки и практики, а изучение влияния кумуляции токсичных продуктов метаболизма в системе «мать-плацента-плод» на онтогенез жвачных животных – для биологии.

Цель исследования – изучить показатели резистентности в неонатальный период у потомства от коров-матерей голштинской породы с метаболической дисфункцией печени.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования выполнены в отделе репродуктивной биологии и неонатологии, отделе мониторинга и прогнозирования инфекционных болезней, в отделе ветеринарной лабораторной диагностики с испытательной лабораторией Уральского НИВИ – структурного подразделения ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в рамках Государственных заданий Минобрнауки России «Система метаболической коррекции, направленной на нормализацию ключевых звеньев обмена веществ, с целью прижизненного формирования продуктивно-

сти и получения качественной продукции от сельскохозяйственных животных и птицы» (0532-2026-0009) и «Изучение современных особенностей приоритетных патогенов и восприимчивых сельскохозяйственных животных и разработка актуального комплекса диагностических, иммунобиологических препаратов и подходов для управления, прогнозирования и обеспечения эпизоотической и биологической безопасности» (0532-2026-0006).

Объект исследования: коровы голштинской породы (n=60) и их потомство – телята (n=39) в сельскохозяйственной организации Уральского федерального округа (УрФО). Биоматериалом для исследования служили пробы цельной крови, сыворотки крови от крупного рогатого скота; образцы тканей внутренних органов: сердца, почек, печени, легких и двенадцатиперстной кишки от погибших телят.

Для выявления метаболических нарушений у обследованных коров голштинской породы проводили биохимические исследования сыворотки крови (n=60). Метаболический статус у коров-матерей за 30 дней до ожидаемого отела оценивали с использованием критериев С.В. Васильева и И. А. Никулина [10, 11] – таблица 1.

На автоматическом биохимическом анализаторе (ChemWell 2910 Combi, Awareness Technology, США) определяли концентрацию общего белка, альбумина и глобулинов, креатинина, мочевины, фосфора, кальция, активность лактатдегидрогеназы (ЛДГ, Е/л), аспартатаминотрансферазы (АсТ, Е/л), гамма-глутамилтранспептидазы (Гамма-ГТ, Е/л), глутаматдегидрогеназы (ГлДГ, Е/л), креатинфосфокиназы общей (КФК общая, Е/л), щелочной фосфатазы с использованием сертифицированных диагностических наборов (Vital Diagnostics Spb, Россия; DIALAB GmbH, Австрия; HUMAN, Германия).

По результатам определения метаболического статуса у коров-матерей по принципу аналогов было сформировано 3 группы:

- ♦ группа 1 КмЗ – здоровые коровы-матери, биохимические показатели сыворотки крови в пределах референтных значений (n=14);

- ♦ группа 2 КмСЦ – коровы-матери, патология печени с синдромом цитолиза (n=12);

- ♦ группа 3 КмСХ – коровы-матери, патология печени с синдромом холестаза (n=13).

Физиологический статус коров-матерей в III триместре беременности определяли по гематологическим показателям: 1) для выявления анемии и обезвоживания исследовали концентрацию эритроцитов, содержание гемоглобина, гематокрит; 2) для диагностики воспалительных реакций и нарушений микроциркуляции в тканях – концентрацию тромбоцитов, лейкоцитов и лимфоцитов, лейкоцитарную формулу крови. Исследование выполняли на полуавтоматическом гематологическом анализаторе «Abacus Junior Vet» в программе «Measure Profiles 1 Cow» («Diatron», Австрия), применяя стандартные реактивы («Diatron», Австрия). Лейкоцитарную формулу определяли в мазках крови, окрашенных по Романовскому–Гимзе на микроскопе Olympus BX 43 (Япония).

Для характеристики иммунитета у экспери-

ментальных коров-матерей рассчитывали интегральные лейкоцитарные индексы: интоксикации в модификации Рейса (ЛИИр), сдвига лейкоцитов крови (ИСЛК), соотношения нейтрофилов и моноцитов (ИСНМ), Кребса (ИК) [12, 13].

2. Новорожденные телята были распределены в три группы в соответствии с метаболическим статусом коров-матерей:

- ♦ группа 1 ТКМЗ – телята от здоровых коров-матерей, n=14 голов;

- ♦ группа 2 ТКМСЦ – телята от коров-матерей с синдромом цитолиза, n=12 голов;

- ♦ группа 3 ТКМСХ – телята от коров-матерей с синдромом холестаза, n=13 голов.

Уровень жизнеспособности новорожденных телят экспериментальных групп определяли по шкале VIGOR [14].

Выраженность послеродовой гипоксии и ацидоза оценивали по содержанию лактата и пирувата в цельной крови – в реакциях с параоксидифенилом и 2,4-динитрофенилгидразином [19]. Учёт результатов осуществляли на спектрофотометре Persee T6U («Persee», Китай).

Изучение становления гематологических и иммунологических показателей у телят экспериментальных групп и клиническое наблюдение за данными животными осуществляли в динамике: 1-е сутки жизни после выпаивания молозива; 7-е сутки жизни; 14-е сутки жизни.

Иммунологические исследования. Факторы гуморального иммунитета: бактерицидную активность сыворотки крови (БАСК) определяли в реакции с тест-культурой *Staphylococcus aureus*; лизоцимную активность (ЛАСК) – нефелометрически, с использованием *Micrococcus lysodeicticus*, уровень общих иммуноглобулинов – в реакции с сульфатом цинка на спектрофотометре Persee T6U («Persee», Китай) по общепринятым методикам [15]. Для характеристики иммунитета рассчитывали интегральные лейкоцитарные индексы – интоксикации в модификации Рейса (ЛИИр), сдвига лейкоцитов крови (ИСЛК), соотношения нейтрофилов и моноцитов (ИСНМ), Кребса (ИК) [12].

Гистологические исследования. Образцы бронхиальной стенки легких, тканей сердца, почек, печени и двенадцатиперстной кишки окрашивали гематоксилином и эозином по стандартным методикам. Микроскопию препаратов осуществляли на световом микроскопе Leica DM 2500 (Leica Camera, Германия) при увеличении 100×, 200×, 400×, с фотофиксацией на цифровой камере ADF Professional 03 (ADF, США).

Статистическую обработку результатов проводили с использованием программного пакета SPSS Statistics 20 (IBM Corp., США). Распределение данных оценивали с помощью теста Шапиро–Уилка. Достоверность различий между медианами выборок определяли по U-критерию Манна–Уитни (p < 0,05). Взаимосвязи между показателями выявляли с помощью непараметрического критерия Спирмена (r).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По данным Департамента ветеринарии Свердловской области территория обследованного жи-

вотноводческого предприятия являлась благополучной по сибирской язве, лептоспирозу, трихофитии, эмкару, пастереллёзу и лейкозу крупного рогатого скота. По результатам выполненных лабораторных исследований установлено, что в обследованной группе животных коровы-матери были серонегативными в отношении возбудителей *Mycoplasma spp.*, *Neospora caninum*, *Chlamydia spp.*; персистентно инфицированных BVDV и BHV-1. При анализе данных комплексного биохимического скрининга 60 коров-матерей голштинской породы установили высокую частоту метаболических нарушений – до 76,7% от числа обследованных животных (рис.1.).

В 23,3% случаев биохимические показатели крови у обследованных животных соответствовали референтным значениям вида. Данные коровы-матери составили группу 1 «здоровые животные» (n=14 голов). В 35,0% случаев у коров-матерей регистрировали полисистемные метаболические нарушения: миопатический синдром, остеодистрофию, минеральный дисбаланс и другие. Биохимические признаки поражения печени у обследованных коров-матерей диагностировали в 41,7% случаев (n=25 голов).

Выявленные нарушения функционального состояния печени у коров-матерей в 20,0% случаев классифицировали как синдром цитолиза, в 21,7%

случаев – как синдром холестаза (см. табл. 1).

Сопоставление данных гематологических исследований (рис. 2) и интегральных лейкоцитарных индексов (рис. 3) позволило охарактеризовать изменения в гемостазе у обследованных коров-матерей при нарушениях функции печени.

У здоровых коров-матерей группы 1 КмЗ в III триместре беременности основные гематологические показатели находились в пределах физиологической нормы вида. Изменения в морфологическом и количественном составе лейкоцитарной фракции крови, в соотношении неспецифической и специфической защиты, а также признаки эндогенной интоксикации организма не наблюдали.

У коров-матерей группы 2 (патологии печени с синдромом цитолиза - КмЦИ) в 41,6% случаев регистрировали сочетанное увеличение абсолютного количества тромбоцитов ($306 - 490 \times 109/\text{л}$) и нейтрофилов ($3,22 - 4,24 \times 109/\text{л}$) по сравнению с аналогичными показателями у животных группы 1 КмЗ ($188 - 243 \times 109/\text{л}$ и $2,86 \pm 0,17 \times 109/\text{л}$ соответственно). Повышенный уровень моноцитов зафиксировали в 16,7% случаев ($0,83 - 1,4 \times 109/\text{л}$; группа 1 КмЗ – $0,32 \pm 0,11 \times 109/\text{л}$). Отмечали сдвиг баланса в иммунитете в сторону неспецифической защиты – ИК 0,87 у.е.; ИСКЛК 0,88 у.е.; ИСНМ 13,21 у.е.. Выраженность воспаления и процессов тканевой деградации опреде-

Таблица 1. Биохимические критерии для определения метаболического статуса коров-матерей за 30 дней до отела (n=60).

Table 1. Biochemical criteria for determining the metabolic impact of mother cows 30 days before calving (n=60).

Органы, системы	Показатель	Норма [10, 11]	Патология [10, 11]
Печень, <i>синдром цитолиза</i>	АсАТ, Ед/л	36,0-102,0	>102
	ГлДГ, Ед/л	0,0-50,0	>50,0
Печень, <i>синдром холестаза</i>	ЩФ, Ед/л	36,0-100,0	>100
	ГГТ, Ед/л	8,0-26,0	>26,0
Почки	Креатинин, мкмоль/л	53,2-128,7	>128,4
	Мочевина, ммоль/л	1,6-5,5	>5,5
Белковый обмен	Общий белок, г/л	67,0-85,0	<67,0 >85,0
	Альбумины, г/л	30,0-36,0	<31,0
	Глобулины, г/л	37,0-55,0	>55,0
Минеральный обмен	Кальций, ммоль/л	2,3-2,8	<2,3
	Фосфор, ммоль/л	1,3-2,6	<1,30
Скелетная мускулатура	КФК, Ед/л	57,0-290,0	>290,0

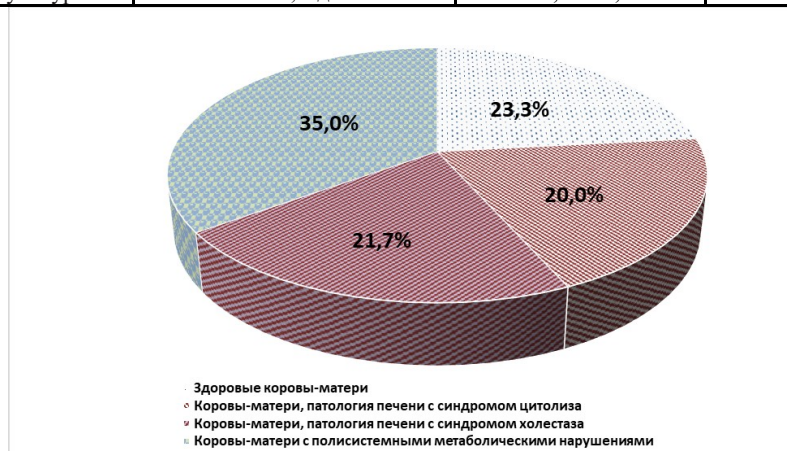


Рисунок 1. Структура метаболических нарушений у коров-матерей из обследованного животноводческого предприятия (n=60).

Figure 1. Structure of metabolic disorders in mother cows from the surveyed livestock farm (n=60).

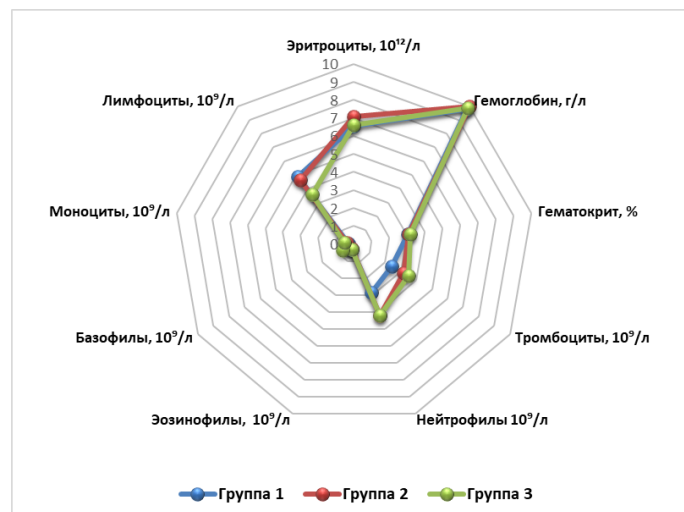


Рисунок 2. Гемограмма обследованных коров-матерей. Группа 1 «Здоровые коровы-матери» (n=14), Группа 2 «Коровы-матери, патология печени с синдромом цитолиза» (n=12), Группа 3 «Коровы-матери, патология печени с синдромом холестаза» (n=13). Клеточные элементы крови на диаграмме представлены в абсолютных значениях.

Figure 2. Hemogram of the examined maternal cows. Group 1 "Healthy maternal cows" (n=14), Group 2 "Mother cows with liver pathology and cytolysis syndrome" (n=12), Group 3 "Mother cows with liver pathology and cholestasis syndrome" (n=13). Blood cellular elements in the diagram are presented in absolute values.

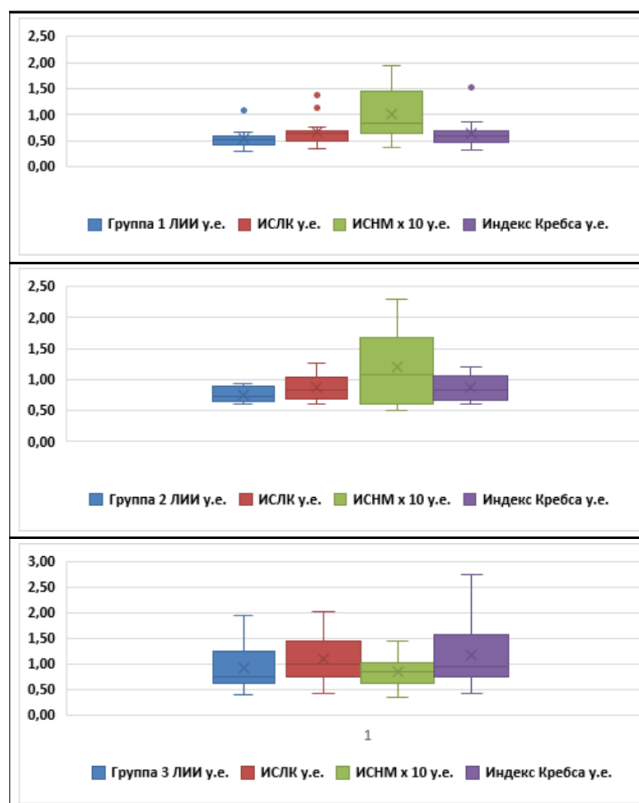


Рисунок 3. Лейкоцитарные индексы (у.е.) у обследованных коров-матерей с различным функциональным состоянием печени: медиана (горизонтальная линия внутри ящика), интерквартильный размах (IQR; границы ящика соответствуют 25-му и 75-му перцентилям) и размах выборки (минимум–максимум; пределы «усов») и среднее арифметическое (крестик). Выбросы, удалённые от границ ящика более чем на 1,5 IQR, обозначены точками. Группа 1 «Здоровые коровы-матери» (n=14), Группа 2 «Коровы-матери, патология печени с синдромом цитолиза» (n=12), Группа 3 «Коровы-матери, патология печени с синдромом холестаза» (n=13).

Figure 3. Leukocyte indices (a.u.) in the examined maternal cows with different functional states of the liver: median (horizontal line inside the box), interquartile range (IQR; the box boundaries correspond to the 25th and 75th percentiles) and sample range (minimum–maximum; whisker limits) and arithmetic mean (cross). Outliers located more than 1.5 IQR from the box boundaries are indicated by dots. Group 1 "Healthy maternal cows" (n=14), Group 2 "Mother cows with liver pathology with cytolysis syndrome" (n=12), Group 3 "Mother cows with liver pathology with cholestasis syndrome" (n=13).

ляли как среднетяжёлую степень эндогенной интоксикации организма – ЛИИр 0,94 у.е. [13].

В организме коров-матерей группы 3 (патология печени с синдромом холестаза – КмСХ) диагностировали гематологические изменения в 61,5% случаев. У данных животных в крови увеличение количества тромбоцитов ($352 - 551 \times 109/\text{л}$) сочеталось с одновременным увеличением количества гранулоцитов (нейтрофилов, эозинофилов, базофилов) и снижением лимфоцитов до $1,96 - 3,28 \times 109/\text{л}$ (группа 1 КмЗ $4,87 \pm 0,21 \times 109/\text{л}$); степень эндогенной интоксикации трактовали как тяжёлую – ЛИИр 1,41-1,94 у.е.. В 38,5% случаев у коров-матерей группы 3 КмСХ диагностировали среднюю и средне-тяжёлую степень эндогенной интоксикации организма.

Таким образом, при клинико-лабораторном обследовании коров-матерей в III триместре беременности было показано, что особи с патологией печени страдали от эндогенной интоксикации различной степени тяжести.

После родоразрешения от беременности обследованных коров изучали динамику постнатального развития их потомства. Оценку жизнеспособности новорожденных телят проводили по шкале VIGOR (табл. 2).

Суммарный балл жизнеспособности новорожденных телят группы 1 ТКМЗ составил $20,1 \pm 1,22$ балла, что соответствовало нормальной степени зрелости. Доля телят с нормальной степенью зрелости (суммарный балл жизнеспособности 20–21) в группе 1 ТКМЗ была 92,8%; в группе 2 ТКМСЦ – 16,7%; в группе 3 ТКМСХ – 7,7%. Наиболее заметные различия между группами отмечали по ключевым физиологическим маркерам – качественным и количественным характеристикам дыхания и рефлекса сосания (табл. 3).

Выявленные сочетанные изменения количественных характеристик дыхания и качественных рефлекса сосания свидетельствовали о послеродовой гипоксии и ацидозе у обследованных телят. Выраженность данного патологического состояния оценивали по соотношению лактат/пируват в цельной крови. У телят группы 1 ТКМЗ концентрация лактата в крови составляла $1,49 \pm 0,42$ ммоль/л, пирувата – $0,17 \pm 0,03$ ммоль/л; соотношение лактат/пируват – $9,0 \pm 2,4$ у.е. Полученные результаты с учётом характеристик дыхания и рефлекса сосания расценивали как свиде-

тельство отсутствия послеродовой гипоксии у новорожденных данной группы.

У телят группы 2 ТКМСЦ соотношение лактат/пируват было выше в 2,1 раза ($18,9 \pm 1,7$ у.е.), у новорожденных группы 3 ТКМСХ – в 2,7 раза ($24,5 \pm 2,2$ у.е.). С учётом физиологических маркеров степень тяжести послеродовой гипоксии у этих телят определяли как среднюю с обратимыми клеточными нарушениями. Выполненный корреляционный анализ подтвердил статистически значимую прямую связь между соотношением лактат/пируват и временем реализации сосательного рефлекса у телят ($r = 0,65$, $p = 0,012$).

Результаты исследования динамики становления морфологического состава крови у обследованных телят в постнатальном периоде (1 – 14-е сутки) представлены на рисунке 4.

У новорожденных телят группы 1 ТКМЗ изменения морфо-структурного состава крови и концентрации гемоглобина в период 1 – 7 – 14-е сутки соответствовали физиологическим параметрам развития и адаптации к внеутробной жизни. Так, на 7-е сутки в лейкоцитарной формуле регистрировали «первый перекрёст» – уравнивание процентного содержания нейтрофилов и лимфоцитов в крови и его сохранение к 14-м суткам. Выявленная динамика увеличения концентрации тромбоцитов с $679,6 \pm 58,7 \times 109/\text{л}$ при рождении до $1446,3 \pm 103,8 \times 109/\text{л}$ к 14-м суткам, по-видимому, была обусловлена физиологическими причинами. В описываемый период такими причинами могут быть: сочетанное действие быстрого нарастания массы тела и объема крови; истощение запаса депо железа, которое телёнок получил внутриутробно от коровы-матери и становления плазменного звена гемостаза [16]. Физиологическую этиологию тромбоцитоза у телят группы 1 ТКМЗ в нашем исследовании подтверждали отсутствие гематологических признаков воспаления и эндогенной интоксикации организма (табл. 4).

У телят групп 2 ТКМСЦ и 3 ТКМСХ динамика изменений морфоструктурного состава крови и концентрации гемоглобина имела характер аналогичный динамике группы 1 ТКМЗ (рис. 4 Б, В). Однако данные процессы в организме телят происходили на фоне метаболического ацидоза, обусловленного тканевой гипоксией.

Негативное совокупное воздействие пренатальных факторов и постнатальных осложнений

Таблица 2. Показатели жизнеспособности телят по шкале VIGOR.

Table 2. Viability indicators of calves according to the VIGOR scale.

Показатели жизнеспособности	max балл	Новорожденные телята от коров		
		Группа 1 ТКМЗ n=14 голов	Группа 2 ТКМСЦ n=12 голов	Группа 3 ТКМСХ n=13 голов
Выраженность сосания	3	$2,1 \pm 0,30$	$1,6 \pm 0,52$	$1,7 \pm 0,82$
Реакция глазное яблоко	3	$1,9 \pm 0,30$	$2,0 \pm 0,00$	$1,9 \pm 0,32$
Реакция щипание языка	3	$2,8 \pm 0,40$	$2,6 \pm 0,73$	$2,6 \pm 0,70$
Отёчность языка и головы	3	$3,0 \pm 0,00$	$3,0 \pm 0,00$	$3,0 \pm 0,00$
Цвет видимых слизистых	3	$2,6 \pm 0,50$	$2,4 \pm 0,53$	$2,4 \pm 0,52$
Реакция нос-соломинка	3	$1,8 \pm 0,60$	$2,2 \pm 0,67$	$2,3 \pm 0,48$
Окрашивание меконием	3	$3,0 \pm 0,00$	$3,0 \pm 0,67$	$2,8 \pm 1,2$
Баллы ЧСС в минуту	2	$1,0 \pm 0,00$	$1,0 \pm 0,00$	$1,0 \pm 0,00$
Баллы ЧДД в минуту	2	$1,6 \pm 0,67$	$0,5 \pm 0,53$	$0,2 \pm 0,42$
Σ баллов	25	$20,1 \pm 1,22$	$18,1 \pm 1,45$	$17,6 \pm 1,58$

Таблица 3. Качественные и количественные характеристики дыхания и рефлекса сосания у новорожденных телят (n=39 голов).

Table 3. Qualitative and quantitative characteristics of breathing and sucking reflex in newborn calves (n=39 heads).

Определяемый показатель	Группа 1 ТК _м З n=14 голов	Группа 2 ТК _м СЦ n=12 голов	Группа 3 ТК _м СХ n=13 голов
Дыхание			
Физиологическое дыхание 24-36 ДД/мин	92,8%	16,7%	–
Угнетение дыхания < 24 ДД/мин	7,2%	50,0%	100 %
Тахипноэ > 36 ДД/мин	–	33,3%	–
Рефлекс сосания			
Реализация < 30 мин	–	–	–
Реализация 30-50 мин	92,8%	33,4%	30,8%
Реализация > 50 мин	7,2%	66,6%	69,2%

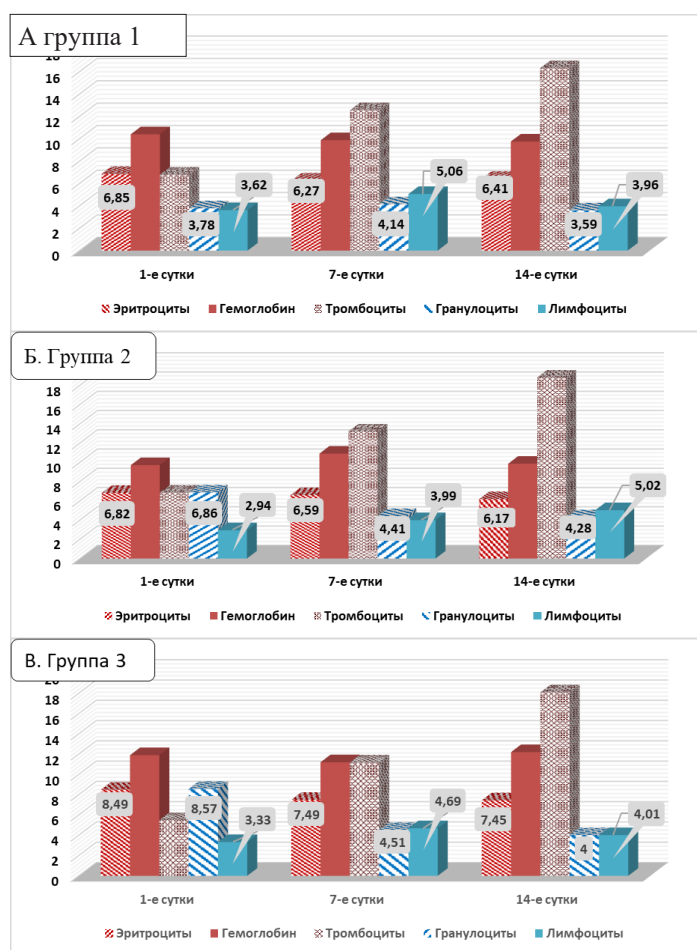


Рисунок 4. Динамика морфо-структурного состава крови у обследованных телят (А – группа 1 ТК_мЗ (n=14), Б – группа 2 ТК_мСЦ (n=12), В – группа 3 ТК_мСХ (n=13)). Эритроциты, $\times 10^{12}/л$; гемоглобин, $\times 10$ г/л; тромбоциты, $\times 10^{14}/л$; гранулоциты (палочкоядерные нейтрофилы, сегментоядерные нейтрофилы, эозинофилы, моноциты) $\times 10^9/л$; лимфоциты $\times 10^9/л$.

Figure 4. Dynamics of the morpho-structural composition of the blood in the examined calves (А – group 1 ТК_мЗ (n=14), В – group 2 ТК_мСЦ (n=12), С – group 3 ТК_мСХ (n=13)). Erythrocytes, $\times 10^{12}/л$; hemoglobin, $\times 10$ g/l; platelets, $\times 10^{14}/л$; granulocytes (band neutrophils, segmented neutrophils, eosinophils, monocytes) $\times 10^9/л$; lymphocytes $\times 10^9/л$.

на динамику становления морфо-структурного состава крови у телят групп 2 ТК_мСЦ наиболее отчётливо было выражено в период 1 – 7-е сутки жизни. Количественные изменения числа эритроцитов, тромбоцитов и концентрации гемоглобина

соответствовали параметрам физиологической динамики в постнатальный период (рис. 4 Б). На 7-е сутки регистрировали уменьшение абсолютного количества лейкоцитов в крови телят в среднем на $1,4 \times 10^9/л$ клеток, но не наблюдали

Таблица 4. Результаты определения интегральных лейкоцитарных индексов у обследованных телят в динамике.

Table 4. Results of determining the integral leukocyte indices in the examined calves over time.

Группы телят	Определяемые лейкоцитарные индексы (у.е.)											
	ЛИИ _р			ИСЛК			ИСНМ			ИК		
	1 с.	7 с.	14 с.	1 с.	7 с.	14 с.	1 с.	7 с.	14 с.	1 с.	7 с.	14 с.
Группа 1 ТК _м З, n=14	0,85	0,72	0,67	0,85	0,72	0,70	9,57	12,5	7,38	0,93	0,76	0,75
Группа 2 ТК _м СЦ n=12	1,9*	0,8*	0,72	2,41*	0,92*	0,72	20,9*	11,1	10,5	2,2*	0,99*	0,78
Группа 3 ТК _м СХ n=13	2,41*	0,76*	0,72	2,41*	0,76*	0,72	36,5*	8,6*	5,38*	2,54*	0,84*	0,84*

Данные представлены в виде медианы (квартили Q1-Q3); * - различия по сравнению с телятами группы 1 ТК_мЗ при $p < 0,05$.

выравнивания соотношения процентного содержания нейтрофилов и лимфоцитов (1,45:1). При этом лейкоцитарная формула была сдвинута влево за счёт большого количества палочкоядерных форм и метамиелоцитов (юных клеток). Положительную динамику в постнатальной адаптации гемопоэза у телят данной группы наблюдали на 14-е сутки в 83,4% случаев. При анализе динамики показателей маркеров воспаления и эндогенной интоксикации было показано, что организм телят в течение 7 суток подвергался негативному воздействию послеродовой гипоксии различной степени тяжести (табл. 4). Снижение интенсивности негативного воздействия гипоксии и активацию компенсаторных процессов гемопоэза регистрировали на 14-е сутки в 91,7% случаев.

В крови телят группы 3 ТК_мСХ сдвиг лейкоцитарной формулы влево за счёт пула нейтрофильных клеток регистрировали в течение всего периода наблюдения. На 14-е сутки соотношение процентного содержания нейтрофилов и лимфоцитов в крови составляло 0,84:1 в 84,6% случаев, что свидетельствовало о напряжении в процессах постнатальной перестройки гемопоэза клеток миелоидного ряда (рис. 4 В, табл. 4). При анализе полученных данных, было установлено, что постнатальные адаптационные процессы в системе гемопоэза у телят группы 3 ТК_мСХ на 14-е сутки жизни имели незавершённый характер.

При изучении динамики показателей гуморального звена иммунной системы у новорождённых телят обследованных групп выявили статистически значимую зависимость между уровнем общих иммуноглобулинов в сыворотке крови и временем реализации у них сосательного рефлекса ($r = -0,82$; $p < 0,001$), показателем гипоксического состояния и ацидоза – соотношением лактат/пируват ($r = -0,72$; $p < 0,001$), эндогенной интоксикации – ЛИИ_р ($r = -0,74$; $p < 0,001$). Результаты определения концентрации иммуноглобулинов в крови, бактерицидной активности (БАСК) и лизоцимной активности (ЛАСК) сыворотки крови в период наблюдения представлены на рисунках 5, 6 и 7.

В первые дни жизни (1-7 сутки) иммунная система телёнка не способна обеспечить полноценную защиту организма в силу своей физиоло-

гической незрелости. Ключевую роль в защите организма новорождённого от патогенных возбудителей окружающей среды и становлении собственной иммунной системы телёнка играет пассивный иммунитет, который обеспечивается молозивом коровы-матери [6].

У телят группы 1 ТК_мЗ (потомство коров-матерей без патологии печени) динамика становления гуморального звена иммунитета свидетельствовала о своевременном выпаивании качественного молозива и его эффективном использовании (концентрация общих иммуноглобулинов ≥ 50 г/л). К 7-м суткам уровень общих иммуноглобулинов в сыворотке крови телят снижался в среднем на 20-21%, что соответствовало физиологическому процессу катаболизма материнских иммуноглобулинов. Данный процесс сопровождался увеличением БАСК, что являлось одним из подтверждений дифференциации протеолитической системы нейтрофилов и моноцитов. Рост концентрации общих иммуноглобулинов к 14-м суткам жизни был обусловлен синтезом собственных антител плазматическими клетками (дифференцированными В-лимфоцитами) – рисунок 4 А. Положительная динамика становления гуморального звена иммунитета у данных телят подтверждалась стабильно высоким уровнем БАСК ($65,71 \pm 7,33\%$; $79,18 \pm 2,10\%$; $68,04 \pm 3,49\%$) и ЛАСК ($0,172 \pm 0,040$ мг/мл; $0,135 \pm 0,021$ мг/мл; $0,147 \pm 0,028$ мг/мл). Необходимо отметить, что лизоцим, который играет ключевую роль в защите организма от бактериальных инфекций, синтезируют не только нейтрофилы и макрофаги, но и клетки подслизистых оболочек слюнных и слёзных желёз, эпителиальные клетки дыхательных путей, клетки Панета в тощей и подвздошной кишках и другие [5]. Таким образом, становление иммунитета в постнатальный период у телят происходила на всех уровнях организма.

У новорождённых телят групп 2 ТК_мСЦ и 3 ТК_мСХ послеродовая гипоксия и слабость сосательного рефлекса негативно влияли на абсорбцию в желудочно-кишечном тракте иммуноглобулинов, ферментной фракции и клеточной составляющей молозива. У данных особей регистрировали дефицит пассивных гуморальных компонентов иммунитета, изменение процессов

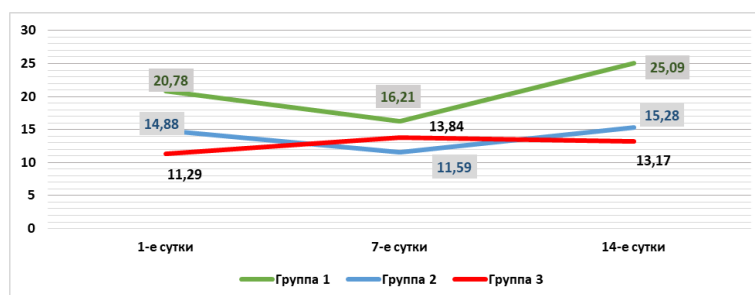


Рисунок 5. Уровень общих иммуноглобулинов (г/л) в сыворотке крови новорождённых телят в период 1 – 14-е сутки жизни. Группа 1 КмЗ (n=14), группа 2 КмСЦ (n=12), группа 3 КмСХ (n=13).

Figure 5. The level of total immunoglobulins (g/l) in the blood serum of newborn calves in the period from 1 to 14 days of life. Group 1 KmZ (n=14), group 2 KmSC (n=12), group 3 KmSC (n=13).

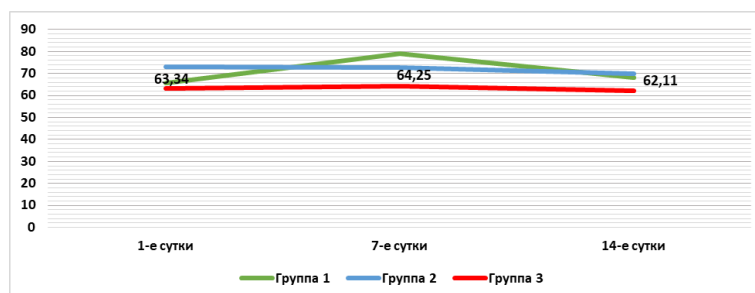


Рисунок 6. Бактерицидная активность сыворотки крови (БАСК, в %) у новорождённых телят в период 1 – 14-е сутки жизни. Группа 1 КмЗ (n=14), группа 2 КмСЦ (n=12), группа 3 КмСХ (n=13).

Figure 6. Bactericidal activity of blood serum (BAS, in %) in newborn calves in the period from 1 to 14 days of life. Group 1 KmZ (n=14), group 2 KmSC (n=12), group 3 KmSC (n=13).

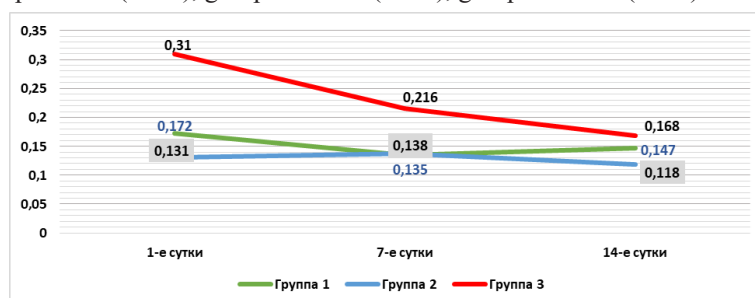


Рисунок 7. Лизоцимная активность сыворотки крови (ЛАСК, мг/мл) у новорождённых телят в период 1 – 14-е сутки жизни. Группа 1 КмЗ (n=14), группа 2 КмСЦ (n=12), группа 3 КмСХ (n=13).

Figure 7. Lysozyme activity of blood serum (LAS, mg/ml) in newborn calves in the period from 1 to 14 days of life. Group 1 KmZ (n=14), group 2 KmSC (n=12), group 3 KmSC (n=13).

дифференцирования нейтрофилов и лимфоцитов, активации системы БАСК и ЛАСК. Наиболее выраженные последствия послеродовой гипоксии наблюдали у телят группы 3 ТКМСХ (рис. 4 В; табл. 4; рис. 5, 6 и 7).

Как известно, базовый уровень общих иммуноглобулинов у новорождённого телёнка обычно составляет 10–15 г/л, что обеспечивает защиту от инфекции в первые 5–6 часов после рождения. Выпаивание качественного молозива увеличивает уровень общих иммуноглобулинов в его крови в среднем до 20–25 г/л, сформированный пассивный иммунитет защищает организм в течение 14–21 дней. Материнские иммуноглобулины класса IgG циркулируют в организме телёнка, выполняя протективную функцию в течение 30–35 дней. Считается, что критическим порогом для защиты от инфекций является уровень общих иммуноглобулинов в сыворотке крови ≥ 10 г/л [17].

В первые сутки жизни у телят группы 3

ТКМСХ после выпаивания молозива в 30,8% случаев уровень общих иммуноглобулинов был в 1,4–1,5 ниже критического порога (10 г/л) защиты от инфекций. У 6 особей (46,1%) данный уровень превышал критический порог защиты (10 г/л) не более чем на 11–13%. Анализ изменений концентрации иммуноглобулиновой фракции в сыворотке крови в течение 14 суток показал, что у 61,5% телят формировалось состояние транзиторной гипогаммаглобулинемии новорождённых. Описанное состояние, во-первых, прямо или опосредованно инициирует каскад компенсаторно-приспособительных реакций в гуморальном звене иммунитета. Во-вторых, новорождённые животные в таком состоянии предрасположены к инфекционным заболеваниям, в том числе и грибковым поражениям верхних и нижних дыхательных путей.

Системное недоразвитие иммунных структур у потомства от коров-матерей с синдромом холеста-

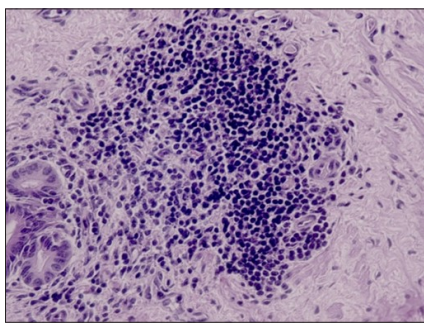


Рисунок 8. Гистологический срез. Полиморфноклеточные инфильтраты бронхиальной стенки легкого новорождённого теленка от коровы-матери с синдромом холестаза. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение 400× (фото Л.И. Дроздовой).

Figure 8. Histological section. Polymorphonuclear infiltrates of the bronchial wall of the lung of a newborn calf from a cow with cholestasis syndrome. Stained with hematoxylin and eosin, magnification 400× (photo by L.I. Drozdova).

за было подтверждено гистологическими исследованиями органов теленка (группы 3 ТКМСХ), погибшего от пневмоэнтерита (рис. 8, 9).

Из рисунков 8 и 9 видно, что при полноценном формировании основных морфологических структур желудочно-кишечного тракта (дифференцированные ворсинки, базальное расположение ядер, однородная строма) и легких (сохраненная архитектура бронхов и альвеол) в обоих случаях у теленка регистрировали признаки гипоплазии ассоциированной лимфоидной ткани. Вместо сформированных лимфоидных фолликулов и зрелых перибронхиальных зон определяли лишь мелкие диффузные скопления лимфоцитов на ранних стадиях дифференцировки. Подобная морфологическая картина лимфоидной ткани теленка косвенно указывает на негативное влияние патологии печени у коровы-матери (синдром холестаза) на закладку и развитие иммунных органов плода.

Распространенность заболеваний печени у коров голштинской породы в молочных стадах Свердловской области, как было установлено И.А. Шкуратовой и А.И. Белоусовым на основании данных клинической биохимии, в период 2017-2024 гг. составляла 49,4%. Инцидентность основных метаболических синдромов патологии печени: цитолиза – 48%; холестаза – 24% [3, 18]. В обследованных сельскохозяйственных предприятиях УрФО инцидентность метаболических нарушений у коров в III триместре беременности составила 76,7% с превалированием синдромов патологии печени (41,7%). Полученные результаты подтверждают данные о прямом влиянии лактационной доминанты на состояние здоровья продуктивных коров, их повышенную стресс-чувствительность, которая приводит к нарушению обмена веществ и дистрофическим изменениям в печени, сердце, почках, яичниках, железах внутренней секреции [1, 4].

Источником эндогенной интоксикации организма коров при патологии печени с синдромом

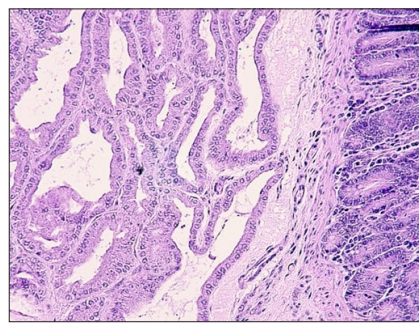


Рисунок 9. Гистологический срез. Отёк стенки двенадцатиперстной кишки и рассеянная инфильтрация лимфоцитами железистого аппарата кишки новорождённого теленка от коровы-матери с синдромом холестаза. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение 400× (фото Л.И. Дроздовой).

Figure 9. Histological section. Edema of the duodenal wall and scattered lymphocyte infiltration of the glandular apparatus of the intestine of a newborn calf from a cow with cholestasis syndrome. Stained with hematoxylin and eosin, magnification 400× (photo by L.I. Drozdova).

цитолиза служат продукты распада гепатоцитов, при патологии печени с синдромом холестаза – компоненты желчи, действующие как тканевые токсины. Данные токсические метаболиты способны проникать через плацентарный барьер, оказывая прямое и опосредованное негативное воздействие на развивающийся плод в течение всего периода гестации [5]. В исследованиях Нежданова А.Г. с соавт. (2017), Cardoso C.L. et al. (2021) установлено, что эндогенная интоксикация организма коров-матерей вызывает метаболические и структурные нарушения в тканях плода [5]. Осложнения беременности у высокопродуктивных коров – преждевременные роды, гипоксия плода, внутриутробная гибель плода, респираторный дистресс-синдром новорожденных (РДС) регистрируются в 15,7-32,9% случаев [4]. В нашем исследовании было установлено, что в 72% случаев у потомства от коров-матерей с метаболической дисфункцией печени диагностировали послеродовую гипоксию и ацидоз. Последствия внутриутробной эндогенной интоксикации у данных телят выражались в недоразвитии лимфоидной ткани, в дисбалансе динамики становления гемопоэза, в системных изменениях компенсаторно-приспособительных реакций гуморального звена иммунитета, в несостоятельности пассивного иммунитета.

В ранее выполненных исследованиях (Черницкий А.Е. с соавт., 2019-2024 гг.) было показано, что телята с постродовой гипоксией в ранний неонатальный период наиболее подвержены инфекционным факторным болезням респираторного и желудочно-кишечного трактов [19]. В период наблюдения за потомством от коров-матерей с патологией печени (1-14-е сутки жизни) в настоящем исследовании инфекционные факторные заболевания диагностировали у 84% телят. Сочетанные заболевания респираторного и желудочно-кишечного трактов – в 52% случаев, в 32% случаев данные заболевания осложнялись омфалитами. Необходимо отме-

тять, что у потомства от коров-матерей без патологии печени желудочно-кишечные расстройства регистрировали в 50% случаев. По результатам клинико-лабораторных исследований у данных телят диагностировали «алиментарную диспепсию», основной причиной которой было нарушение в выпаивании молозива и молока.

Таким образом, выполненные исследования подтверждают прямое негативное действие токсических метаболитов, образующихся при дисфункции печени у коров-матерей, на морфогенез плода. Подтверждают и согласуются с данными Abdelfattah et al. (2025) и других исследователей, показавшими, что тяжесть послеродовой гипоксии у новорождённых телят является прогностическим маркером нарушений в неспецифической защите организма и предрасположенности к инфекционным заболеваниям [2, 4, 12].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Суммарная доля телят с нормальной физиологической зрелостью (21-25 баллов) по шкале VIGOR от коров-матерей с патологией в обследованном сельскохозяйственном предприятии УрФО составила 12,1%. Послеродовую гипоксию средней степени тяжести диагностировали у потомства от коров-матерей с синдромом цитолиза в 40,0% случаев, от коров-матерей с синдромом холестаза – в 47,9% случаев.

Послеродовая гипоксия сопровождалась ацидозом у телят от коров-матерей с синдромом цитолиза в 28,0% случаев (соотношение лактат/пируват $18,9 \pm 1,7$ у.е.), у потомства от коров-матерей с синдромом холестаза – в 40,0% случаев (соотношение лактат/пируват $24,5 \pm 2,2$ у.е.).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Vannucchi C.I., Silva L.G., Lúcio C.F., Veiga G.A.L. Oxidative stress and acid-base balance during the transition period of neonatal Holstein calves submitted to different calving times and obstetric assistance. *J Dairy Sci.* 2019;102(2):1542-1550. Doi: 10.3168/jds.2018-14754
2. Жуков М.С., Паршин П.А., Алехин Ю.Н., Шапошников И.Т., Бригадиров Ю.Н. Цитокиновый профиль у новорожденных телят, перенёсших антенатальную и интранатальную гипоксию. *Международный вестник ветеринарии.* 2025;1:326-332. Doi: 10.52419/issn2072-2419.2025.1.326
3. Шкуратова И.А., Шилова Е.Н., Соколова О.В., Ряпосова М.В. Программы контроля инфекционных факторов, влияющих на репродуктивную функцию высокопродуктивных молочных коров. *Ветеринария и кормление.* 2020;2:54-57.
4. Михалёв В.И. Маркеры ранней диагностики гипоксического состояния плода при развитии эмбриопатий у коров. *Ветеринарный фармакологический вестник.* 2025;3:146-158. Doi: 10.65173/2541-8203.2025.32.3.013
5. Нежданов А.Г., Михалёв В.И., Лозовая Е.Г., Лободин К.А., Сафонов В.А. Патофизиологические аспекты эмбриональной смертности у молочных коров. *Сельскохозяйственная биология.* 2017;52(2): 338-348. Doi: 10.15389/agrobiology.2017.2.338rus
6. Федоров Ю.Н., Клюкина В.И., Богомолова О.А., Романенко М.Н. Молозиво и пассивный иммунитет у новорожденных телят: обзор. *Российский ветеринарный журнал.* 2018;6:20-24. Doi: 10.32416/article_5c050abdc381a5.42529397
7. Puppel K., Gołębiewski M., Grodkowski G., Słószarz J., Kunowska-Słószarz M., Solarczyk P., Łukasiewicz M., Balcerak M., Przysucha T. Composition and Factors Affecting Quality of Bovine Colostrum: A Review. *Animals (Basel).* 2019;9(12):1070. Doi: 10.3390/ani9121070
8. Павлюкова Е.Н., Колосова М.В., Неклюдова Г.В., Карпов Р.С. Иммуномодулирующий и регенеративный потенциалы грудного молока, недоношенность и детское сердце. *Медицинская иммунология.* 2024;26(1):37-56. Doi: 10.15789/1563-0625-IAR-2619
9. Кузьмин С.В., Скрипачева А.И., Русаков В.Н., Синицына О.О., Майзель С.Г., Алешкин В.А. Молозиво крупного рогатого скота в профилактике инфекционных заболеваний человека (обзор литературы). *Здравоохранение Российской Федерации.* 2022;66(2): 160-167. Doi: 10.47470/0044-197X-2022-66-2-160-167
10. Никулин И.А., Копытина Г.Е. Синдромный принцип диагностики болезней печени у крупного рогатого скота. *Ветеринария.* 2008;1:41-43.
11. Белоусов А.И., Шкуратова И.А., Красноперов А.С., Черницкий А.Е., Безбородова Н.А., Опарина О.Ю., Малков С.В. Особенности метаболического профиля коров при сочетанном микотоксикозе. *Достижения науки и техники АПК.* 2025;39(4):86-91.
12. Дунаевская С.С., Косик А.А. Интегральные гематологические индексы и гомоцистеин при пострезекционной печеночной недостаточности. *Хирургическая практика.* 2024;(1):19-27. Doi: 10.5922/2223-2427-2024-9-1-2.

Негативное совокупное воздействие пренатальных факторов и постнатальных осложнений на неонатальную адаптацию потомства от коров-матерей с синдромом цитолиза в 66,7% случаев характеризовалось:

- ♦ дефицитом пассивных гуморальных компонентов иммунитета (транзиторная гипогаммаглобулинемия, концентрация общих иммуноглобулинов в сыворотке крови $15,28 \pm 2,49$ г/л);

- ♦ угнетением компенсаторно-приспособительных реакций неспецифического иммунитета (БАСК $69,8 \pm 2,2\%$; ЛАСК $0,118 \pm 0,015$ мг/мл);

- ♦ нарушением процессов дифференцирования нейтрофилов и лимфоцитов.

Негативное совокупное воздействие пренатальных факторов и постнатальных осложнений на неонатальную адаптацию потомства от коров-матерей с синдромом холестаза в 84,6% случаев характеризовалось:

- ♦ дефицитом пассивных гуморальных компонентов иммунитета (транзиторная гипогаммаглобулинемия, концентрация общих иммуноглобулинов в сыворотке крови $13,17 \pm 2,22$ г/л);

- ♦ напряжением в системе гемопоза (тромбоцитоз новорождённых, концентрация тромбоцитов $1791,6-1828,2 \times 10^{10}/л$; соотношение процентного содержания нейтрофилов и лимфоцитов 0,84:1);

- ♦ дисбалансом компенсаторно-приспособительных реакций неспецифического иммунитета (БАСК $62,1 \pm 3,2\%$; ЛАСК $0,168 \pm 0,032$ мг/мл).

Выявленные изменения необходимо учитывать при разработке комплекса лечебных и профилактических мероприятий.

13. Порываева А.П., Исаева А.Г., Красноперов А.С., Кривоногова А.С., Буркат Н.В., Романова А.С. Адаптивные возможности крупного рогатого скота разных пород. Ветеринария Кубани. 2025;1:11-15. Doi: 10.33861/2071-8020-2025-1-11-15
14. Murray C.F. Characteristics, risk factors and management programs for vitality of newborn dairy calves. Thesis. University of Guelph. 2014. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://atrium.lib.uoguelph.ca/items/c301d0b4-c2f7-4f3a-a411-460a20d0a767> (дата обращения: 21.04.2026).
15. Алексеева Е.А. Естественная резистентность животных: методические указания. Красноярский государственный аграрный университет. Красноярск. 2016: 64 с.
16. Ромашевская И.П., Коваль С.Н., Великанова Т.Н. Дифференциальная диагностика гемостазиопатии у новорожденных: практическое пособие для врачей. Гомель: ГУ «РНПЦ РМиЭЧ». 2021: 28 с.
17. Карамаева А.С., Карамаев С.В., Валитов Х.З. Влияние интенсивности потребления молозива на скорость усвоения иммуноглобулинов организмом телят. Мишуринский агрономический вестник. 2023; 1:36-41.
18. Белоусов А.И., Шкуратова И.А., Красноперов А.С. и др. Динамика и распространенность заболеваний печени у коров голштинской породы в Свердловской области. Ветеринария. 2024;9:43-47. Doi: 10.30896/0042-4846.2024.27.9.43-47
19. Черницкий А.Е., Ермилова Т.С., Салимзаде Э.А.О., Сафонов В.А. Прогнозирование неонатальных заболеваний у телят по морфологическим и биохимическим показателям крови. Каспий и глобальные вызовы: Материалы Международной научно-практической конференции. Астрахань: Астраханский государственный университет. 2022: 518-524.

REFERENCES

1. Vannucchi C.I., Silva L.G., Lúcio C.F., Veiga G.A.L. Oxidative stress and acid-base balance during the transition period of neonatal Holstein calves submitted to different calving times and obstetric assistance. J Dairy Sci. 2019; 102(2): 1542-1550. Doi: 10.3168/jds.2018-14754
2. Zhukov M.S., Parshin P.A., Alekhin Yu.N., Shaposhnikov I.T., Brigadirev Yu.N. Cytokine profile in newborn calves after antenatal and intranatal hypoxia. International Journal of Veterinary Medicine. 2025;(1):326-332. (In Russ.). Doi: 10.52419/issn2072-2419.2025.1.326
3. Shkuratova I.A., Shilova E.N., Sokolova O.V., Ryaposova M.V. Programs for controlling infectious factors affecting the reproductive function of highly productive dairy cows. Veterinariya i kormlenie.2020;2:54-57. (In Russ.)
4. Mikhalev V.I. Markers for the early diagnosis of a hypoxic condition of a fetus in the development of bovine embryopathies // bulletin of veterinary pharmacology. 2025;3: 146-158. (In Russ.) Doi: 10.65173/2541-8203.2025.32.3.013
5. Nezhdanov A.G., Mikhalev V.I., Lozovaya E.G., Lobodin K.A., Safonov V.A. Pathophysiological aspects of embryonic mortality in dairy cows. Agricultural Biology. 2017;52(2):338-348. (In Russ.) Doi: 10.15389/agrobiology.2017.2.338rus
6. Fedorov Yu.N., Klukina V.I., Bogomolova O.A., Romanenko M.N., Colostrum and passive immunity in newborn calves: a review. Russian veterinary journal, 2018;6:20-24. (In Russ.) Doi: 10.32416/article_5c050abdc381a5
7. Puppel K., Gołębiewski M., Grodkowski G., Ślósarz J., Kunowska-Ślósarz M., Solarczyk P., Łukasiewicz M., Balcerak M., Przysucha T. Composition and Factors Affecting Quality of Bovine Colostrum: A Review. Animals (Basel). 2019;9(12):1070. Doi: 10.3390/ani9121070
8. Pavlyukova E.N., Kolosova M.V., Neklyudova G.V., Karpov R.S. Immunomodulatory and regenerative potentials of breast milk, prematurity and children's heart. Medical Immunology (Russia). 2024;26(1):37-56. (In Russ.) Doi: 10.15789/1563-0625-IAR-2619
9. Kuzmin S.V., Skripacheva A.I., Rusakov V.N., Sinitsyna O.O., Myzel S.G., Alyoshkin V.A. Colostrum of cattle in the prevention of human infectious disease (literature review). Health care of the Russian Federation. 2022;66(2):160-167. (In Russ.) Doi: 10.47470/0044-197X-2022-66-2-160-167
10. Nikulin I.A., Kopytina G.E. Syndromic principle of diagnostics of liver diseases in cattle. Veterinary. 2008;1: 41-43. (In Russ.)
11. Belousov A.I. Shkuratova I.A., Krasnoperov A.S., Chernitskiy A.E., Bezborodova N.A., Oparina O.YU., Malkov S.V. Features of the metabolic profile of cows with combined mycotoxicosis. Achievements of science and technology in agribusiness. 39(4): 86-91. (In Russ.).
12. Dunaevskaya S.S., Kosik A.A. Integral haematological indices and homocysteine in posthepatectomy liver failure. Surgical practice (Russia). 2024;(1):19-27. (In Russ.) Doi: 10.5922/2223-2427-2024-9-1-2
13. Poryvaeva A.P., Isaeva A.G., Krasnoperov A.S., et al. Adaptive capabilities of cattle of different breeds. Veterinary Science of Kuban. 2025;1:11-15. (In Russ.) Doi: 10.33861/2071-8020-2025-1-11-15
14. Murray C.F. Characteristics, risk factors and management programs for vitality of newborn dairy calves [Electronic resource]. Thesis. University of Guelph. 2014. Access mode: Semantic Scholar (accessed: 21.04.2026).
15. Alekseeva E.A. Natural resistance of animals: guidelines. Krasnoyarsk State Agrarian University. Krasnoyarsk. 2016: 64. (In Russ.)
16. Romashevskaya I.P., Koval S.N., Velikanova T.N. Differential diagnostics of hemostasis in newborns: a practical guide for doctors. Gomel: State Institution "Republican Scientific and Practical Center for Cardiology and Epidemiology of the Russian Federation". 2021:28. (In Russ.).
17. Karaмаева А.С., Карамаев С.В., Валитов Х.З. The intensity of the absorption of immunoglobulins by the body at different rates of colostrum consumption. Izvestia of Orenburg State Agrarian University. 2023; 99(1): 294-299. (In Russ.).
18. Belousov A.I., Shkuratova I.A., Krasnoperov A.S. et al. Dynamics and prevalence of liver diseases in Holstein cows in Sverdlovsk region. Veterinariya. 2024; 9: 43-47. (In Russ.) DOI: 10.30896/0042-4846.2024.27.9.43-47
19. Chernitskiy A.E., Ermilova T.S., Salimzade E.A.O., Safonov V.A. Prediction of neonatal diseases in calves based on morphological and biochemical blood parameters. The Caspian and global challenges: Proceedings of the International scientific and practical conference. Astrakhan: Astrakhan State University. 2022: 518-524. (In Russ.).

Поступила в редакцию / Received: 04.06.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 25.06.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕТЕРИНАРНЫХ АНТИМИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ В РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ С МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИМ ДЕТЕКТИРОВАНИЕМ

Антон Лутаевич Байров^{1✉}, Ирина Вячеславовна Куш², Екатерина Сергеевна Осина³,
Гульнара Ахметовна Нурлыгаянова⁴

^{1,3,4}Федеральный центр охраны здоровья животных, Российская Федерация

²Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии – филиал
Федерального научного центра ВИЭВ РАН, Российская Федерация

¹младший научный сотрудник химико-токсикологического отдела, email: abairov22@yandex.ru, orcid.org/0000-0003-2503-2888

²канд.ветеринар.наук, заведующий молодежной лабораторией, orcid.org/0000-0003-4706-6528

³младший научный сотрудник химико-токсикологического отдела, orcid.org/0000-0003-4088-6822

⁴канд.ветеринар.наук, ведущий научный сотрудник отдела координации НИР

РЕФЕРАТ

Антибактериальные препараты играют ключевую роль в современной научно-производственной практике, находя применение не только в лечебных и профилактических целях, но и в качестве стимуляторов роста в животноводстве и птицеводстве. Однако, данная практика, несмотря на свои преимущества, сопряжена с рядом недостатков. Широкое использование антибиотиков способствует развитию резистентности у патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, что представляет серьезную угрозу для ветеринарии и общественного здравоохранения. Более того, применение антибактериальных средств приводит к загрязнению окружающей среды, что влечет контаминацию плодовоовощной продукции и нецелевых растений, значительно усугубляя проблему экологической безопасности.

В настоящей работе представлена методика количественного определения 39 антибиотиков в продукции растениеводства методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (ВЭЖХ МС/МС), обеспечивающим высокую чувствительность, селективность и точность анализа.

Основные валидационные характеристики методики (линейность, воспроизводимость, специфичность и предел определения) для определения ветеринарных препаратов в растительных объектах методом ВЭЖХ-МС/МС

Новая методика позволяет осуществлять эффективный контроль качества и безопасности продукции растениеводства, что имеет важное значение для обеспечения продовольственной безопасности и защиты здоровья потребителей, способствуя поддержанию доверия к сельскохозяйственной отрасли и устойчивому развитию агропромышленного комплекса России.

Ключевые слова: антибиотики, высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ МС/МС), растениеводство.

Для цитирования: Байров А.Л., Куш И.В., Осина Е.С., Нурлыгаянова Г.А. Определение ветеринарных антимикробных препаратов в растительной продукции методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2026;2:234-242. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.234>

DETERMINATION OF VETERINARY ANTIMICROBIAL DRUGS IN PLANT-BASED PRODUCTS BY HIGH-PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY WITH MASS SPECTROMETRIC DETECTION

Anton L. Bairov^{1✉}, Irina V. Kushch², Ekaterina S. Osinova³, Gulnara A. Nurlygayanova⁴

^{1,3,4}Federal Center for Animal Health, Russian Federation

²All-Russian Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene, and Ecology – Branch of the Federal Scientific Center VIEV RAS, Russian Federation

¹Junior Researcher, Chemical-Toxicology Department, email: abairov22@yandex.ru, orcid.org/0000-0003-2503-2888

²Candidate of Veterinary Sciences, Head of the Youth Laboratory, orcid.org/0000-0003-4706-6528

³Junior Researcher, Chemical-Toxicology Department, orcid.org/0000-0003-4088-6822

⁴Candidate of Veterinary Sciences, Leading Researcher, Research Coordination Department

ABSTRACT

Antibacterial agents play a key role in modern scientific and industrial practice, being used not only for therapeutic and prophylactic purposes, but also as growth promoters in animal husbandry and poultry farming. However, despite their advantages, this practice is associated with a number of drawbacks. The widespread use of antibiotics promotes the development of resistance in pathogenic and opportunistic microorganisms, posing a serious threat to veterinary medicine and public health. Moreover, the use of antibacterial agents leads to en-

vironmental contamination, resulting in the contamination of fruit and vegetable products and non-target plants, significantly exacerbating the problem of environmental safety.

This study presents a methodology for the quantitative determination of 39 antibiotics in crop production products using high-performance liquid chromatography with tandem mass spectrometry (HPLC-MS/MS), which ensures high sensitivity, selectivity, and accuracy of the analysis.

The main validation characteristics of the methodology (linearity, reproducibility, specificity, and limit of detection) for the determination of veterinary drugs in plant materials by HPLC-MS/MS are described.

The new methodology enables effective quality and safety control of crop production products, which is essential for ensuring food security and protecting consumer health. It also contributes to maintaining public trust in the agricultural sector and supporting the sustainable development of Russia's agro-industrial complex.

Key words: antibiotics, high-performance liquid chromatography, crop production.

For citation: Bairov A.L., Kushch I.V., Osinova E.S., Nurligayanova G.A. Determination of veterinary antimicrobial drugs in plant-based products by high-performance liquid chromatography with mass spectrometric detection. Legal regulation in veterinary medicine. 2026;2:234-242. (in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.2.234>

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время антибактериальные препараты применяются в животноводстве и птицеводстве во многих странах мира, включая Российскую Федерацию для профилактики, лечения и в качестве кормовых добавок, поскольку стимулируют рост и увеличивают продуктивность скота и птицы. Однако их применение приводит к развитию резистентности у патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, а также загрязнению окружающей среды. Это угрожает ветеринарии, общественному здоровью и экологической безопасности.

В 1928 году британским бактериологом Александром Флемингом был открыт пенициллин – первый из всех антибиотиков, советский микробиолог Зинаида Ермольева независимо получила собственный штамм антибиотика (крустозин).

В период с 1940 по 1950-е годы антибактериальные препараты начали массово внедрять в медицинскую и ветеринарную практику во многих странах мира, включая СССР, поскольку они имеют широкий спектр действия для предотвращения осложнений, лечения гнойных инфекций, системных заболеваний у человека, сельскохозяйственных и домашних животных. Открытие пенициллина спасло миллионы жизней в военные годы, предотвращая ампутации и снижая смертность от бактериальных инфекций.

В сфере ветеринарии расширение спектра применяемых антибактериальных препаратов способствовало быстрому и мощному технологическому скачку сельскохозяйственного сектора экономики страны, произошло снижение стоимости производства, многократно сократился падеж животных и птицы от массовых инфекционных заболеваний, ускорился набор массы, срок откорма сократился [1].

Однако регулярное использование данных препаратов в сельском хозяйстве, в том числе в животноводстве привело к глобальной проблеме – развитию антимикробной резистентности, поскольку патогенные и условно патогенные микроорганизмы (бактерии) адаптируются, мутируют и становятся неуязвимыми к применяемым лекарственным препаратам [1].

Дальнейшее изучение в разных странах мира негативных свойств (качеств) антибактериаль-

ных препаратов на здоровье животных, человека и экологию выявило и другую проблему – это накопление антибактериальных препаратов в растениях, а именно в плодовоовощной продукции. Выявляются антибактериальные препараты и в животноводческой продукции. Это связано с активным использованием антибиотиков в ветеринарии, птицеводстве и растениеводстве.

Установлено, что при использовании антибиотиков в животноводстве значительная их часть выводится из организма животных в неизменном виде. От 30% до 90% антибиотиков не метаболизируются и попадают в навоз или помет, которые затем используются в качестве органических удобрений [8, 9]. Следует отметить, что антибиотики устойчивы к биологическому разложению, поэтому долго сохраняются в почве. Более того, они отличаются термостабильностью и разрушаются только при температуре 200–230°C.

Ветеринарные антибактериальные препараты попадают в почву с органическими удобрениями (навоз, помет, сточные воды, осадок (ил) с очистных сооружений) и накапливаются в этих субстанциях, после чего проникают через корневую систему сельскохозяйственных культур. В некоторых странах (например, в США) допускается применение лекарственных препаратов для опрыскивания плодовых деревьев и сельскохозяйственных культур в целях борьбы с бактериальными инфекциями [14-17].

В настоящее время во многих странах мира применение антибиотиков в качестве стимуляторов роста строго запрещено, лечебное применение осуществляется под контролем ветеринарного врача (некоторые государства ЕС). В тоже время ежегодное потребление антибиотиков во всем мире составляет от 100 до 200 тысяч тонн [13], что негативно сказывается на пищевой и экологической безопасности населения [1-3].

С целью защиты населения России от устойчивых к лекарствам микроорганизмов в сфере здравоохранения последовательно реализуется Стратегия предупреждения распространения антимикробной резистентности на период 2025-2030 годы. Согласно Распоряжению Правительства Российской Федерации от 16 августа 2024 г. № 2214-р., включающая 20 мероприятий.

По данным Россельхознадзора в Российской Федерации возрастает контроль и надзор за обо-

ротом группы антибактериальных препаратов, и их добавлением в корма. С помощью искусственного интеллекта будет осуществляться полная прослеживаемость лекарств «от производства до применения». Автоматизируется контроль над использованием антибиотиков в животноводстве, отпуск ветпрепаратов исключительно по рецептам, чтобы минимизировать их поступление к человеку через животноводческую продукцию. Все данные будут вносить в государственные цифровые системы [18,19,20].

Важно отметить, Федеральный закон от 28.04.2023 № 175ФЗ дополнен новой статьей КоАП РФ – ведена административная ответственность за безрецептурный отпуск лекарств в виде штрафа (ст. 14.4.2., ч. 1.1).

Для снижения распространения резистентности к антибиотикам приказом Министерства сельского хозяйства РФ от 6 октября 2021 г. № 692 установлен запрет на применение лекарственных препаратов, предназначенных для лечения инфекционных и паразитарных болезней животных, вызываемых патогенными микроорганизмами и условно патогенными микроорганизмами, без клинического подтверждения диагноза, а также запрет на продолжение применения таких препаратов при отсутствии эффективности лечения.

Исходя из вышеизложенных фактов, которые говорят о прямом и косвенном вреде антибактериальных препаратов для человека и животных, возникает необходимость совершенствования лабораторного контроля за содержанием антибиотиков в растительной продукции и других компонентах окружающей среды [9-14].

Поскольку указанные проблемы имеют междисциплинарный характер и охватывают экологические, микробиологические, химические, и социально-экономические аспекты.

Разработка и валидация методики анализа содержания антибиотиков в продукции растениеводства с высокой степенью точности и надежности – актуальная задача отечественной науки.

Одним из самых распространенных методов анализа является высокоэффективная жидкостная хроматография с масс-спектрометрическим детектором. В настоящее время выделяют четыре метода пробоподготовки для ВЭЖХ-МС/МС: твердофазная экстракция (ТФЭ) [12]; жидко-жидкостная экстракция (ЖЖЭ) [13]; QUECHERS [4, 12 – 16] и экстракции с ультразвуком с ТФЭ [10].

Оптимальным методом первичной подготовки проб является ЖЖЭ, т.к. анализ прост в исполнении, не требует значительных временных и финансовых затрат, что позволяет многим лабораториям использовать данную экстракцию. Данный метод получил широкое применение благодаря лучшей селективности и возможности определять различные виды групп антибактериальных препаратов [5, 11].

Одновременное извлечение большого количества групп антибиотиков из растительной продукции является трудновыполнимой задачей из-за различных физико-химических свойств искомым веществ и сложности очистки матрицы исследуемого объекта.

Целью работы является разработка и валидация высокочувствительного и эффективного метода определения антибиотиков в растительной продукции методом ВЭЖХ МС/МС.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Аппаратура. Аналитические исследования проводились с использованием системы высокоэффективной жидкостной хроматографии Nexera (Shimadzu, Япония), сопряжённой с трёх-квадрупольным масс-спектрометром LCMS-8060 (Shimadzu, Япония). Разделение компонентов осуществлялось на хроматографической колонке Acclaim™ 120 C18 (размеры 2,1 × 150 мм, размер пор 3 мкм; Thermo Scientific™, США) в режиме градиентного элюирования.

Для подготовки проб использовалось вспомогательное оборудование: аналитические весы Sartorius Secura 225D (Sartorius, Германия), лабораторная центрифуга SL40R (Thermo Scientific, США), шейкер для пробирок MultiReax (Heidolph, Германия), система упаривания инертным газом TurboVap II (Caliper Life Sciences, США).

Реактивы. Для проведения анализа использовали органические растворители: метанол и ацетонитрил. Дополнительно применялись муравьиная кислота, n-гексан.

В качестве стандартного образцов применяли стандартные образцы следующих антибиотиков (Witega, Германия): оксациллин, флоксациллин, бензилпенициллин, диклоксациллин, феноксиметилпенициллин, амоксициллин, ампициллин, нафциллин, тетрациклин, окситетрациклин, доксициклин, хлортетрациклин, данофлоксацин, энрофлоксацин, марбофлоксацин, флумекин, ломефлоксацин, сарафлоксацин, дифлоксацин, цiproфлоксацин, налидиксовая кислота, норфлоксацин, оксолиновая кислота, пипемидовая кислота, офлоксацин, пефлоксацин, диметридазол, ронидазол, ипронидазол, гидроксипронидазол, гидроксиметронидазол, гидроксиметилметилнитроимидазол, тернидазол, тинидазол, метронидазол, орнидазол, хлорамфеникол, флорфеникол, тиамфеникол.

В качестве внутренних стандартов применяли следующие антибиотики (Witega, Германия): диметридазол-d3, ронидазол-d3, ипронидазол-d3, гидроксиметилметилнитроимидазол-d3, метронидазол-d3, дифлоксацин-d3, гидроксипронидазол-d3, энрофлоксацин-d5, норфлоксацин-d5, сарафлоксацин-d8, цiproфлоксацин-d8, налидиксовая кислота-d5, оксолиновая кислота-d5, бензилпенициллин-d7, тетрациклин-d6, хлорамфеникол-d5. Исходные растворы с концентрацией 1 мкг/мл готовили растворением соответствующей навески в метаноле. Исходные растворы пенициллинов растворяли в 50% растворе ацетонитрил в воде.

Анализируемые образцы. В качестве объектов исследования использовались образцы зерна, авокадо, апельсина и салата, предоставленные Федеральным центром охраны здоровья животных (ФГБУ «ВНИИЗЖ») для государственного мониторинга качества и безопасности пищевых продуктов.

Условия хроматографического разделения и детектирования. В качестве фазы А применяли 0,5% водный раствор муравьиной кислоты, фаза Б представляла собой 0,5% раствор смеси ацетонитрила и метанола (1:1).

Ионный источник масс-спектрометра имел

Таблица 1. Параметры настройки масс-спектрометров в режиме MRM.
Table 1. Parameters for configuring mass spectrometers in MRM mode.

Определяемое вещество	Ион-предшественник, m/z	Дочерние ионы, m/z	Энергия соударений, эВ
Оксациллин	400,1	160,1/243,1	17/17
Клоксациллин	390,1	160,0/277,0	19/19
Бензилпенициллин	333,0	176,0/160,0	25/17
Диклоксациллин	468,0	160,0/310,9	25/23
Феноксиметилпенициллин	349,0	160,1/114,0	21/43
Амоксициллин	366,0	114,0/208,0	22/14
Ампициллин	350,0	160,0/192,0	15/17
Нафциллин	415,0	256,0/199,0	18/17
Тетрациклин	445,1	428,1/410,0	30/27
Окситетрациклин	461,1	426,1/444,1	30/22
Доксициклин	445,1	428,0/410,0	26/30
Хлортетрациклин	479,1	444,1/462,1	30/25
Данофлоксацин	358,1	340,2/82,1	35/67
Энрофлоксацин	360,2	342,2/316,1	31/27
Марбофлоксацин	363,1	345,1/320,1	29/23
Флюмеквин	262,1	202,0/174,1	45/55
Ломефлоксацин	352,2	265,1/308,1	33/25
Сарафлоксацин	386,2	342,1/299,1	27/37
Дифлоксацин	400,2	356,2/299,1	29/41
Ципрофлоксацин	332,0	231,0/324,2	49/35
Налидиксовая кислота	233,1	215,0/187,0	19/33
Норфлоксацин	320,1	302,1/276,0	27/23
Оксолиновая кислота	262,1	216,0/160,0	39/51
Пипемидовая кислота	304,2	286,1/217,0	25/29
Офлоксацин	362,1	318,1/261,0	27/37
Пефлоксацин	334,0	316,0/290,0	15/12
Диметридазол	142,1	81,1/96,1	30/22
Ронидазол	201,1	140,1/110,1	15/21
Ипронидазол	170,1	124,1/109,1	25/33
Гидроксиипронидазол	186,1	168,1/122,1	17/28
Гидроксиметронидазол	188,1	125,1/123,1	19/17
Гидроксиметилметилнитроимидазол	158,1	140,1/55	20/29
Тернидазол	186,1	128,1/82,1	27/35
Тинидазол	248,1	121,1/93,0	22/25
Метронидазол	172,1	128,1/82,1	20/30
Орнидазол	220,2	128,2/81,1	23/39
Хлорамфеникол	-321,0	152,0/257,0	-23/-15
Флорфеникол	-356,1	-185,1/-119,1	-27/-45
Тиамфеникол	-353,9	-290,0/-184,9	-19/-30
Диметридазол-D ₃	145,1	99,1	23
Ронидазол-D ₃	204,0	143,1	15
Ипронидазол-D ₃	173,1	127,1	25
Гидроксиипронидазол-D ₃	189,1	171,1	18
Метронидазол-D ₃	175,1	131,1	19
Гидроксиметилметилнитроимидазол-D ₃	161,1	143,1	20
Дифлоксацин-D ₃	403,0	359,0	27
Энрофлоксацин-D ₅	364,9	245,0	37
Норфлоксацин-D ₅	325,0	281,1	23
Сарафлоксацин-D ₈	394,0	350,0	27
Ципрофлоксацин-D ₈	339,9	296,1	25
Налидиксовая кислота-D ₅	237,9	220,0	21
Оксолиновая кислота-D ₅	266,9	249,0	23
Бензилпенициллин-D ₇	342,0	183,1	17
Тетрациклин-D ₆	451,0	416,1	30
Хлорамфеникол-D ₅	-326,1	-157,0	-23

следующие параметры:

Температура интерфейса 300 °С, температура блока нагрева – 300 °С, температура линии десольватации – 250 °С, напряжения на электроде 4000 В.

Масс-спектрометр работал в режиме сбора данных MRM для определения антибиотиков

согласно таблице 1.

Методика пробоподготовки. В 1 г гомогенизированной пробы, добавляли 4 мл ацетонитрила, перемешивали на шейкере, центрифугировали, затем ацетонитрильный слой переносили в другую пробирку и упаривали досуха в токе азо-

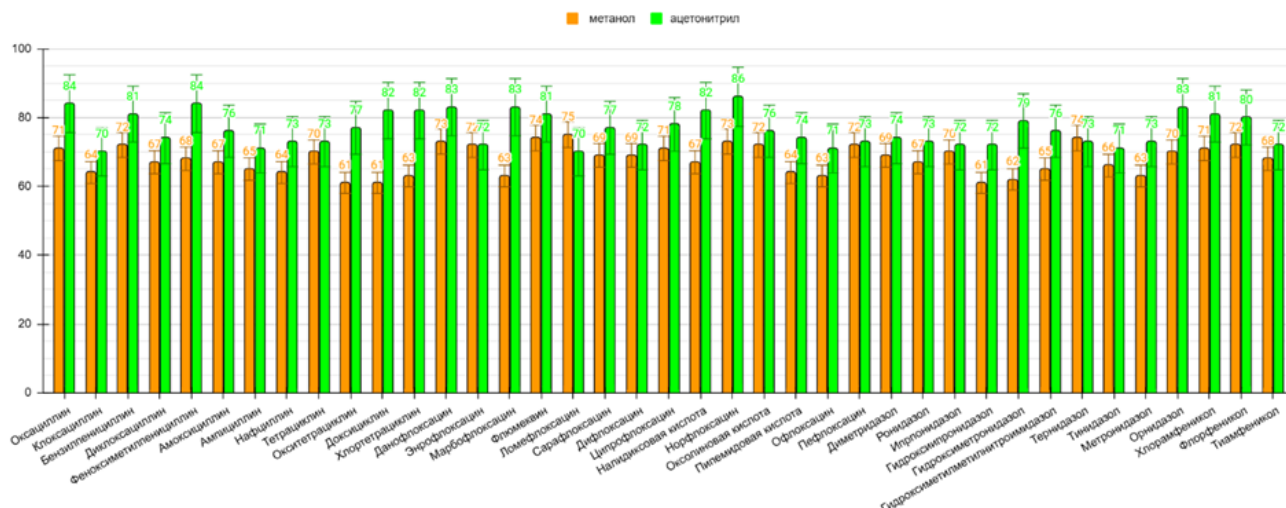


Рисунок 1. Сравнительная гистограмма степени извлечения в зависимости от пробоподготовки.
Figure 1. Comparative histogram of the degree of extraction depending on sample preparation.

та при температуре до 40 °С. К полученному остатку добавляли 950 мкл подвижной фазы А и 50 мкл подвижной фазы Б, после чего перемешивали 5 мин на шейкере.

Добавляли 3 мл гексана к полученному фильтрату. Пробирку помещали в шейкер для перемешивания на 10 мин. Затем центрифугировали при 4000 об/мин в течение 10 мин при температуре 4°С. Верхний слой гексана отбрасывали, полученный экстракт фильтровали через шприцевые фильтры в вials и использовали для анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Пробоподготовка является одним из важнейших этапов, который в будущем оказывает влияние на весь ход исследования. При проведении пробоподготовки для определения остаточных количеств антибиотиков задействована серия экспериментов по оценке эффективности различных органических растворителей в качестве экстрагентов.

Для сравнения выбраны два наиболее распространенных растворителя применяемых в пробоподготовке: метанол и ацетонитрил. Метанол обладает высокой полярностью и хорошей способностью растворять широкий спектр соединений, а ацетонитрил: менее полярный, чем метанол, часто демонстрирует лучшую селективность при экстракции, эффективнее осаждает белки и некоторые полярные матричные компоненты (например, органические кислоты), что способствует последующей очистке экстракта.

Для данных целевых соединений ацетонитрил показал лучшее извлечение антибиотиков чем метанол, его степень извлечения составляла от 73 – 86 %. Ацетонитрил лучше осаждает белки и полярные матричные компоненты, тем самым уменьшая экстракцию примесей, что приводит к уменьшению матричного эффекта.

Валидация. Оценка надёжности применяемого аналитического метода проводилась в соответствии с требованиями Исполнительного Регламента Комиссии ЕС 2021/808 от 22 марта 2021 и РМГ 61 – 2010. В рамках процедуры валидации исследованы следующие параметры метода: ли-

нейность, воспроизводимость, специфичность и предел определения.

Для построения градуировочного графика использовали матричные градуировочные растворы, приготовленные из образцов, не содержащих целевые аналитические соединения с концентрациями 5, 50 и 1000 мкг/кг. Для всех исследуемых матриц коэффициенты корреляции, характеризующие линейную зависимость между площадью хроматографического пика и концентрацией аналита, составляли не менее 0,98 (см. табл. 2).

Для оценки внутридневной и междневной повторяемости по 5 раз за день проводились исследования подготовленных 5 и 15 образцов, в которые вносили антибиотики в концентрациях 5, 50 и 1000 мкг/кг. Предварительный анализ контрольных образцов, не содержащих добавленного аналита, показал отсутствие хроматографических пиков, что свидетельствует об отсутствии матричных помех и не влияет на точность количественного определения антибиотиков. Итоговые результаты отражены в таблице 2.

Разработанная нами методика характеризуется высокой воспроизводимостью, при этом значение относительного стандартного отклонения (RSD) не превышает 33%. Предел количественного определения для всех исследуемых матриц составил 5 мкг/кг.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье представлен метод определения ветеринарных препаратов (антибиотиков) в растительной продукции методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (ВЭЖХ-МС/МС).

Выбран оптимальный метод пробоподготовки – жидко-жидкостная экстракция (ЖЖЭ), который не требует значительных временных и финансовых затрат, обладает лучшей селективностью и возможностью определять различные виды групп антибактериальных препаратов в сравнении с другими методами.

Методика количественного определения ветеринарных препаратов в растительной продукции

Таблица 2. Основные валидационные характеристики методики для определения ветеринарных препаратов в растительных объектах методом ВЭЖХ-МС/МС.

Table 2. The main validation characteristics of the methodology for the determination of veterinary drugs in plant materials by high-performance liquid chromatography–tandem mass spectrometry (HPLC-MS/MS).

Аналит	R2	Добавув мкг/кг	Зерно		Апельсин		Авокадо		Салат	
			Внутридневная повторяемость (RSD, n = 5)	Междневная повторяемость (RSD, n = 15)	Внутридневная повторяемость (RSD, n = 5)	Междневная повторяемость (RSD, n = 15)	Внутридневная повторяемость (RSD, n = 5)	Междневная повторяемость (RSD, n = 15)	Внутридневная повторяемость (RSD, n = 5)	Междневная повторяемость (RSD, n = 15)
Оксациллин	0,996	5	23	27	28	29	28	27	26	32
		50	16	24	15	20	17	19	17	23
		1000	9	12	6	14	6	14	11	13
Клоксациллин	0,999	5	27	27	25	29	26	27	25	31
		50	19	24	15	24	18	22	18	23
		1000	11	13	8	14	8	11	6	10
Бензилпенициллин	0,992	5	27	29	28	27	26	29	30	32
		50	17	25	16	21	17	19	16	25
		1000	7	15	11	10	9	12	10	11
Диклоксациллин	0,999	5	25	33	26	32	30	31	30	29
		50	15	21	16	23	15	19	15	24
		1000	11	13	6	11	7	15	10	10
Феноксиметилпенициллин	0,99	5	24	30	27	32	23	27	28	28
		50	18	25	16	25	17	23	19	19
		1000	6	16	6	9	11	15	8	16
Амоксициллин	0,994	5	26	31	27	33	30	32	28	28
		50	18	19	16	19	16	21	15	21
		1000	10	16	9	11	6	12	11	12
Ампициллин	0,996	5	30	27	27	31	25	31	30	30
		50	16	24	17	24	15	24	18	24
		1000	11	10	6	12	7	12	9	9
Нафциллин	0,993	5	23	27	26	27	29	29	25	27
		50	18	23	15	20	15	19	18	21
		1000	8	16	11	11	8	12	8	14
Тетрациклин	0,988	5	25	29	24	32	30	32	23	31
		50	17	25	15	23	17	22	18	21
		1000	9	12	10	11	7	9	9	16
Окситетрациклин	0,982	5	24	30	24	27	27	29	28	27
		50	18	19	15	24	19	24	19	20
		1000	9	13	6	11	11	9	9	9
Доксициклин	0,982	5	27	31	28	33	24	32	29	29
		50	17	20	15	23	17	21	15	22
		1000	11	9	11	15	8	12	9	15
Хлортетрациклин	0,984	5	23	27	27	33	30	28	28	32
		50	16	22	15	20	19	22	16	24
		1000	7	10	10	14	9	12	9	11
Данофлоксацин	0,994	5	29	29	26	33	25	29	26	30
		50	16	21	18	20	16	20	17	20
		1000	8	10	6	15	10	10	8	13
Энрофлоксацин	0,992	5	28	31	25	32	26	27	30	30
		50	19	24	19	23	17	23	19	23
		1000	8	15	10	12	7	14	8	10
Марбофлоксацин	0,997	5	29	29	27	28	27	31	29	27
		50	16	24	17	23	15	21	19	21
		1000	11	10	11	12	10	9	11	12
Флюмеквин	0,993	5	28	27	23	28	27	32	25	29
		50	16	21	19	22	15	25	19	22
		1000	7	11	9	10	6	16	11	16
Ломефлоксацин	0,996	5	29	32	25	33	25	32	27	31
		50	15	22	18	25	19	23	15	23
		1000	9	16	10	10	8	13	7	11
Сарафлоксацин	0,999	5	26	33	25	28	24	33	28	27
		50	17	19	15	25	15	20	16	23
		1000	6	12	10	13	6	10	10	15

Таблица 2. Продолжение.
Table 2. Continued.

Дифлоксацин	0,997	5	24	28	26	27	27	30	26	29
		50	17	22	17	23	16	25	17	19
		1000	7	9	6	10	8	16	9	9
Ципрофлоксацин	0,997	5	28	27	28	33	25	29	29	28
		50	18	22	16	23	16	22	17	22
		1000	7	14	11	10	7	14	10	10
Налидиксовая кислота	0,998	5	29	32	29	32	27	33	28	31
		50	18	20	16	20	17	19	16	21
		1000	10	12	7	12	7	11	8	14
Норфлоксацин	0,997	5	27	30	24	29	23	28	28	29
		50	19	23	18	21	17	23	17	20
		1000	10	16	11	15	6	14	6	9
Оксолиновая кислота	0,997	5	30	28	28	30	25	29	25	30
		50	17	21	18	21	18	19	18	19
		1000	8	16	8	10	8	9	6	13
Пипемидовая кислота	0,998	5	27	31	24	31	25	31	28	29
		50	16	19	19	21	19	23	18	23
		1000	8	12	7	10	8	13	11	9
Офлоксацин	0,996	5	25	31	24	28	29	31	30	31
		50	18	23	16	19	15	20	18	22
		1000	8	15	7	15	7	15	8	10
Пефлоксацин	0,998	5	27	30	25	29	23	29	28	32
		50	17	20	15	25	19	23	19	21
		1000	10	12	9	14	9	14	11	9
Диметридазол	0,999	5	28	32	29	27	25	30	25	27
		50	17	19	16	24	18	25	17	23
		1000	6	12	6	11	9	15	9	9
Ронидазол	0,992	5	23	31	28	28	25	32	23	30
		50	19	24	15	23	18	19	16	19
		1000	11	14	9	9	8	16	6	9
Ипронидазол	0,994	5	25	31	23	27	29	30	25	28
		50	19	20	15	25	15	21	18	20
		1000	10	13	7	16	8	13	8	13
Гидроксиипронидазол	0,998	5	23	31	26	30	23	27	23	28
		50	17	24	17	25	18	23	19	20
		1000	9	15	8	16	10	13	11	11
Гидроксиметронидазол	0,997	5	24	31	28	29	29	27	28	29
		50	17	21	15	24	15	20	18	25
		1000	7	15	7	14	11	9	6	16
Гидроксиметилметилнитроимидазол	0,992	5	30	30	26	29	29	33	29	28
		50	19	19	19	24	15	20	17	22
		1000	6	16	11	16	9	9	6	10
Тернидазол	0,991	5	27	29	26	27	25	32	27	32
		50	17	23	18	20	18	20	15	21
		1000	7	15	10	10	9	11	9	12
Тинидазол	0,995	5	26	30	26	31	23	31	23	28
		50	19	19	18	20	15	19	15	23
		1000	7	10	11	15	8	14	10	13
Метронидазол	0,999	5	25	32	26	31	26	30	30	31
		50	18	21	17	23	19	21	19	23
		1000	7	16	7	12	8	16	9	10
Орнидазол	0,99	5	30	27	25	32	24	30	25	29
		50	18	23	19	23	17	21	17	22
		1000	9	11	9	11	9	10	6	15
Хлорамфеникол	0,992	5	24	31	25	30	26	27	26	30
		50	16	19	19	24	17	24	15	23
		1000	10	14	7	11	10	14	10	14
Флорфеникол	0,981	5	25	33	29	32	24	28	26	28
		50	15	21	15	23	18	20	18	20
		1000	7	9	10	14	8	11	10	10
Тиамфеникол	0,99	5	24	30	27	31	25	30	24	30
		50	19	20	18	23	18	24	15	24
		1000	6	12	10	16	7	9	8	16

апробирована на испытуемых образцах, продемонстрировала высокую воспроизводимость. Учитывая надёжность, чувствительность и повторяемость, метод может быть рекомендован для использования в лабораторном контроле пищевых продуктов.

Следует учитывать, что в ТР ТС 023/2011 Технический регламент Таможенного союза "Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей" нет данных касательно присутствия антибактериальных препаратов в плодовоовощной продукции.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Акименко Ю.В. и др. Экологические последствия загрязнения почв антибиотиками. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013;15(3-4):1196-1199.
2. Лыков И.Н. Исторические аспекты применения антибиотиков. Прошлое и настоящее. МНИЖ. 2024;7 (145): 1-5.
3. Тимофеева С.С., Гудилова О.С. Антибиотики в окружающей среде: состояние и проблемы. XXI век. Техносферная безопасность. 2021;6(3(23)): 251-265
4. Amelin V.G., Avdeeva N.M. Determination of penicillins G and V in vegetables and fruits by exact masses of ions of protonated adducts with methanol by ultra-high-performance liquid chromatography–time-of-flight high resolution mass spectrometry. Journal of Analytical Chemistry. 2018;73(9):922-928.
5. Bohm D.A., Stachel C.S., Gowik P. Multi-method for the determination of antibiotics of different substance groups in milk and validation in accordance with Commission Decision 2002/657/EC. Journal of Chromatography A. 2009;1216(46): 8217-8223. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2009.06.058>
6. Dolliver H., Gupta S., Noll S. Antibiotic degradation during manure composting. Journal of environmental quality. 2008; 37(3): 1245-1253.
7. Chen Y.S. et al. Occurrence and assessment of veterinary antibiotics in swine manures: a case study in East China. Chinese Science Bulletin. 2012;57(6):606-614.
8. Massé D.I., Cata Saady N.M., Gilbert Y. Potential of biological processes to eliminate antibiotics in livestock manure: an overview. Animals. 2014;4(2):146-163.
9. Martínez-Carballo E. et al. Environmental monitoring study of selected veterinary antibiotics in animal manure and soils in Austria. Environmental Pollution. 2007;148(2):570-579.
10. Merlo F. et al. Green and efficient determination of fluoroquinolone residues in edible green fruits and leafy vegetables by ultrasound-assisted extraction followed by HPLC-MS/MS. Molecules. 2022;27(19): 6595. <https://doi.org/10.3390/molecules27196595>
11. Moretti S. et al. Multiclass method for the determination of 62 antibiotics in milk. Journal of Mass Spectrometry. 2016;51(9):792-804. <https://doi.org/10.1002/jms.3834>
12. Feng Y. et al. A simple, sensitive, and reliable method for the simultaneous determination of multiple antibiotics in vegetables through SPE-HPLC-MS/MS. Molecules. 2018;23(8): 1953. <https://doi.org/10.3390/molecules23081953>
13. Gelband H. et al. The state of the world's antibiotics 2015. Wound healing southern africa. 2015;8(2):30-34.
14. Pan X. et al. Residual veterinary antibiotics in swine manure from concentrated animal feeding operations in Shandong Province, China. Chemosphere. 2011;84(5): 695-700.
15. Turnipseed S. B., Rafson J. P., Casey C. R. Determination and Identification of Antibiotic Residues in Fruits Using Liquid Chromatography–High-Resolution Mass Spectrometry (LC–HRMS). Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2024;72(27):15366-15375. <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.jafc.4c01792>
16. Yang Y. et al. Development of a simple UPLC-MS/MS method coupled with a modified QuEChERS for analyzing multiple antibiotics in vegetables and applied to pollution assessment. Journal of Food Composition and Analysis. 2024;129: 106135. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.106135>
17. Zhao L., Dong Y. H., Wang H. Residues of veterinary antibiotics in manures from feedlot livestock in eight provinces of China. Science of the Total Environment. 2010;408(5): 1069-1075.
18. Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору . [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://fsvps.gov.ru/> (дата обращения: 21.04.2026).
19. Агроэксперт. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://agroexpert.press/> (дата обращения: 21.04.2026).
20. Ветеринария и жизнь. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://vetandlife.ru/livestock>(дата обращения: 21.04.2026)

REFERENCES

1. Akimenko Yu.V. et al. Environmental consequences of soil contamination with antibiotics. Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2013;15(3-4):1196-1199. (in Russ)
2. Lykov I.N. Historical aspects of antibiotic use. Past and present. MNIZH. 2024;7 (145): 1-5. (in Russ)
3. Timofeeva S.S., Gudilova O.S. Antibiotics in the environment: status and problems. 21st century. Technosphere safety. 2021;6(3(23)): 251-265
4. Amelin V.G., Avdeeva N.M. Determination of penicillins G and V in vegetables and fruits by exact masses of ions of protonated adducts with methanol by ultra-high-performance liquid chromatography–time-of-flight high resolution mass spectrometry. Journal of Analytical Chemistry. 2018;73(9):922-928. (in Russ)
5. Bohm D.A., Stachel C.S., Gowik P. Multi-method for the determination of antibiotics of different substance groups in milk and validation in accordance with Commission Decision 2002/657/EC. Journal of Chromatography A. 2009;1216(46): 8217-8223. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2009.06.058>
6. Dolliver H., Gupta S., Noll S. Antibiotic degradation during manure composting. Journal of environmental quality. 2008; 37(3): 1245-1253.

7. Chen Y.S. et al. Occurrence and assessment of veterinary antibiotics in swine manures: a case study in East China. *Chinese Science Bulletin*. 2012;57(6):606-614.
8. Massé D.I., Cata Saady N.M., Gilbert Y. Potential of biological processes to eliminate antibiotics in live-stock manure: an overview. *Animals*. 2014;4(2):146-163.
9. Martínez-Carballo E. et al. Environmental monitoring study of selected veterinary antibiotics in animal ma-nure and soils in Austria. *Environmental Pollution*. 2007;148(2):570-579.
10. Merlo F. et al. Green and efficient determination of fluoroquinolone residues in edible green fruits and leafy vegetables by ultrasound-assisted extraction followed by HPLC-MS/MS. *Molecules*. 2022;27(19): 6595. <https://doi.org/10.3390/molecules27196595>
11. Moretti S. et al. Multiclass method for the determination of 62 antibiotics in milk. *Journal of Mass Spec-trometry*. 2016;51(9):792-804. <https://doi.org/10.1002/jms.3834>
12. Feng Y. et al. A simple, sensitive, and reliable method for the simultaneous determination of multiple anti-biotics in vegetables through SPE-HPLC-MS/MS. *Molecules*. 2018;23(8): 1953. <https://doi.org/10.3390/molecules23081953>
13. Gelband H. et al. The state of the world's antibiotics 2015. *Wound healing southern africa*. 2015;8(2):30-34.
14. Pan X. et al. Residual veterinary antibiotics in swine manure from concentrated animal feeding operations in Shandong Province, China. *Chemosphere*. 2011;84(5): 695-700.
15. Turnipseed S. B., Rafson J. P., Casey C. R. Determination and Identification of Antibiotic Residues in Fruits Using Liquid Chromatography–High-Resolution Mass Spectrometry (LC–HRMS). *Journal of Agricul-tural and Food Chemistry*. 2024;72(27):15366-15375. <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.jafc.4c01792>
16. Yang Y. et al. Development of a simple UPLC-MS/MS method coupled with a modified QuEChERS for analyzing multiple antibiotics in vegetables and applied to pollution assessment. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2024;129: 106135. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.106135>
17. Zhao L., Dong Y. H., Wang H. Residues of veterinary antibiotics in manures from feedlot livestock in eight provinces of China. *Science of the Total Environment*. 2010;408(5): 1069-1075.
18. Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Surveillance. [Electronic resource] Access mode: <https://fsvps.gov.ru/> (date accessed: April 21, 2026).
19. Agroexpert. [Electronic resource] Access mode: <https://agroexpert.press/> (date accessed: April 21, 2026).
20. Veterinary Science and Life. [Electronic resource] Access mode: <https://vetandlife.ru/livestock> (date ac-cessed: April 21, 2026)

Поступила в редакцию / Received: 27.05.2026

Поступила после рецензирования / Revised: 25.06.2026

Принята к публикации / Accepted: 30.06.2026

НОРМАТИВНО - ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В ВЕТЕРИНАРИИ № 2 - 2026

/Legal regulation in veterinary medicine

Редакция журнала
196084, Санкт-Петербург,
Черниговская 5, СПбГУВМ,
т/ф (812) 365-69-35.
www.spbguvvm.ru

**НОРМАТИВНО - ПРАВОВОЕ
РЕГУЛИРОВАНИЕ
В ВЕТЕРИНАРИИ №2-2026**

/Legal regulation in veterinary medicine

Редакция журнала
196084, Санкт-Петербург,
Черниговская 5, СПбГУВМ,
т/ф (812) 365-69-35.
[www. spbguvvm.ru](http://www.spbguvvm.ru)