

# РОССИЙСКИЙ ЖУРНАЛ ПРОБЛЕМЫ ВЕТЕРИНАРНОЙ САНИТАРИИ, ГИГИЕНЫ И ЭКОЛОГИИ

№ 1 (57), 2026

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (ПИ № ФС77-74156 от 29.10.2018). Выходит один раз в квартал. Распространяется в Российской Федерации и других странах. Статьи рецензируются.

**Учредитель:** ФГБНУ «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко Российской академии наук» (ОГРН 1037700258870).

Адрес редакции: 123022, Россия,  
Москва, Звенигородское шоссе, дом 5  
Тел.: (499)256-35-81;  
Факс: (499)256-35-81  
E-mail: vniivshe@mail.ru

Отпечатано в типографии «Т8 Издательские технологии», Москва, Волгоградский пр-т, 42, корп. 5. Т. 8 (499) 322-3831; info@T8print.ru

Тираж 500 экз. Заказ № 1391  
Формат 60x84/8. Объем 22,5 п.л.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Ответственность за оригинальность статьи и научные заключения несут авторы.

Журнал индексируется в базах данных РИНЦ, RSCI, AGRIS; включен в утвержденный ВАК перечень периодических научных и научно-технических изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны публиковаться основные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук, в Белый список (Q2).

© «Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии»

Подписано в печать 02.03.2026 г.

ISSN 2075-1818

Подписной индекс ПН181

## Редакционный совет:

Смирнов А. М. – главный редактор  
Попов П. А. – зам. главного редактора  
Попов Н. И. – член редсовета  
Гуненкова Н. К. – ответственный редактор  
Ярных Е. В. – научный редактор

## Редакционная коллегия:

Донник И.М., Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», акад. РАН;  
Абдуллаева А.М., Институт ветеринарии, ветеринарно-санитарной экспертизы и агробезопасности ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», д-р биол. наук.;  
Алиев А.Ю., Прикаспийский ЗНИВИ – Прикаспийский ЗНИВИ ФГБНУ «Дагестанский аграрный научный центр Республики Дагестан», д-р вет. наук;  
Гулюкин А.М., ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», чл.-корр. РАН;  
Денисова Е.А., ВНИИВСГЭ – филиал ФНЦ ВИЭВ РАН, д-р биол. наук;  
Козак С.С., ВНИИПП – филиал ФГБНУ ВНИИТИП, д-р биол. наук, руководитель ИЛЦ ВНИИПП;  
Кононенко Г.П., ВНИИВСГЭ – филиал ФНЦ ВИЭВ РАН, д-р биол. наук, проф.;  
Мирзоев Д.М., Таджикский аграрный университет, д-р вет. наук, проф., акад. Таджикской академии СХН;  
Тутельян В.А., ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания и биотехнологии», акад. РАН;  
Тюрин В.Г., ВНИИВСГЭ – филиал ФНЦ ВИЭВ РАН, д-р вет. наук, проф.;  
Удавлив Д.И., Институт ветеринарии, ветеринарно-санитарной экспертизы и агробезопасности ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», д-р биол. наук;  
Уша Б.В., Институт ветеринарии, ветеринарно-санитарной экспертизы и агробезопасности ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», акад. РАН;  
Шахмурзов М.М., ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова», д-р биол. наук, проф.;  
Ятусевич А.И., Витебская государственная академия ветеринарной медицины, д-р вет. наук, проф., иностранный член РАН

---

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Попов П.А., Смирнов А.М., Гуненкова Н.К., Попов Н.И.</b> Научная деятельность Всероссийского научно-исследовательского института ветеринарной санитарии, гигиены и экологии по выполнению Государственного задания за 2025 г. ....	6
<b>ВЕТЕРИНАРНАЯ САНИТАРИЯ (ДЕЗИНФЕКЦИЯ, ДЕЗИНСЕКЦИЯ, ДЕЗАКАРИЗАЦИЯ, ДЕРАТИЗАЦИЯ)</b>	
<b>Назарова С.В., Удавлиев Д.И., Шихов С.С., Кабардиев С.Ш., Бондаренко В.О., Гламаздин А.И.</b> Производственные испытания акарицидной эффективности препарата «Катаакари» при обработке животноводческих помещений и прилегающих территорий .....	17
<b>Кувшинчиков Н.Н., Щербакова Г. Ш.</b> Коррозионные свойства дезинфицирующего препарата «Ф 263 Ипасепт АСФ» (F 263 Irapsept ASF) .....	25
<b>ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНОЕ КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОВОДСТВА И КОРМОВ</b>	
<b>Кострикин Н.М., Пеньков Т.Д., Гончарова Ю.В., Баиров А.Л., Мурашкин М.Р.</b> Определение антибиотиков производных 8-оксихинолинов в продуктах питания методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с тандемным масс-спектрометрическим детектированием .....	30
<b>Саматова А.А., Шлямина О.В., Галлямова М.Ю., Вагин К.Н., Белоногов Д.Б.</b> Исследование качества и безопасности облученного мяса говядины .....	39
<b>Бабунова В.С., Осипова И.С., Попов П.А., Арсеньева Л.В.</b> Микробиологический метод определения остаточных количеств антибиотиков в мясе цыплят-бройлеров и продуктах птицеводства ..	46
<b>Ларионов Г.А., Николаева А.Е.</b> Взаимосвязь химического состава молока и крови коров .....	53
<b>Арсеньева Л.В. Денисова Е.А., Горяинова Г.М., Попов П.А.</b> Иммуномикрочиповый анализ в системе скринингового контроля сметаны на остаточные количества антигельминтных препаратов .....	59
<b>Тулепбергенова А.Р., Антонова Е.В., Грушко М.П.</b> Оценка качества и биологической безопасности замороженной пресноводной рыбы .....	65
<b>САНИТАРНАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ</b>	
<b>Вахитов И.И., Хайруллин Д.Д., Мингалеев Д.Н., Семенов Э.И., Ермолаева О.К., Асрутдинова Р.А.</b> Антимикробная активность нового соединения четвертичной фосфониевой соли .....	71
<b>Неустроев М.П., Тарабукина Н.П., Павлов А.Г., Решетникова А.И.</b> Ферментативная активность пробиотических штаммов бактерий <i>B. subtilis</i> и перспективы использования в агробιοтехнологии .....	78
<b>Вилкова Д.Д., Кутузов М.Н., Белова М.А., Новиченко О.В.</b> Анализ доминирующих родов в микрофлоре радужной форели .....	85
<b>ЭКОЛОГИЯ</b>	
<b>Тюрин В.Г., Мысова Г.А., Бирюков К.Н.</b> Нормативно-правовое обеспечение, ветеринарно-санитарные и экологические требования при биоконверсии побочных продуктов животноводства (часть 2) .....	91
<b>Юрова О.В., Пчельников Д.В.</b> Роль хищных видов рыб в экологизации Иваньковского водохранилища .....	99
<b>БИОБЕЗОПАСНОСТЬ</b>	
<b>Шишкина О.Б., Тюрин Е.А., Благодатских С.А.</b> Исследование защитной эффективности боксов микробиологической безопасности 2-го класса в ветеринарных лабораториях .....	105

<b>Куршин Д.А., Абдуллаева А.М., Рябухина Н.Д., Медведева И.В., Карева Е.И.</b> Апробация технологии биоремедиации осадков сточных вод биопрепаратом Remedion® в лабораторных условиях .....	112
<b>Нитяга И.М., Кулач П.В., Смаль К.А.</b> Оценка показателей качества и безопасности питьевой воды в розлив из водоматов .....	121
<b>ФАРМАКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЯ</b>	
<b>Бачинская В.М., Василевич Ф.И., Гончар Д.В., Бачинская Н.А.</b> Применение витамина D <sub>3</sub> в рационе цыплят-бройлеров .....	126
<b>Каменский В.К., Абдуллаева А.М., Файзрахманов Р.Н., Герасимов А.П.</b> Возможность использования кормовой добавки для профилактики энтеральных инфекций у уток .....	134
<b>Алиев А.Ю., Федотов С.В., Артюшина З.С., Белозерцева Н.С., Жерлицин С.Н., Корнаева А.К.</b> Использование доноров оксида азота для терапии субклинических маститов у коров .....	142
<b>Павлова Н.С., Павленко Г.И., Дроздов Д.А.</b> Биологическое действие кормовой добавки «Фарматан ТМ» при хроническом поступлении кадмия и свинца .....	151
<b>Мирзоев Э.Б., Ревутская Н.А., Губина О.А.</b> Оценка содержания малонового диальдегида в плазме и эритроцитах крови овец при хроническом поступлении нитрата свинца с рационом .....	159
<b>Репина Э.Ф., Рябова Ю.В., Смолянкин Д.А., Хмель А.О., Якупова Т.Г., Каримов Д.О.</b> Оценка нарушений гомеостаза эссенциальных элементов при длительном воздействии различных доз алюминия в экспериментах на белых крысах .....	165
<b>Бабенко А.Н., Крепкова Л.В., Дмитриева О.П., Боровкова М.В., Кузина О.С.</b> Токсикологическая характеристика сухого экстракта травы цикория обыкновенного ( <i>Cichorium intybus</i> L.) .....	173

## CONTENTS

<b>Popov P.A., Smirnov A.M., Gunenkova N.K., Popov N.I.</b> The scientific activities of All-Russian Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology for State assignment for 2025 .....	6
<b>VETERINARY SANITATION (DISINFECTION, DISINSECTION, DISACARISATION, DERATIZATION)</b>	
<b>Nazarova S.V., Udavliev D.I., Shikhov S.S., Kabardiev S.Sh., Bondarenko V.O., Glamazdin A.I.</b> Production tests of the acaricid effectiveness of the preparation Kataakari in the treatment of animal house and adjacent territories .....	17
<b>Kuvshinchikov N.N., Sherbakova G.Sh.</b> Corrosion properties of «F 263 ipasept ASF» disinfectant ....	25
<b>VETERINARY-SANITARY QUALITY AND SAFENESS OF FOOD PRODUCTS AND FEEDSTUFES</b>	
<b>Kostrikin N.M., Penkov T.D., Goncharova Yu.V., Bairov A.L., Murashkin M.R.</b> Determination of antibiotics derivatives of 8-oxyquinolines in food products by high performance liquid chromatography with tandem mass spectrometric detection .....	30
<b>Samatova A.A., Shlyamina O.V., Gallyamova M.Yu., Vagin K.N., Belonogov D.B.</b> Study of quality and safety of irradiated beef .....	39
<b>Babunova V.S., Osipova I.S., Popov P.A., Arsenyeva L.V.</b> Microbiological method for determining residual quantities of antibiotics in broiler chicken meat and poultry products .....	46

<b>Larionov G.A., Nikolaeva A.E.</b> The relationship between the chemical composition of milk and blood of cows .....	53
<b>Arsenyeva L.V., Denisova E.A., Goryainova G.M., Popov P.A.</b> Immunomicrochip analysis in the system of screening control of sour cream for residual quantities of antihelminthic drugs .....	59
<b>Tulepbergenova A.R., Antonova E.V., Grushko M.P.</b> Assessment of the quality and of biological safety of frozen freshwater fish .....	65
<b>SANITARY MICROBIOLOGY</b>	
<b>Vakhitov I.I., Khairullin D.D., Mingaleev D.N., Semenov E.I., Ermolaeva O.K., Asrutdinova R.A.</b> Antimicrobial activity of a new compound of quaternary phosphonium salt .....	71
<b>Neustroev M.P., Tarabukina N.P., Pavlov A.G., Reshetnikova A.I.</b> Enzymatic activity of probiotic bacterial strains <i>B. subtilis</i> and prospects for use in agricultural biotechnology .....	78
<b>Vilkova D.D., Kutuzov M.N., Belova M.A., Novichenko O.V.</b> Analysis of dominant genera in the rainbow trout microflora .....	85
<b>ECOLOGY</b>	
<b>Tyurin V.G., Mysova G.A., Biryukov K.N.</b> Regulatory support, veterinary, sanitary and environmental requirements for bioconversion of animal by-products (part 2) .....	91
<b>Yurova O.V., Pchelnikov D.V.</b> The role of predatory fish species in the ecologization of the Ivankovo reservoir .....	99
<b>BIOLOGICAL SAFETY</b>	
<b>Shishkina O.B., Tyurin E.A., Blagodatskih S.A.</b> Study of the protective effectiveness of class 2 microbiological safety cabinets in veterinary laboratories .....	105
<b>Kurshin D.A., Abdullaeva A.M., Ryabukhina N.D., Medvedeva I.V., Kareva E.I.</b> Pilot testing of the bioremediation technology for wastewater sludge using the biological product «Remedion®» in laboratory conditions .....	112
<b>Nityaga I.M., Kulach P.V., Smal K.A.</b> Assessment of quality and safety indicators of drinking water on bolts from water dispensers .....	121
<b>PHARMACOLOGY AND TOXICOLOGY</b>	
<b>Bachinskaya V.M., Vasilevich F.I., Gonchar D.V., Bachinskaya N.A.</b> Application of vitamin D <sub>3</sub> in the diet of broiler chickens .....	126
<b>Kamensky V.K., Abdullaeva A.M., Faizrakhmanov R.N., Gerasimov A.P.</b> The possibility of using of a feed additive in the prevention of enteral infections in ducks .....	134
<b>Aliiev A.Yu., Fedotov S.V., Artyushina Z.S., Belozertseva N.S., Zherlitsyn S.N., Kornaeva A.K.</b> Use of nitric oxide donors for therapy of subclinical mastitis in cows .....	142
<b>Pavlova N.S., Pavlenko G.I., Drozdov D.A.</b> Biological effect of the fodder additive «Farmatan TM» in chronic cadmium and lead intake .....	151
<b>Mirzoev E.B., Revutskaya N.A., Gubina O.A.</b> Assessment of the content of malondialdehyde in the plasma and erythrocytes of blood of sheep under chronic intake of lead nitrate with the ration .....	159
<b>Repina E.F., Ryabova Yu.V., Smolyankin D.A., Khmel A.O., Yakupova T.G., Karimov D.O.</b> Experimental assessment of homeostasis disorders of essential elements during long-term exposure to various doses of aluminum .....	165
<b>Babenko A.N., Krepkova L.V., Dmitrieva O.P., Borovkova M.V., Kuzina O.S.</b> Toxicological characterization of the dry extract of common chicory herb ( <i>Cichorium intybus</i> L.) .....	173

---

## ПРАВИЛА

### оформления статей для опубликования в «Российском журнале «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии»

В журнале публикуются научные статьи по результатам экспериментальных исследований, а также обзоры литературы по фундаментальным и прикладным вопросам ветеринарной санитарии, гигиены и экологии.

Статьи по экспериментальным материалам должны включать: заглавие; имя, отчество, фамилию автора(ов) (полностью); наименование учреждения(й), где работают авторы; его адрес: название города, почтовый индекс, название страны; адрес электронной почты; аннотацию на русском языке (не более 250 слов); ключевые слова (от 3 до 15); введение; материалы и методы; результаты и обсуждение; заключение; для обзорных статей разделы по обсуждаемым вопросам; список источников.

На английском языке повторяют следующие издательские элементы: заглавие статьи; аннотация, ключевые слова; сведения об авторах, наименование учреждения(й), где работают авторы; его адрес: название города, почтовый индекс, название страны.

Надписи и подписи к иллюстрационному материалу (таблицы, рисунки, графики) приводят на русском и английском языках.

Сведения об авторах на русском и английском языках: полные имена, отчества, фамилии, учёные звания, ученые степени, должности, научное подразделение, адрес электронной почты, открытый идентификатор автора (ORCID в форме электронного адреса в сети «Интернет») (при наличии). Число авторов статьи не должно превышать шести человек.

Сведения о личном вкладе каждого автора (если несколько авторов) в написание статьи (научное руководство, формулировка цели, сбор и обработка материала, постановка опытов и т.д. или все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации); указание об отсутствии или наличии конфликта интересов.

Статьи представляют на русском языке в электронном виде в редакторе Word 2010 и выше, объемом не более 10 стр. (обзорных статей не более 14 стр.), включая таблицы, схемы, рисунки и список источников; шрифт Times New Roman, размер 14, интервал 1,5.

К статье должны быть приложены: отчет о проверке текста в программе «Антиплагиат» (при оригинальности текста менее 75% статья возвращается на доработку), анкета «Сведения об авторе» в системе WORD и PDF с подписью автора и заключение экспертной комиссии о возможности публикации в открытой печати.

Библиографические ссылки в тексте статьи даются в квадратных скобках в соответствии с нумерацией в списке источников. В списке источников в алфавитном порядке должны быть перечислены фамилии и инициалы сначала отечественных авторов, затем зарубежных, далее дано название статьи, наименование издания, указаны место и год издания, номер тома, выпуска, а также число страниц (от и до), DOI (при наличии). Из представленных в списке источников 75% должны быть опубликованы за последние 8 лет. Доля самоцитирования не должна превышать 20% от числа всех источников, указанных в списке. Источники на русском языке, кроме того, должны быть представлены в транслитерированном виде.

Статьи, оформленные не по правилам, не рассматриваются.

Все статьи, поступившие в редакцию, подлежат внешнему «слепому» рецензированию.

Присланные рукописи обратно не возвращаются.

Статьи следует направлять по адресу: редакция «Российского журнала «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии», e-mail: [vniivshe@mail.ru](mailto:vniivshe@mail.ru) и [gunenkova\\_nk@mail.ru](mailto:gunenkova_nk@mail.ru).

Справки по телефону: +7 (499) 256-35-81.

Обзорная статья

УДК 619:614.31

DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601001

EDN: AAXMED

## НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВСЕРОССИЙСКОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА ВЕТЕРИНАРНОЙ САНИТАРИИ, ГИГИЕНЫ И ЭКОЛОГИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАДАНИЯ ЗА 2025 Г.

Петр Александрович Попов<sup>1</sup>, Анатолий Михайлович Смирнов<sup>2</sup>,  
Нина Константиновна Гуненкова<sup>3</sup>, Николай Иванович Попов<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии – филиал Федерального научного центра – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.П. Коваленко РАН, Москва 123022, Российская Федерация, E-mail: vniivshe@mail.ru

<sup>1</sup> popov.petr18@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4155-0386>

<sup>2</sup> smirnov\_am@inbox.ru, ORCID: 0000-0001-7021-3237

<sup>3</sup> gunenkova\_nk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6763-6121>

<sup>4</sup> dezlab@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6020-2534>

**Аннотация.** В статье приведены итоги НИР за 2025 г., направленных на обеспечение устойчивого ветеринарно-санитарного благополучия животноводства, биологической и продовольственной безопасности животноводческой продукции и кормов и охрану окружающей среды от загрязнений экотоксикантами.

Государственное задание на 2025 г. выполнено полностью. Разработаны и утверждены в установленном порядке 8 технологий и инструкций, 8 методических рекомендаций, 1 технологическая схема для дезинфекции объектов ветеринарного надзора; опубликовано 5 монографий, 3 учебных пособия для ВУЗов и одна лекция. Награждены Серебряной медалью и Дипломом Российской агропромышленной выставки «Золотая осень 2025 г.» монографии «К 80-летию победы в Великой Отечественной войне. Посвящается сотрудникам Всероссийского научно-исследовательского института ветеринарной санитарии, гигиены и экологии, которые внесли свой вклад в Великую Победу», «Биологическая безопасность: средства и методы защиты от патогенных биологических агентов», «Товароведение и стандартизация лекарственных средств для ветеринарного применения», «Ветеринарно-санитарные требования и меры по обеспечению безопасности яиц птицы для пищевых целей».

Изготовлены Государственные стандартные образцы (ГСО) микотоксинов по 136 заявкам и тест-системы для ИФА по 26 заявкам из разных республик и областей Российской Федерации; проведена экспертиза кормов по 4 заявкам.

В отчетном году сотрудники института опубликовали 145 научных работ, в том числе в рамках Государственного задания – 112; в изданиях Scopus – 9, RSCI – 75, РИНЦ – 93, АГРИС – 6, Белого списка – 102, перечня ВАК – 84.

Выпущено 4 номера «Российского журнала «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии» (включен в RSCI, РИНЦ, ядро РИНЦ, АГРИС, Белый список, Систему «Метафора», перечень ВАК) и сборник научных трудов «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии», том 123 (включен в РИНЦ)

---

**Ключевые слова:** НИР, дезинфицирующие средства, влажная и аэрозольная дезинфекция, микроорганизмы, сканирующая электронная микроскопия, биолюминисцентные методы, иммуномикрочиповая технология, мясо, антибиотики, грибы рода *Alternaria*, нозематоз пчел, композиционные сорбционно-детоксицирующие препараты, тяжелые металлы, кормовые добавки, органоминеральное удобрение, эколого-гигиеническая оценка

**Финансирование:** работа выполнена в соответствии с Государственным заданием по теме: FGUG-2025-0002 «Разработать новые и модернизировать существующие методы, средства и технологии обеспечения устойчивого ветеринарно-санитарного благополучия животноводства, качества и безопасности продукции и кормов, охраны окружающей среды от загрязнения отходами животноводства» (регистрационный номер НИОКТР 125071808811-2).

**Для цитирования:** Попов П.А., Смирнов А.М., Гуненко Н.К., Попов Н.И. Научная деятельность Всероссийского научно-исследовательского института ветеринарной санитарии, гигиены и экологии по выполнению Государственного задания за 2025 г. // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2026. № 1 (57). С. 6–16.

DOI: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202601001

EDN: AAXMED

Review article

## THE SCIENTIFIC ACTIVITIES OF ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF VETERINARY SANITATION, HYGIENE AND ECOLOGY FOR STATE ASSIGNMENT FOR 2025

**Petr A. Popov<sup>1</sup>, Anatoly M. Smirnov<sup>2</sup>, Nina K. Gunenkova<sup>3</sup>, Nikolay I. Popov<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup>*All-Russian Research Institute for Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology – Branch of Federal Scientific Center – K.I. Skryabin, Ya.R. Kovalenko All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine, Russian Academy of Sciences, Moscow 123022, Russian Federation. E-mail: vniivshe@mail.ru*

<sup>1</sup> popov.petr18@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4155-0386>

<sup>2</sup> smirnov\_am@inbox.ru, ORCID: 0000-0001-7021-3237

<sup>3</sup> gunenkova\_nk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6763-6121>

<sup>4</sup> dezlab@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6020-2534>

**Abstract:** The article presents the results of research for 2025 aimed at ensuring sustainable veterinary and sanitary welfare of livestock farming, biological and food safety of livestock products and feed, and environmental protection from pollution by ecotoxicants.

The state task for 2025 has been fully completed. 8 technologies and instructions, 8 methodological recommendations, and technological scheme for disinfection of veterinary surveillance facilities have been developed and approved in accordance with the established procedure; 5 monographs, 3 textbooks for universities and one lecture have been published. They were awarded a Silver medal and a Diploma of the Russian Agro-industrial Exhibition “Golden Autumn 2025”. The monographs “On the 80th Anniversary of Victory in the Great Patriotic War” dedicated to the employees of the All-Russian Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene, and Ecology, who contributed to the Great Victory,” “Biological Safety: Means and Methods of Protection against Pathogenic Biological Agents,” “Commodity Science and Standardization of Veterinary Medicines,” and “Veterinary and Sanitary Requirements and Measures to Ensure the Safety of Poultry Eggs for Food Purposes” were awarded the Silver Medal and Diploma of the Russian Agro-Industrial Exhibition “Golden Autumn 2025.” State Standard Samples (SSS) of mycotoxins were produced for 136 applications, and ELISA test systems

were developed for 26 applications from various republics and regions of the Russian Federation. Feed was tested for four applications.

In the reporting year, the institute's staff published 145 scientific papers, including 112 within the framework of the State Contract, 9 in Scopus, 75 in RSCI, 93 in RINTS, 6 in AGRIS, 102 in the White List, and 84 in the VAK list.

4 issues of the Russian Journal "Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology" (included in RSCI, RSCI core, AGRIS, White List, Metaphor System, HAC list) and the collection of scientific papers "Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology", volume 123 (included in RSCI) have been published.

**Keywords:** scientific research work, disinfectants, wet and aerosol disinfection, microorganisms, scanning electron microscopy, bioluminescent method, immunochips, meat, antibacterial preparations, fungi *Alternaria*, *Nosema* disease, ecotoxicants, heavy metals, feed additives, ferrocyanides, enterosorbents, organomineral fertilizer, ecological and hygienic assessment.

**Financial Support:** the work was carried out in accordance with the State assignment on the topics: FGUG-2025-0002 «Develop new and modernize existing methods, means and technologies to ensure sustainable veterinary and sanitary welfare of animal husbandry, quality and safety of products and feed, and environmental protection from pollution by animal waste» (registration number 125071808811-2).

**For citation:** Popov P.A., Smirnov A.M., Gunenkova N.K., Popov N.I. The scientific activities of All-Russian Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology for State assignment for 2025 // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2026. №. 1 (57). P. 6–16 (In Russ.). DOI: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202601001  
EDN: AAXMED

Сотрудники Института ветеринарной санитарии гигиены и экологии в 2025 г. выполняли научно-исследовательские работы в соответствии с Программой фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 гг.) по трем направлениям по теме: FGUG-2025-0002 «Разработать новые и модернизировать существующие методы, средства и технологии обеспечения устойчивого ветеринарно-санитарного благополучия животноводства, качества и безопасности продукции и кормов, охраны окружающей среды от загрязнения отходами животноводства», а также по трем договорам на выполнение научно-исследовательских работ.

**Первое направление. Разработка новых и усовершенствование существующих методов, средств и технологий обеспечения устойчивого ветеринарно-санитарного благополучия животноводства.**

В 2025 г. НИР сотрудников лаборатории ветеринарной санитарии была направлена на поиск и научное обоснование применения новых отечественных средств для дезинфекции при инфекционных болезнях, вызванных возбудителями различных групп устойчивости к химическим дезинфицирующим средствам.

В лабораторных и производственных условиях изучена дезинфицирующая эффективность четырех новых отечественных препаратов в отношении тест-культур *E. coli* штамм 25922, *S. aureus* штамм 209-Р, *Mycobacterium* штамм Террае, *B. cereus* штамм 96 при влажном и аэрозольном способах нанесения. В результате проведенного поиска для исследований были отобраны препараты: «Макси-Стерил» и «Ветосепт» (производство АО «НИОПИК»), «Асептобром» (производство ООО «Асептовет»), аэрозольный диспергатор с противомикробным действием «Био Фуми Комбо» (производство ООО «НПК ИнтерБио»).

*Дезинфицирующее средство «Макси-Стерил» при влажном методе* обработки тест-поверхностей всех видов инактивирует *E. coli* штамм 25922: при концентрациях растворов: 0,05% и экспозиции 3 ч (гладкие поверхности), 0,8% и экспозиция 1 ч (шероховатые поверхности); *S. aureus* штамм 209-Р: при концентрациях 0,1 и 1% соответственно, экспозиция 1 ч, норма расхода средства 0,25...0,5 л/м<sup>2</sup> поверхностей всех видов. Спорцидное действие препарата «Макси-Стерил» на шероховатых тест-поверхностях наступало также при двукратной, с интервалом 1 ч между орошениями, обработке раствором концентрацией 0,5% при экспозиции 24 ч и норме расхода средства

0,5 л/м<sup>2</sup> на каждое орошение. При *аэрозольном* методе обработки инактивация *E. coli* и *S. aureus* происходила при концентрации 2%, экспозиции 24 ч, относительной влажности воздуха в камере 70%, расходе средства 30 мл/м<sup>3</sup>.

Средство «Макси-Стерил» не горюче, но способствует горению; при нарушении правил хранения и перевозки – взрывоопасно!

*Дезинфицирующее средство «Ветосепт»* при *влажном методе* более эффективно по отношению к золотистому стафилококку, чем к кишечной палочке: на гладких и шероховатых тест-поверхностях для *E. coli* требуются концентрации 0,2 и 1,5%, а для *S. aureus* – концентрации 0,2 и 1% соответственно. Для инактивации *Mycobacterium* потребовалась 3%-я концентрация, а *B. cereus* – 10%-я концентрация, в обоих случаях двукратная обработка, с интервалом 1 ч между орошениями, экспозиции 24 ч и норме расхода средства 0,5 л/м<sup>2</sup> на каждое орошение. При *аэрозольном* способе обработки при 24-часовой экспозиции обеззараживание шероховатых тест-поверхностей от *E. coli* наступало при концентрации растворов 7%, а для *S. aureus* потребовалась концентрация 13%.

*Дезинфицирующее средство «Асептобром»* при *аэрозольном способе* дезинфекции шероховатых поверхностей проявило бактерицидное действие в отношении *E. coli* в концентрации 17%, в отношении *S. aureus* потребовалась концентрация 30%. В обоих случаях экспозиция составила 24 ч норма расхода средства – 40 мл/м<sup>3</sup>. Однако на гладких тест-поверхностях для *E. coli* и *S. aureus* обеззараживающий эффект достигнут при концентрации 14%.

Изученные средства взрыво- и пожаробезопасны.

*Аэрозольный диспергатор с противомикробным действием «Био Фуми Комбо»* рассчитан на обработку 30 м<sup>3</sup> помещения и обеспечивает полное обеззараживание при температуре 20...22°C и относительной влажности 80% от *E. coli* и *S. aureus* гладких тест-поверхностей при экспозиции 6 ч, шероховатых – при экспозиции 24 ч.

При работе со всеми средствами требуется защита кожи и глаз.

Дезинфицирующие средства «Макси-Стерил», «Ветосепт» «Асептобром» и аэрозольный диспергатор с противомикробным действием «Био Фуми Комбо» рекомендованы для проведения профилактической и вынужденной дезинфекции объектов ветеринарного надзора влажным и аэрозольным

методами при инфекционных болезнях, вызванных возбудителями различных групп устойчивости к химическим дезинфицирующим средствам.

Разработаны и утверждены для применения в ветеринарной практике три инструкции по применению изученных средств и аэрозольного диспергатора с противомикробным действием «Био Фуми Комбо». По исследованиям предыдущих лет в 2025 г. утверждены четыре технологии и инструкции по применению отечественных средств для дезинфекции объектов ветеринарного надзора.

### **Второе направление. Разработка новых и усовершенствование существующих методов и технологий обеспечения качества и безопасности животноводческой продукции и кормов.**

В лаборатории санитарной микробиологии впервые были исследованы образцы субстанций на основе производных гидроксibenзойных кислот в целях проведения скрининга их антимикробной активности. Получены экспериментальные данные о биоцидной активности веществ, перспективных для создания антибактериальных препаратов. Методом СЭМ показано, что отдельные субстанции вызывают значительное снижение колониеобразующей активности популяции клеток *S. aureus*.

Наночастицы металлов в невысоких концентрациях (2...4 мг/л) частично разрушают клеточную стенку бактерий, препятствуют нормальному делению клеток, инициируют процессы гетероморфизма. При этом популяция остается жизнеспособной, в благоприятной среде она полностью восстанавливает морфологические свойства и возможность роста и развития (бактериостатический эффект). Концентрация наночастиц фталоцианинов 36 мг/л приводила к образованию в популяциях бактерий стабильных L-форм, не дающих вторичного роста на питательных средах.

Таким образом, бактерицидный эффект растворов металлов напрямую зависит от концентрации в них наночастиц. Полученные данные следует учитывать при создании композиционных препаратов на основе наночастиц.

В лаборатории ветеринарно-санитарной экспертизы была изучена возможность применения различных методов определения остаточных количеств ветеринарных лекарственных средств в мясе и мясопродуктах в целях оценки их санитарного качества.

Получены экспериментальные данные, показавшие перспективность применения метода

на основе иммуномикрочиповой технологии для выявления остаточных количеств антимикробных веществ различных групп в мясном фарше. Тест-набором Antimicrobial Array I Ultra можно определять остаточные количества одновременно 20, а тест-набором Antimicrobial Array II Plus – 35 антибактериальных препаратов. Длительность анализа одного образца составляет около 1,5 ч. Одна панель с биочипами рассчитана на одновременное исследование девяти образцов.

Расширен спектр определяемых антимикробных препаратов микробиологическим экспресс-методом анализа в мясе и мясной продукции с помощью *Vac. subtilis* var. 6633. Метод способен выявлять даже малые концентрации антибиотика в образце.

Использование нанобиотехнологий в анализе остаточных количеств антимикробных веществ значительно повышает чувствительность и специфичность методов контроля качества мясной продукции.

Целью исследований сотрудников лаборатории микотоксикологии и санитарии кормов было изучение видового состава грибов рода *Alternaria* в микобиоте вегетирующей кукурузы и оценка способности этих грибов к образованию альтернариола (АОЛ). Впервые установлено, что мелкоспоровый вид *Alternaria tenuissima* может быть причастен к обширной фоновой контаминации зеленой массы кукурузы АОЛ. В ходе обследования всходов, листьев, стеблей и початков получены первые сведения о характере распределения АОЛ по растению, локализации эндофитов рода *Alternaria* и их токсигенном потенциале.

В ходе микологического анализа выявлена высокая степень инфицирования всходов и листьев кукурузы грибами *Alternaria*, показано преобладание в составе эндофитов вида *A. tenuissima* из секции *Alternaria* при редкой встречаемости *A. alternata* и *Infectoriae*. При экспресс-тестировании изолятов на агаровых средах *A. tenuissima* охарактеризован как высокоактивный продуцент АОЛ, для *A. alternata* показано меньшее токсинообразование и крайне слабое – для '*A. infectoria*'. Полученные результаты позволяют предполагать, что *A. tenuissima*, распространенный эндофит с высоким потенциалом токсинообразования, может вызывать естественную контаминацию зеленой массы растения АОЛ. Частота обнаружения АОЛ в стеблях растений была ниже, чем во всходах и листьях (27 и 81,5% соответственно), при

этом в стеблях и початках среди эндофитов также доминировал *A. tenuissima*.

Новые сведения о характере контаминации зеленой массы кукурузы АОЛ и потенциально токсигенными грибами *Alternaria* важны для совершенствования санитарной оценки качества силосованных кормов. Результаты, полученные в ходе фундаментальных исследований, позволят повысить эффективность мер профилактики интоксикаций сельскохозяйственных животных.

Сотрудниками лаборатории ветеринарной санитарии и экологической безопасности в пчеловодстве проведен поиск отечественных современных экологически безопасных дезинфицирующих средств, перспективных для применения в пчеловодстве при нозематозе пчел.

Методом ПЦР «в реальном времени» были идентифицированы два возбудителя нозематоза пчел и установлено, что *Nosema ceranae* доминирует по сравнению с *Nosema apis*. Установлено, что эпизоотическая динамика нозематозной инфекции тесно связана со временем года. Если нозематоз пчел не осложняется вторичными инфекциями и инвазиями, то в летний период протекает бессимптомно и не оказывает существенного влияния на производственные показатели пчелиных семей.

В садковых опытах установлено, что из испытанных средств, препятствующих заражению пчел нозематозом, наибольшую эффективность показали 0,06%-й раствор тимола, 10%-й спиртовой экстракт полыни горькой и экстракт крапивы двудомной с концентрацией хлорофилла от 1 мг/мл.

В результате проведенного поиска отобраны современные экологически безопасные дезинфицирующие препараты отечественного производства, перспективные для применения в пчеловодстве: перекись (пероксид) водорода марки «Медицинская» 37%, препараты «Оксигран» (60% перкарбоната натрия), «Дезинбак супер» (98,6...99,4% пероксидных соединений), «Аламинол» (4,5...5,5% алкилдиметилбензиламмония хлорида и 7...9% глиоксаля) и газ озон.

В лабораторных условиях определены рабочие концентрации и экспозиции отобранных препаратов для дезинфекции объектов пчеловодства при нозематозе пчел. Установлена высокая спорицидная активность перекиси водорода в концентрации 10 или 6% с добавлением 0,5% уксусной кислоты при экспозиции 60 мин; препарата «Дезинбак Супер» – в концентрациях (по препарату):

6% при экспозиции 60 мин, 7% при экспозиции 30 мин; препарата «Оксигран» – в концентрациях (по препарату): 5% при экспозиции 60 мин, 6% при экспозиции 30 мин; препарата «Аламинол» – в концентрации (по препарату): 6% при экспозиции 120 мин, 8% при экспозиции 60 мин. Газ озон показал высокую фунгицидную и спорицидную активность в концентрации 40 мг/м<sup>3</sup> при экспозиции 12 ч.

Применение в качестве дезинфектантов препаратов на основе пероксидных соединений с повышенной биоцидной активностью, обладающих короткой экспозицией и способностью разлагаться до воды и кислорода – один из этапов получения чистой товарной продукции пчеловодства. Одним из наиболее перспективных средств обеззараживания является газ озон: он имеет явные преимущества перед традиционными химическими средствами санации благодаря экологической чистоте, высокой окислительной способности, простоте получения и использования.

Разработана «Технология ветеринарно-санитарного обслуживания пчеловодств, гарантирующая получение биологически безопасной продукции пчеловодства в условиях риска распространения нозематоза пчел» (утв. академиком РАН Н.А. Зиновьевой 10.04.2025 г.).

**Третье направление. Разработка новых и усовершенствование существующих методов, средств и технологий обеспечения охраны окружающей среды от загрязнения отходами животноводства и защиты животных от воздействия природных и антропогенных токсикантов.**

В 2025 г. сотрудниками лаборатории фармакологии и токсикологии предложены рецептуры детоксицирующих средств (кормовая добавка «Неогепатокс», синтетических цеолиты типа NaX (СЦ-NaX) отдельно и в композиции с ферроцианидом калия и «Неогепатоксом») и определена их эффективность при хроническом поступлении в организм кадмия и свинца. Разработан метод обнаружения клотримазола в пчелином воске, предложен сорбент для снижения его накопления.

Изучена эффективность кормовой добавки (КД) «Неогепатокс» для снижения негативного действия тяжелых металлов (Cd и Pb) на организм белых крыс в условиях хронического алиментарного поступления (2,5 мес). Комбинация Cd + Pb в дозах 20 ПДК для кормов вызывала у белых крыс через 1,5 и 2,5 мес достоверное снижение содержания гемоглобина, гиппуровой кислоты,

в конце эксперимента – уровня общих SH-групп, через 2,5 мес – иммуноглобулинов; через 2,5 мес было отмечено достоверное повышение СПП.

Введение в корм КД «Неогепатокс» на фоне поступления тяжелых металлов (ТМ) повысило уровень гемоглобина, общих SH-групп, иммуноглобулинов до контрольных значений, способствовало восстановлению СПП (однако содержание гиппуровой кислоты в моче оставалось достоверно низким) и не привело к достоверному снижению уровня накопления ТМ.

Синтетические цеолиты типа NaX (СЦ-NaX) в условиях *in vitro* показали высокую (до 98...100%) сорбционную эффективность в отношении Cd и Pb и проявили в 2...5 раз более сильные свойства в отношении Cd, по сравнению с природными цеолитами. Присутствие серы не оказывало заметного влияния на эффективность сорбции Cd и Pb у природных и синтетических цеолитов. Ферроцианид калия и его композиции с СЦ-NaX сорбировали Cd и Pb на уровне 99...100%.

Наибольший прирост массы наблюдали у белых крыс, получавших СЦ типа NaX в количестве 0,5% к массе рациона. При увеличении дозы цеолита до 5%, у крыс наблюдали снижение аппетита, значительное отставание в приросте массы тела и внешние признаки негативного влияния на обмен веществ. Включение в состав КД других детоксицирующих и биологически активных компонентов (ферроцианид калия или КД «Неогепатокс») незначительно снижало негативный эффект поступления ТМ.

При определении сорбционной эффективности установлено: доза СЦ 5% к массе рациона на 17,9...19,3% более эффективна в отношении Cd и на 11,8...38,1% – в отношении Pb по сравнению с дозой 0,5%. Снижение уровня Cd происходит в печени и почках только при применении КД, включающей ферроцианид калия, достигая 0,08 и 0,19 мг/кг, соответственно на 82 и 86,9%. В мышцах и костях содержание Cd остается без изменений, превышая ДУ в 6...6,8 раза. СЦ-NaX и его комбинация с ферроцианидом калия в составе КД не снижают содержание Pb в органах и тканях крыс (в мышцах превышение ДУ достигает 1,3...3,4 раза). Введение гепатопротектора «Неогепатокс» на фоне применения СЦ-NaX не приводит к снижению накопления ТМ. Таким образом, испытанная КД на основе СЦ-NaX и его комбинации с ферроцианидом калия или КД «Неогепатокс» не эффективны для предотвращения

кумуляции Pb в органах и тканях и детоксикации организма белых крыс при свинцовой интоксикации. Но СЦ-NaX могут рассматриваться в качестве сорбента для связывания и концентрирования ТМ и очистки жидких сред.

Предложен способ обнаружения методом ВЭЖХ в пчелином воске клотримазола, применяемого для лечения пчел при аскоферозе, разработана схема пробоподготовки и подобраны оптимальные условия хроматографирования. Возврат клотримазола составил 75%. Энтеросорбент «Полисорб МП» показал эффективность для снижения количества клотримазола в пчелином воске, что позволяет рекомендовать его для использования при обработке клотримазолсодержащими препаратами семей пчел для лечения аскофероза

Сотрудники лаборатории зоогигиены и охраны окружающей среды от загрязнения отходами животноводства на основании исследований, выполненных в лабораторных и производственных условиях на отечественном технологическом оборудовании (биотехнологическая установка – биоферментер), дали эколого-гигиеническую оценку гранулированного органоминерального удобрения на основе побочных продуктов животноводства (навоз крупного рогатого скота)

Показано, что для ускорения термобиологических процессов и для формирования термофильного режима переработки в биореакторе необходимо обеспечить непрерывную аэрацию органоминеральной смеси в объеме не менее 6 м<sup>3</sup>/ч на 1 т компостной массы.

Установлено, что численность микрофлоры в навозе и ее видовой состав в биоферментере зависят от температуры органического субстрата и продолжительности аэробной ферментации. На начальном этапе аэрации в навозе количество термофильных микроорганизмов было минимальным и не превышало 70 КОЕ/г. В дальнейшем происходит рост и увеличение количества активных термофильных культур до  $1,1 \cdot 10^6$  КОЕ/г, что свидетельствует об активных термобиологических процессах, происходящих в период активной аэробной ферментации органической смеси.

Бактерии группы кишечных палочек погибают в органоминеральном субстрате на 5-е сутки, а стафилококки – на 7-е сутки аэробной активной ферментации в биоферментере. Общее микробное число в смеси за этот период снижается до  $10^4$  КОЕ/г.

Массовая концентрация примесей токсичных элементов: свинца 5,95 мг/кг (норма 130 мг/кг),

кадмия 0,7 мг/кг (норма 2 мг/кг) и ртути 0,18 мг/кг (норма 2,1 мг/кг).

Результаты проведенных исследований показали, что этот способ переработки побочных продуктов животноводства обеспечивает их обеззараживание от патогенной вегетативной микрофлоры и позволяет производить на их основе органоминеральные и органические удобрения в виде биокомпоста с минимальным содержанием токсичных веществ и полным отсутствием инфекционного потенциала.

Государственное задание на 2025 г. выполнено полностью. По результатам исследований разработаны и утверждены в установленном порядке 8 технологий и инструкций, 8 методических рекомендаций, 1 технологическая схема для дезинфекции объектов ветеринарного надзора.

Награждены Серебряной медалью и Дипломом Российской агропромышленной выставки «Золотая осень 2025 г.» монографии «К 80-летию победы в Великой Отечественной войне. Посвящается сотрудникам Всероссийского научно-исследовательского института ветеринарной санитарии, гигиены и экологии, которые внесли свой вклад в Великую Победу», «Биологическая безопасность: средства и методы защиты от патогенных биологических агентов», «Товароведение и стандартизация лекарственных средств для ветеринарного применения», «Ветеринарно-санитарные требования и меры по обеспечению безопасности яиц птицы для пищевых целей».

Сотрудниками лаборатории микотоксикологии и санитарии кормов изготовлены Государственные стандартные образцы (ГСО) микотоксинов по 136 заявкам и тест-системы для ИФА по 26 заявкам из разных республик и областей Российской Федерации; проведена экспертиза кормов по 4 заявкам.

В 2025 г. получены 1 патент РФ, 1 положительное решения по заявкам на изобретение, подано 2 заявки на изобретение.

Проведена (совместно с «РОСБИОТЕХ») научно-практическая конференция с международным участием «Актуальные проблемы ветеринарной медицины, ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности сельскохозяйственной продукции» под девизом «Здоровое животное – безопасная пища – здоровый человек», посвященная 95-летию ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ» и 90-летию ВНИИВСГЭ.

В 2025 г. опубликовано в соавторстве 5 монографий, 3 учебных пособия для ВУЗов и одна лекция.

В отчетном году сотрудники института опубликовали 145 научных работ, в том числе в рамках Государственного задания – 112; в изданиях Scopus – 9, RSCI – 75, РИНЦ – 93, АГРИС – 6, Белого списка – 102, перечня ВАК – 84.

Выпущено 4 номера «Российского журнала «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и

экологии» (включен в RSCI, РИНЦ, ядро РИНЦ, АГРИС, Белый список, Систему «Метафора», перечень ВАК) и сборник научных трудов «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии», том 123 (включен в РИНЦ)

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бабунова В.С., Денисова Е.А., Арсеньева Л.В., Попов П.А. Чувствительность биолюминесцентного метода определения остаточных количеств антибиотиков в мясных фаршах // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2025. № 2 (54). С. 234-241. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202502008. EDN: ISBBVX.
2. Банникова Д.А. Влияние наночастиц металлов на бактериальные популяции // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2025. № 4 (56). С. 630-634. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202504014. EDN: HFSFYU.
3. Галимова В.П., Блинов Н.В. Влияние энтеросорбента Полисорб МП на динамику остаточных количеств кло-тримазола в меде // Ветеринария. 2025. № 4. С. 48-50. DOI:10.30896/0042-4846.2025.28.4.48-50.
4. Денисова Е.А., Попов П.А., Горяинова Г.М. и др. Оценка параметров чувствительности качественного метода определения остаточных количеств антимикробных веществ в колбасных изделиях // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2025. № 3 (55). С. 383-387. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202503006. EDN: XJRXTP.
5. Жоров Г.А., Бричко Н.А., Захарова Л.Л. и др. Синтетические цеолиты и перспективы их применения в качестве энтеросорбентов (сообщение 2) // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2025. № 4 (56). С. 686-692. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202504022. EDN: AZJGGY.
6. Захарова Л.Л., Жоров Г.А. Синтетические цеолиты и перспективы их применения в качестве энтеросорбентов (сообщение 1) // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2025. № 2 (54). С. 328-336. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202502021. EDN: MOLYZS.
7. Кононенко Г.П., Васильков П.Ф., Буркин А.А., Мосина Л.В. Микотоксины в вегетирующих растениях кукурузы с экспериментального монопосева // Российская сельскохозяйственная наука. 2024. № 2. С. 59–62. doi: 10.31857/S2500262724020119.
8. Павлова Н.С., Павленко Г.И., Дроздов Д.А. Эффективность атаксантина для снижения токсического действия при хроническом поступлении кадмия и свинца // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2025. № 3 (55). С. 521-529. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202503020. EDN: MQQRLG.
9. Попов Н.И., Щербакова Г.Ш. Антимикробная активность нового средства для санации объектов ветеринарного контроля // Ветеринария. 2025. №1. С. 35-39. DOI:10.30896/0042-4846.2025.28.1.35-39.
10. Попов П.А., Смирнов А.М., Гуненкова Н.К., Попов Н.И. Итоги научной деятельности Всероссийского научно-исследовательского института ветеринарной санитарии, гигиены и экологии по обеспечению ветеринарно-санитарного благополучия животноводства (за 2024 г.) // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2025. № 1 (53). С. 6-15. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202402001. EDN: ABZWBS.
11. Смирнов А.М., Попов П.А., Гуненкова Н.К. Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии: основные этапы развития и достижения (к 90-летию со дня основания) // Ветеринария. 2025. № 4. С. 52-55. DOI:10.30896/0042-4846.2025.28.4.52-55.
12. Сохликов А.Б., Смирнов А.М., Грузнов Д.В. и др. Актуальные аспекты дезинфекции в пчеловодстве // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2025. № 4 (56). С. 555-562. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202504004. EDN: MKPUNS.
13. Тюрин В.Г., Бирюков К.Н., Мысова Г.А. и др. Сравнительная оценка органических удобрений на основе побочных продуктов животноводства при различных способах их переработки // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2025. № 1 (53). С. 117-124. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202501015. EDN: EAAJWI.
14. Тюрин В.Г., Мысова Г.А., Потемкина Н.Н. и др. Эколого-гигиеническая оценка термического способа переработки побочных продуктов животноводства (сообщение 1) // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2025. № 2 (54). С. 278-283. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202502014. EDN: KXADXL.

15. Тюрин В.Г., Мысова Г.А., Потемкина Н.Н. и др. Эколого-гигиеническая оценка термического способа переработки побочных продуктов животноводства (сообщение 2) // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2025. № 3 (55). С. 447-452. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202502014. EDN: SEHDBJ.
16. Щербакова Г.Ш., Гаджимурадова З.Т., Мирзоева Т.Б. и др. Производственные испытания нового отечественного бактерицидного средства для ветеринарной практики // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2025. № 1 (53). С. 24-28. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202501003. EDN: AINVPS.
17. Burkin A.A., Kononenko G.P. Multicomponent complexes of metabolites of microfungi contained in plants of the Rosaceae family // Biology Bulletin Reviews. 2025. Vol. 15. Suppl. 1. P. 22–27. doi:10.1134/S2079086425600936.
18. Gruznov D.V., Gruznova O.A., Sokhlikov A.B., Chesnokova I.P. Disinfection of beekeeping objects with oxygen-containing preparations for bee aspergillosis // BIO Web of Conferences «International Scientific and Practical Conference «Agriculture and food security: technology, innovation, markets, human resources», (FIES 2024). Kazan, 2025. С. 00016. DOI:10.1051/bioconf/202516100016.
19. Shcherbakova G.S., Popov N.I., Shuteeva E.N. et al. Antimicrobial properties of a new bactericide for veterinary disinfection / BIO Web of Conferences «International Scientific and Practical Conference «Agriculture and food security: technology, innovation, markets, human resources» (FIES 2024). Kazan, 2025. С. 00036. DOI:10.1051/bioconf/202516100036.

## REFERENCES

1. Babunova V.S., Denisova E.A., Arsen`eva L.V., Popov P.A. CHuvstvitel`nost` bioluminescentnogo metoda opredeleniya ostatochny`kx kolichestv antibiotikov v myasny`kx farshakx // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2025. № 2 (54). S. 234-241. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202502008. EDN: I`SBBVX.
2. Bannikova D.A. Vliyanie nanochasticz metallov na bakterial`ny`e populyaczii // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2025. № 4 (56). S. 630-634. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202504014. EDN: HFSFYU.
3. Galimova V.P., Blinov N.V. Vliyanie e`nterosorbenta Polisorb MP na dinamiku ostatochny`kx kolichestv klotrimazola v mede // Veterinariya. 2025. № 4. S. 48-50. DOI:10.30896/0042-4846.2025.28.4.48-50.
4. Denisova E.A., Popov P.A., Goryainova G.M. i dr. Ocenka parametrov chuvstvitel`nosti kachestvennogo metoda opredeleniya ostatochny`kx kolichestv antimikrobnny`kx veshhestv v kolbasny`kx izdeliyakx // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2025. № 3 (55). S. 383-387. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202503006. EDN: XJRXTTP.
5. Zhorov G.A., Brichko N.A., Zakharova L.L. i dr. Sinteticheskie czeolity` i perspektivy` ikx primeneniya v kachestve e`nterosorbentov (soobshhenie 2) // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2025. № 4 (56). S. 686-692. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202504022. EDN: AZJGGY.
6. Zakharova L.L., Zhorov G.A. Sinteticheskie czeolity` i perspektivy` ikx primeneniya v kachestve e`nterosorbentov (soobshhenie 1) // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2025. № 2 (54). S. 328-336. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202502021. EDN: MOLYZS.
7. Kononenko G.P., Vasil`kov P.F., Burkin A.A., Mosina L.V. Mikotoksiny` v vegetiruyushhikx rasteniyakx kukuruzy` s e`ksperimental`nogo monoposeva // Rossijskaya sel`skokhozyajstvennaya nauka. 2024. № 2. С. 59–62. doi: 10.31857/S2500262724020119.
8. Pavlova N.S., Pavlenko G.I., Drozdov D.A. E`ffektivnost` astaksantina dlya snizheniya toksicheskogo dejstviya pri kxronicheskom postuplenii kadmiya i svincza // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2025. № 3 (55). S. 521-529. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202503020. EDN: MQQRLG.
9. Popov N.I., Shcherbakova G.S.H. Antimikrobnaya aktivnost` novogo sredstva dlya sanaczii ob`ektov veterinarnogo kontrolya // Veterinariya. 2025. №1. S. 35-39. DOI:10.30896/0042-4846.2025.28.1.35-39.
10. Popov P.A., Smirnov A.M., Gunenkova N.K., Popov N.I. Itogi nauchnoj deyatel`nosti Vserossijskogo nauchno-issledovatel`skogo instituta veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii po obespecheniyu veterinarno-sanitarnogo blagopoluchiya zhivotnovodstva (za 2024 g.) // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2025. № 1 (53). S. 6-15. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202402001. EDN: ABZWBS.
11. Smirnov A.M., Popov P.A., Gunenkova N.K. Vserossijskij nauchno-issledovatel`skij institut veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii: osnovny`e e`tapy` razvitiya i dostizheniya (k 90-letiyu so dnya osnovaniya) // Veterinariya. 2025. № 4. S. 52-55. DOI:10.30896/0042-4846.2025.28.4.52-55.
12. Sokhlikov A.B., Smirnov A.M., Gruznov D.V. i dr. Aktual`ny`e aspekty` dezinfekczii v pchelovodstve // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2025. № 4 (56). S. 555-562. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202504004. EDN: MKPUNS.

13. Tyurin V.G., Biryukov K.N., My`sova G.A. i dr. Sravnitel'naya ocenka organicheskikh udobrenij na osnove pobochny'kh produktov zhivotnovodstva pri razlichny'kh sposobakh ikh pererabotki // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2025. № 1 (53). S. 117-124. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202501015. EDN: EAAJWI.
14. Tyurin V.G., My`sova G.A., Potemkina N.N. i dr. E`kologo-gigienicheskaya ocenka termicheskogo sposoba pererabotki pobochny'kh produktov zhivotnovodstva (soobshhenie 1) // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2025. № 2 (54). S. 278-283. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202502014. EDN: KXADXL.
15. Tyurin V.G., My`sova G.A., Potemkina N.N. i dr. E`kologo-gigienicheskaya ocenka termicheskogo sposoba pererabotki pobochny'kh produktov zhivotnovodstva (soobshhenie 2) // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2025. № 3 (55). S. 447-452. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202502014. EDN: SEHDBJ.
16. Shherbakova G.SH., Gadzhimuradova Z.T., Mirzoeva T.B. i dr. Proizvodstvenny'e ispy`taniya novogo otechestvennogo baktericidnogo sredstva dlya veterinarnoj praktiki // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2025. № 1 (53). S. 24-28. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202501003. EDN: AI`NVPS.
17. Burkin A.A., Kononenko G.P. Multicomponent complexes of metabolites of microfungi contained in plants of the Rosaceae family // Biology Bulletin Reviews. 2025. Vol. 15. Suppl. 1. P. 22–27. doi:10.1134/S2079086425600936.
18. Gruznov D.V., Gruznova O.A., Sokhlikov A.B., Chesnokova I.P. Disinfection of beekeeping objects with oxygen-containing preparations for bee aspergillosis // BIO Web of Conferences «International Scientific and Practical Conference «Agriculture and food security: technology, innovation, markets, human resources», (FIES 2024). Kazan, 2025. C. 00016. DOI:10.1051/bioconf/202516100016.
19. Shherbakova G.S., Popov N.I., Shuteeva E.N. et al. Antimicrobial properties of a new bactericide for veterinary disinfection / BIO Web of Conferences «International Scientific and Practical Conference «Agriculture and food security: technology, innovation, markets, human resources» (FIES 2024). Kazan, 2025. C. 00036. DOI:10.1051/bioconf/202516100036.

### **Информация об авторах**

Попов П.А. – д-р вет. наук, руководитель института, главный научный сотрудник лаборатории ветеринарно-санитарной экспертизы;

Смирнов А.М. – д-р вет. наук, проф., академик РАН, руководитель научного направления института, заведующий лабораторией ветсанитарии и экологической безопасности в пчеловодстве;

Гуненкова Н.К. – канд. биол. наук, старший научн. сотр., научный консультант лаборатории ветеринарно-санитарной экспертизы;

Попов Н.И. – д-р вет. наук, проф., зам. руководителя института, заведующий лабораторией ветеринарной санитарии.

### **Information about the authors**

Popov P.A. – Dr. Vet. Sci., Head of the Institute, Chief researcher of the laboratory of veterinary and sanitary examination;

Smirnov A.M. – Dr. Vet. Sci., Prof., Acad. of the Russ. Acad. of Sciences, Head of the scientific direction, Head of the Laboratory of veterinary medicine and environmental safety in beekeeping;

Gunenkova N.K. – Cand. Biol. Sci., Senior researcher, Scientific adviser Laboratory of veterinary and sanitary examination;

Popov N.I. – Dr. Vet. Sci., Prof., Deputy Head of the Institute, Head of the Laboratory of veterinary sanitation.

### **Вклад авторов**

Попов П.А. – руководство работой по выполнению Государственного задания, формирование сводного отчета НИР института;

Смирнов А.М. – научное руководство научными направлениями института;

Гуненкова Н.К. – составление сводного отчета НИР института, написание статьи;

Попов Н.И. – составление сводного отчета по направлению «Обеспечение ветеринарно-санитарного благополучия животноводства».

### **Contribution of the authors**

Popov P.A. – management of the work on the implementation of the State task, the formation of a summary report of the research of the institute;

Smirnov A.M. – scientific leadership of research in directions of research of the institute;  
Gunenkova N.K. – compiling a summary report of the research of the institute, writing an article;  
Popov N.I. – drawing up a summary report in the direction of «Ensuring the veterinary and sanitary well-being of animal husbandry».

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 11.12.2025; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 24.02.2026; дата опубликования 25.03.2026.

The article was submitted 11.12.2025; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 24.02.2026; date of publication 25.03.2026.

**ВЕТЕРИНАРНАЯ САНИТАРИЯ (ДЕЗИНФЕКЦИЯ, ДЕЗИНСЕКЦИЯ,  
ДЕЗАКАРИЗАЦИЯ, ДЕРАТИЗАЦИЯ)**

**VETERINARY SANITATION (DISINFECTION, DISINSECTION,  
DISACARISATION, DERATIZATION)**

Научная статья

УДК 619: 614.48

DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601002

EDN: AGJROU

**ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ АКАРИЦИДНОЙ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕПАРАТА «КАТААКАРИ» ПРИ ОБРАБОТКЕ  
ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ**

**София Витальевна Назарова<sup>1</sup>, Дамир Исмаилович Удавлиев<sup>2</sup>,  
Сергей Сергеевич Шихов<sup>3</sup>, Садрутдин Шамшитович Кабардиев<sup>4</sup>,  
Владимир Олегович Бондаренко<sup>5</sup>, Александр Игоревич Гламаздин<sup>6</sup>**

<sup>1,2,3,6</sup> *Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ),  
Москва 125080, Российская Федерация*

<sup>2</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии –  
филиал Федерального научного центра – Всероссийский научно-исследовательский институт  
экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко РАН,  
Москва 123022, Российская Федерация,*

<sup>4</sup> *Прикаспийский зональный НИВИ – филиал ФГБНУ «ФАНЦ РД»,  
Махачкала 367000, Республика Дагестан, Российская Федерация*

<sup>5</sup> *Всероссийский государственный центр качества и стандартизации лекарственных средств  
для животных и кормов, Москва 123022, Российская Федерация*

<sup>1</sup> sonechka2000@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-1145-2588>

<sup>2</sup> udavlievdi@mgupp.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8829-8715>

<sup>3</sup> ssshikhov@mgupp.ru <https://orcid.org/0000-0001-7386-4844>

<sup>4</sup> pznivi05@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6129-8371>

<sup>5</sup> v.bondarenko@vgnki.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2086-6202>

<sup>6</sup> glamazdin@mgupp.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7119-906X>

**Аннотация.** В статье приводятся результаты изучения акарицидных свойств препарата «Катаакари» при обработке прилегающих к ферме территорий и производственных помещений. Препарат «Катаакари» в концентрации 0,1% по ДВ и норме расхода 10 мл/м<sup>2</sup> при обработке прилегающих к ферме территорий (внешний периметр, места хранения), выгульных участков, густых зарослей травы, кустарников и низкорослой растительности вдоль периметра ограждений, участков хранения навоза, соломы, сена и других мест оказывает выраженный акарицидный эффект; при норме расхода 20 мл/м<sup>2</sup> обеспечивает 100%-й эффект при обработке труднодоступных мест в помещениях по содержанию крупного рогатого скота.

**Ключевые слова:** инсектоакарицидное средство, клещи, насекомые, ветеринарная техника, саше, производственные помещения

**Для цитирования:** Назарова С.В., Удавлиев Д.И., Шихов С.С., Кабардиев С.Ш., Бондаренко В.О., Гламаздин А.И. Производственные испытания акарицидной эффективности препарата «Катаакари» при обработке животноводческих помещений и прилегающих территорий // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2026. № 1 (57). С. 17–24. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601002  
EDN: AGJROU

Original article

## PRODUCTION TESTS OF THE ACARICID EFFECTIVENESS OF THE PREPARATION KATAAKARI IN THE TREATMENT OF ANIMAL HOUSE AND ADJACENT TERRITORIES

Sofia V. Nazarova<sup>1</sup>, Damir I. Udavliev<sup>2</sup>, Sergey S. Shikhov<sup>3</sup>,  
Sadrutdin Sh. Kabardiev<sup>4</sup>, Vladimir O. Bondarenko<sup>5</sup>, Alexander I. Glamazdin<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,6</sup> Russian Biotechnological University (BIOTECH University),  
Moscow 125080, Russian Federation

<sup>2</sup> All-Russian Research Institute for Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology –  
Branch of Federal Scientific Center – All-Russian Research Institute  
of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Skryabin and  
Ya.R. Kovalenko RAS, Moscow 123022, Russian Federation

<sup>4</sup> Caspian Zonal Research Veterinary Institute – the branch of FSBSI “FASC of RD”,  
Makhachkala 367000, Dagestan Republic, Russian Federation

<sup>5</sup> All-Russian State Center for Quality and Standardization of Medicines  
for Animals and Feeds, Moscow 123022, Russian Federation

<sup>1</sup> sonechka2000@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-1145-2588>

<sup>2</sup> udavlievdi@mgupp.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8829-8715>

<sup>3</sup> ssshikhov@mgupp.ru <https://orcid.org/0000-0001-7386-4844>

<sup>4</sup> pznivi05@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6129-8371>

<sup>5</sup> v.bondarenko@vgnki.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2086-6202>

<sup>6</sup> glamazdin@mgupp.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7119-906X>

**Abstract.** The article provides information of the study of the acaricidal properties of the drug “Kataakari” when processing the territories adjacent to the farm and production facilities. The Kataakari preparation, at a concentration of 0.1% by active ingredient and a consumption rate of 10 ml/m<sup>2</sup>, has a pronounced acaricidal effect when used to treat areas adjacent to the farm (external perimeter, pasture areas, storage areas), pasture areas, dense grass, shrubs, and low-growing vegetation along the perimeter of fences, areas for storing manure, straw, hay, and other areas. When used at a consumption rate of 20 ml/m<sup>2</sup>, the preparation provides a 100% effect when used to treat hard-to-reach areas in cattle housing facilities.

**Keywords:** insectoacaricide, mites, insects, veterinary equipment, sachets, production facilities

**For citation:** Nazarova S.V., Udavliev D.I., Shikhov S.S., Kabardiev S.Sh., Bondarenko V.O., Glamazdin A.I. Production tests of the acaricid effectiveness of the preparation Kataakari in the treatment of animal house and adjacent territories // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2026. № 1 (57). P. 17–24 (In Russ.).  
DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601002

EDN: AGJROU

### **Введение**

Паразитарные заболевания, вызываемые клещами и насекомыми, представляют собой серьезную проблему в современном животноводстве, оказывая значительное негативное влияние на здоровье и продуктивность крупного рогатого скота (КРС) [10]. Эктопаразиты, питаясь кровью, лимфой и кожными выделениями животных, служат не только источником дискомфорта и беспокойства для скота, но и переносчиками возбудителей опасных инфекционных и инвазионных заболеваний, таких как бабезиоз (пироплазмоз), анаплазмоз, тейлериоз, лихорадка Ку, лейкоз, сибирская язва и др. Эти заболевания часто сопровождаются высокой смертностью и значительным экономическим ущербом [5, 10, 12].

Ущерб, наносимый паразитирующими клещами и насекомыми, многогранен и приводит к существенным экономическим потерям, включая снижение привесов у молодняка, уменьшение надоев молока у коров, ухудшение качества мяса, шкур и др. [1, 2, 6, 12]. Известно также, что борьба с эктопаразитами требует значительных затрат на приобретение и применение инсектицидов и акарицидов, а также на проведение ветеринарных мероприятий.

Борьба с клещами и другими эктопаразитами возможна только при правильном применении инсектоакарицидных препаратов и своевременной обработке помещений.

Обработка животноводческих помещений – это важная мера профилактики заболеваний, передаваемых клещами и кровососущими насекомыми [8, 13]. Обработку следует проводить до начала активного сезона клещей и других эктопаразитов, а также повторно в течение сезона при необходимости [4]. Обычно это весна (апрель–май) и осень (сентябрь–октябрь), но сроки могут варьироваться в зависимости от региона и климатических условий. Для обработки помещений и пастбищ используют инсектоакарицидные препараты широкого спектра действия, которые эффективны против клещей, мух, комаров и других кровососущих насекомых. Выбор препарата зависит от вида паразитов, распространенных в соответствующем регионе, и от рекомендаций ветеринарного врача. К сожалению, в последнее десятилетие на рынке преобладали импортные ветеринарные инсектоакарицидные средства [2, 5, 13].

Импортозамещение – это важная стратегия, направленная на снижение зависимости страны

от зарубежных поставок и развитие собственного производства. В ветеринарии, особенно в области борьбы с эктопаразитами, импортозамещение инсектоакарицидных препаратов становится актуальным в свете повышения требований к безопасности и эффективности средств, используемых для защиты животных [3].

В связи с этим на кафедре «Ветеринарно-санитарная экспертиза и биологическая безопасность» ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет» (РОСБИОТЕХ) совместно с коллегами из других учреждений был разработан препарат «Катаакари». Препарат «Катаакари» представляет собой маслянистую жидкость со слабым специфическим запахом моющих средств. Оригинальный состав препарата позволяет получать истинные растворы при смешивании с водой в любых соотношениях, что, в том числе, обуславливает высокие показатели его инсектоакарицидной активности.

Цель данной работы – изучить акарицидную активность препарата «Катаакари» в производственных условиях при обработке помещений и близлежащих к ферме территорий (выгульные площадки, прогоны и др.).

### **Материалы и методы**

Исследования проводили в трех животноводческих хозяйствах Республики Дагестан и трех фермерских хозяйствах Астраханской обл., в которых животные были наиболее подвержены нападению иксодовых клещей.

В работе использовали опытный образец препарата «Катаакари», содержащий 25% циперметрина и формирующие компоненты, расфасованного в 1-литровые емкости с этикеткой, на которой указано, где был изготовлен образец, состав и ДВ, препаративная форма, срок годности, класс опасности и другая информация, предусмотренная требованиями к оформлению этикеток.

Для формирования всесторонней картины распределения клещей систематически обследовали местность на выявление очагов их обитания. В ходе сбора эктопаразитов в различных типах ландшафта фиксировали численность особей, собранных с использованием различных устройств, а также визуального контроля.

При обследовании территории вокруг фермы применяли волокушу, позволяющую охватить значительные площади. На территории фермы, если был высокий травостой, предпочтение отда-

вали флагу, изготовленному из вафельной ткани (60x100 см) (рис. 1). В фермерских подворьях использовали метод сбора на живого носителя – собаку (как правило, это были сторожевые собаки). Животных предварительно освобождали от паразитов, затем выпускали на обследуемую территорию на несколько часов (обычно с вечера и до утра), после чего проводили тщательный осмотр шерсти собаки для выявления прицепившихся клещей.



Рис. 1. Отлов клещей на флаг  
Fig. 1. Tick control on the flag

После обследования для последующего определения видовой принадлежности с флага и собаки снимали прикрепившихся клещей, помещали в индивидуальные пробирки по 10 экз., не более, этикетировали, указывая место сбора клещей, дату и количество. Учет клещей проводили согласно Методическим указаниям 3.1. Эпидемиология, профилактика инфекционных болезней «Сбор, учет и подготовка к лабораторному исследованию кровососущих членистоногих – переносчиков возбудителей природно-очаговых инфекций» МУ 3.1.1027-01 [7].

Перед применением препарата также обследовали животных на наличие клещей в период с 10 по 31 мая 2024 г. Всего было обследовано 240 гол. крупного рогатого скота (КРС) различных пород. Животных осматривали во время утренней и вечерней дойки или после возвращения скота с пастбища.

Идентификацию видовой принадлежности собранных имаго клещей проводили на основе атласов-определителей с использованием бинокулярной лупы и микроскопа МБС-1 [1, 6, 12]

### Результаты исследований и обсуждение

Проведенными исследованиями установлено, что на фермах и прилегающих территориях

в Республике Дагестан чаще всего встречаются представители родов *Boophilus*, *Dermacentor*, *Hyalomma*; в Астраханской обл. – клещи родов *Hyalomma*, *Dermacentor*, *Rhipicephalus* (рис. 2).



Рис.2. Клещи рода *Dermacentor*  
Fig. 2. Ticks of the genus *Dermacentor*

Снятых с животных и с флагов клещей в лабораторию доставляли в живом состоянии, численность пойманных клещей выражали в количестве пойманных особей на один флажокилометр. В Дагестане и в Астраханской обл. заклещеванность обследованных территорий была в среднем от 15 до 25 экз. Кроме этого, определяли наличие клещей на животных, которых содержали в данных помещениях и прогоняли по данной местности до пастбища и обратно. У них также были обнаружены клещи родов *Hyalomma*, *Dermacentor*, *Rhipicephalus* в среднем от 25 до 35 клещей. Это объясняется тем, что животные часто проходили по одному и тому же маршруту, оставляя по пути напитавшихся клещей.

Обработку прилегающих к помещениям территорий, вплоть до выхода на пастбище, осуществляли при помощи специализированной техники, имеющейся в хозяйстве. В Астраханской обл. это был МТЗ 82 с опрыскивателем прицепным JAR-MET 1200/12 (рис. 3), в Дагестане – прицепные опрыскиватели Rimesco серии Grifo с шириной захвата 18 м и нормой расхода 100 л на 1 га 0,1%-го по ДВ раствора препарата, электронная система дозирования (расходомер) была установлена в кабине трактора.

В работе использовали препарат «Катаакари» концентрацией 0,1% по ДВ из расчета 20 мл/м<sup>2</sup>.

Для точной и всесторонней имитации естественной паразитарной нагрузки, характерной для КРС в условиях фермерского хозяйства, и оценки

эффективности дезинсекционных мероприятий, была разработана методика создания контролируемой инфекации акариформными паразитами как в животноводческих помещениях, так и на прилегающих к ним территориях.



Рис. 3. Трактор МТЗ-82 с опрыскивающей навеской

Fig. 3. MTZ-82 tractor with a spraying attachment

В рамках экспериментальной модели в качестве инфицирующих агентов были использованы по 10 экз. иксодовых клещей (*Rhipicephalus bursa*) и зудней (*Psoroptes cuniculi*), помещенных в индивидуальные саше из «дышащей» хлопчатобумажной ткани (бязь). Выбор данных видов обусловлен их большим ветеринарным значением и способностью к паразитированию на КРС, вызывая как прямые патологические изменения, так и выступая в роли переносчиков заболеваний (например, *Rhipicephalus bursa*), и *Psoroptes cuniculi* как доступный лабораторный объект для подтверждения эффективности обработок.

Внутри животноводческих помещений (стойла, доильные залы, подсобные помещения) саше с паразитами были помещены в скрытые потаенные места – потенциальные микробиотопы, где клещи и зудни ищут убежище и переживают непаразитарные фазы своего жизненного цикла. К таким критическим участкам относились пространства под плинтусами и декоративными панелями, где создаются благоприятные микроклиматические условия (постоянная температура, влажность, отсутствие прямого освещения); зоны за металлическими ограждениями стойл, элементами вентиляционных систем и технологического оборудования, обеспечивающие укрытие от механического воздействия и прямого контакта с животными; естественные и искусственные щели в стенах

и напольных покрытиях, предоставляющие убежища для имаго и личинок паразитов; места, где животные проводят много времени и где могут накапливаться органические остатки, создающие благоприятную среду для выживания паразитов вне хозяина [9].

На прилегающих к ферме территориях (внешний периметр, выгульные площадки, места хранения) в целях учета экзогенных источников инфекации, которые могут служить постоянным резервуаром для возобновления паразитарной нагрузки, аналогичные саше были размещены в следующих зонах: припастбищные и выгульные участки, густые заросли травы, кустарников и низкорослой растительности вдоль периметра ограждений и на участках выгула; трещины в цоколях, у основания стен хлевов и хозяйственных построек, пространства под навесами; участки хранения навоза, соломы, сена и дров, которые могут обеспечивать подходящие условия для развития клещей и зудней.

Такая комплексная методология размещения стандартизированных тест-популяций паразитов позволила создать контролируемую среду, максимально приближенную к естественным условиям распространения и выживания клещей и зудней в животноводческом комплексе, обеспечивая высокую степень достоверности при оценке эффективности применяемых дезинсекционных стратегий.

Обработку проводили и препаратом «Катаакри» концентрацией 0,1% по ДВ из расчета 100 л на 1 га при обработке прилегающих территории в автоматическом режиме и 20 мл/м<sup>2</sup> при обработке труднодоступных мест в помещениях (щели и трещины в стенах, полу (особенно деревянном), стыках между различными строительными элементами, за плинтусами и панелями, пространства за декоративными элементами, которые обеспечивают укрытие и стабильный микроклимат, под подстилкой, за металлическими ограждениями, кормушками, поилками, станками, куда были заложены саше с клещами). Всего было подготовлено 66 саше по 10 экз. в каждом с клещами *Psoroptes cuniculi* и *Rhipicephalus bursa*, которые были размещены в указанных местах. Через сутки учитывали полученные результаты (таблица).

Проведенные исследования показали 100%-ю акарицидную эффективность препарата «Катаакри», за исключением случаев, когда саше находились в зарослях травы и на ограждениях выгуль-

ной площадки. Это, видимо, объясняется меньшим расходом препарата на 1 м<sup>2</sup> обрабатываемой площади. Однако большинство аборигенных клещей,

которые находились на территории, подвергнутой обработке, погибли, что подтверждалось их отсутствием на волокушах и животных-носителях.

**Таблица. Акарицидная активность препарата «Катаакари» по отношению к клещам *Psoroptes cuniculi* и *Rhipicephalus bursa***

*Table. Acaricidal activity of the drug “Kataakari” in relation to ticks *Psoroptes cuniculi* and *Rhipicephalus bursa**

Поверхность	Экспозиция, ч	Исследовано проб			Эффективность, %
		всего	в том числе		
			живые	мертвые	
Щели и трещины в стенах	24	3x3	0/0	30/30	100/100
Щели полу	24	3x3	0/0	30/30	100/100
Стыки между различными строительными элементами	24	3x3	0/0	30/30	100/100
Щели за плинтусами и панелями	24	3x3	0/0	30/30	100/100
Щели под подстилкой	24	3x3	0/0	30/30	100/100
Щели за металлическими ограждениями	24	3x3	0/0	30/30	100/100
Щели за кормушками	24	3x3	0/0	30/30	100/100
Щели за поилками	24	3x3	0/0	30/30	100/100
Щели за станками	24	3x3	0/0	30/30	100/100
Заросли травы	24	3x3	6/15	24/15	80/50
Ограждения выгульной площадки	24	3x3	5/10	25/20	83,3/66,7

*Примечание:* 3x3 – 3 саше с *Psoroptes cuniculi* и 3 саше с *Rhipicephalus bursa*; 0/0 – *Psoroptes cuniculi*/*Rhipicephalus bursa*

*Note:* 3x3 – 3 sachets with *Psoroptes cuniculi* and 3 sachets with *Rhipicephalus bursa*; 0/0 – *Psoroptes cuniculi*/*Rhipicephalus bursa*

### Заключение

Препарат «Катаакари» в концентрации 0,1% по ДВ и норме расхода 10 мл/м<sup>2</sup> при обработке прилегающих к ферме территорий (внешний периметр, места хранения), выгульных участков, густых зарослей травы, кустарников и низкорослой растительности вдоль периметра ограждений,

участков хранения навоза, соломы, сена и других мест оказывает выраженный акарицидный эффект: при норме расхода 20 мл/м<sup>2</sup> препарат обеспечивает 100%-ю эффективность в отношении клещей *Psoroptes cuniculi* и *Rhipicephalus bursa* при обработке труднодоступных мест в помещениях по содержанию крупного рогатого скота.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Беспалова Н., Возгорькова Е.О. Акарология для ветеринарных врачей. СПб.: Лань, 2021. 208 с. ISBN 978-5-8114-2397-2. EDN WJDJNV.
- Воробьев Е.А. Влияние паразитарных заболеваний на продуктивность крупного рогатого скота в России // Студенческий. 2025. № 23-1 (319). С. 20-25. EDN XVZZGB.
- Дорожкин В.И., Смирнов А.М., Попов Н.И. и др. Традиционные и инновационные способы решения задач в области ветеринарной санитарии, гигиены и экологии// Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2020. № 1 (33). С. 6-11 DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol. 202001001.
- Колесников А.А. Изучение инсектоакарицидной эффективности ветеринарного препарата «Браванол® плюс» // Актуальные вопросы ветеринарной медицины: материалы Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». Витебск, 31 октября 2019 г. С. 149-151. EDN: MSJLBC.
- Колясникова Н.М., Герасимов С.Г., Ишмухаметов А.А., Погодина В.В. Эволюция клещевого энцефалита за 80-летний период: основные проявления, вероятные причины // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. 2020. Т. 19. № 3. С. 78-88.

6. Латыпов Д.Г., Тимербаева Р.Р., Кириллов Е.Г. Протозойные болезни животных, опасные для человека (протозойные зоонозы): учебное пособие. СПб.: Лань, 2022. 208 с. SBN 978-5-8114-2631-7. Текст: электронный // Лань: электроннобиблиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/210017>
7. Методические рекомендации по борьбе с пироплазмидозами крупного рогатого скота в Дагестане / Абдулмагомедов С.Ш., Бакриева Р.М., Алиев А.Ю. и др. Махачкала: Изд-во АЛЕФ, 2022. 37 с. EDN: KTEMTT.
8. Никанорова А.М. Сравнительная овоцидная и ларвицидная активность препаратов на основе s-фенвалерата и пиперонилбутоксидов в форме полимерного материала и раствора на основе цифлутрина на яйцах, личинках и нимфах иксодовых клещей вида *Ixodes ricinus* in vitro // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2019. № 3 (43). С. 64-68. DOI 10.24411/2074-5036-2019-10040. EDN: XRGGII.
9. Новак М.Д., Енгашев С.В., Филимонов Д.Н. Анаплазмоз и бабезиоз крупного рогатого скота в центральном районе Российской Федерации // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. 2019. № 20. С. 424-427. DOI 10.31016/978-5-9902340-8-6.2019.20.421-427. EDN: ZYKFYD.
10. Паразитология и инвазионные болезни. Акарозы животных: учебное пособие / составитель Королева Е.В. 2-е изд., исправл. и доп. пос. Каравасво: КГСХА, 2021. 67 с. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/252299>
11. Мухин И.А., Шабунин А.А., Белова Ю.Н. и др. Простейшие: экология, морфология, систематика Часть 1. Вологда: Вологодский государственный университет, 2022. 99 с. EDN: WNTKSG.
12. Белова Л.М., Гаврилова Н.А., Ширяева В.А. и др. Протозойные болезни животных: учебное пособие СПб.: СПбГАВМ, 2019. 89 с. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/137606>
13. Удавлиев Д.И., Рубан Д.И., Степанова С.П. Изучение острой токсичности нового композиционного инсектоакарицидного препарата // Проблемы взаимодействия науки и общества: сборник статей Международной научно-практической конференции: в 2 частях, Новосибирск, 05 февраля 2018 года. Часть 1. Новосибирск: ООО «Аэтерна», 2018. С. 195-200. EDN: VXEAAX.

## REFERENCES

1. Bepalova N., Vozgor`kova E.O. Akarologiya dlya veterinarny`kx vrachej. SPb.: Lan`, 2021. 208 s. I`SBN 978-5-8114-2397-2. EDN WJDJNV.
2. Vorob`ev E.A. Vliyanie parazitarny`kx zabolevanij na produktivnost` krupnogo rogatogo skota v Rossii // Studencheskij. 2025. № 23-1 (319). S. 20-25. EDN XVZZGB.
3. Dorozhkin V.I., Smirnov A.M., Popov N.I. i dr. Tradicijny`e i innovacijny`e sposoby` resheniya zadach v oblasti veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii// Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2020. № 1 (33). S. 6-11 DOI: 10.36871/vet.san.hyg.ecol. 202001001.
4. Kolesnikov A.A. Izuchenie insektoakaricidnoj e`ffektivnosti veterinarnogo preparata «Bravanol® plyus» // Aktual`ny`e voprosy` veterinarnoj medicziny`: materialy` Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferenczii studentov i magistrantov UO «Vitebskaya ordena “Znak Pocheta” gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj medicziny`». Vitebsk, 31 oktyabrya 2019 g. S. 149-151. EDN: MSJLBC.
5. Kolyasnikova N.M., Gerasimov S.G., Ishmukxametov A.A., Pogodina V.V. E`volyucziya kleshhevo e`ncefalita za 80-letnij period: osnovny`e proyavleniya, veroyatny`e prichiny` // E`pidemiologiya i vakcinoprofilaktika. 2020. T. 19. № 3. S. 78-88.
6. Laty`pov D.G., Timerbaeva R.R., Kirillov E.G. Protozoi`ny`e bolezni zhivotny`kx, opasny`e dlya cheloveka (protozoi`ny`e zoonozy`): uchebnoe posobie. SPb.: Lan`, 2022. 208 s. SBN 978-5-8114-2631-7. Tekst: e`lektronny`j // Lan`: e`lektronnobibliotecnaya sistema. URL: <https://e.lanbook.com/book/210017>
7. Metodicheskie rekomendaczii po bor`be s piroplazmidozami krupnogo rogatogo skota v Dagestane / Abdulmagomedov S.SH., Bakrieva R.M., Aliev A.YU. i dr. Makxachkala: Izd-vo ALEF, 2022. 37 s. EDN: KTEMTT.
8. Nikanorova A.M. Sravnitel`naya ovocidnaya i larvicidnaya aktivnost` preparatov na osnove s-fenvalerata i piperonilbutoksida v forme polimernogo materiala i rastvora na osnove cziflutrina na jajczakx, lichinkax i nimfakx iksodovy`kx kleshhej vida *I`xodes ri`ci`nus* in vi`tro // Aktual`ny`e voprosy` veterinarnoj biologii. 2019. № 3 (43). S. 64-68. DOI` 10.24411/2074-5036-2019-10040. EDN: XRGGI`I.
9. Novak M.D., Engashev S.V., Filimonov D.N. Anaplazmoz i babezioz krupnogo rogatogo skota v czentral`nom rajone Rossijskoj Federaczii // Teoriya i praktika bor`by` s parazitarny`mi boleznyami. 2019. № 20. S. 424-427. DOI` 10.31016/978-5-9902340-8-6.2019.20.421-427. EDN: ZYKFYD.
10. Parazitologiya i invazionny`e bolezni. Akarozy` zhivotny`kx: uchebnoe posobie / sostavitel` Koroleva E.V. 2-e izd., ispravl. i dop. pos. Karavaevo: KGSKXA, 2021. 67 s. Tekst: e`lektronny`j // Lan`: e`lektronno-bibliotecnaya sistema. URL: <https://e.lanbook.com/book/252299>

11. Mukxin I.A., SHabunov A.A., Belova YU.N. i dr. Prostejshie: e`kologiya, morfologiya, sistematika CHast` 1. Vologda: Vologodskij gosudarstvenny`j universitet, 2022. 99 s. EDN: WNTKSG.
12. Belova L.M., Gavrilova N.A., SHiryayeva V.A. i dr. Protozojny`e bolezni zhivotny`kx: uchebnoe posobie SPb.: SPbGAVM, 2019. 89 s. Tekst: e`lektronny`j // Lan`: e`lektronno-bibliotchnaya sistema. URL: <https://e.lanbook.com/book/137606>
13. Udavliev D.I., Ruban D.I., Stepanova S.P. Izuchenie ostroj toksichnosti novogo kompozicionnogo insektoakaricidnogo preparata // Problemy` vzaimodejstviya nauki i obshestva: sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferenczii: v 2 chastyax, Novosibirsk, 05 fevralya 2018 goda. CHast` 1. Novosibirsk: OOO «Ae`terna», 2018. S. 195-200. EDN: VXEAAX.

### Информация об авторах

Назарова С.В. – аспирантка кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности; Удавлиев Д.И. – д-р биол. наук, доцент, профессор кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности, научный консультант лаборатории ветеринарной санитарии, научный руководитель; Шихов С.С. – канд. вет. наук, доцент, доцент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности; Кабардиев С.Ш. – д-р вет. наук, главный научный сотрудник, зав. лабораторией по изучению инвазионных болезней сельскохозяйственных животных и птиц; Бондаренко В.О. – д-р биол. наук, заведующий лабораторией контроля качества лекарственных средств; Гламаздин А.И. – аспирант кафедры ветеринарной медицины.

### Information about the authors

Nazarova S.V. – Postgraduate Student of the Department of Veterinary Sanitary Expertise and Biological Safety; Udavliev D.I. – Dr Biol. Sci., Associate Professor, Professor of the Department of Veterinary Sanitary Expertise and Biological Safety, Scientific adviser of the Laboratory of Veterinary Sanitary, scientific supervisor; Shikhov S.S. – Cand. Vet. Sci., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise and Biological Safety; Kabardiev S.Sh. – Dr Vet. Sci., Chief Scientist, Head of Laboratory for the study of invasive diseases of farm animals and birds; Bondarenko V.O. – Dr Biol. Sci., Head of the Laboratory for Quality Control of Medicines; Glamazdin A.I. – Postgraduate student of the Department of Veterinary Medicine.

### Вклад авторов

Назарова С.В. – введение, проведение исследований; Удавлиев Д.И. – общее руководство, постановка цели; Шихов С.С. – проведение исследований; Кабардиев С.Ш. – проведение исследований; Бондаренко В.О. – проведение исследований; Гламаздин А.И. – проведение исследований.

### Contribution of the authors

Nazarova S.V. – introduction, research; Udavliev D.I. – general management, setting the goal; Shikhov S.S. – research; Kabardiev S.Sh. – research; Bondarenko V.O. – research; Glamazdin A.I. – research.

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

Статья поступила в редакцию 05.11.2025; одобрена после рецензирования 18.11.2025; принята к публикации 24.02.2026; дата опубликования 25.03.2026.

The article was submitted 05.11.2025; approved after reviewing 18.11.2025; accepted for publication 24.02.2026; date of publication 25.03.2026.

Научная статья  
УДК 619: 614.48  
DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601003  
EDN: AGSOCW

## КОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА ДЕЗИНФИЦИРУЮЩЕГО ПРЕПАРАТА «Ф 263 ИПАСЕПТ АСФ» (F 263 IPASEPT ASF)

Николай Николаевич Кувшинчиков, Гулизар Шахбановна Щербакова<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии – филиал Федерального научного центра – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.П. Коваленко РАН, Москва 123022, Российская Федерация, E-mail: vniivshe@mail.ru*

<sup>1</sup> kuvshinchikov1@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0004-0078-4340>

<sup>2</sup> Rabadanova2009@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1324-5341>

**Аннотация.** В данной статье приведены результаты изучения коррозионных свойств препарата «Ф 263 Ипасепт АСФ» (F 263 Irasept ASF). В ходе исследований было установлено, что данный препарат в сравнении с эталонным препаратом (гидроксид натрия) обладает более низкой коррозионной активностью по отношению к тест-объектам из алюминия, нержавеющей стали, оцинкованной стали и незначительной – по отношению к стали СТ-3.

Коэффициент коррозии тест-пластин в 1%-м растворе препарата «Ф 263 Ипасепт АСФ» по сравнению с препаратом-эталонном при экспозиции 1 ч был меньше: для алюминия в 32,75 раза, для нержавеющей стали в 1,35 раза, для оцинкованной стали в 1,16 раз. Однако для стали СТ-3 в рабочем растворе дезинфектанта коэффициент коррозии был больше в 1,35 раза.

**Ключевые слова:** дезинфицирующий препарат, коррозионная активность, металлические пластинки, дезинфекция, препарат-эталон, коэффициент коррозии, скорость коррозии

**Финансирование:** работа выполнена в соответствии с Государственным заданием по теме: FGUG-2025-0002 «Разработать новые и модернизировать существующие методы, средства и технологии обеспечения устойчивого ветеринарно-санитарного благополучия животноводства, качества и безопасности продукции и кормов, охраны окружающей среды от загрязнения отходами животноводства» (регистрационный номер НИОКТР 125071808811-2).

**Для цитирования:** Кувшинчиков Н.Н., Щербакова Г. Ш. Коррозионные свойства дезинфицирующего препарата «Ф 263 Ипасепт АСФ» (F 263 Irasept ASF) // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2026. № 1 (57). С. 25–29.

DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601003

EDN: AGSOCW

Original article

## CORROSION PROPERTIES OF «F 263 IPASEPT ASF» DISINFECTANT

Nikolay N. Kuvshinchikov, Gulizar Sh. Shcherbakova<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> *All-Russian Research Institute for Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology – Branch of Federal Scientific Center – All-Russian Research Institute*

© Кувшинчиков Н.Н., Щербакова Г. Ш., 2026

of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Skryabin  
and Ya.R. Kovalenko RAS, Moscow 123022, Russian Federation. E-mail: vniivshe@mail.ru

<sup>1</sup> kuvshinchikov1@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0004-0078-4340>

<sup>2</sup> Rabadanova2009@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1324-5341>

**Abstract.** In this article, the corrosion properties of the F 263 Ipasept ASF preparation were studied. During the research, it was found that this preparation, in comparison with the reference preparation (sodium hydroxide), has lower corrosive activity in relation to test objects made of aluminum, stainless steel, galvanized steel, and insignificant activity in relation to ST-3 steel. The corrosion coefficient of test plates in a 1,0 % solution of the drug F 263 Ipasept ASF compared to the reference drug with an exposure of 1 hour were lower: for aluminum by 32.75 times, for stainless steel by 1.35 times, for galvanized steel by 1.16 times. However, for ST-3 steel in the working solution of the disinfectant, the corrosion coefficient was 1.35 times higher.

**Keywords:** disinfectant, corrosion activity, metal plates, disinfection, standard preparation, tests, immersion, corrosion coefficient, corrosion rate

**Financial Support:** the work was carried out in accordance with the State assignment on the topic: FGUG-2025-0002 «Develop new and modernize existing methods, means and technologies to ensure sustainable veterinary and sanitary welfare of animal husbandry, quality and safety of products and feed, and environmental protection from pollution by animal waste» (registration number 125071808811-2).

**For citation:** Kuvshinchikov N.N., Sherbakova G. Sh. Corrosion properties of «F 263 ipasept ASF» disinfectant // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2026. № 1 (57). P. 25–29 (In Russ.). DOI: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202601003  
EDN: AGSOCW

### **Введение**

В настоящее время в связи с интенсификацией сельского хозяйства и ориентированием на выпуск животноводческой продукции отечественного производства возрастает роль профилактики инфекционных заболеваний животных и контроля за распространением. Поэтому необходимо разрабатывать эффективные и экологически безопасные дезинфицирующие средства для обеспечения ветеринарно-санитарного благополучия, безопасности продукции животноводства, кормов и охраны окружающей среды на территории РФ [4...8].

В состав дезинфицирующих средств входят химические соединения, которые могут оказывать негативное действие на различные поверхности, поэтому при создании новых дезинфектантов необходимо учитывать степень их коррозионного действия на обрабатываемые материалы [1...8].

При строительстве и обустройстве объектов ветеринарного надзора применяются материалы из различных металлов. Металлические поверхности легко моются и легче поддаются обработке дезинфицирующими препаратами. В отличие от

дерева, бетона или кирпича, такие поверхности не впитывают жидкость, что способствует лучшему сохранению животноводческих помещений в чистоте и более качественному проведению дезинфекции [6].

Из-за коррозионной активности некоторые дезинфицирующие средства могут портить металлические поверхности, тем самым сокращать срок их эксплуатации, что может негативно отразиться на экономической составляющей. При выборе средства для дезинфекции необходимо обращать внимание не только на его бактерицидные свойства, но и оценивать влияние на обрабатываемую поверхность [1].

На основании анализа литературных данных и практических примеров можно прийти к выводу, что многие применяемые препараты оказывают весьма выраженное коррозионное действие на изделия из металла [1, 8].

Цель работы – изучить коррозионную активность дезинфицирующего средства «Ф 263 Ипасепт АСФ» (F 263 Ipasept ASF) (далее – «Ф 263 Ипасепт АСФ») в отношении металлических поверхностей в лабораторных условиях.

### Материалы и методы

Материалом для изучения коррозионной активности послужило дезинфицирующее средство «Ф 263 Ипасепт АСФ» (ООО «КЛИНИН», РФ), изготовленное в соответствии с ТУ 20.20.14-004-49967274-2023; представляет собой прозрачную жидкость от светло-желтого до желтого цвета. В качестве действующих веществ содержит, %: композицию двух четвертично-аммониевых соединений (алкилдиметилбензиламмония хлорид – 17, дидецилдиметиламмония хлорид – 7,8), глутаровый альдегид – 10,7, 2-феноксиэтанол – 10, а также вспомогательные компоненты: неионогенные поверхностно-активные вещества – менее 5 (расщепляют и эмульгируют жиры) и функциональные добавки: триэтаноламин – менее 5 (защита от коррозии) и комплексообразователь – менее 5 (хелатирующий агент).

Исследования проводили в соответствии с общепринятыми методиками, используемыми в дезинфекционной науке («Методика определения и оценки коррозионной активности моющих и дезинфицирующих средств» (М., 1974), ГОСТ РФ 9.907-2007 (ИСО 8407:1991), «Методы удаления продуктов коррозии после коррозионных испытаний»).

В опытах использовали тест-объекты из оцинкованной стали, нержавеющей стали, алюминия марки А, стали СТ-3. Перед испытаниями металлические пластины взвешивали с точностью до 0,0001 г, после чего их выдерживали в 1%-м растворе препарата «Ф 263 Ипасепт АСФ» и 2%-м растворе гидроксида натрия (препарат-эталон), экспозиция составляла 1 ч при температуре 18...20 °С. По окончании экспозиции пластины извлекали из растворов, ополаскивали под струей воды. Видимые отложения продуктов коррозии с поверхности пластин первоначально удаляли механически: сначала снимали с поверхности пластины при помощи канцелярской резинки [2], после чего остатки удаляли тампоном, смоченным в 5%-м растворе азотной кислоты и затем обезжиривали ацетоном. После этого тест-пластины ополаскивали дистиллированной водой и высушивали в сушильном шкафу в течение 15 мин при температуре 120 °С, извлекали и оставляли в чашках Петри для остывания. После полного остывания их взвешивали с точностью до 0,0001 г для определения потери массы, а также оценивали визуальные изменения тест-пластин на наличие (отсутствие) налета, цвета налета и степени

прилипания налета. Все исследования выполняли в трехкратной повторности. Далее расчетными способами определяли степень коррозии и скорость коррозии тест-пластин [3].

Коэффициент коррозии вычисляли по формуле:

$$K = \frac{P_0 - P_1}{S} \cdot 10000 = \text{г/м}^2 \cdot \text{год},$$

где:  $P_0$  – начальная масса тест-объекта, г;  $P_1$  – масса тест-пластины после испытания, г;  $S$  – площадь поверхности тест-пластины до опыта, см<sup>2</sup>.

Скорость коррозии вычисляли по формуле:

$$V = \frac{K}{t} \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч},$$

где:  $K$  – коэффициент коррозии;  $t$  – длительность испытания, ч.

### Результаты исследований и обсуждение

Для исследований был взят 1%-й раствор дезинфицирующего средства «Ф 263 Ипасепт АСФ». Данная концентрация препарата рекомендована к обработке объектов ветеринарного надзора в целях профилактической и вынужденной дезинфекции [8].

В таблице приведены результаты опыта по определению коррозионной активности дезинфицирующего средства «Ф 263 Ипасепт АСФ» в сравнении с препаратом-эталоном – гидроксидом натрия (NaOH) при экспозиции 1 ч.

При визуальной оценке тест-пластин из нержавеющей стали после выдерживания в растворе средства в течение 1 ч видимых изменений не отмечали, а на тест-пластинах из алюминия, оцинкованной стали и стали СТ-3 наблюдался тонкий слой темного налета, который легко удалялся ватным тампоном.

Исследованиями установили, что дезинфицирующее средство «Ф 263 Ипасепт АСФ» не оказывает выраженного коррозионного действия на поверхности. Так, коэффициент коррозии в 1%-м растворе препарата при экспозиции 1 ч меньше, чем в эталонном растворе гидроксида натрия: для алюминия в 32,75 раза, для нержавеющей стали в 1,35 раза, для оцинкованной стали в 1,16 раза. Однако для стали СТ-3 в рабочем растворе дезинфектанта коэффициент коррозии был больше в 1,35 раза.

Скорость коррозии при экспозиции 1 ч у тест-пластин всех видов была равна коэффициенту коррозии.

**Таблица. Коррозионная активность 1%-го раствора средства «Ф 263 Ипасепт АСФ» при экспозиции 1 ч по сравнению с таковой 2%-го эталонного раствора гидроксида натрия**

*Table. Corrosive activity of 1% solution of «F 263 Ipasept ASF» at 1 h exposure in comparison with NaOH 2%*

Тест-пластины (материал)	Масса, г		Площадь пластин, см <sup>2</sup>	Потери массы, г		Козф. корро- зии за год, г/м <sup>2</sup>	Скорость кор- розии г/м <sup>2</sup> , ч
	до опыта	после опыта		г	%		
Экспозиция 1 ч							
«Ф 263 Ипасепт АСФ», 1%							
Алюминий марки А	8,4771	8,4674	30,76	0,0097	0,1144	3,1534	3,1534
Сталь СТ-3	55,8435	55,8177	34,66	0,0258	0,0462	7,4437	7,4437
Нерж. сталь	34,6542	34,6457	31,54	0,0085	0,0245	2,6950	2,6950
Оц. сталь	6,1403	6,1256	30,415	0,0147	0,2394	4,8331	4,8331
Раствор NaOH, 2%							
Алюминий марки А	8,6840	8,3663	30,76	0,3177	3,6585	103,2835	103,2835
Сталь СТ-3	55,6621	55,6430	34,66	0,0191	0,0343	5,5107	5,5107
Нерж. сталь	34,2564	34,2449	31,54	0,0115	0,0336	3,6462	3,6462
Оц. сталь	6,2436	6,2272	30,415	0,0164	0,2627	5,3921	5,3921

Исследования показали, что в 1%-м растворе средства «Ф 263 Ипасепт АСФ» первоначальная масса металлических пластин уменьшилась за 1 ч экспозиции: из алюминия – на 0,0097 г, или 0,1144%, а в препарате-эталоне – на 0,3117 г, или 3,6568%. В опытах с пластинами из нержавеющей стали потери массы составили 0,0085 г, или примерно 0,0245%. Оцинкованные тест-объекты потеряли 0,0147, или 0,2394%. Но у пластины из стали СТ-3 при экспозиции 1 ч потеря составила 0,0258 г, или примерно 0,0462%, что больше, чем у эталонного раствора (0,0191 г, 0,0343%)

**Заключение**

На основании проведенных испытаний установлено, что по сравнению с эталонным раствором

препарата (гидроксид натрия 2%) 1%-й раствор препарата «Ф 263 Ипасепт АСФ» не обладает выраженной коррозионной активностью по отношению к тест-пластинам из алюминия, нержавеющей и оцинкованной стали. Тест-пластины из стали марки СТ-3 были незначительно подвержены коррозии.

Коэффициент коррозии тест-пластин в 1%-м растворе препарата «Ф 263 Ипасепт АСФ» по сравнению с эталонным препаратом при экспозиции 1 ч был меньше: для алюминия в 32,75 раза, для нержавеющей стали в 1,35 раза, для оцинкованной стали в 1,16 раза. Однако для стали СТ-3 в рабочем растворе дезинфектанта коэффициент коррозии был больше в 1,35 раза.

Скорость коррозии при экспозиции 1 ч для всех тест-пластин при обработке препаратом «Ф 263 Ипасепт АСФ» равна коэффициенту коррозии.

**СПИСОК ИСТОЧНИКОВ**

1. Батырова А.М. Коррозионная активность дезинфицирующего средства «Пенокс-1» // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2021. № 1 (37). С. 74-76. DOI: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202101011.
2. ГОСТ Р 9.907-2007 (ИСО 8407:1991) «Методы удаления продуктов коррозии после коррозионных испытаний».
3. Дорожкин В.И., Попов Н.И., Щербакова Г.Ш. Композиционные препараты на защите здоровья животных // Труды Федерального центра охраны здоровья животных. 2022. № 18. С. 771-785.
4. «Методика определения и оценка коррозионной активности моющих и дезинфицирующих препаратов», утв. ГУВ МСХ СССР, 24.06.1974.
5. Попов Н.И., Мичко С.А., Алиева З.Е. и др. Оценка эффективности дезинфицирующего средства Форбид // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2018. № 2 (26). С. 25-30. DOI: 10.25725/vet.san.hyg.ecol.201802004.
6. Попов Н.И., Щербакова Г.Ш. Роль дезинфекции в профилактике и ликвидации инфекционных болезней животных // Ветеринария. 2022. № 9. С. 57-66.

7. Шихов С.С., Попов П.А., Удавлиев Д.И. и др. Изучение коррозионной активности нового дезинфицирующего средства с моющим эффектом // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2025. № 1 (53). С. 35-42. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202501005.
8. Щербакова Г.Ш., Гаджимурадова З.Т., Мирзоева Т.Б. и др. Производственные испытания нового дезинфицирующего средства Ф 263 Ипасепт АСФ «F 263 Ipasept ASF» // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2024. № 4 (52). С. 488-494. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202404002

## REFERENCES

1. Baty`rova A.M. Korrozionnaya aktivnost` dezinficiruyushhego sredstva «Penoks-1» // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2021. № 1 (37). S. 74-76. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202101011.
2. GOST R 9.907-2007 (ISO 8407:1991) «Metody` udaleniya produktov korrozii posle korrozionny`kx ispy`taniy».
3. Dorozhkin V.I., Popov N.I., Shherbakova G.Sh. Kompozicionny`e preparaty` na zashhite zdorov`ya zhivotny`kx // Trudy` Federal`nogo tsentra okhrany` zdorov`ya zhivotny`kx. 2022. № 18. S. 771-785.
4. «Metodika opredeleniya i ocenka korrozionnoj aktivnosti moyushhikh i dezinficiruyushhikh preparatov», utv. GUV MSKX SSSR, 24.06.1974.
5. Popov N.I., Michko S.A., Alieva Z.E. i dr. Ocenka e`ffektivnosti dezinficiruyushhego sredstva Forbicid // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2018. № 2 (26). S. 25-30. DOI: 10.25725/vet.san.hyг.ecol.201802004.
6. Popov N.I., SHHerbakova G.SH. Rol` dezinfekcii v profilaktike i likvidacii infekcionny`kx boleznej zhivotny`kx // Veterinariya. 2022. № 9. S. 57-66.
7. Shikhov S.S., Popov P.A., Udavliev D.I. i dr. Izuchenie korrozionnoj aktivnosti novogo dezinficiruyushhego sredstva s moyushhim e`fektom // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2025. № 1 (53). S. 35-42. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202501005.
8. Shherbakova G.Sh., Gadzhimuradova Z.T., Mirzoeva T.B. i dr. Proizvodstvenny`e ispy`taniya novogo dezinficiruyushhego sredstva F 263 Ipasept ASF «F 263 I`pasept ASF» // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2024. № 4 (52). S. 488-494. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202404002

## Информация об авторе

Кувшинчиков Н.Н. – аспирант лаборатории ветеринарной санитарии;  
Щербакова Г.Ш. – канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории ветеринарной санитарии.

## Information about the author

Kuvshinchikov N.N. – post-graduate student of the Laboratory of veterinary sanitation;  
Sherbakova G.Sh. – Cand. Biol. Sci., Leading research associate of the Laboratory of Veterinary Sanitation.

## Вклад авторов

Кувшинчиков Н.Н. – проведение исследований, написание статьи;  
Щербакова Г.Ш. – анализ полученных данных, написание статьи.

## Contribution of the authors

Kuvshinchikov N.N. – conducting research, writing of the paper;  
Sherbakova G.Sh. – analyzing the data obtained, writing of the paper.

Статья поступила в редакцию 17.07.2025; одобрена после рецензирования 15.10.2025; принята к публикации 24.02.2026; дата опубликования 25.03.2026.

The article was submitted 17.07.2025; approved after reviewing 15.10.2025; accepted for publication 24.02.2026; date of publication 25.03.2026.

**ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНОЕ КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ  
ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОВОДСТВА И КОРМОВ  
VETERINARY-SANITARY QUALITY AND SAFENESS  
OF FOOD PRODUCTS AND FEEDSTUFES**

Научная статья  
УДК 619:614.31:637  
DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601004  
EDN: AMHICF

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТИБИОТИКОВ ПРОИЗВОДНЫХ  
8-ОКСИХИНОЛИНОВ В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ МЕТОДОМ  
ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ  
С ТАНДЕМНЫМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИМ ДЕТЕКТИРОВАНИЕМ**

**Никита Михайлович Кострикин<sup>1</sup>, Тимур Дмитриевич Пеньков<sup>2</sup>,  
Юлия Витальевна Гончарова<sup>3</sup>, Антон Лутаевич Баиров<sup>4</sup>,  
Михаил Ростиславович Мурашкин<sup>5</sup>**

<sup>1,2,4,5</sup> *Федеральный центр охраны здоровья животных,  
Владимир 600901, Российская Федерация*

<sup>1,3</sup> *Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ),  
Москва 125080, Российская Федерация*

<sup>5</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии –  
филиал Федерального научного центра – Всероссийский научно-исследовательский институт  
экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко РАН,  
Москва 123022, Российская Федерация, E-mail: vniivshe@mail.ru*

<sup>1</sup> nikita.kostr1999@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-4014-0190>

<sup>2</sup> penkovdt@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3743-2320>

<sup>3</sup> bjorkchristofer@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-2391-3231>

<sup>4</sup> abairov22@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2503-2888>

<sup>5</sup> mrmur2000@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0004-4049-25>

**Аннотация.** Представлен разработанный чрезвычайно чувствительный аналитический метод на основе высокоэффективной жидкостной хроматографии с тандемной масс-спектрометрией (ВЭЖХ-МС/МС) для одновременного количественного определения клиохинола и нитроксолина в пищевых матрицах животного происхождения. Метод включает стадию пробоподготовки, заключающуюся в экстракции целевых соединений и очистке полученных экстрактов, за которой следует хроматографическое разделение и высокоселективная масс-спектрометрическая детекция. Применение предложенной методики обеспечивает низкие пределы обнаружения и количественного определения, высокую точность и воспроизводимость результатов. Проведена комплексная валидация аналитической методики, включающая оценку линейности, правильности, прецизионности, селективности, предела обнаружения и предела количественного определения для различных пищевых матриц (мед, молоко, мясо и мясные продукты, яйца, сливочное масло, животный жир, икра и нерыбные объекты промысла). Установлен предел количественного определения 5 мкг/кг, что отвечает современным требованиям к контролю остаточных количеств данных соединений. Методика продемонстрирована

ла высокую точность и воспроизводимость во всем исследованном диапазоне концентраций (5...500 мкг/кг). Разработанный метод может быть рекомендован для мониторинга остаточных количеств клиохинола и нитроксилина в продуктах животного происхождения в рамках программ контроля безопасности пищевой продукции.

**Ключевые слова:** клиохинол, нитроксонил, антибиотики, высокоэффективная жидкостная хроматография, продукты питания

**Финансирование:** исследования выполнены в рамках НИР «Разработка комплекса методик для определения остаточного количества ветеринарных препаратов методом жидкостной хроматографии с масс-детектором (ХТО ИЦНМВЛ)».

**Для цитирования:** Кострикин Н.М., Пеньков Т.Д., Гончарова Ю.В., Баиров А.Л., Мурашкин М.Р. Определение антибиотиков производных 8-оксихинолинов в продуктах питания методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с tandemным масс-спектрометрическим детектированием // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2026. № 1 (57). С. 30–38. DOI: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202601004 EDN: AMHICF

Original article

## DETERMINATION OF ANTIBIOTICS DERIVATIVES OF 8-OXYQUINOLINES IN FOOD PRODUCTS BY HIGH PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY WITH TANDEM MASS SPECTROMETRIC DETECTION

**Nikita M. Kostrikin<sup>1</sup>, Timur D. Penkov<sup>2</sup>, Yulia V. Goncharova<sup>3</sup>,  
Anton L. Bairov<sup>4</sup>, Mikhail R. Murashkin<sup>5</sup>**

<sup>1,2,4,5</sup> *Federal Center for Animal Health, Vladimir 600901, Russian Federation*

<sup>1,3</sup> *Russian Biotechnology University (BIOTECH University),  
Moscow 125080, Russian Federation*

<sup>5</sup> *All-Russian Research Institute for Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology –  
Branch of Federal Scientific Center – All-Russian Research Institute  
of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Skryabin  
and Ya.R. Kovalenko RAS, Moscow 123022, Russian Federation. E-mail: vniivshe@mail.ru*

<sup>1</sup> nikita.kostr1999@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-4014-0190>

<sup>2</sup> penkovdt@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3743-2320>

<sup>3</sup> bjorkchristofer@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-2391-3231>

<sup>4</sup> abairov22@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2503-2888>

<sup>5</sup> mrmur2000@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0004-4049-25>

**Abstract.** A developed highly sensitive analytical method for the simultaneous quantitative determination of clioquinol and nitroxoline in food matrices of animal origin based on high-performance liquid chromatography with tandem mass spectrometry (HPLC-MS/MS) is presented. The method includes a sample preparation stage consisting of extraction of target compounds and purification of the obtained extracts, followed by chromatographic separation and highly selective mass spectrometric detection. The application of the proposed technique ensures low detection and quantification limits, high accuracy and reproducibility of the results. A comprehensive validation of the analytical methodology was carried out, including an assessment of linearity, correctness, precision, selectivity,

detection limit and quantification limit for various food matrices (honey, milk, meat and meat products, eggs, butter, animal fat, caviar and non-volatile fishing objects). A limit of quantification of 5 micrograms/kg has been established, which meets modern requirements for the control of residual amounts of these compounds. The technique demonstrated high accuracy and reproducibility in the entire studied concentration range (5-500 micrograms/kg). The developed method can be recommended for monitoring residual amounts of clioquinol and nitroxoline in animal products as part of food safety control programs.

**Keywords:** clioquinol, nitroxoline, antibiotics, high-performance liquid chromatography, food

**Financing:** The research was carried out within the framework of the research project “Development of a set of methods for determining the residual amount of veterinary drugs using liquid chromatography with a mass detector”.

**For citation:** Kostrikin N.M., Penkov T.D., Goncharova Yu.V., Bairov A.L., Murashkin M.R. Determination of antibiotics derivatives of 8-oxyquinolines in food products by high performance liquid chromatography with tandem mass spectrometric detection // Russian Journal “Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology”. 2026. № 1 (57). P. 30–38 (In Russ.).

DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601004

EDN: AMHICF

### Введение

Оксихинолины представляют собой важный класс гетероциклических соединений, которые находят широкое применение в различных областях – от медицины до промышленного производства. В медицинской практике производные оксихинолина используются с начала XX в. благодаря их выраженной антибактериальной, противогрибковой и антипротозойной активности [1]. Эти соединения входят в состав многих лекарственных препаратов, применяемых для лечения бактериальных и грибковых инфекций [2, 3]. Их биологическая активность связана со способностью образовывать хелатные комплексы с ионами металлов, что обуславливает их антимикробные, противогрибковые и противопаразитарные свойства [4, 5].

Клиохинол и нитроксонил являются синтетическими производными 8-оксихинолина (рис. 1), обладающими широким спектром антимикробного действия. Эти соединения эффективны против различных патогенных микроорганизмов, включая грамположительные и грамотрицательные бактерии, а также некоторые виды простейших и грибов [1]. В ветеринарии их используют для лечения и профилактики различных инфекционных заболеваний сельскохозяйственных животных.

Однако применение клиохинола и нитроксонила в ветеринарии и сельском хозяйстве вызывает опасения, связанные с возможностью накопления их остаточных количеств в пищевых продуктах, что может представлять потенциальную угрозу

здоровью человека [2, 5]. В связи с этим разработка чувствительных и надежных методов обнаружения и количественного определения остатков 8-оксихинолинов в продуктах питания представляется актуальной задачей.

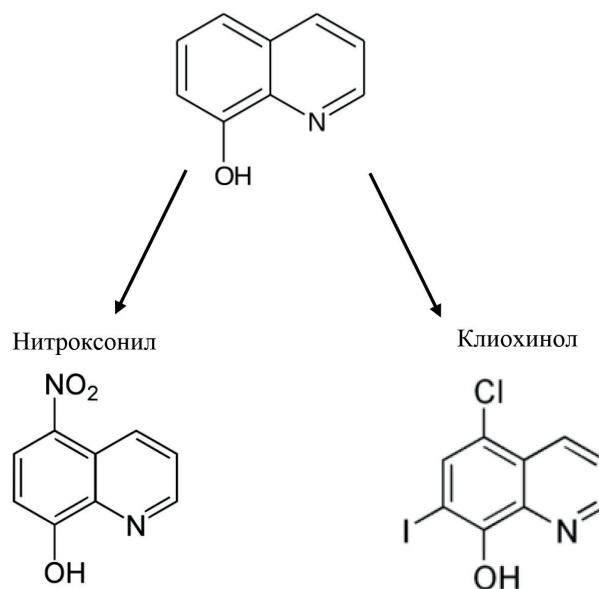


Рис. 1. Структурные формулы производных 8-оксихинолинов

Fig. 1. Structural formula of derivatives of 8-oxyquinolines

Цель данной работы – разработать эффективную методику определения клиохинола и нитроксонила в различной пищевой продукции.

Определить оптимальные параметры для пробоподготовки и анализа данных соединений методом ВЭЖХ-МС/МС.

### **Материалы и методы**

Объектами исследования служили образцы пищевой продукции животного происхождения, отобранные в рамках программы государственного мониторинга. Образцы были предоставлены Центральной научно-методической ветеринарной лабораторией ФГБУ «ВНИИЗЖ». До начала пробоподготовки образцы хранили в замороженном состоянии при температуре  $-4^{\circ}\text{C}$ .

**Аппаратура.** Для проведения исследований использовали систему высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), сопряженную с тройным квадрупольным масс-спектрометрическим детектором Shimadzu 8060 (Shimadzu, Япония). Хроматографическое разделение анализируемых соединений осуществляли на колонке Acclaim™ 120 C18 (Thermo Scientific, США) размерами 100 x 2,1 мм и размером частиц сорбента 3 мкм, с применением градиентного режима элюирования.

Для подготовки проб использовали аналитические весы Sartorius AC 121S (Sartorius, Германия), системы Milli-Q Synthesis (Millipore, США) для получения деионизированной воды, соответствующей 2-му классу по ГОСТ Р 52501-2005. Пробы центрифугировали на лабораторной центрифуге Thermo Scientific SL 40R (Thermo Scientific, США). Концентрирование экстрактов выполняли с использованием закрытой системы TurboVar II (Caliper Life Sciences, США). Твердофазную экстракцию (ТФЭ) проводили с применением вакуумной установки М6 (Манифолд, Россия). Для перемешивания образцов использовали шейкер для пробирок MultiReax (Heidolph, Германия).

**Реактивы.** В качестве растворителей использовали метанол и ацетонитрил соответствующей для ВЭЖХ степени очистки, а также воду, очищенную до 2-го класса по ГОСТ Р 52501-2005 с помощью системы Milli-Q Synthesis (Millipore, США). Модификатором подвижной фазы выступала муравьиная кислота (х.ч.), а для подготовки образцов применяли хлорид натрия (х.ч.).

В качестве стандартных образцов использовали клиохинол CAS 130-26-7, нитроксонил CAS 4008-48-4; в качестве внутреннего стандарта – 8-оксихинолин CAS 148-24-3.

### **Результаты исследований и осуждение**

**Подбор условий хроматографического разделения и детектирования.** Для хроматографического разделения анализируемых соединений была использована система ВЭЖХ с градиентным режимом элюирования. Применялась бинарная система подвижных фаз, в качестве подвижной фазы А использовали водный раствор муравьиной кислоты концентрацией 0,5%. Подвижная фаза Б представляла собой 0,5%-й раствор муравьиной кислоты, приготовленный на смеси ацетонитрила и метанола в соотношении 1 : 1. Профиль градиента элюирования был оптимизирован для достижения эффективного разделения компонентов исследуемой пробы и представлен следующей последовательностью: начальная стадия с содержанием 5% фазы Б в течение 1 мин, линейное увеличение доли фазы Б от 5 до 95% в течение 7,5 мин (с 1 до 8,5 мин), поддержание режима с 95% фазы Б в течение 2,5 мин (с 8,5 до 11 мин), быстрое возвращение к исходному составу (5% фазы Б) в течение 1 мин (до 12 мин).

Скорость потока подвижной фазы поддерживали постоянной на уровне 0,3 мл/мин в течение всего хроматографического разделения. Температурный контроль хроматографической колонки обеспечивался на уровне  $40^{\circ}\text{C}$ , в то время как для автосамплера была установлена температура  $15^{\circ}\text{C}$ . Объем пробы, отбираемой автосейплером, составил 10 мкл.

Селективное детектирование целевых аналитов проводили с использованием тандемного масс-спектрометрического детектора Shimadzu 8060 (тройной квадруполь), работающего в режиме мониторинга множественных реакций (MRM), который обеспечивает высокую чувствительность и специфичность при определении аналитов в сложных матрицах. В источнике температуру интерфейса устанавливали на  $300^{\circ}\text{C}$ , линию десольватации – на  $250^{\circ}\text{C}$ ; поток газа-распылителя составлял 3 л/мин, потоки осушающего и испаряющегося газов – по 10 л/мин.

**Идентификация и определение.** Идентификацию и количественное определение внешних и внутренних стандартов осуществляли посредством высокоэффективной жидкостной хроматографии, сопряженной с тандемной масс-спектрометрией (ВЭЖХ-МС/МС). Анализ проводили в режиме мониторинга множественных реакций (Multiple Reaction Monitoring, MRM), обеспечивающем высокую селективность и чув-

ствительность метода. Оптимизацию параметров MRM-переходов выполняли путем ввода стандартных растворов индивидуальных аналитов концентрацией 0,1 мкг/мл в масс-спектрометр. Данная процедура позволила установить характеристические пары ион-предшественник/ион-продукт. В качестве ионов-предшественников для всех целевых соединений были выбраны характерные молекулярные ионы. Для каждого аналита регистрировали два наиболее интенсивных и специфичных иона-продукта: сигнал от иона с максимальной интенсивностью использовали для количественных расчетов (количественный ион), тогда как второй по интенсивности сигнал применяли для подтверждения идентично-

сти соединения (подтверждающий ион). Подбор оптимальных значений энергии диссоциации, индуцированной соударением, для генерации этих двух ионов-продуктов проводили в режиме регистрации положительных ионов. Детектирование производных 8-оксихинолина осуществляли по их протонированным формам  $[M+H]^+$ ; было установлено, что добавление муравьиной кислоты в состав подвижной фазы значительно усиливает процесс ионизации данных соединений в источнике. Ключевые масс-спектрометрические параметры, включая оптимизированные MRM-переходы и соответствующие им энергии соударений для клиохинола, нитроксолина и 8-оксихинолина, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры в режиме MRM в условиях электрораспыления

Table 1. Parameters in MRM mode under electrospray conditions

Соединение	Ион-предшественник, m/z	Дочерние ионы, m/z	Время удержания, мин	Энергия соударения, эВ	Pre Bias, (напряжение на префильтрах квадруполя)	
					Q1, В	Q3, В
Клиохинол	305,7	150,9/179,0	9,9	-37,0/-27,0	-11,0/-17,0	-14,0/-18,0
Нитроксонил	191,2	145,0/127,2	7,3	-21,0/-36,0	-22,0/-11,0	-24,0/-12,0
8-оксихинолин (IS)	146,1	118,0	4,1	-25,0	-12,0	-20,0

**Оптимизация пробоподготовки.** Процедура пробоподготовки включала следующие этапы. Средний образец гомогенизированной матрицы массой  $(1,00 \pm 0,01)$  г помещали в полипропиленовую центрифужную пробирку вместимостью 15 мл. К навеске добавляли 100 мкл рабочего раствора внутреннего стандарта концентрацией 1 мкг/мл, используя для этого пипеточный дозатор. Чтобы обеспечить равномерное распределение стандарта, содержимое пробирки перемешивали на лабораторном шейкере в течение 10 мин. Экстракцию целевых соединений проводили добавлением 3 мл ацетонитрила с последующим интенсивным перемешиванием смеси в течение 10 мин. Далее к экстракционной смеси приливали 3 мл деионизированной воды, подкисленной буферным раствором до значения pH 4,0, и вновь перемешивали в течение 10 мин. Для разделения фаз и облегчения высаливания аналитов в органическую фазу вносили 1 г хлорида натрия (NaCl). Смесь немедленно интенсивно встряхивали в течение 10 мин, после чего фазы разделяли центрифугированием при 4000 об/мин в течение 10 мин при контролируемой температуре 4°C. Верхний органический (ацетонитриловый) слой аккуратно отбирали, из-

бегая захвата водного слоя, и переносили в чистую пробирку. Полученный экстракт концентрировали выпариванием растворителя под слабым потоком азота при температуре 40°C до остаточного объема около 0,1...0,2 мл. В полученный концентрат вносили 2 мл деионизированной воды и подвергали дальнейшей очистке методом твердофазной экстракции (ТФЭ).

Картридж для ТФЭ предварительно кондиционировали под вакуумом, последовательно пропуская 2 мл метанола и 2 мл деионизированной воды. Подготовленный экстракт наносили на картридж, после чего промывали 2 мл деионизированной воды. Затем картридж высушивали под вакуумом водоструйного насоса в течение 10 мин и элюировали целевые аналиты 2 мл метанола в чистую пробирку вместимостью 15 мл. Полученный элюат упаривали при температуре 40°C в потоке воздуха до достижения объема 0,1...0,2 мл. К остатку добавляли 950 мкл подвижной фазы А и 50 мкл подвижной фазы В, после чего смесь тщательно перемешивали с использованием вортекса. Конечный экстракт подвергали фильтрации через мембранный фильтр и переносили в вial для последующего анализа методом высокоэффек-

тивной жидкостной хроматографии с тандемной масс-спектрометрией (ВЭЖХ-МС/МС). Схема

проведения пробоподготовки представлена на рисунке 2.



Рис. 2. Схема пробоподготовки  
 Fig. 2. Sample preparation scheme

**Валидация.** В качестве модельных пищевых матриц для проведения исследований были выбраны следующие продукты: мед, молоко, мясо и мясные продукты, печень, яйца, сливочное масло, животный жир, икра, нерыбные объекты промысла (беспозвоночные) и кишки. Для каждой из указанных матриц и каждого уровня внесения анализируемых веществ было выполнено по восемь независимых экспериментов по схеме пол-

ного факторного эксперимента с варьированием двух факторов: квалификации оператора и продолжительности процедуры пробоподготовки. На рисунке 3 представлены хроматограммы образцов яиц с добавкой изучаемых веществ в количестве 100 мкг/кг, демонстрирующие эффективность хроматографического разделения и специфичность масс-спектрометрического детектирования целевых аналитов в сложной биологической матрице.

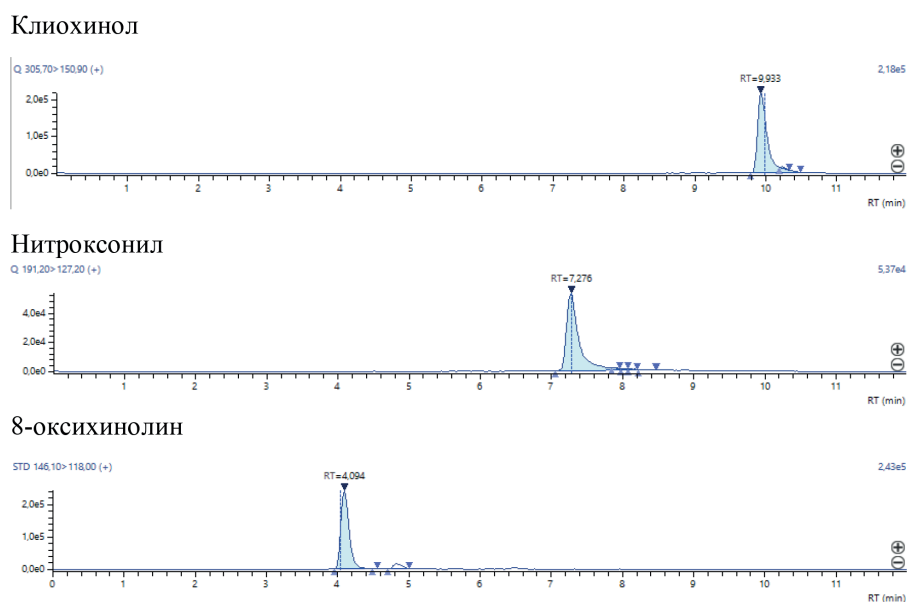


Рис. 3. Хроматограммы образцов яиц с добавкой 100 мкг/кг клиохинола, нитроксолина и 8-оксихинолина в качестве внутреннего стандарта  
 Fig. 3. Chromatograms of egg samples spiked with 100 µg/kg clioquinol, nitroxonil and 8-hydroxyquinoline as internal standard

Для каждой из указанных матриц были проведены исследования с предварительным подтверждением отсутствия целевых аналитов, после чего выполняли измерения с внесением стандартов на различных уровнях концентраций 5, 50 и 500 мкг/кг с соблюдением принципов внутрилабораторного эксперимента. Анализы вносили в виде стандартных растворов клиохинола и нитроксолина, приготовленных с использованием соответствующих стандартных образцов.

Оценку метрологических характеристик методик измерений проводили согласно российским стандартам, устанавливающим методы и порядки оценки качества количественного химического анализа [7, 8].

Вычисляли расширенную неопределенность:

$$U = 2 \cdot \sqrt{S_{R,m}^2 + \frac{S_{R,m}^2}{L} + \frac{\Delta_{Om}^2}{3}}$$

Предел повторяемости:

$$r = Q(P, n) \cdot S_{romi}$$

Предел промежуточной прецизионности:

$$R = Q(P, n) \cdot S_{Roml}$$

Данные значения вычисляли отдельно для каждой точки добавки и далее пересчитывали для оценки диапазонов. Результаты представлены в таблице 2.

Определяемая минимально концентрация веществ соответствует нормам Южной Кореи, где регламентируется содержание клиохинола и нитроксолина в различных пищевых матрицах на уровне, не превышающем значение 10 мкг/кг [6].

**Таблица 2. Основные валидационные характеристики для определения клиохинола и нитроксолина в пищевых продуктах методом ВЭЖХ-МС/МС**

**Table 2. Main validation characteristics for the determination of clioquinol and nitroxonil in food products by HPLC-MS/MS**

Аналит	Диапазон измерений, мкг/кг	Значение относительной расширенной неопределенности, $\pm U$ , % при коэффициенте охвата $k = 2$	Предел воспроизводимости, R, % (при $P=0,95$ , $n = 2$ )	Предел повторяемости, r, % (при $P=0,95$ , $n = 2$ )
Клиохинол	От 5 до 50 включ.	40	44	21
	От 50 до 500 включ.	33	33	17
Нитроксонил	От 5 до 50 включ.	38	41	19
	От 50 до 500 включ.	33	31	15

### Выводы

Разработанная методика основана на современных достижениях аналитической химии и включает оптимизированные условия пробоподготовки, хроматографического разделения и масс-спектро-

метрического детектирования. Использование метода внутреннего стандарта позволяет компенсировать возможные потери аналитов на стадии пробоподготовки и минимизировать влияние матричных эффектов при масс-спектрометрическом определении.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Wykowski R., Fuentefria A.M., de Andrade S.F. Antimicrobial activity of clioquinol and nitroxoline: a scoping review // Arch Microbiol. 2022. Jul 30;204(8):535. doi: 10.1007/s00203-022-03122-2.
- Savić-Gajić I.M., Savić I.M. Drug design strategies with metal-hydroxyquinoline complexes // Expert Opin. Drug Discov. 2020 Mar;15(3):383-390. doi: 10.1080/17460441.2020.1702964.
- Joaquim A.R., Gionbelli M.P., Gosmann G. et al. Novel Antimicrobial 8-Hydroxyquinoline-Based Agents: Current Development, Structure-Activity Relationships, and Perspectives // J. Med. Chem. 2021. Nov 25;64(22):16349-16379. doi: 10.1021/acs.jmedchem.1c01318.
- Krajewski W., Łaszkiwicz J., Tomczak W. et al. Nitroxoline: treatment and prevention of urinary tract infections from the urologist's // Cent. European J. Urol. 2024;77(2):339-343. doi: 10.5173/cej.2024.17.
- Perez D.R., Sklar L.A., Chigaev A. Clioquinol: To harm or heal // Pharmacol. Ther. 2019 Jul;199:155-163. doi: 10.1016/j.pharmthera.2019.03.009. Epub 2019 Mar 18. PMID: 30898518; PMCID: PMC6571072.

6. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS). (2026). Food Code (MFDS Notification No. 2026-1). Appendix 7: Maximum Residue Limits for Veterinary Drugs in Foods. Cheongju, Republic of Korea.
7. ГОСТ Р ИСО 5725-2-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений.
8. Государственная система обеспечения единства измерений. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки.

## REFERENCES

1. Wykowski R., Fuentesfria A.M., de Andrade S.F. Antimicrobial activity of clioquinol and nitroxoline: a scoping review // Arch Microbiol. 2022. Jul 30;204(8):535. doi: 10.1007/s00203-022-03122-2.
2. Savić-Gajić I.M., Savić I.M. Drug design strategies with metal-hydroxyquinoline complexes // Expert Opin. Drug Discov. 2020 Mar;15(3):383-390. doi: 10.1080/17460441.2020.1702964.
3. Joaquim A.R., Gionbelli M.P., Gosmann G. et al. Novel Antimicrobial 8-Hydroxyquinoline-Based Agents: Current Development, Structure-Activity Relationships, and Perspectives // J. Med. Chem. 2021. Nov 25;64(22):16349-16379. doi: 10.1021/acs.jmedchem.1c01318.
4. Krajewski W., Łaskiewicz J., Tomczak W. et al. Nitroxoline: treatment and prevention of urinary tract infections from the urologist's // Cent. European J. Urol. 2024;77(2):339-343. doi: 10.5173/cej.2024.17.
5. Perez D.R., Sklar L.A., Chigaev A. Clioquinol: To harm or heal // Pharmacol. Ther. 2019 Jul;199:155-163. doi: 10.1016/j.pharmthera.2019.03.009. Epub 2019 Mar 18. PMID: 30898518; PMCID: PMC6571072.
6. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS). (2026). Food Code (MFDS Notification No. 2026-1). Appendix 7: Maximum Residue Limits for Veterinary Drugs in Foods. Cheongju, Republic of Korea.
7. ГОСТ Р ИСО 5725-2-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений.
8. Государственная система обеспечения единства измерений. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки.

## Информация об авторах

Кострикин Н.М. – ветеринарный врач химико-токсикологического отдела, аспирант кафедры ветеринарной медицины;  
Пеньков Т.Д. – заведующий химико-токсикологическим отделом;  
Гончарова Ю.В. – магистр кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности;  
Баиров А.Л. – старший научный сотрудник химико-токсикологического отдела;  
Мурашкин М.Р. – ветеринарный врач химико-токсикологического отдела, аспирант лаборатории ветеринарной санитарии.

## Information about the authors

Kostrikin N.M. – veterinarian of the chemical-toxicological department, postgraduate student of the Department of veterinary medicine;  
Penkov T.D. – Head of Department at the chemical and toxicological;  
Goncharova Yu.V. – master at the of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise and Biological Safety;  
Bairov A.L. – senior researcher at the chemical and toxicological department;  
Murashkin M.R. – veterinarian of the chemical and toxicological department; graduate Student of the Laboratory of Veterinary Sanitation.

## Вклад авторов

Кострикин Н.М. – проведение и анализ экспериментов, написание статьи;  
Пеньков Т.Д. – анализ и визуализация полученных результатов, редактирование текста статьи;  
Гончарова Ю.В. – введение, редактирование текста статьи;  
Баиров А.Л. – проведение и анализ экспериментов, введение, редактирование текста статьи;  
Мурашкин М.Р. – проведение и анализ экспериментов, введение, редактирование текста статьи.

## Contribution of the authors

Kostrikin N.M. – conducting and analyzing experiments, writing an article;

Penkov T.D. – analysis and visualization of the obtained results, editing the text of the article;  
Zaitseva Y.V. – introduction, editing the text of an article;  
Bairov A.L. – conducting and analyzing experiments, introduction, editing the text of the article;  
Murashkin M.R. – conducting and analyzing experiments, introduction, editing the text of the article.

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

Статья поступила в редакцию 21.08.2025; одобрена после рецензирования 21.01.2026; принята к публикации 24.02.2026; дата опубликования 25.03.2026.

The article was submitted 21.08.2025; approved after reviewing 21.01.2026; accepted for publication 24.02.2026; date of publication 25.03.2026.

Научная статья  
УДК 543.6: 614.31: 639.3.09  
DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601005  
EDN: BAWHNE

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ОБЛУЧЕННОГО МЯСА ГОВЯДИНЫ

Альбина Александровна Саматова<sup>1</sup>, Оксана Викторовна Шлямина<sup>2</sup>,  
Марина Юрьевна Галлямова<sup>3</sup>, Константин Николаевич Вагин<sup>4</sup>,  
Дмитрий Борисович Белоногов<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности,  
Казань 420075, Республика Татарстан, Российская Федерация,  
E-mail: ic@vnivi.ru

<sup>1</sup> albinasamatova27@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6680-5595>

<sup>2</sup> shlyamina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7001-2109>

<sup>3</sup> marina\_rb@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9627-2219>

<sup>4</sup> kostya9938@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4396-614X>

<sup>5</sup> gosinspector@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-5029-0275>

**Аннотация.** В работе представлены результаты исследования качества и безопасности облученного мяса говядины в дозах 4, 6 и 10 кГр в течение 7 сут хранения при температуре 4±2°С. Основными критериями оценки были выбраны органолептические свойства и показатели микробиологической безопасности. В результате проведенных исследований влияния радиационной обработки на образцы мяса в целях их стерилизации выявлено, что облучение в дозах 4, 6 и 10 кГр подавляет рост мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов в сравнении с контрольным необлученным образцом мяса. Органолептические свойства образцов, облученных в дозах 4 и 6 кГр, не ухудшаются, и они сохраняют признаки свежести до 7 сут. Мясо, подвергнутое радиационной обработке в дозе 10 кГр, на 6-е сутки хранения при низких положительных температурах характеризуется как мясо сомнительной свежести.

**Ключевые слова:** мясо, радиация, радиуризация, радаппертизация, ветеринарно-санитарная экспертиза

**Для цитирования:** Саматова А.А., Шлямина О.В., Галлямова М.Ю., Вагин К.Н., Белоногов Д.Б. Исследование качества и безопасности облученного мяса говядины // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2026. № 1 (57). С. 39–45.

DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601005

EDN: BAWHNE

Original article

## STUDY OF QUALITY AND SAFETY OF IRRADIATED BEEF

Albina A. Samatova<sup>1</sup>, Oksana V. Shlyamina<sup>2</sup>, Marina Yu. Gallyamova<sup>3</sup>,  
Konstantin N. Vagin<sup>4</sup>, Dmitriy B. Belonogov<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety,  
Kazan 420075, Russian Federation. E-mail: ic@vnivi.ru

© Саматова А.А., Шлямина О.В., Галлямова М.Ю., Вагин К.Н., Белоногов Д.Б., 2026

<sup>1</sup> albinasamatova27@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6680-5595>

<sup>2</sup> shlyamina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7001-2109>

<sup>3</sup> marina\_rb@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9627-2219>

<sup>4</sup> kostya9938@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4396-614X>

<sup>5</sup> gosinspector@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-5029-0275>

**Abstract.** The paper presents the results of a study of the quality and safety of irradiated beef at doses of 4 kGy, 6 kGy and 10 kGy during 7 days of storage at a temperature of  $4\pm 2$  °C. The organoleptic properties and microbiological safety indicators were chosen as the main evaluation criteria. As a result of the conducted studies of the effect of radiation treatment on meat samples for the purpose of their sterilization, it was found that irradiation at doses of 4 kGy, 6 kGy and 10 kGy suppresses the growth of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms in comparison with the control non-irradiated meat sample. The organoleptic properties of samples irradiated at doses of 4 kGy and 6 kGy are not impaired, and they retain freshness characteristics for up to 7 days. Meat subjected to radiation treatment at a dose of 10 kGy is characterized as meat of questionable freshness on the 6th day of storage at low positive temperatures.

**Keywords:** meat, radication, radurization, radappertization, veterinary and sanitary examination

**For citation:** Samatova A.A., Shlyamina O.V., Gallyamova M.Yu., Vagin K.N., Belonogov D.B. Study of quality and safety of irradiated beef // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2026. № 1 (57). P. 39–45 (In Russ.).

DOI: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202601005

EDN: BAWHNE

### Введение

Радиационная обработка пищевой продукции (метод холодной пастеризации) – это технологический процесс, при котором продукты подвергаются ионизирующему облучению в целях улучшения их качества и безопасности. Такая обработка существенно снижает количество микроорганизмов в облучаемом продукте, при этом не повышая его температуры, что позволяет сохранить исходные свойства. В ряде стран использование облучения является частью технологии производства пищевых продуктов [1...3]. Облучение пищевой продукции способно привести к ряду положительных эффектов, таких как задержка созревания плодов, предотвращение преждевременного прорастания зерновых и овощных культур, борьба с насекомыми, паразитами, патогенными и условно-патогенными микроорганизмами, что позволяет повысить безопасность пищевой продукции и увеличить сроки годности [4...7]. В связи с тем что мясо и мясные продукты не являются продуктами длительного хранения, применение радиационной обработки становятся актуальной и значимой научно-практической задачей.

Основными целями радиационной обработки пищевой продукции являются:

- обеспечение микробиологической безопасности в пищевой промышленности;

- уменьшение количества микроорганизмов, вызывающих порчу продуктов (снижение потерь при хранении пищевой продукции);
- подавление прорастания клубней, корнеплодов и луковиц;
- увеличение сроков хранения продуктов;
- фитосанитарная обработка.

В современных технологических процессах применяют химическую обработку сельскохозяйственной и пищевой продукции, что сопряжено с загрязнением природной среды токсичными веществами и негативным влиянием на здоровье людей токсичных химических препаратов [8].

В настоящее время для осуществления радиационной обработки сельскохозяйственной продукции и пищевых продуктов широко используют источники ионизирующего излучения (ИИ) [9...10]. В зависимости от величины поглощенной дозы ИИ в целях стерилизации Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ) предложены специальные определения: радисидация, радуризация и радаппертизация.

Радисидация – радиационная обработка (4...6 кГр) с целью избирательного уничтожения паразитов и угнетения микроорганизмов конкретного вида (например, сальмонелл, трихинелл и др.).

Радуризация – радиационная обработка пищевых продуктов с целью увеличения сроков хране-

ния в дозах 6...10 кГр, вызывающих ограниченное подавление патогенных для человека бактерий и микроорганизмов, приводящих к порче пищевой продукции.

Радаппертизация – радиационная обработка для промышленной стерилизации пищевых продуктов в условиях, исключающих повторное инфицирование микроорганизмами. Данный вид радиационной обработки ориентирован на наиболее полное уничтожение микроорганизмов, аналогично тепловой стерилизации.

Перспективность использования ионизирующих излучений в сельском хозяйстве подтверждена Комиссией Европейского Управления по безопасности пищевых продуктов (EFSA) в 2011 г. Для определения и обоснования сроков годности мяса и мясных продуктов обязательным является комплексное исследование показателей качества и безопасности: санитарно-микробиологических, физико-химических и микроструктурных.

### **Материалы и методы**

Работа была проведена в Испытательном центре и отделении радиобиологии ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ». Для проведения эксперимента по оценке влияния радиационной обработки на качество и безопасность пищевых продуктов выбрано мясо говядины. Было сформировано 4 группы образцов: 1-я – контрольная, 2-я – группа облучения в дозе 4 кГр, 3-я – группа облучения в дозе 6 кГр и 4-я – группа облучения в дозе 10 кГр. Каждый образец был упакован в индивидуальный фасовочный целлофановый пакет для пищевых продуктов. Радиационную обработку образцов в охлажденном виде осуществляли на стационарной гамма-установке «Исследователь» с источником излучения  $Co^{60}$  (мощность поглощенной дозы 2 Гр/с).

После гамма-облучения образцы хранили в холодильнике при низких положительных температурах ( $4\pm 2^\circ C$ ). Срок хранения охлажденной говядины при температуре  $4\pm 2^\circ C$  составляет 3...5 сут.

Анализ образцов проводили до обследования (фон) и в 1, 3, 5, 6 и 7-е сутки после облучения. Основными критериями оценки были выбраны органолептические свойства, определяемые согласно ГОСТ 7269-2015, и показатели микробиологической безопасности в соответствии с требованиями ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции» (ГОСТ 31659-2012, ГОСТ

32031-2022, ГОСТ 10444.15-94, ГОСТ 31747-2012, ГОСТ 31746-2012, ГОСТ 29185-2014, ГОСТ 10444.12-2013).

### **Результаты исследований и обсуждение**

Органолептическую оценку каждого образца производили отдельно по следующим показателям: внешний вид и цвет, консистенция и запах, состояние жира и сухожилий, прозрачность и аромат бульона. Согласно признакам свежести, определяемым по ГОСТ 7269-2015, мясо можно подразделить на три вида: свежее (+), сомнительной свежести ( $\pm$ ) и несвежее (–) (таблица).

Свежее мясо (говядина) должно быть от светло-красного до темно-красного цвета, без признаков заветривания и темных пятен, плотной и упругой консистенции, при надавливании быстро возвращается в исходную форму, не липкое, со свойственным свежему мясу запахом, поверхность мяса слегка влажная, но при этом не оставляет влажных пятен на бумаге, жир (при его наличии) должен быть белый (светлый), твердый, крошащийся при раздавливании. Бульон из мяса прозрачный с хорошо выраженным запахом свежего, доброкачественного мяса.

Мясо сомнительной свежести может быть потемневшим, слегка липким, местами увлажненным, по консистенции менее плотным и упругим, при надавливании ямка выравнивается медленно, запах слегка кисловатый или немного затхлый. Бульон из такого мяса мутноватый, с не свойственным свежему бульону чуть ощутимым затхлым запахом. Жир серовато-матового оттенка с легким запахом осаливания, менее плотной консистенции.

Несвежее мясо покрыто слизью серовато-коричневого цвета, рыхлой консистенции, может быть с плесенью, оставляет влажные красно-коричневые пятна на фильтровальной бумаге, ямка при надавливании не выравнивается. Такое мясо имеет кислый, затхлый или слабый гнилостный запах. Бульон мутный, с хлопьями, резким неприятным гнилостным запахом. Жир рыхлый, серовато-матового цвета, с запахом прогоркания.

Результаты органолептического анализа представлены в таблице.

При исследовании контрольного образца мяса установлено, что в течение первых 5 сут он полностью соответствовал признакам свежего мяса. На 6-е сутки у исследуемого образца мяса изменились цвет, запах, консистенция стала менее упругой и плотной.

Таблица. Характеристика экспериментальных образцов говядины

Table. Characteristics of experimental beef samples

Срок исследования, сут	Образцы			
	Группа № 1 контроль	Группа № 2 4 кГр	Группа № 3 6 кГр	Группа № 4 10 кГр
До обработки	+	+	+	+
1-е	+	+	+	+
3-и	+	+	+	+
5-е	+	+	+	+
6-е	±	+	+	±
7-е	±	+	+	±

Примечание: «+» – свежее мясо; «±» – мясо сомнительной свежести; «-» – несвежее мясо.

Note: «+» – fresh meat; «±» – meat of questionable freshness; «-» – stale meat.

Образцы мяса, облученные в дозах 4 и 6 кГр, в течение 7 сут сохраняли свежесть по органолептическим показателям.

Образец мяса, облученный в дозе 10 кГр, при исследовании до обработки, в 1, 3 и 5-е сутки после нее соответствовал свежему мясу. На 6-е и 7-е сутки хранения образец приобрел призна-

ки сомнительной свежести: мясо потемнело, стало слегка липким, менее упругой консистенции, чем свежее, при надавливании ямка выравняется медленно, запах слегка кисловатый. Бульон мутноватый, со слегка ощутимым затхлым запахом.

Результаты оценки микробиологической безопасности образцов представлены на рисунке.

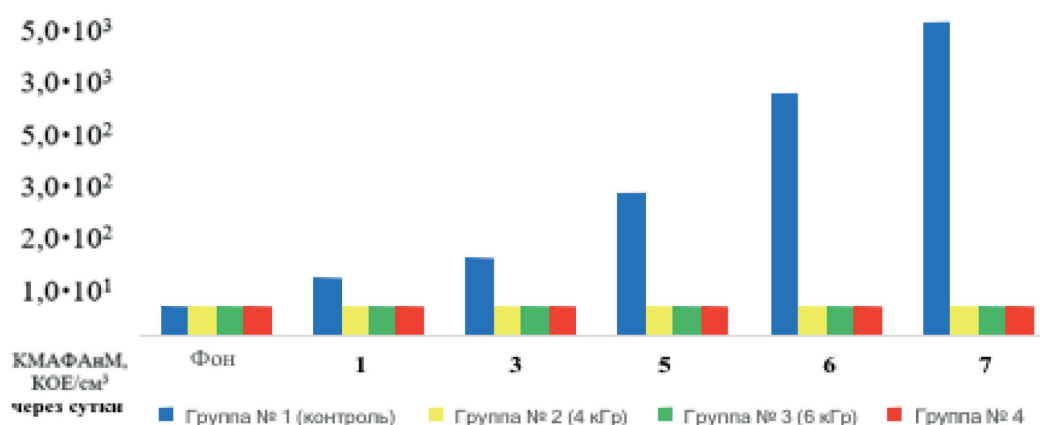


Рис. Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов в исследуемых образцах говядины

Fig. The number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms in the studied beef samples

Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, листерии, бактерии группы кишечной палочки, стафилококки, сульфитредуцирующие клостридии, в исследуемых образцах мяса обнаружены не были.

В результате определения КМАФАнМ установлено, что в контрольном образце мяса в течение 7 сут содержания микроорганизмов увеличивалось. Облученные образцы мяса в дозах 4, 6 и 10

кГр характеризовались полным отсутствием роста мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов.

### Заключение

В результате проведенных исследований влияния радиационной обработки на образцы мяса в целях их стерилизации выявлено, что облучение в дозах 4, 6 и 10 кГр подавляет рост мезофильных

аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов в сравнении с контрольным необлученным образцом мяса.

Органолептические свойства образцов, облученных в дозах 4 и 6 кГр, не ухудшаются, и они

сохраняют признаки свежести до 7 сут. Мясо, подвергнутое радиационной обработке в дозе 10 кГр, на 6-е сутки хранения при низких положительных температурах характеризуется как мясо сомнительной свежести.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ефимова Е.С., Полякова И.В., Фролова Н.А. и др. Оценка влияния величины дозы радиационной обработки мясного фарша на изменение состава микробного сообщества // Техногенные системы и экологический риск : Тезисы докладов V Международной (XVIII Региональной) научной конференции, Обнинск, 21–22 апреля 2022 г. Под общей ред. А.А. Удаловой. Обнинск: Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», 2022. С. 96-98.
2. Гусарова М.Л., Баранович Е.С., Волкова Н.И. и др. Радиоэкологический анализ показателей безопасности животноводческой продукции // Ветеринарный врач. 2024. № 4. С.49-57.
3. Кузьмин С.В., Есаулова О.В., Никифоров С.И. и др. Проблемы контроля безопасности облученной продукции и регулирования рынка радиационных технологий в Российской Федерации // Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: научные основы и перспективы практического применения: Труды ФГБНУ ВНИИРАЭ / Под ред. Н.И. Санжаровой. Вып. 5. Обнинск: ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии». 2023. С. 170-173.
4. Курбангалеев Я.М., Гайнутдинов Т.Р., Идрисов А.М. и др. Оценка биологической безопасности облученных кормов и пищевых продуктов // Ветеринарный врач. 2022. № 2. С. 21-28. DOI 10.33632/1998-698X.2022\_21\_28.
5. Курбангалеев Я.М., Спиридонов Г.Н., Махмутов А.Ф. и др. Определение эффективных доз гамма-излучения, снижающих степень контаминации животноводческой продукции возбудителями пищевых токсикоинфекций // Современные проблемы ветеринарной радиобиологии, агроэкологии и радиационных технологий в АПК : Сборник материалов Второй Международной научно-практической конференции, Казань, 30 сентября 2022 г. Казань: ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ», 2022. С. 99-111.
6. Павлов А.Н., Чиж Т.В., Снегирев А.С. и др. Технологический процесс радиационной обработки пищевой продукции и дозиметрическое обеспечение // Радиационная гигиена. 2020. Т. 13. № 4. С. 40-50. DOI 10.21514/1998-426X-2020-13-4-40-50.
7. Полякова И.В., Харламов В.А., Васильева Н.А. и др. Применение радиационной обработки для обеспечения микробиологической безопасности, сохранения качества и продления сроков хранения продукции растительного и животного происхождения // Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: научные основы и перспективы практического применения: Труды ФГБНУ ВНИИРАЭ / Под ред. Н.И. Санжаровой. Вып. 5. Обнинск: ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии», 2023. С. 57-77.
8. Саматова А.А., Шлямина О.В., Мухарлямова А.З. Оценка качества мяса говядины микробиологическим и хромато-масс-спектрометрическими методами // Бултеровские сообщения. 2023. Т. 74. № 4. С. 127-132. DOI 10.37952/ROI-jbc-01/23-74-4-127.
9. Санжарова Н.И., Кобялко В.О., Козьмин Г.В., Лой Н.Н. История развития радиационных технологий для сельского хозяйства и пищевой промышленности // История науки и техники. 2020. № 7. С. 90-103. DOI 10.25791/intstg.07.2020.1200.
10. Тюрин В.Г., Семенов В.Г., Вагин К.Н. и др. Санитарно-гигиенические показатели продуктов убоя при радиационных поражениях животных на фоне применения радиопротектора на основе веществ микробного происхождения // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2023. № 1 (45). С. 69-76. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202301010.

### REFERENCES

1. Efimova E.S., Polyakova I.V., Frolova N.A. i dr. Oczenka vliyaniya velichiny` dozy` radiaczionnoj obrabotki myasnogo farsha na izmenenie sostava mikrobnoego soobshhestva // Tekhnogenny`e sistemy` i e`kologicheskij risk : Tezisy` dokladov V Mezhdunarodnoj (XVIII Regional`noj) nauchnoj konferenczii, Obninsk, 21–22 aprelya 2022 g. Pod obshhej red. A.A. Udalovoj. Obninsk: Naczional`ny`j issledovatel`skij yaderny`j universitet «MIFI», 2022. S. 96-98.
2. Gusarova M.L., Baranovich E.S., Volkova N.I. i dr. Radioe`kologicheskij analiz pokazatelej bezopasnosti zhivotnovodcheskoj produkczii // Veterinarny`j vrach. 2024. № 4. S.49-57.

3. Kuz'min S.V., Esaulova O.V., Nikiforov S.I. i dr. Problemy` kontrolya bezopasnosti obluchennoj produkcii i regulirovaniya ry'nka radiacii`nykh tekhnologij v Rossijskoj Federacii // Radiacii`ny'e tekhnologii v sel'skom khoz'jajstve i pishhevoj promy'shlennosti: nauchny'e osnovy` i perspektivy` prakticheskogo primeneniya: Trudy` FGBNU VNIIRAE` / Pod red. N.I. Sanzharovoj. Vy`p. 5. Obninsk: FGBNU «Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut radiologii i agroekologii». 2023. S. 170-173.
4. Kurbangaleev YA.M., Gajnutdinov T.R., Idrisov A.M. i dr. Ocenka biologicheskoy bezopasnosti obluchennykh kor-mov i pishhevyykh produktov // Veterinarnyj vrach. 2022. № 2. S. 21-28. DOI` 10.33632/1998-698X.2022\_21\_28.
5. Kurbangaleev YA.M., Spiridonov G.N., Makxmutov A.F. i dr. Opredelenie effektivnykh doz gamma-izlucheniya, snizhayushhix stepen` kontaminacii zhivotnovodcheskoj produkcii vzbuditelyami pishhevyykh toksikoinfekcij // Sovremennyye problemy` veterinarnoj radiobiologii, agroekologii i radiacii`nykh tekhnologij v APK : Sbornik materialov Vtoroj Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Kazan`, 30 sentyabrya 2022 g. Kazan` : FGBNU «FCZTRB-VNIVI», 2022. S. 99-111.
6. Pavlov A.N., CHizh T.V., Snegirev A.S. i dr. Tekhnologicheskij process radiacii`noy obrabotki pishhevoj produkcii i dozimetricheskoe obespechenie // Radiacii`naya gigiena. 2020. T. 13. № 4. S. 40-50. DOI` 10.21514/1998-426X-2020-13-4-40-50.
7. Polyakova I.V., Kharlamov V.A., Vasil`eva N.A. i dr. Primenenie radiacii`noy obrabotki dlya obespecheniya mikrobiologicheskoy bezopasnosti, sokhraneniya kachestva i prodleniya srokov khraneniya produkcii rastitel'nogo i zhivot-nogo proiskhozhdeniya // Radiacii`ny'e tekhnologii v sel'skom khoz'jajstve i pishhevoj promy'shlennosti: nauchny'e osnovy` i perspektivy` prakticheskogo primeneniya: Trudy` FGBNU VNIIRAE` / Pod red. N.I. Sanzharovoj. Vy`p. 5. Obninsk: FGBNU «Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut radiologii i agroekologii», 2023. S. 57-77.
8. Samatova A.A., Shlyamina O.V., Mukxar'lyamova A.Z. Ocenka kachestva myasa govyadiny` mikrobiologicheskimi i kromato-mass-spektrometricheskimi metodami // Butlerovskie soobshheniya. 2023. T. 74. № 4. S. 127-132. DOI` 10.37952/ROI`-jbc-01/23-74-4-127.
9. Sanzharova N.I., Kobyalko V.O., Koz'min G.V., Loj N.N. Istoriya razvitiya radiacii`nykh tekhnologij dlya sel'skogo khoz'jajstva i pishhevoj promy'shlennosti // Istoriya nauki i tekhniki. 2020. № 7. S. 90-103. DOI` 10.25791/i`ntstg.07.2020.1200.
10. Tyurin V.G., Semenov V.G., Vagin K.N. i dr. Sanitarno-gigienicheskie pokazateli produktov uboia pri radiacii`nykh porazheniyakh zhivotnykh na fone primeneniya radioprotektora na osnove veshhestv mikrobnogo proiskhozhdeniya // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i ekologii». 2023. № 1 (45). S. 69-76. DOI: 10.36871/vet.san.hygecol.202301010.

### Информация об авторах

Саматова А.А. – научный сотрудник Испытательного центра;  
Шлямина О.В. – канд. хим. наук, руководитель и ведущий научный сотрудник Испытательного центра;  
Галлямова М.Ю. – младший научный сотрудник Испытательного центра;  
Вагин К.Н. – д-р биол. наук, заведующий отделением радиобиологии, ведущий научный сотрудник лаборатории радиационного контроля и радиоэкологии;  
Белоногов Д.Б. – младший научный сотрудник лаборатории ветеринарной биотехнологии.

### Information about the authors

Samatova A.A. – Research associate of the Testing center;  
Shlyamina O.V. – Cand. Chemical Sci., Head and leading researcher of the Testing center;  
Gallyamova M.Yu. – Junior researcher of the Testing center;  
Vagin K.N. – Doctor of Biological Sciences, Head of the Department of Radiobiology, Leading Researcher at the Laboratory of Radiation Monitoring and Radioecology;  
Belonogov D.B. – junior researcher of the Veterinary Biotechnology Laboratory.

### Вклад авторов

Саматова А.А. – определение цели работы, анализ литературных источников, написание статьи;  
Шлямина О.В. – определение цели и методов выполнения работы, организация и участие в проведении экспериментов, написание статьи;  
Галлямова М.Ю. – участие в проведении экспериментов, написание статьи;  
Вагин К.Н. – организация и участие в проведении экспериментов;  
Белоногов Д.Б. – организация и участие в проведении экспериментов.

**Contribution of the authors**

Samatova A.A. – determination of the purpose of the work, analysis of literary sources, writing an article;  
Shlyamina O.V. – aim and methods of work, organization of experiments and conducting experiments, writing an article, writing an article;  
Gallyamova M.Yu. – conducting experiments, writing an article;  
Vagin K. N. – organization of experiments and conducting experiments;  
Belonogov D.B. – organization of experiments and conducting experiments.

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

Статья поступила в редакцию 13.10.2025; одобрена после рецензирования 05.11.2025; принята к публикации 24.02.2026; дата опубликования 25.03.2026.  
The article was submitted 13.10.2025; approved after reviewing 05.11.2025; accepted for publication 24.02.2026; date of publication 25.03.2026.

Научная статья  
УДК 619:614:31:637.5  
DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601006  
EDN: BDDXND

## МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ АНТИБИОТИКОВ В МЯСЕ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ И ПРОДУКТАХ ПТИЦЕВОДСТВА

Вероника Сергеевна Бабунова<sup>1</sup>, Ирина Сергеевна Осипова<sup>2</sup>,  
Петр Александрович Попов<sup>3</sup>, Луиза Владимировна Арсеньева<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии – филиал Федерального научного центра – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.П. Коваленко РАН, Москва 123022, Российская Федерация, E-mail: vniivshe@mail.ru

<sup>1</sup> veronikavniivs@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5506-9337>

<sup>2</sup> irishka21062801@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6845-6173>

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

<sup>4</sup> luizza@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6903-3327>

**Аннотация.** Контроль содержания антибиотиков в мясе цыплят-бройлеров и птицепродукции является важным аспектом обеспечения безопасности пищевых продуктов и защиты здоровья потребителей. Существующие методы определения антибиотиков, такие как микробиологические тесты и иммуноферментный анализ (ИФА), обладают рядом недостатков, включая недостаточную чувствительность, селективность и длительность анализа. Микробиологические тесты, основанные на ингибировании роста бактерий, не позволяют идентифицировать конкретный антибиотик и могут давать ложноположительные результаты при наличии других ингибирующих веществ. ИФА, хотя и обладает более высокой специфичностью, требует использования специфических антител и может быть подвержен перекрестным реакциям с другими веществами. В статье представлены данные по изучению применения теста с *Bacillus subtilis* var. 6633, который показал эффективность для выявления ампициллина, амоксициллина, гентамицина, левомицетина, ципрофлоксацина и доксициклина. Это означает, что данный тест можно использовать для предварительного скрининга на наличие этих антибиотиков.

**Ключевые слова:** антибактериальные вещества, антибиотики, безопасность пищевых продуктов, *Bacillus subtilis* var. 6633, куры, яйцо

**Финансирование:** работа выполнена в соответствии с Государственным заданием по теме: FGUG-2025-0002 «Разработать новые и модернизировать существующие методы, средства и технологии обеспечения устойчивого ветеринарно-санитарного благополучия животноводства, качества и безопасности продукции и кормов, охраны окружающей среды от загрязнения отходами животноводства» (регистрационный номер НИОКТР 125071808811-2).

**Для цитирования:** Бабунова В.С., Осипова И.С., Попов П.А., Арсеньева Л.В. Микробиологический метод определения остаточных количеств антибиотиков в мясе цыплят-бройлеров и продуктах птицеводства // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2026. № 1 (57). С. 46–52. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601006  
EDN: BDDXND

Original article

## MICROBIOLOGICAL METHOD FOR DETERMINING RESIDUAL QUANTITIES OF ANTIBIOTICS IN BROILER CHICKEN MEAT AND POULTRY PRODUCTS

Veronika S. Babunova<sup>1</sup>, Irina S. Osipova<sup>2</sup>, Peter A. Popov<sup>3</sup>, Luiza V. Arsenyeva<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>All-Russian Research Institute for Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology –  
Branch of Federal Scientific Center – All-Russian Research Institute  
of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Skryabin  
and Ya.R. Kovalenko RAS, Moscow 123022, Russian Federation. E-mail: vniivshe@mail.ru

<sup>1</sup>veronikavniivs@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5506-9337>

<sup>2</sup>irishka21062801@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6845-6173>

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

<sup>4</sup>luizza@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6903-3327>

**Abstract.** Monitoring the levels of antibiotics in broiler chicken meat and poultry products is an important aspect of ensuring food safety and protecting consumer health. Existing methods for detecting antibiotics, such as microbiological tests and enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), have several drawbacks, including limited sensitivity, selectivity, and analysis time. Microbiological tests based on bacterial growth inhibition do not allow for the identification of specific antibiotics and may produce false-positive results in the presence of other inhibitory substances. Although ELISA has a higher specificity, it requires the use of specific antibodies and may be susceptible to cross-reactions with other substances. The article presents data on the use of the *Bacillus subtilis* var. 6633 test, which has been shown to be effective in detecting ampicillin, amoxicillin, gentamicin, levomycetin, ciprofloxacin, and doxycycline.

**Keywords:** antibacterial substances, antibiotics, food safety, *Bacillus subtilis* var. 6633, chickens, egg

**Financing:** The work was carried out in accordance with the State Task on the topic: FGUG-2025-0002 «To develop new and modernize existing methods, tools and technologies for ensuring sustainable veterinary and sanitary welfare of livestock, quality and safety of products and feed, environmental protection from pollution by livestock waste» (registration number 125071808811-2).

**For citation:** Babunova V.S., Osipova I.S., Popov P.A., Arsenyeva L.V. Microbiological method for determining residual quantities of antibiotics in broiler chicken meat and poultry products // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2026. № 1 (57). P. 46–52 (In Russ.). DOI: 10.36871/vet.san.hygiene.ecol.202601006  
EDN: BDDXND

### Введение

Птицеводство по праву занимает лидирующие позиции в аграрном секторе, демонстрируя высокую рентабельность и производительность. Несмотря на значительные достижения в обеспечении здоровья птиц, перед отраслью по-прежнему стоят серьезные вызовы, в частности эффективная профилактика заболеваний бактериальной природы [1].

Современное промышленное птицеводство характеризуется интенсивным использованием высокопродуктивных специализированных по-

род (кроссы). Эти птицы, обладая выдающимися генетическими показателями, предъявляют повышенные требования к условиям содержания и кормления. Любые отклонения от строгих технологических и зооветеринарных норм неизбежно ведут к снижению естественной устойчивости организма птиц. Это, в свою очередь, нарушает баланс микрофлоры, создавая благоприятную среду для распространения патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. Такие нарушения могут способствовать передаче возбудителей

инфекций между различными видами животных и птиц, а также между животными и человеком, расширяя спектр микроорганизмов, способных колонизировать организм и вызывать как явные заболевания, так и скрытое носительство [2].

Таким образом, поддержание высокого уровня гигиены и строгое выполнение зооветеринарных мер являются важными аспектами современного птицеводства, обеспечивающими стабильную высокую продуктивность отрасли и минимизацию потерь от инфекционных заболеваний [3].

Борьбу с бактериальными инфекциями у птиц часто ведут с помощью антибиотиков. Но бесконтрольное использование этих лекарств, когда нарушаются дозировки и схемы лечения, приводит к серьезной проблеме – появлению бактерий, устойчивых к антибиотикам. Эта устойчивость становится все более острой проблемой для ветеринарных и медицинских врачей. Микробы, не поддающиеся действию антибиотиков, представляют серьезную угрозу для здоровья людей во всем мире. При этом животные, в том числе птицы, и получаемые от них продукты могут быть источником этих устойчивых бактерий [4, 5].

Птицеводству наносят значительный ущерб бактериальные заболевания, в частности сальмонеллез, пуллороз, эшерихиоз и бронхиты, характеризующиеся высокой контагиозностью и потенциально приводящие к масштабной гибели птицы.

Лекарственные препараты, применяемые для терапии указанных заболеваний, такие как нифулин, амоксициллин, биомицин, байтрил, левомицетин, дитрим, сульфадимезин и фуразолидон, способны аккумулироваться в тканях птиц. Это приводит к тому, что продукты птицеводства становятся непригодными для потребления до истечения установленного периода после завершения лечебного курса терапии [6].

В период проведения лечения птиц категорически не допускается использовать яйца в пищевых целях или для инкубации. Такие яйца подлежат обязательной утилизации в соответствии с санитарными нормами.

По данным Россельхознадзора, чаще всего в промышленном птицеводстве РФ используют такие антибиотики, как тетрациклины (тетрациклин, доксициклин) – для лечения и профилактики респираторных заболеваний, эшерихиоза и других бактериальных инфекций; макролиды (эритромицин, тилозин) – для борьбы с микоплазмозом, орнитобактериозом и другими респираторными заболева-

ниями; аминогликозиды (гентамицин, неомицин) – для лечения эшерихиоза, сальмонеллеза и других инфекций желудочно-кишечного тракта; пенициллины (амоксициллин, ампициллин) – для лечения стафилококковых и стрептококковых инфекций; фторхинолоны (энрофлоксацин, цiproфлоксацин), эффективные против широкого спектра бактерий – для лечения респираторных и желудочно-кишечных заболеваний; полимиксины (колистин) – для лечения инфекций, вызванных грамотрицательными бактериями; линкозамиды (линкомицин) – для лечения инфекций, вызванных грамположительными бактериями и микоплазмами; бацитрацин часто используют в качестве стимулятора роста и для профилактики некротического энтерита [7].

Игнорирование регламента и временных рамок использования антибактериальных средств может привести к попаданию их в пищевую продукцию, что создает потенциальную угрозу для благополучия как человека, так и животных [8].

В целях охраны здоровья потребителей и обеспечения безопасности продуктов питания требуется осуществлять строгий надзор за использованием антибиотических препаратов в птицеводческой отрасли. Важным аспектом является наличие методов, позволяющих выявлять остаточные количества антибиотиков в мясе птицы и яйцах [9].

Тест с использованием культуры *Bacillus subtilis* var. 6633 достаточно часто используют в ветеринарных лабораториях, он рекомендован для выявления пенициллина и стрептомицина, но при этом важно помнить, что при выращивании птицы применяют и другие антибиотики, которые могут накапливаться в яйцах и мясе.

В задачи наших исследований входила оценка возможного применения данного микробиологического метода, а также его валидация в отношении наиболее часто применяемых в клинической практике антибиотиков.

### Материалы и методы

В работе использовали *Bac. subtilis* var. 6633. Перед анализом определяли рабочую дозу данной тест-культуры (разведение 1:256). При отсутствии антибиотика в испытуемых пробах дыхательные ферменты бактериальных клеток тест-культур не нарушаются и восстанавливают (т.е. обесцвечивают) в анаэробных условиях метиленовый синий в течение 1...2 ч наблюдения в термостате при температуре  $37\pm 1^\circ\text{C}$  (контроль ферментативной активности бактериальных клеток тест-культур).

При наличии антибиотика в испытуемой пробе дыхательные ферменты бактериальных клеток блокируются, метиленовый синий не восстанавливается, цвет пробы остается синим.

Для создания модели, имитирующей контаминацию антибиотиками, использовали мясо бройлеров породы КОББ-500, выращенных в условиях строгого контроля в виварии института. Яйца для эксперимента были получены от кур-несушек породы Ломан Браун, также содержащихся в виварии, при этом в процессе их выращивания ветеринарные препараты и антибиотики не применяли.

Для контаминации использовали аналитические стандарты действующих веществ антибиоти-

ков в эквивалентах по различным концентрациям действующих веществ.

### *Результаты исследований и обсуждение*

Чувствительность метода является критически важным показателем эффективности, определяющим его способность обнаруживать искомые вещества даже в самых незначительных концентрациях. В контексте идентификации антибиотиков высокая чувствительность означает, что метод способен выявлять даже малые концентрации антибиотика в образце. Также при изучении возможности применять данный метод необходимо учитывать ПДК веществ в нормативных документах.

**Таблица 1. Определение чувствительности биологического метода определения антибиотиков в мясе цыплят-бройлеров (n=10)**

*Table 1. Determination of the sensitivity of the biological method for determining antibiotics in broiler chicken meat (n=10)*

№	Стандарт антибиотика, внесенный в мясной гомогенат	Вносимая концентрация, мг/кг				
		0,0001	0,005	0,01	0,05	0,1
1	Тетрациклина гидрохлорид, ГСО 10164-2012, аттестованное значение 98%	0,0001	0,005	0,01	0,05	0,1
2	Доксициклина гиклат, ГСО 11631-2020 аттестованное значение 97%	0,0001	0,005	0,01	0,05	0,1
3	Эритромицин, РСО 9348-158-00494189-06	0,0001	0,005	0,01	0,05	0,1
4	Тилозина тартрат, ГСО 11632-2020	0,0001	0,005	0,01	0,05	0,1
5	Гентамицина сульфат, ГСО 12566-2024	0,0001	0,005	0,01	0,05	0,1
6	Неомицина сульфат, РСО 9344-183-00494185-96	0,0001	0,005	0,01	0,05	0,1
7	Амоксициллина тригидрат, ГСО 12395-2023	0,0001	0,005	0,01	0,05	0,1
8	Ампициллина тригидрат, СТО 00494189-0050-2011	0,0001	0,005	0,01	0,05	0,1
9	Энрофлоксацин, ГСО 10886-2017	0,0001	0,005	0,01	0,05	0,1
10	Ципрофлоксацина гидрохлорида гидрат, ГСО 11828-2021	0,0001	0,005	0,01	0,05	0,1
11	Колистина сульфат CAS 1264-72-8	0,0001	0,005	0,01	0,05	0,1
12	Линкомицин CAS 154-21-2	0,0001	0,005	0,01	0,05	0,1
13	Бацитрацин, РСО 9340-105-00494185-96	0,0001	0,005	0,01	0,05	0,1

*Примечание:* зеленым цветом обозначено наличие антибиотика в испытуемой пробе (цвет пробы синий); желтым цветом показано отсутствие антибиотика (обесцвечивание пробы).

*Note:* green color indicates the presence of an antibiotic in the test sample (the sample is blue); yellow color indicates the absence of an antibiotic (the sample is colorless).

Из данных, представленных в таблице 1, можно сделать вывод, что чувствительность метода в отношении неомицина, ампициллина, ципрофлоксацина, колистина, линкомицина и бацитрацина составляет 0,005 мг/кг, т.е. этим методом можно обнаружить данные антибиотики в мясе птицы при очень низких концентрациях. Для остальных протестированных антибиотиков чув-

ствительность метода несколько ниже и составляет 0,01 мг/кг. Такие результаты подчеркивают эффективность метода в выявлении определенных антибиотиков, что важно для контроля качества мяса птицы.

Согласно данным таблицы 2, биологический метод определения антибиотиков в яйцах показал высокую чувствительность. Для большинства ис-

следованных антибиотиков, таких как тетрациклин, тилозин, неомицин, ампициллин, цiproфлоксацин, колистин, линкомицин и бацитрацин, этим

методом их можно обнаружить в концентрации до 0,005 г/кг. Для остальных антибиотиков чувствительность была немного ниже – 0,01 мг/кг.

**Таблица 2. Определение чувствительности биологического метода определения антибиотиков в яйцах (n=10)**  
**Table 2. Determination of the sensitivity of the biological method for determining antibiotics in eggs (n=10)**

№	Стандарт, внесенный в яичный меланж	Вносимая концентрация, мг/кг				
		0,0001	0,005	0,01	0,05	0,1
1	Тетрациклина гидрохлорид, ГСО 10164-2012 аттестованное значение 98%	0,0001	0,005	0,01	0,05	0,1
2	Доксициклина гиклат, ГСО 11631-2020 аттестованное значение 97%	0,0001	0,005	0,01	0,05	0,1
3	Эритромицин РСО 9348-158-00494189-06	0,0001	0,005	0,01	0,05	0,1
4	Тилозина тартрат, ГСО 11632-2020	0,0001	0,005	0,01	0,05	0,1
5	Гентамицина сульфат, ГСО 12566-2024	0,0001	0,005	0,01	0,05	0,1
6	Неомицина сульфат, РСО 9344-183-00494185-96	0,0001	0,005	0,01	0,05	0,1
7	Амоксициллина тригидрат, ГСО 12395-2023	0,0001	0,005	0,01	0,05	0,1
8	Ампициллина тригидрат, СТО 00494189-0050-2011	0,0001	0,005	0,01	0,05	0,1
9	Энрофлоксацин, ГСО 10886-2017	0,0001	0,005	0,01	0,05	0,1
10	Цiproфлоксацина гидрохлорида гидрат, ГСО 11828-2021	0,0001	0,005	0,01	0,05	0,1
11	Колистина сульфат CAS 1264-72-8	0,0001	0,005	0,01	0,05	0,1
12	Линкомицин CAS 154-21-2	0,0001	0,005	0,01	0,05	0,1
13	Бацитрацин, РСО 9340-105-00494185-96	0,0001	0,005	0,01	0,05	0,1

*Примечание:* зеленым цветом обозначено наличие антибиотика в испытуемой пробе (цвет пробы синий); желтым цветом показано отсутствие антибиотика (обесцвечивание пробы).

*Note:* green color indicates the presence of an antibiotic in the test sample (the sample is blue); yellow color indicates the absence of an antibiotic (the sample is colorless).

### Заклучение

Данный метод демонстрирует высокую чувствительность и специфичность к ряду антибиотиков (тетрациклины, пенициллины и макролиды), широко применяемых для профилактики и лечения заболеваний птиц. Он позволяет оперативно выявлять наличие остаточных количеств этих препаратов в продуктах птицеводства, например в мясе и яйце, что является важным аспектом контроля безопасности пищевых продуктов.

Простота выполнения и относительно невысокая стоимость анализа делают этот метод доступ-

ным для широкого круга лабораторий, занимающихся контролем качества продукции.

Перспективы дальнейшего развития данного метода связаны с расширением спектра определяемых антибиотиков и оптимизацией условий культивирования тест-культуры *Bac. subtilis* var. 6633. Планируется также разработка набора реагентов для упрощения процедуры анализа и повышения его стандартизации. Это позволит внедрить разработанный метод в практику ветеринарного контроля и контроля качества пищевой продукции на предприятиях птицеводства.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Волков Р.А., Галиуллин А.К., Волков А.Х., Агольцов В.А. Влияние антибиотиков на ветеринарно-санитарные качества мяса птиц // Научная жизнь. 2023. Т. 18. № 1 (127). С. 148-155. DOI:10.35679/1991-9476-2023-18-1-148-155.
2. Щепеткина С.В., Ришко О.А. Целесообразность применения пробиотиков у разных видов животных // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2017. № 4 (16). С. 203-217.
3. Малофеева Н.А., Бузмакова Н.А., Савина И.П. Контроль за содержанием остаточных количеств антибиотиков в животноводческой продукции в странах – членах Таможенного союза и Европейского союза // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 1 (127). DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.127.106>.

4. Забровская А.В. Егорова С.А. Генетические детерминанты резистентности к антимикробными препаратами у микроорганизмов, выделенных от сельскохозяйственных животных и из продукции животноводства // В сб.: Молекулярная диагностика 2017. Сборник трудов IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2017. Т. 2. С. 240-241.
5. Попов П.А., Бабунова В.С. Антибиотики в мясе как фактор, способствующий развитию антибиотикорезистентности // Труды Всероссийского НИИ экспериментальной ветеринарии имени Я.Р. Коваленко. 2022. Т. 82. № 2: С. 51-54.
6. Булашев А.К., Куйбагаров М.А., Аканова Ж.Ж. и др. Иммуноанализ антибиотиков в продуктах животноводства // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. 2022. №1 (112). С. 289-300. DOI:10.51452/kazatu.2022.1(112).903
7. Нитяга И.М., Телегина С.А., Галушко Д.П. Мониторинг антибиотиков тетрациклиновой группы в мясе и мясопродуктах из птицы с целью предотвращения их загрязнения // Научные известия. 2022. № 6. С. 284-288.
8. Сулковская А.А., Почичкая И.М., Комарова Н.В. Исследование содержания антибиотиков в пищевых продуктах // Пищевая промышленность: наука и технологии. 2023. Т. 16. № 1 (59). С. 85-94. DOI:10.47612/2073-4794-2023-16-1(59)-85-94.
9. Бабунова В.С., Денисова Е.А., Горяинова Г.М. и др. Биосенсорный метод определения остаточных количеств кокцидиостатиков в куриных яйцах // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2024. № 2 (50): С. 210-216. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202402006.

## REFERENCES

1. Volkov R.A., Galiullin A.K., Volkov A.Kh., Agol'czov V.A. Vliyaniye antibiotikov na veterinarno-sanitarny`e kachestva myasa pticz // Nauchnaya zhizn`. 2023. T. 18. № 1 (127). S. 148-155. DOI` :10.35679/1991-9476-2023-18-1-148-155.
2. Shhepetkina S.V., Rishko O.A. CZelesoobraznost` primeneniya probiotikov u razny`kx vidov zhivotny`kx // Innovacziy v APK: problemy` i perspektivy`. 2017. № 4 (16). S. 203-217.
3. Malofeeva N.A., Buzmakova N.A., Savina I.P. Kontrol` za sodержaniem ostatochny`kx kolichestv antibiotikov v zhivotnovodcheskoj produkcziy v stranakx – chlenakx Tamozhennogo soyuza i Evropejskogo soyuza // Mezhdunarodny`j nauchno-issledovatel`skij zhurnal. 2023. № 1 (127). DOI: <https://doi.org/10.23670/I`RJ.2023.127.106>.
4. Zabrovskaya A.V. Egorova S.A. Geneticheskie determinanty` rezistentnosti k antimikrobnym`i preparatam u mikroorganizmov, vy`delenny`kx ot sel`skokhozyajstvenny`kx zhivotny`kx i iz produkcziy zhivotnovodstva // V sb.: Molekulyarnaya diagnostika 2017. Sbornik trudov IX Vserossiyskoj nauchno-prakticheskoy konferencziy s mezhdunarodny`m uchastiem. 2017. T. 2. S. 240-241.
5. Popov P.A., Babunova V.S. Antibiotiki v myase kak faktor, sposobstvuyushij razvitiyu antibiotikorezistentnosti // Trudy` Vserossiyskogo NII e`ksperimental`noj veterinarii imeni YA.R. Kovalenko. 2022. T. 82. № 2: S. 51-54.
6. Bulashev A.K., Kujbagarov M.A., Akanova Zh.Zh. i dr. Immunoanaliz antibiotikov v produktakx zhivotnovodstva // Vestnik nauki Kazakxskogo agrotekxnicheskogo universiteta im. S. Sejfullina. 2022. №1 (112). S. 289-300. DOI` :10.51452/kazatu.2022.1(112).903
7. Nityaga I.M., Telegina S.A., Galushko D.P. Monitoring antibiotikov tetraciklinovoj gruppy` v myase i myasoproduktakx iz pticzy` s cel`yu predotvrashheniya ikx zagryazneniya // Nauchny`e izvestiya. 2022. № 6. S. 284-288.
8. Sulkovskaya A.A., Pochiczkaya I.M., Komarova N.V. Issledovanie sodержaniya antibiotikov v pishhevy`kx produktakx // Pishhevaya promy`shlennost` : nauka i tekhnologii. 2023. T. 16. № 1 (59). S. 85-94. DOI` :10.47612/2073-4794-2023-16-1(59)-85-94.
9. Babunova V.S., Denisova E.A., Goryainova G.M. i dr. Biosensorny`j metod opredeleniya ostatochny`kx kolichestv kokczidiostatikov v kuriny`kx jajczakx // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2024. № 2 (50): S. 210-216. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202402006.

## Информация об авторах

Бабунова В.С. – канд. вет. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории ветеринарно-санитарной экспертизы;  
Осипова И.С. – канд. вет. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории ветеринарно-санитарной экспертизы;  
Попов П.А. – д-р вет. наук, руководитель института;  
Арсеньева Л. В. – канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории ветеринарно-санитарной экспертизы.

## Information about the authors

Babunova V.S. – Cand. Vet. Sci., Leading scientific researcher of the Laboratory of veterinary and sanitary examination;

Osipova I.S. – Cand. Vet. Sci., Leading scientific researcher of the Laboratory of veterinary and sanitary examination;  
Popov P.A. – Dr. Vet. Sci., Head of the Institute;  
Arsenyeva L.V. – Cand. Biol. Sci., leading scientific researcher of the Laboratory of veterinary and sanitary examination.

### **Вклад авторов**

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

### **Contribution of the authors**

The authors contributed equally to this article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 23.09.2025; одобрена после рецензирования 24.11.2025. принята к публикации 24.02.2026; дата опубликования 25.03.2026

The article was submitted 23.09.2025; approved after reviewing 24.11.2025; accepted for publication 24.02.2026; date of publication 25.03.2026.

Научная статья  
УДК 637.072  
DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601007  
EDN: BGIRBJ

## ВЗАИМОСВЯЗЬ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МОЛОКА И КРОВИ КОРОВ

Геннадий Анатольевич Ларионов<sup>1</sup>, Анастасия Евгеньевна Николаева<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> *Чувашский государственный аграрный университет,  
Чебоксары 428003, Чувашская Республика, Российская Федерация*

<sup>1</sup> larionovga@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6414-5995>

<sup>2</sup> nikolaeva.a.e99@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-3629-8362>

**Аннотация.** С 1 января 2025 г. в России качество молока коров нормируется национальным стандартом ГОСТ Р 52054-2023 «Молоко коровье сырое. Технические условия». Установили, что молоко коров по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям соответствует требованиям первого и высшего сорта. Однако содержание белка в молоке коров не всегда удовлетворяет требованиям к молоку для сыроделия. Установили, что выход белковой молочной продукции зависит от количества казеина, содержащегося в белке молока. Выявили взаимосвязь биохимического состава крови и молока коров. Необходимы дальнейшие исследования по выявлению взаимосвязей между показателями молока и химическим составом крови сельскохозяйственных животных.

**Ключевые слова:** корова, молоко, сыропригодность, белок, казеин, кровь

**Для цитирования:** Ларионов Г.А., Николаева А.Е. Взаимосвязь химического состава молока и крови коров // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2026. № 1 (57). С. 53–58. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601007  
EDN: BGIRBJ

Original article

## THE RELATIONSHIP BETWEEN THE CHEMICAL COMPOSITION OF MILK AND BLOOD OF COWS

Gennady A. Larionov<sup>1</sup>, Anastasia E. Nikolaeva<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> *Chuvash State Agrarian University, Cheboksary 428003,  
Chuvash Republic, Russian Federation*

<sup>1</sup> larionovga@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6414-5995>

<sup>2</sup> nikolaeva.a.e99@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-3629-8362>

**Abstract.** From January 1, 2025, the quality of cow's milk in Russia is regulated by the national standard GOST R 52054-2023 «Raw Cow's Milk. Technical Specifications». It has been established that cow's milk meets the requirements of the first and highest grades in terms of its organoleptic, physical,

chemical, and microbiological properties. However, the protein content in cow's milk does not always meet the requirements for cheese-making milk. It has been established that the yield of protein dairy products depends on the amount of casein contained in the milk protein. The relationship between the biochemical composition of cow blood and milk was revealed. Further research is necessary to identify the relationships between milk parameters and the chemical composition of the blood of farm animals.

**Keywords:** cow, milk, cheese suitability, protein, casein, blood

**For citation:** Larionov G.A., Nikolaeva A.E. The relationship between the chemical composition of milk and blood of cows // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2026. № 1 (57). P. 53–58 (In Russ.). DOI: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202601007  
EDN: BGIRBJ

### **Введение**

Молоко и молочная продукция составляют неотъемлемую часть рациона питания современного человека. В России к молоку предъявляются высокие требования по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям [1, 3]. Большое внимание уделяется молочной продуктивности коров, которая, в свою очередь, зависит от качества кормов [5]. Изучению зависимости качества получаемого молока от состояния животного и его содержания посвящено много работ. Е.Я. Лебедев, И.В. Малявко, В.А. Малявко изучали повышение белково-молочности голштинских коров [10]; Т.Н. Землянухина – влияние стресса на коров и их молочную продуктивность [6]. М.А. Часовщикова и М.В. Губанов считают, что по изменению химического состава молока можно судить о здоровье животного [11].

Важно не только повышать объемы производства сырого молока, но и улучшать его качество.

Изменение качества молока под влиянием различных внешних факторов было изучено ранее Г.А. Ларионовым, К.Д. Егоровой А.В. Ефимовым, О.Ю. Чеченешкиной [8, 9]; Н.Н. Авдусевой, Л.К. Семиной, А.В. Капустиним, Е.В. Ивановым [4]. Г.Г. Карликова, И.А. Лашнева, А.А. Сермягин изучали взаимосвязь химического состава крови и молока коров [7].

Цель работы – выявить взаимосвязь химического состава молока и крови коров с целью улучшения его сыропригодности.

### **Материалы и методы**

Объектами исследований были молоко и кровь лактирующих коров личных подсобных хозяйств (ЛПХ) Цивильского и Чебоксарского муниципального округов (МО) Чувашской Республики.

В лаборатории по технологии молока и молочной продукции Чувашского ГАУ органолептическим

методом определяли консистенцию, вкус, запах и цвет молока. Ультразвуковым методом на анализаторе молока «Клевер-2М» определяли массовую долю белка (МДБ), жира (МДЖ), сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), температуру. Титруемую кислотность молока определяли методом титрования, плотность – ареометрическим методом.

В ИЛЦ Чувашского ГАУ определяли химический состав молока, количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) и соматических клеток.

Содержание казеина в молоке и его влияние на выход молочной продукции определяли с помощью створаживанием молока. В молоке, не подвергшемся тепловой обработке, створоженном естественной микрофлорой молока, творожное зерно формируется из казеина, в то время как альбумин и глобулин уходят в сыворотку. Количество казеина в полученном твороге определили методом Кьельдаля [2].

Исследования крови коров Цивильского МО проводили в Чувашской республиканской ветеринарной лаборатории. Для определения общего белка крови использовали рефрактометрический метод в соответствии «Методическими указаниями по применению унифицированных биохимических методов исследований крови, мочи и молока в ветеринарных лабораториях». Глюкозу в крови определяли ферментативно-колориметрическим методом в соответствии с «Инструкцией по применению наборов реагентов для определения глюкозы в биологических жидкостях глюкозооксидазным методом». Неорганический фосфор выявляли фотометрическим методом, общий кальций – титриметрическим методом, резервную щелочность – по методу Раевского.

### **Результаты исследований и обсуждение**

В Российской Федерации с 1 января 2025 г. действует национальный стандарт ГОСТ Р 52054-

2023 «Молоко коровье сырое. Технические условия», утвержденный приказом Росстандарта от 13.09.2023 № 831-ст.

По результатам органолептических показателей установили, что молоко коров личных подсобных хозяйств Чебоксарского и Цивильского

муниципального округов по консистенции, вкусу, запаху и цвету соответствует требованиям высшего сорта по ГОСТ Р 52054-2023 «Молоко коровье сырое. Технические условия».

Результаты исследований физико-химических показателей молока приведены в таблице 1.

**Таблица 1. Физико-химические показатели молока**

*Table 1. Physicochemical properties of milk*

Показатель	Норма по ГОСТ Р 52054-2023 для молока сорта			Результаты исследований	
	высший	1-й	2-й	Чебоксарский МО	Цивильский МО
МДБ, %, не менее	3,0	2,8		3,36±0,03	2,94±0,03
МДЖ, %, не менее	2,8			3,98±0,03	3,74±0,03
СОМО, %, не менее	8,2			8,99±0,03	8,56±0,03
Кислотность, °Т	16,0...18,0		16,0...21,0	16,72±0,14	16,54±0,12
Группа чистоты, не ниже	I		II	I	I
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1028,0	1027,0		1028,7±0,28	1027,1±0,31
Температура замерзания, °С	Не выше минус 0,505			-0,519±0,01	-0,512±0,01

Выявили, что МДБ в молоке коров Чебоксарского МО составляет 3,36±0,03%, Цивильского МО – 2,94±0,03% при норме для молока высшего сорта не менее 3%, для молока 1-го и 2-го сорта не менее 2,8%. МДЖ превышает минимальные требования в 1,42 и 1,34 раза, массовая доля сухого обезжиренного молочного остатка – в 1,10 и 1,04 раза. Кислотность молока менее 17°Т, что соответствует свежему молоку и требованиям для молока высшего сорта. По содержанию примесей молоко относится к I группе чистоты. Плотность молока коров Чебоксарского МО 1028,7±0,28 кг/м<sup>3</sup>,

Цивильского МО – 1027,1±0,31 кг/м<sup>3</sup>, что соответствует 1-му и высшему сорту соответственно. Температура замерзания молока соответствует требованиям ГОСТа.

Таким образом, по физико-химическим показателям молоко коров Чебоксарского МО относится к высшему сорту, Цивильского МО – к 1-му сорту.

Результаты определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) и соматических клеток (КСК) в молоке приведены в таблице 2.

**Таблица 2. Микробиологические показатели молока**

*Table 2. Microbiological indicators of milk*

Показатель	Норма по ГОСТ Р 52054-2023 для молока сорта			Результаты исследований	
	высший	1-й	2-й	Чебоксарский МО	Цивильский МО
КМАФАнМ, КОЕ/см <sup>3</sup> (г), не более	1,0×10 <sup>5</sup>	3,0×10 <sup>5</sup>	5,0×10 <sup>5</sup>	1,0×10 <sup>5</sup>	2,7×10 <sup>5</sup>
КСК в 1 см <sup>3</sup> , не более	2,5×10 <sup>5</sup>	4,0×10 <sup>5</sup>	7,5×10 <sup>5</sup>	2,3×10 <sup>5</sup>	3,6×10 <sup>5</sup>

Установили, что КМАФАнМ в молоке коров Чебоксарского МО составляет 1,0·10<sup>5</sup> КОЕ/см<sup>3</sup>, КСК – 2,3·10<sup>5</sup> в 1 см<sup>3</sup>. КМАФАнМ в молоке коров Цивильского МО – 2,7·10<sup>5</sup> КОЕ/см<sup>3</sup>, КСК – 3,6·10<sup>5</sup> в 1 см<sup>3</sup>.

Следовательно, молоко коров Чебоксарского МО по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям соответствует требованиям высшего сорта. Массовая доля белка

в молоке высокая, что позволяет рекомендовать его для использования в сыроделии. Молоко коров Цивильского МО соответствует требованиям 1-го сорта. Сдерживающим фактором в использовании этого молока в сыроделии является низкое содержание белка.

Определили выход молочной продукции из молока коров Чебоксарского МО. Объем молока для исследований составил 1,5 л с содержанием

общего белка 3,36%. Молоко створожили и получили 210 г творога. Методом Кьельдаля определили количество казеина в створоженном молоке.

Расчеты проводили по следующей формуле:

$$M_1 = 0,3928 \text{ г}, V_1 = 8,4 \text{ мл}, V_2 = 0,3 \text{ мл.}$$

$$M_2 = 0,3367 \text{ г}, V_3 = 7,2 \text{ мл}, V_4 = 0,3 \text{ мл.}$$

$$x = \frac{(8,4 - 0,3) \cdot 0,1 \cdot 14,0067 \cdot 6,38 \cdot 100}{0,3928 \cdot 1000} = 18,43 \%$$

$$x = \frac{(7,2 - 0,3) \cdot 0,1 \cdot 14,0067 \cdot 6,38 \cdot 100}{0,3367 \cdot 1000} = 18,31 \%$$

$$X_{\text{сред.}} = \frac{18,43 + 18,31}{2} = 18,37 \%$$

Масса анализируемой первой пробы ( $M_1$ ) створоженного молока составила 0,3928 г, второй пробы ( $M_2$ ) – 0,3367 г. Объем раствора хлористоводородной (соляная) кислоты, израсходованный на титрование двух параллельных испытуемых растворов ( $V_1, V_3$ ), составил 8,4 и 7,2 мл. Объем раствора соляной кислоты ( $V_2, V_4$ ), израсходованный на титрование контрольной пробы, составил 0,3 мл.

Установили, что содержание казеина в молоке коров Чебоксарского МО составляет  $18,37 \pm 0,15\%$ .

Для определения количества казеина в молоке коров Цивильского МО с содержанием общего

белка 2,94% створожили 1,5 л молока. Получили 193 г творога и провели расчеты аналогично расчетам, приведенным выше.

$$M_1 = 0,2332 \text{ г}, V_1 = 4,0 \text{ мл.}, V_2 = 0,3 \text{ мл.}$$

$$M_2 = 0,3139 \text{ г}, V_3 = 5,2 \text{ мл.}, V_4 = 0,3 \text{ мл.}$$

$$x = \frac{(4,0 - 0,3) \cdot 0,1 \cdot 14,0067 \cdot 6,38 \cdot 100}{0,2332 \cdot 1000} = 14,18 \%$$

$$x = \frac{(5,2 - 0,3) \cdot 0,1 \cdot 14,0067 \cdot 6,38 \cdot 100}{0,3139 \cdot 1000} = 13,95 \%$$

$$X_{\text{сред.}} = \frac{14,18 + 13,95}{2} = 14,07 \%$$

Содержание казеина в створоженном молоке коров Цивильского МО составило  $14,07 \pm 0,63\%$ .

На выход готовой продукции влияет количество казеина в общем молочном белке. В партии молока, содержание казеина в котором составляло 18,37%, выход творога составил 210 г. Во второй партии молока, содержащего 14,07% казеина, выход творога составил 193 г.

Полученные результаты исследований вызвали необходимость установить причины низкой сыропригодности молока коров Цивильского МО. Для этого изучили химический состав крови этих животных (таблица 3).

**Таблица 3. Химический состав крови коров**

**Table 3. Chemical composition blood of cows**

Кличка, возраст	Белок общий, г/л	Глюкоза, г/л	Неорганический фосфор, ммоль/л	Общий кальций, ммоль/л	Резервная щелочность, мг%
Денара, 2 года	7,58	15,8	5,85	12,5	590
Добрыня, 2 года	7,23	7,9	6,85	12,3	490
Красуля, 3 года	7,17	32,2	6	12,3	490
Рябина, 3 года	6,88	5,9	7,27	12,3	550
Берушка, 6 лет	7,87	9,9	5,54	12,0	470
Норма	7,2...8,6	40,0...60,0	4,5...6,0	10,0...12,5	420,0...600,0

По результатам химического анализа крови коров установили, что содержание общего белка в крови коров находится в пределах нормы. Однако у коровы Рябина содержание общего белка на 0,32 г/л ниже нормы. Содержание неорганического фосфора в молоке коров Добрыня и Рябина превышает норму соответственно на 0,85 и 1,27 ммоль/л. Показатели содержания общего кальция и резервной щелочи соответствуют норме. Необходимо отметить низкое содержание глюкозы в крови всех животных (5,9...32,2 при норме 40...60 г/л). Ко-

личество глюкозы можно привести в норму, если включить патоку в рацион коров.

### **Заключение**

Молоко коров Чебоксарского и Цивильского муниципальных округов по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям соответствует требованиям национального стандарта. Однако молоко коров Цивильского МО по содержанию белка не удовлетворяет требованиям к сырью для сыроделия.

Выход белковой продукции из молока коров Чебоксарского МО на 8,1% больше, чем из молока коров Цивильского МО.

Выявили гипогликемию у лактирующих коров Цивильского МО, что привело к нарушению сахаропротеинового отношения и ухудшило обменные процессы. Белок, поступающий вместе с кормами

в организм, плохо усваивается и выводится вместе с продуктами жизнедеятельности животного.

Таким образом, установлена взаимосвязь химического состава молока и крови коров. Нарушение обменных процессов в организм животного приводит к снижению содержания белка и сыропригодности молока.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р 52054-2023 «Молоко коровье сырое. Технические условия». <https://labs.kodeks.ru/kodeks01/>.
2. ГОСТ 34454-2018 «Продукция молочная. Определение массовой доли белка методом Кьельдаля». <https://labs.kodeks.ru/kodeks01/>.
3. ТР ТС 033/2013 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013). <https://labs.kodeks.ru/kodeks01/>.
4. Авдеевская Н.Н., Семина Л.К., Капустин А.В., Иванов Е.В. Изучение эффективности дезинфицирующего средства для последовательной обработки сосков вымени у коров // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2024. № 3 (51). С. 346–352. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202403005 EDN: SVRXJC
5. Захарова Л.Н. Молочная продуктивность коров Республики Саха (Якутия) // Академический вестник Якутской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 4 (9). С. 8-11. EDN: FLLXBN.
6. Землянухина Т.Н. Молочная продуктивность и воспроизводительные качества коров в зависимости от их стрессоустойчивости // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. № 5 (199). С. 62-66. EDN: KLSHSO.
7. Карликова Г.Г., Лашнева И.А., Сермягин А.А. Анализ взаимосвязи компонентного состава молока и биомаркеров крови голштинизированных коров // Аграрная наука. 2023. № 8. С. 41-47. DOI: 10.32634/0869-8155-2023-373-8-41-47.
8. Ларионов Г.А., Егорова К.Д. Химический состав молока коров в осенне-зимний период // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2021. № 3 (39). С. 274-279. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202103006 EDN: YFRDIL.
9. Ларионов Г.А., Ефимов А.В., Чеченешкина О.Ю. Физико-химические свойства и микробиологическая безопасность молока и молочных продуктов // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2023. № 3 (47). С. 286-292. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303005 EDN: BRCFZF.
10. Лебедев Е.Я., Малявко И.В., Малявко В.А. Повышение белкомолочности голштинских коров селекционными методами в племенных стадах Брянской области // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 3 (103). С. 37-42.
11. Часовщикова М.А., Губанов М.В. Состав молока как элемент здоровья стада // Аграрный вестник Урала. 2022. № 11 (226). С. 70-79. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-226-11-70-79.

### REFERENCES

1. GOST R 52054-2023 «Moloko korov`e sy`roe. Tekhnicheskie usloviya». <https://labs.kodeks.ru/kodeks01/>.
2. GOST 34454-2018 «Produkciya molochnaya. Opredelenie massovoj doli belka metodom K`el`dalya». <https://labs.kodeks.ru/kodeks01/>.
3. TR TS 033/2013 Tekhnicheskij reglament Tamozhennogo soyuza «O bezopasnosti moloka i molochnoj produkcii» (TR TS 033/2013). <https://labs.kodeks.ru/kodeks01/>.
4. Avduevskaya N.N., Semina L.K., Kapustin A.V., Ivanov E.V. Izuchenie e`ffektivnosti dezinficiruyushhego sredstva dlya posledoi`l`noj obrabotki soskov vy`meni u korov // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2024. № 3 (51). S. 346–352. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202403005 EDN: SVRXJC
5. Zakharova L.N. Molochnaya produktivnost` korov Respubliki Sakha (YAkutiya) // Akademicheskij vestnik YAkutskoj gosudarstvennoj sel`skokhozyajstvennoj akademii. 2020. № 4 (9). S. 8-11. EDN: FLLXBN.
6. Zemlyanukhina T.N. Molochnaya produktivnost` i vosproizvoditel`ny`e kachestva korov v zavisimosti ot ikh stressoustojchivosti // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 5 (199). S. 62-66. EDN: KLSHSO.
7. Karlikova G.G., Lashneva I.A., Sermyagin A.A. Analiz vzaimosvyazi komponentnogo sostava moloka i biomarkerov krovi golshtinizirovanny`kx korov // Agrarnaya nauka. 2023. № 8. S. 41-47. DOI: 10.32634/0869-8155-2023-373-8-41-47.

8. Larionov G.A., Egorova K.D. KХimicheskij sostava moloka korov v osenne-zimnij period // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigeny` i e`kologii». 2021. № 3 (39). S. 274-279. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202103006 EDN: YFRDI`L.
9. Larionov G.A., Efimov A.V., Checheneshkina O.Yu. Fiziko-kximicheskie svoystva i mikrobiologicheskaya bezopasnost` moloka i molochny`kx produktov // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigeny` i e`kologii». 2023. № 3 (47). S. 286-292. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303005 EDN: BRCFZF.
10. Lebed`ko E.Ya., Malyavko I.V., Malyavko V.A. Povy`shenie belkovomolochnosti golshinskix korov selekcionny`mi metodami v plemenny`kx stadakx Bryanskoj oblasti // Vestnik Bryanskoj GSKXA. 2024. № 3 (103). S. 37-42.
11. CHasovshhikova M.A., Gubanov M.V. Sostav moloka kak e`lement zdorov`ya stada // Agramy`j vestnik Urala. 2022. № 11 (226). S. 70-79. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-226-11-70-79.

### Информация об авторах

Ларионов Г.А. – д-р биол. наук, профессор, профессор кафедры биотехнологий и переработки сельскохозяйственной продукции;

Николаева А.Е. – аспирантка кафедры биотехнологий и переработки сельскохозяйственной продукции.

### Information about the authors

Larionov G.A. – Doc. Biol. Sci., Professor, Professor of the department of biotechnology and processing of agricultural products;

Nikolaeva A.E. – postgraduate student of the department of biotechnology and processing of agricultural products.

### Вклад авторов

Ларионов Г.А. – общее руководство, постановка цели работы, написание отдельных разделов, заключение;

Николаева А.Е. – введение, проведение экспериментов, написание отдельных разделов.

### Contribution of the authors

Larionov G.A. – general guidance, setting the goal of the work, writing the separate sections of the article, conclusion;

Nikolaeva A.E. – conducting experiments, writing the separate sections of the article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 08.12.2025; одобрена после рецензирования 02.02.2026; принята к публикации 24.02.2026; дата опубликования 25.03.2026.

The article was submitted 08.12.2025; approved after reviewing 02.02.2026;

accepted for publication 24.02.2026; date of publication 25.03.2026.

Научная статья  
УДК 619:614.31.637.12  
DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601008  
EDN: BKRPKL

## ИММУНОМИКРОЧИПОВЫЙ АНАЛИЗ В СИСТЕМЕ СКРИНИНГОВОГО КОНТРОЛЯ СМЕТАНЫ НА ОСТАТОЧНЫЕ КОЛИЧЕСТВА АНТИГЕЛЬМИНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Луиза Владимировна Арсеньева<sup>1</sup>, Елизавета Аркадьевна Денисова<sup>2</sup>,  
Галина Михайловна Горяинова<sup>3</sup>, Петр Александрович Попов<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии – филиал Федерального научного центра – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.П. Коваленко РАН, Москва 123022, Российская Федерация, E-mail: vniivshe@mail.ru*

<sup>1</sup> [luizza@inbox.ru](mailto:luizza@inbox.ru), <https://orcid.org/0000-0001-6903-3327>

<sup>2</sup> [denliza@yandex.ru](mailto:denliza@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0003-1603-403X>

<sup>3</sup> [ggoryainova@mail.ru](mailto:ggoryainova@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-8856-0616>

<sup>4</sup> [popov.petr18@gmail.com](mailto:popov.petr18@gmail.com) <https://orcid.org/0000-0003-4155-0386>

**Аннотация.** Результаты проведенных исследований подтверждают, что иммуномикрочиповая технология Randox Biochip (панель Anthelmintics Array) представляет собой эффективный инструмент для контроля отсутствия остаточных количеств антигельминтных препаратов в молочной продукции в соответствии с требованиями ТР ТС 033/2013. Метод удовлетворяет ключевым критериям современных аналитических процедур: характеризуется высокой производительностью, обеспечивает возможность одновременного мультикомпонентного анализа и высокую скорость получения результата, что позволяет принимать оперативные решения о допуске продукции в обращение.

**Ключевые слова:** Anthelmintics Array, скрининговый контроль, антигельминтные препараты, сметана

**Финансирование:** работа выполнена в соответствии с Государственным заданием по теме: FGUG-2025-0002 «Разработать новые и модернизировать существующие методы, средства и технологии обеспечения устойчивого ветеринарно-санитарного благополучия животноводства, качества и безопасности продукции и кормов, охраны окружающей среды от загрязнения отходами животноводства» (регистрационный номер НИОКТР 125071808811-2).

**Для цитирования:** Арсеньева Л.В., Денисова Е.А., Горяинова Г.М., Попов П.А. Иммуномикрочиповый анализ в системе скринингового контроля сметаны на остаточные количества антигельминтных препаратов // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2026. № 1 (57). С. 59–64. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601008  
EDN: BKRPKL

Original article

## IMMUNOMICROCHIP ANALYSIS IN THE SYSTEM OF SCREENING CONTROL OF SOUR CREAM FOR RESIDUAL QUANTITIES OF ANTIHELMINTHIC DRUGS

Luiza V. Arsenyeva<sup>1</sup>, Elizaveta A. Denisova<sup>2</sup>,  
Galina M. Goryainova<sup>3</sup>, Petr A. Popov<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> All-Russian Research Institute for Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology –  
Branch of Federal Scientific Center – All-Russian Research Institute  
of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Skryabin  
and Ya.R. Kovalenko RAS, Moscow 123022, Russian Federation. E-mail: vniivshe@mail.ru

<sup>1</sup> luizza@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6903-3327>

<sup>2</sup> denliza@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1603-403X>

<sup>3</sup> ggoryainova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8856-0616>

<sup>4</sup> popov.petr18@gmail.com <https://orcid.org/0000-0003-4155-0386>

**Abstract.** The results of the conducted studies confirm that the Randox Biochip immunomicroarray technology (Anthelmintics Array panel) is an effective tool for monitoring the absence of residual amounts of anthelmintic drugs in dairy products in accordance with the requirements of TR CU 033/2013. The method meets the key criteria of modern analytical procedures: it is characterized by high performance, provides the possibility of simultaneous multi-component analysis, and has a high speed of obtaining results, which allows for prompt decisions on the release of products into circulation.

**Keywords:** Anthelmintics Array, screening control, anthelmintic drugs, sour cream

**Financing:** The work was carried out in accordance with the State Task on the topic: FGUG-2025-0002 «To develop new and modernize existing methods, tools and technologies for ensuring sustainable veterinary and sanitary welfare of livestock, quality and safety of products and feed, environmental protection from pollution by livestock waste» (registration number 125071808811-2).

**For citation:** Arsenyeva L.V., Denisova E.A., Goryainova G.M., Popov P.A. Immunomicrochip analysis in the system of screening control of sour cream for residual quantities of anthelmintic drugs // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2026. No. 1 (57). P. 59–64 (In Russ.). DOI: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202601008  
EDN: BKRPKL

### Введение

Применение антигельминтных препаратов в животноводческих и птицеводческих хозяйствах имеет решающее значение для обеспечения экономической выгоды и безопасности производимой продукции [3, 7]. Паразитарные инвазии сопряжены с непосредственным повреждением органов и тканей, развитием системной интоксикации организма и высоким риском летального исхода, особенно среди молодых особей. Значительная часть паразитов также выступает в качестве эпидемиологических векторов, способствующих распространению опасных бактериальных и ви-

русных инфекций [4...6]. Это обуславливает необходимость проведения противопаразитарных мероприятий. Производители молока и молочной продукции, использующие антигельминтные препараты, обязаны контролировать безопасность своей продукции.

В Российской Федерации содержание антигельминтных средств в молочной продукции регулируется законодательно: основным документом является Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013). Этот регламент устанавливает требования безопасности для всей

молочной продукции на рынке ЕАЭС. Согласно Приложению № 4 «Показатели безопасности молочной продукции», остаточные количества ветеринарных препаратов, в том числе антигельминтных, в готовой продукции, поступающей к потребителю, не допускаются. Это означает, что их содержание не должно превышать пределов обнаружения используемыми методами контроля.

Однако интенсивное использование ветеринарных антигельминтных средств при терапии молочного скота влечет за собой определенные риски, в частности вероятность загрязнения сырья и конечных продуктов остаточными количествами этих веществ, возникающая при несоблюдении ветеринарных норм и правил [1].

В современной российской практике для идентификации антигельминтных соединений задействованы как микробиологические, так и физико-химические аналитические методики.

Микробиологические способы обнаружения антибактериальных агентов не всегда гарантируют полную объективность и воспроизводимость результатов. Таким образом, микробиологические методы хороши как скрининговые, предварительные. Они дешевы, позволяют быстро получить результат и отбраковать явно «чистые» партии, но положительный результат требует обязательной перепроверки более точными методами.

Основные физико-химические методы: хромато-масс-спектрометрия, а именно жидкостная хроматография с масс-спектрометрией (ЖХ-МС/МС), идеально подходящая для большинства антигельминтиков, и газовая хроматография с масс-спектрометрией (ГХ-МС), подходящая для летучих и термостабильных соединений, а также высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) с детекторами (УФ, флуоресцентный и др.) [2].

Плюсы хромато-масс-спектрометрии и высокоэффективной жидкостной хроматографии в высокой чувствительности и эффективности. Они идентифицируют именно ту молекулу, которую ищут, и позволяют обнаруживать следовые количества вещества. Физико-химические же методы, демонстрируя высокую чувствительность и эффективность, сопряжены со значительными трудозатратами и финансовыми расходами [1].

Данная проблема стимулирует развитие иммуноферментного анализа (ИФА). Его преимущества – высокая специфичность и чувствительность, относительно высокая скорость и низкая

стоимость по сравнению с хромато-масс-спектрометрией, а также возможность анализа большого числа образцов [1].

Иммуномикрочиповый метод представляет собой высокотехнологичную многокомпонентную эволюцию иммуноферментного анализа, позволяющую одновременно определять широкий спектр аналитов в отличие от классического ИФА, рассчитанного на одно вещество в лунке.

На поверхности биочипа иммобилизованы специфичные антитела к различным мишеням (антибиотики, токсины, антигельминтные средства). Высокая концентрация аналита в образце снижает связывание меченых антигенов с иммобилизованными антителами, что приводит к пропорциональному уменьшению интенсивности хемилюминесценции. Сигнал с каждого тестового участка регистрируется с помощью цифровой обработки изображений и сопоставляется с калибровочной кривой для точного количественного определения. Данный подход обеспечивает высокую чувствительность, широкий динамический диапазон и значительное увеличение производительности при снижении расхода реагентов.

Целью работы была оценка эксплуатационных характеристик (чувствительность, специфичность) иммуномикрочиповой тест-системы Randox Anthelmintics Array для скринингового контроля остатков антигельминтных препаратов в сметане.

### *Материалы и методы*

Исследования проводили в лаборатории ветеринарно-санитарной экспертизы ВНИИВСГЭ – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН.

Объектом исследования служили образцы сметаны (ГОСТ 31452-2012). Пробы доставляли в лабораторию не позднее 6 ч после их отбора. Анализ делали в день доставки пробы в лабораторию.

Наличие остаточных количеств антигельминтных веществ в сметане осуществляли с помощью иммуномикрочипового метода (панель Anthelmintics Array EV3770, Randox). Randox Anthelmintics Array – это коммерческая тест-система, реализующая описанную ранее технологию биочипа для скрининга противопаразитарных препаратов.

### *Результаты исследований и обсуждение*

В целях проведения экспериментальных работ в розничной сети из торговых сетей г. Москвы

были закуплены и подвергнуты анализу образцы сметаны, произведенные различными предприятиями. Общий объем выборки составил 20 единиц продукции. Исследования проводили в трех повторностях.

Экспериментально установленные пределы обнаружения для всех шести аналитов находятся в пределах погрешности от значений, заявленных производителем методики (табл. 1).

На следующем этапе с целью установить специфичность в сметану вносили антигельминтные препараты и проводили анализ с помощью соответствующей тест-системы. Антигельминтные вещества вносили в концентрациях не ниже установленного предела обнаружения.

Всего было исследовано 20 антигельминтных препаратов. Полученные данные представлены в таблице 2.

**Таблица 1. Пределы обнаружения антигельминтных веществ тест-системой Anthelmintics Array в сметане**

*Table 1. Detection limits of anthelmintic substances by the Anthelmintics Array test system in sour cream*

Аналит (препарат)	Заявленный предел обнаружения, мкг/л	Экспериментально установленный предел обнаружения, мкг/л
Бензимидазол	1,0	0,97 ± 0,04
Левамизол	2,0	1,97 ± 0,04
Авермектин	0,75	0,72 ± 0,01
Тиабендазол	0,5	0,50 ± 0,03
Моксидектин	1,6	1,58 ± 0,02
Триклабендазол	0,6	0,60 ± 0,02

**Таблица 2. Оценка специфичности иммуномикрочипа к антигельминтикам в сметане после введения ветеринарных препаратов**

*Table 2. Evaluation of the specificity of an immunomicrochip for anthelmintics in sour cream after administration of veterinary drugs*

Образцы сметаны с внесенными антигельминтиками	Определяемые антигельминтики					
	бензимидазол	левамизол	авермектин	тиабендазол	моксидектин	триклабендазол
Левамизол	-	+	-	-	-	-
Моксидектин	-	-	-	-	+	-
Тиабендазол	-	-	-	+	-	-
Камбедазол	+	-	-	-	-	-
Триклабендазол	-	-	-	-	-	+
Ивермектин Абамектин Дорамектин Эприномектин	-	-	+	-	-	-
Альбендазол Фенбендазол Оксфендазол Оксибендазол Мебендазол Флубендазол Парбендазол Карбендазим	+	-	-	-	-	-

*Примечание:* «+» – обнаружено (положительный сигнал в соответствующей тестовой зоне биочипа);

«-» – не обнаружено (реактивности нет).

Четкое разделение на группы (авермектины, бензимидазолы) позволяет мгновенно оценить логику работы тест-системы. Корректное отражение принципа метода, основанного на групповом детектировании (например, антитела к «бензимидазолу» реагируют на весь класс соединений).

Все вносимые концентрации были на уровне или выше предела обнаружения метода. Результаты демонстрируют высокую групповую специфичность иммуномикрочиповой панели Anthelmintics Array.

Анализ полученных результатов свидетельствует о высокой специфичности действия большинства исследованных препаратов.

### Заключение

Randox Anthelmintics Array – это не просто метод, а готовое валидированное и высокотех-

нологичное решение для рутинного скрининга антигельминтных препаратов. Он полностью соответствует потребностям российского рынка в эффективном и рентабельном контроле безопасности молочной продукции, интегрируясь в общепринятую двухуровневую схему (скрининг – подтверждение) и позволяя предприятиям и надзорным органам быстро выявлять потенциальные проблемы.

Стратегия выглядит так: использование дешевых микробиологических методов для массового скрининга (особенно в регионах и на предприятиях) с последующим обязательным подтверждением всех положительных проб с помощью точных физико-химических методов в аккредитованных референс-лабораториях. Это позволяет оптимизировать затраты, но при этом обеспечивать надежный контроль безопасности продукции.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Арсеньева Л.В., Денисова Е.А., Горьянинова Г.М. и др. Использование технологии Randox в качестве современного метода анализа пищевой продукции в рамках обеспечения государственного санитарно-эпидемиологического надзора // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2024. 4 (52). С. 516-523. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202404006.
2. Варламова А.И., Абрамов В.Е., Архипов И.А. Методика количественного определения фенбендазола и его метаболитов в органах и тканях животных методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием // Российский паразитологический журнал. 2021. № 4. Т. 15. С.43-50. DOI: 10.31016/1998-8435-2021-15-4-43-50.
3. Егорова В.Н., Романова О.В., Белова Л.М. Сочетанное применение рекомбинантного интерлекина-2 и антигельминтных препаратов для лечения гельминтозов животных // Аграрная наука. 2023. 369 (4). С. 38–50. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-38-50>.
4. Лайпанов Б.К., Бегиев С.Ж., Биттиров А.М., Бегиева С.А. Влияние нового препарата «ПРАЗИНАЛ Ф» на молочную продуктивность и на биохимический состав молока коров черно-пестрой породы при парамфистоматозе // Материалы научно-практической конференции «Теория и практика борьбы с инвазионными болезнями». 2019. Вып. 20. С. 300-307. DOI: 10.31016/978-5-9902340-8-6.2019.20.300-307.
5. Манченкова О.В., Соколова В.Е. Лечебно-профилактические мероприятия при дикроцелиозе крупного рогатого скота // Инновационные научные исследования. 2021. № 11-2 (13). С. 19-24. DOI: 10.5281/zenodo.5846535.
6. Цепилова И.И., Коновалов А.П., Шемякова С.А. Органолептические и физико-химические показатели молока коз нубийской породы при микстинвазии желудочно-кишечными нематодами из подотряда Strongylata // Российский паразитологический журнал. 2023. № 2. Т. 17. С. 257-264. DOI: 10.31016/1998-8435-2023-17-2-257-264.
7. Щемелева Н.Ю., Якубовский М.В., Красочко И.А., Василькова В.П. Комплексные препараты: лечебный и экономический эффект применения при гельминтозах крупного рогатого скота // Ученые записки учреждения образования витебская ордена знака почета государственная академия ветеринарной медицины. 2021. № 2. Т. 57. С. 71-77. DOI: 10.52368/2078-0109-2021-57-2-71-77.

### REFERENCES

1. Arsen`eva L.V., Denisova E.A., Goryainova G.M. i dr. Ispol`zovanie tekhnologii Randox v kachestve sovremennogo metoda analiza pishhevoj produkczi v ramkakx obespecheniya gosudarstvennogo sanitarno-`pidemiologicheskogo nadzora // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnej sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2024. 4 (52). S. 516-523. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202404006.
2. Varlamova A.I., Abramov V.E., Arkhipov I.A. Metodika kolichestvennogo opredeleniya fenbendazola i ego metabolitov v organakx i tkanyakx zhivotny`kx metodom vy`soke`ffektivnoj zhidkostnoj kxromatografii s mass-spektrometricheskim detektirovaniem // Rossijskij parazitologicheskij zhurnal. 2021. № 4. T. 15. S.43-50. DOI: 10.31016/1998-8435-2021-15-4-43-50.

3. Egorova V.N., Romanova O.V., Belova L.M. Sochetannoe primeneniye rekombinantnogo interlekina-2 i antigel'mintny'kh preparatov dlya lecheniya gel'mintozov zhivotny'kh // Agrarnaya nauka. 2023. 369 (4). S. 38–50. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-38-50>.
4. Lajpanov B.K., Begiev S.Zh., Bittirov A.M., Begieva S.A. Vliyanie novogo preparata «PRAZINAL F» na molochnyuyu produktivnost' i na biokhimicheskij sostav moloka korov cherno-pestroj porody` pri paramfistomatoze // Materialy` nauchno-prakticheskoy konferenczii «Teoriya i praktika bor'by` s invazionny`mi boleznyami». 2019. Vy`p. 20. S. 300-307. DOI: 10.31016/978-5-9902340-8-6.2019.20.300-307.
5. Manchenkova O.V., Sokolova V.E. Lechebno-profilakticheskie meropriyatiya pri dikroczelioze krupnogo rogatogo skota // Innovacionny`e nauchny`e issledovaniya. 2021. № 11-2 (13). S. 19-24. DOI: 10.5281/zenodo.5846535.
6. Czepilova I.I., Konovalov A.P., Shemyakova S.A. Organolepticheskie i fiziko-khimicheskie pokazateli moloka koz nubijskoj porody` pri mikstinvazii zheludochno-kishechny`mi nematodami iz podotryada Strongylata // Rossijskij parazitologicheskij zhurnal. 2023. № 2. T. 17. S. 257-264. DOI: 10.31016/1998-8435-2023-17-2-257-264.
7. Shhemeleva N.Yu., Yakubovskij M.V., Krasochko I.A., Vasil'kova V.P. Kompleksny`e preparaty`: lechebny`j i e`konomicheskij e`ffekt primeneniya pri gel'mintozakh krupnogo rogatogo skota // Ucheny`e zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya vitebskaya ordena znak pocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj medicziny`. 2021. № 2. T. 57. S. 71-77. DOI: 10.52368/2078-0109-2021-57-2-71-77.

### Информация об авторах

Арсеньева Л.В. – канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории ветеринарно-санитарной экспертизы;

Денисова Е.А. – д-р биол. наук, главный научный сотрудник лаборатории ветеринарно-санитарной экспертизы; Горяинова Г.М. – канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории ветеринарно-санитарной экспертизы;

Попов П.А. – д-р вет. наук, руководитель института, главный научный сотрудник лаборатории ветеринарно-санитарной экспертизы.

### Information about the authors

Arsenyeva L. – Cand. Biol. Sci., leading scientific researcher of the laboratory of veterinary and sanitary examination;

Denisova E. – Doc. Biol. Sci., Chief researcher of the laboratory of veterinary and sanitary examination;

Goryainova G. – Cand. Biol. Sci., leading scientific researcher of the laboratory of veterinary and sanitary examination;

Popov P. – Dr. Vet. Sci., Head of the Institute, Chief researcher of the laboratory of veterinary and sanitary examination.

### Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

### Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 05.02.2026; одобрена после рецензирования 20.02.2026; принята к публикации 24.02.2026; дата опубликования 25.03.2026

The article was submitted 05.02.2026; approved after reviewing 20.02.2026; accepted for publication 24.02.2026; date of publication 25.03.2026.

Научная статья  
УДК 619:614.31:637.56  
DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601009  
EDN: BNACУН

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗАМОРОЖЕННОЙ ПРЕСНОВОДНОЙ РЫБЫ

Аделина Рафаелевна Тулепбергенова<sup>1</sup>,  
Елизавета Вячеславовна Антонова<sup>2</sup>, Мария Павловна Грушко<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> *Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ),  
Москва 125080, Российская Федерация*

<sup>1</sup> [tulepbergenova2000@mail.ru](mailto:tulepbergenova2000@mail.ru)

<sup>2</sup> [liza.ant.53@gmail.com](mailto:liza.ant.53@gmail.com)

<sup>3</sup> [grushkomp@mgupp.ru](mailto:grushkomp@mgupp.ru), <https://orcid.org/0000-0001-7529-5382>

**Аннотация.** Оценка качества и биологической безопасности замороженной рыбы пресноводных видов является актуальной задачей при производстве и реализации рыбы и рыбной продукции. Из-за физиологической особенности строения рыбы она быстро портится и становится благоприятной питательной средой для развития большого количества бактерий. Тяжелые металлы аккумулируются в тканях рыб, оказывая негативное воздействие на организм и нарушая биохимические процессы. В результате снижается иммунитет и развиваются многие инфекционные и инвазионные заболевания. В статье представлены результаты токсикологического и микробиологического исследований замороженного карпа (*Cyprinus carpio*) и судака (*Sander lucioperca*), приобретенных на продовольственных рынках города Москвы. Все исследованные образцы соответствовали требованиям ТР ТС 021/2011 и ТР ЕАЭС 040/2016.

**Ключевые слова:** замороженная рыба, тяжелые металлы, микроорганизмы, хлорорганические пестициды

**Для цитирования:** Тулепбергенова А.Р., Антонова Е.В., Грушко М.П. Оценка качества и биологической безопасности замороженной пресноводной рыбы // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2026. № 1 (57). С. 65–70.

DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601009

EDN: BNACУН

Original article

## ASSESSMENT OF THE QUALITY AND OF BIOLOGICAL SAFETY OF FROZEN FRESHWATER FISH

Adelina R. Tulepbergenova<sup>1</sup>, Elizaveta V. Antonova<sup>2</sup>, Maria P. Grushko<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> *Russian Biotechnological University (BIOTECH University),  
Moscow 125080, Russian Federation*

<sup>1</sup> [tulepbergenova2000@mail.ru](mailto:tulepbergenova2000@mail.ru)

<sup>2</sup> liza.ant.53@gmail.com

<sup>3</sup> grushkomp@mgupp.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7529-5382>

**Abstract.** Assessment of the quality of biological safety of frozen fish of freshwater species is an urgent task, in the production and marketing of fish and fish products. Due to the physiological features of the fish's structure, it quickly deteriorates, being a favorable breeding ground for the development of a large number of bacteria. Heavy metals accumulate in the tissues of fish, having a negative effect on the organism and disrupting biochemical processes. As a result, immunity is reduced and many infectious and invasive diseases develop. The article presents the results of toxicological and microbiological studies of frozen carp (*Cyprinus carpio*) and walleye (*Sander lucioperca*) purchased at food markets in Moscow. All tested samples complied with the requirements of TR CU 021/2011 and TR EAEU 040/2016.

**Keywords:** frozen fish, heavy metals, microorganisms, organochlorine pesticides

**For citation:** Tulepbergenova A.R., Antonova E.V., Grushko M.P. Assessment of the quality and of biological safety of frozen freshwater fish // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2026. № 1 (57). P. 65–70 (In Russ.).

DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601009

EDN: BNACYH

### Введение

Рыба и рыбная продукция обладают высокой пищевой ценностью и служат основным продуктом питания человека. Также она является сырьем для агропромышленного производства и химико-фармацевтической продукции [16].

Потребление рыбы и рыбной продукции, произведенной с нарушением санитарно-технологических требований, может повлечь за собой значительный риск для жизни и здоровья людей. Из-за физиологической особенности строения она быстро портится и может быть источником инвазионных заболеваний, таких как дифиллоботриоз, описторхоз и клонорхоз. Также гидробионты, в целом, способны накапливать в органах и тканях тела тяжелые металлы и загрязняющие вещества из окружающей среды [15].

Рыба, реализуемая на продовольственных рынках, должна соответствовать санитарно-эпидемиологическим, гигиеническим и ветеринарным требованиям Технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) [2] и Технического регламента

Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016) [1]. Однако периодически регистрируются случаи реализации недоброкачественной рыбной продукции [14]. Для определения качества и допуска рыбы к реализации проводят ветеринарно-санитарную экспертизу в государственной аккредитованной лаборатории.

Цель исследования – оценка качества безопасности замороженной пресноводной рыбы, реализуемой на рынках города Москвы [17].

### Материалы и методы

Объектом исследования явились образцы замороженного карпа (*Cyprinus carpio*) и судака (*Sander lucioperca*), приобретенные на рынках г. Москвы. Заключение о качестве продукции давали с учетом требований Технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) [2], Технического регламента Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016) [1], СанПиН и ГОСТ (табл.1) [3...13].

Таблица 1. Нормативные документы контроля качества рыбы и рыбной продукции

Table 1. Regulatory documents for quality control of fish and fish products

№ п/п	Показатель безопасности	Нормативные документы
1	Свинец	ГОСТ 26932-86 «Сырье и продукты пищевые. Методы определения свинца»
2	Мышьяк	ГОСТ 31707-2012 «Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение общего мышьяка и селена методом атомно-абсорбционной спектроскопии с генерацией гидридов с предварительной минерализацией пробы под давлением»

№ п/п	Показатель безопасности	Нормативные документы
3	Кадмий	ГОСТ 26933-86 «Сырье и продукты пищевые. Методы определения кадмия»
4	Ртуть	ГОСТ Р 53183-2008 (ЕН 13806:2002) «Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение ртути методом атомно-абсорбционной спектроскопии холодного пара с предварительной минерализацией пробы под давлением»
5	<i>Listeria monocytogenes</i>	ГОСТ 32031-2022 «Продукты пищевые. Методы выявления бактерий <i>Listeria monocytogenes</i> и других видов <i>Listeria (Listeria spp.)</i> »
6	Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы	ГОСТ 31659-2012 (01/07/2013) «Межгосударственный стандарт. Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода <i>Salmonella</i> »
7	Количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ)	ГОСТ 10444.15-94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов»
8	Бактерии группы кишечных палочек (БГКП)	ГОСТ 31747-2012 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)»
9	Стафилококки <i>S. aureus</i>	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 <i>Staphylococcus aureus</i> »
10	ГХЦГ (α-, β-, γ-изомеры)	МЗ СССР МУ 3151-84 «Методические указания по избирательному газохроматографическому определению хлорорганических пестицидов»
11	ДДТ и его метаболиты	МЗ СССР МУ 3151-84 «Методические указания по избирательному газохроматографическому определению хлорорганических пестицидов»

### Результаты исследований и обсуждение

Свинец, мышьяк, кадмий и ртуть относятся к микроэлементам с токсическим действием. Они аккумулируются в тканях рыб, оказывая негативное воздействие на организм и нарушая биохимические процессы, в результате чего снижается иммунитет и развиваются инфекционные и инвазионные за-

болевания. Так как накопление тяжелых металлов зависит от качества потребляемого корма, их повышенное содержание наблюдается чаще в организме хищных рыб, чем растительноядных [18].

Результаты определения содержания тяжелых металлов в образцах карпа и судака представлены в таблице 2.

**Таблица 2. Содержание тяжелых металлов в образцах тканей пресноводных рыб**

*Table 2. Heavy metals in freshwater fish samples*

Тяжелые металлы	Результат испытаний, мг/кг		Норматив, мг/кг
	Карп ( <i>Cyprinus carpio</i> )	Судак ( <i>Sander lucioperca</i> )	
Свинец	0,2584	0,0437	Не более 1,0
Мышьяк	Менее 0,1	Менее 0,1	Не более 1,0
Кадмий	Менее 0,01	Менее 0,01	Не более 0,2
Ртуть	Менее 0,025	Менее 0,025	Не более 0,6

Содержание свинца в образцах карпа и судака составляло 0,2584 и 0,0437 мг/кг соответственно и не превышало нормативных значений. У рыб обеих групп содержание мышьяка было менее 0,1 мг/кг, кадмия – менее 0,01 мг/кг, ртути – менее 0,025 мг/кг. Данные значения также не превышали нормативов.

Рыбу считают благоприятной питательной средой для развития большого количества бактерий, а при несвоевременной термической обра-

ботке и высокой температуре окружающей среды обсемененность микроорганизмами повышается. Превышение нормативов микробиологических показателей в рыбе и рыбной продукции может привести к развитию кишечной инфекции, расстройству желудочно-кишечного тракта [17].

*Listeria monocytogenes* были включены в список особо опасных патогенов, так как способны проникать в клетки, преодолевая защитные барьеры организма. Одним из основных путей передачи

является употребление сырых или плохо термически обработанных мяса и рыбы [18].

*Salmonella* служит возбудителем кишечной инфекции. Источником может стать рыба, зараженная сальмонеллой при жизни или при разделке [17].

В состав КМАФАнМ входят бактерии, дрожжи, плесневые грибы, общая численность которых свидетельствует о санитарно-гигиеническом состоянии продукции и степени его обсемененности микрофлорой [14].

Бактерии группы кишечной палочки принадлежат к санитарно-показательным микроорганизмам, поступают в рыбную продукцию из различных источников, таких как вода, производственное оборудование, руки персонала и др.

*Staphylococcus aureus*, составляющий примерно 40% микрофлоры рук и носоглотки персонала, обрабатывающего рыбу, может контаминировать продукт в процессе переработки [18].

Результаты микробиологического исследования представлены в таблице 3.

**Таблица 3. Результаты микробиологического исследования образцов тканей пресноводных рыб**

*Table 3. Results of microbiological research in freshwater fish samples*

Показатель	Результат испытаний		Норматив
	Карп ( <i>Cyprinus carpio</i> )	Судак ( <i>Sander lucioperca</i> )	
<i>Listeria monocytogenes</i>	В 25 г не обнаружено	В 25 г не обнаружено	В 25 г не допускаются
Патогенные микроорганизмы в т.ч. сальмонеллы	В 25 г не обнаружено	В 25 г не обнаружено	В 25 г не допускаются
КМАФАнМ	Менее $1 \cdot 10^3$	Менее $1 \cdot 10^3$	Не более $1 \cdot 10^5$
БГКП (колиформы)	В 0,001 г не обнаружено	В 0,001 г не обнаружено	В 0,001 г не допускаются
Стафилококки <i>S. aureus</i>	В 0,01 г не обнаружено	В 0,001 г не обнаружено	В 0,01 г не допускаются

В результате проведенного исследования в образцах тканей рыб пресноводных видов превышений микробиологических показателей не обнаружено.

Хлорорганические пестициды (ХОП) могут загрязнить рыбную продукцию при попадании воды с сельскохозяйственных угодий в реку, так как ХОП способны накапливаться в организмах рыб и перемещаться по пищевой цепи. Они токсичны для человека, поражают нервную, эндокринную и пищеварительную системы [15].

Результаты анализа по определению хлорорганических пестицидов в образцах карпа и судака представлены в таблице 4.

Содержание хлорорганических пестицидов в образцах тканей карпа и судака составляло менее 0,005 мг/кг и не превышало нормативных значений (не более 0,2 мг/кг).

Результаты анализа по определению хлорорганических пестицидов в образцах карпа и судака представлены в таблице 4.

**Таблица 4. Содержание хлорорганических пестицидов в образцах тканей пресноводных рыб**

*Table 4. Organochlorine pesticide content in freshwater fish samples*

ХОП	Результат испытаний, мг/кг		Норматив, мг/кг
	Карп ( <i>Cyprinus carpio</i> )	Судак ( <i>Sander lucioperca</i> )	
ГХЦГ (α-, β-, γ-изомеры)	Менее 0,005	Менее 0,005	Не более 0,2
ДДТ и его метаболиты	Менее 0,005	Менее 0,005	Не более 0,2

### Заключение

Результаты проведенных исследований показали, что замороженная рыба, реализуемая на продовольственных рынках города Москвы, соответствует требованиям ТР ТС 021/2011 и ТР

ЕАЭС 040/2016. Содержание тяжелых металлов и хлорорганических пестицидов не превышало нормативных значений, также не было обнаружено превышений микробиологических показателей.

Качество и биологическая безопасность замороженной пресноводной рыбы требует тщательного контроля на всех этапах производства и хранения, так как является важным продуктом питания, обеспечивающим население ценными белками, жирными кислотами и микроэлементами.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции».
2. ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».
3. СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов».
4. ГОСТ 26933-86 «Сырье и продукты пищевые. Методы определения кадмия».
5. ГОСТ 31707-2012 «Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение общего мышьяка и селена методом атомно-абсорбционной спектроскопии с генерацией гидридов с предварительной минерализацией пробы под давлением».
6. ГОСТ Р 53183-2008 (ЕН 13806:2002) «Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение ртути методом атомно-абсорбционной спектроскопии холодного пара с предварительной минерализацией пробы под давлением».
7. ГОСТ 26932-86 «Сырье и продукты пищевые. Методы определения свинца».
8. ГОСТ 32031-2022 «Продукты пищевые. Методы выявления бактерий *Listeria monocytogenes* и других видов *Listeria* (*Listeria* spp.)».
9. ГОСТ 31659-2012 (01/07/2013) «Межгосударственный стандарт. Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*».
10. ГОСТ 10444.15-94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов».
11. ГОСТ 31747-2012 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)».
12. 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*».
13. МЗ СССР МУ 3151-84 «Методические указания по избирательному газохроматографическому определению хлорорганических пестицидов».
14. Адиатулин И.Ф., Белоусов В.И., Романенко Е.А., Грудев А.И. Результаты мониторинга безопасности рыбы и рыбной продукции Российской Федерации // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2022. № 3 (43). С. 312-319. doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202203005.
15. Клименова Н.А. Современные методы исследования биологической безопасности рыбы в условиях ветеринарной лаборатории // European Scientific Conference: сб. статей XXV Международной научно-практической конференции, Пенза, 07 апреля 2021 г. Пенза: Наука и Просвещение. 2021. С. 135-139. EDN ЕЕВННВ.
16. Масасина Е.В., Тимохина М.А. Качество рыбы озер Курганской области // Инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции в условиях международных санкций. 2023. С. 202-205.
17. Никифорова Н.В. Уровень безопасности рыбы, рыбных продуктов и других гидробионтов на потребительском рынке России: анализ результатов санитарно-эпидемиологического контроля 2013–2020 гг. // Анализ риска здоровью. 2023. С. 232-237.
18. Троицкая Е.П. Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы // Студенческая наука об актуальных проблемах и перспективах инновационного развития регионального АПК: Материалы XXI научно-практической конференции обучающихся. Тара, 16 марта 2022 г. Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина. 2022. С. 38-45. EDN XYGUGN.

### REFERENCES

1. TR EAE'S 040/2016 «O bezopasnosti ry`by` i ry`bnoj produkczii».
2. TR TS 021/2011 «O bezopasnosti pishhevoj produkczii».
3. SanPiN 2.3.2.1078-01 «Gigienicheskie trebovaniya bezopasnosti i pishhevoj czennosti pishhevy`kx produktov».
4. GOST 26933-86 «Sy`r`e i produkty` pishhevy`e. Metody` opredeleniya kadmiya».
5. GOST 31707-2012 «Produkty` pishhevy`e. Opredelenie sledovy`kx e`lementov. Opredelenie obshhego my`sh`yaka i selena metodom atomno-absorbczionnoj spektrometrii s generacziej gidridov s predvaritel`noj mineralizacziej proby` pod davleniem».
6. GOST R 53183-2008 (EN 13806:2002) «Produkty` pishhevy`e. Opredelenie sledovy`kx e`lementov. Opredelenie rtuti metodom atomno-absorbczionnoj spektrometrii kxolodnogo para s predvaritel`noj mineralizacziej proby` pod davleniem».

7. GOST 26932-86 «Sy`r`e i produkty` pishhevy`e. Metody` opredeleniya svincza».
8. GOST 32031-2022 «Produkty` pishhevy`e. Metody` vy`yavleniya bakterij Li`steria monocytogenes i drugikx vidov Li`steria (Li`steria spp.)».
9. GOST 31659-2012 (01/07/2013) «Mezhgosudarstvenny`j standart. Produkty` pishhevy`e. Metod vy`yavleniya bakterij roda Salmonella».
10. GOST 10444.15-94 «Produkty` pishhevy`e. Metody` opredeleniya kolichestva mezofil`ny`kx ae`robnny`kx i fakul`tativno-anae`robnny`kx mikroorganizmov».
11. GOST 31747-2012 «Produkty` pishhevy`e. Metody` vy`yavleniya i opredeleniya kolichestva bakterij grupy` kishechny`kx paloček (koliformny`kx bakterij)».
12. GOST 31746-2012 (I`SO 6888-1:1999, I`SO 6888-2:1999, I`SO 6888-3:2003) «Produkty` pishhevy`e. Metody` vy`yavleniya i opredeleniya kolichestva koagulazopolozhitel`ny`kx stafilokokkov i Staphylococcus aureus».
13. MZ SSSR MU 3151-84 «Metodicheskie ukazaniya po izbiratel`nomu gazokhromatograficheskomu opredeleniyu kxlororganicheskikx pesticidov».
14. Adiatulin I.F., Belousov V.I., Romanenko E.A., Grudev A.I. Rezul`taty` monitoringa bezopasnosti ry`by` i ry`bnoj produkcii Rossijskoj Federaczii // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigeny` i e`kologii». 2022. № 3 (43). S. 312-319. doi: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202203005.
15. Klimenova N.A. Sovremenny`e metody` issledovaniya biologicheskoy bezopasnosti ry`by` v usloviyakx veterinarnoj laboratorii // European Sci`enti`fic Conference: sb. statej XXV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferenczii, Penza, 07 aprelya 2021 g. Penza: Nauka i Prosveshhenie. 2021. S. 135-139. EDN EEBHNW.
16. Masasina E.V., Timokhina M.A. Kachestvo ry`by` ozer Kurganskoj oblasti // Innovacionny`e tekhnologii proizvodstva i pererabotki sel`skokhozyajstvennoj produkcii v usloviyakx mezhdunarodny`kx sankezij. 2023. S. 202-205.
17. Nikiforova N.V. Uroven` bezopasnosti ry`by`, ry`bny`kx produktov i drugikx gidrobiontov na potrebitel`skom ry`nke Rossii: analiz rezul`tatov sanitarno-e`pidemiologicheskogo kontrolya 2013–2020 gg. // Analiz riska zdorov`yu. 2023. S. 232-237.
18. Troiczkaia E.P. Veterinarno-sanitarnaya e`kspertiza ry`by` // Studencheskaya nauka ob aktual`ny`kx problemakx i perspektivakx innovacionnogo razvitiya regional`nogo APK: Materialy` XXI` nauchno-prakticheskoy konferenczii obuchayushhikhsya. Tara, 16 marta 2022 g. Omsk: Omskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet imeni P.A. Stoly`pina. 2022. S. 38-45. EDN XYGUGN.

### Информация об авторах

Тулепбергенова А.Р. – аспирантка, ассистент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности;

Антонова Е.В. – магистрант кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности;

Грушко М.П. – д-р биол. наук, профессор кафедры «Ветеринарно-санитарная экспертиза и биологическая безопасность».

### Information about the authors

Tulepbergenova A.R. – Graduate student, assistant of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise and Biological Safety;

Antonova E.V. – master's student of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise and Biological Safety;

Grushko M.P. – Dr. Biol. Sci., professor of the Department «Veterinary and Sanitary Expertise and Biological Safety».

### Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

### Contributions of the authors

The authors contributed equality to the article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 14.08.2025; одобрена после рецензирования 24.09.2025; принята к публикации 24.02.2026; дата опубликования 25.03.2026.

The article was submitted 14.08.2025; approved after reviewing 24.09.2025; accepted for publication 24.02.2026; date of publication 25.03.2026.

САНИТАРНАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ  
SANITARY MICROBIOLOGY

Научная статья  
УДК 619:615.917-281  
DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601010  
EDN: CDGVJQ

АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ НОВОЙ  
ЧЕТВЕРТИЧНОЙ ФОСФОНИЕВОЙ СОЛИ

Ильназ Ильдусович Вахитов<sup>1</sup>, Дамир Даниялович Хайруллин<sup>2</sup>,  
Данил Наильевич Мингалеев<sup>3</sup>, Эдуард Ильясович Семенов<sup>4</sup>,  
Ольга Константиновна Ермолаева<sup>5</sup>, Резиля Ахметовна Асрутдинова<sup>6</sup>

<sup>1,2,6</sup>Казанский ГАУ Институт «Казанская академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана»,  
Казань 420029, Республика Татарстан, Российская Федерация, E-mail: kgavm\_baumana@mail.ru  
<sup>3,4,5</sup>Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, Казань  
420075, Республика Татарстан, Российская Федерация, E-mail: vnivi@tnpko.ru

<sup>1</sup> vahitof-54@mail.ru, ORCID: 0009-0009-6824-8364  
<sup>2</sup> ddhairullin@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-14426-7454  
<sup>3</sup> damin80@mail.ru, ORCID: 0000-0001-7217-4083  
<sup>4</sup> semyonovei@bk.ru, ORCID: 0000-0002-3029-7170  
<sup>5</sup> ermolao@list.ru, ORCID: 0000-0002-9938-6868  
<sup>6</sup> roza109a@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-2214-8017

**Аннотация.** Известно, что при эндометритах у коров в большинстве случаев заболевание вызывают условно-патогенные микроорганизмы, которые играют ведущую роль в развитии воспалительных процессов в организме животных, особенно на фоне растущей тенденции формирования антибиотикорезистентных микроорганизмов. Все это подчеркивает важность исследования чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам и разработки новых подходов к антимикробной терапии. В связи с этим целью данной работы явилось изучение антимикробной активности нового соединения фосфониевой соли. Антимикробную активность соединения фосфониевой соли в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий, дрожжевых грибов определяли методом серийных разведений (МУК 4.2.1890-04. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам. Методические указания МУК 4.2.1890-04). В качестве тест-культур использовали полевые изоляты микроорганизмов, выделенные из влагалищной слизи больных эндометритом коров. Исследуемое соединение фосфониевой соли показало высокую активность в отношении тестируемых микроорганизмов: *Salmonella typhimurium*, *Streptococcus* spp., *Escherichia coli*, *Proteus*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* и *Candida albicans*.

**Ключевые слова:** микроорганизмы, эндометриты, четвертичная фосфониевая соль, антимикробная активность, минимально-подавляющая концентрация

**Для цитирования:** Вахитов И.И., Хайруллин Д.Д., Мингалеев Д.Н., Семенов Э.И., Ермолаева О.К., Асрутдинова Р.А. Антимикробная активность нового соединения четвертичной фосфониевой соли // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2026. № 1 (57). С. 71–77. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601010  
EDN: CDGVJQ

Original article

## ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF A NEW COMPOUND OF QUATERNARY PHOSPHONIUM SALT

**Il'iaz II. Vakhitov<sup>1</sup>, Damir D. Khairullin<sup>2</sup>, Danil N. Mingaleev<sup>3</sup>,  
Eduard I. Semenov<sup>4</sup>, Olga K. Ermolaeva<sup>5</sup>, Rezilya A. Asrutdinova<sup>6</sup>**

<sup>1,2,6</sup> *Kazan State Agrarian University Institute "Kazan Academy of Veterinary Medicine named after  
N.E. Bauman", Kazan 420029, Republic of Tatarstan, Russian Federation,  
e-mail: kgavm\_baumana@mail.ru*

<sup>3,4,5</sup> *"FCTRB-VNIVI" Kazan 420075, Republic of Tatarstan,  
Russian Federation, e-mail: vnivi@tnpko.ru*

<sup>1</sup> vahitof-54@mail.ru, ORCID: 0009-0009-6824-8364

<sup>2</sup> ddhairullin@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-14426-7454

<sup>3</sup> damin80@mail.ru, ORCID: 0000-0001-7217-4083

<sup>4</sup> semyonovei@bk.ru, ORCID: 0000-0002-3029-7170

<sup>5</sup> ermolao@list.ru, ORCID: 0000-0002-9938-6868

<sup>6</sup> roza109a@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-2214-8017

**Abstract.** It is known that endometritis in cows is mostly caused by opportunistic microorganisms, which play a leading role in the development of inflammatory processes in the animal body, especially against the background of the growing trend of antibiotic-resistant microorganisms formation. All this underlines the importance of studying the sensitivity of microorganisms to antimicrobials and the development of new approaches to antimicrobial therapy. In this regard, the aim of this work was to investigate the antimicrobial activity of a new phosphonium salt compound. The antimicrobial activity of the phosphonium salt compound against gram-positive and gram-negative bacteria, yeast fungi was determined using the serial dilution method (MUK 4.2.1890-04. Determination of the sensitivity of microorganisms to antibacterial drugs. Methodical instructions MUK 4.2.1890-04). Field isolates of microorganisms, isolated from the vaginal mucus of cows with endometritis, were used as test cultures. The studied phosphonium salt compound showed high activity against the tested microorganisms: *Salmonella typhimurium*, *Streptococcus* spp., *Escherichia coli*, *Proteus*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*.

**Key words:** microorganisms, endometritis, quaternary phosphonium salt, antimicrobial activity, minimum inhibitory concentration

**For citation:** Vakhitov I.I., Khairullin D.D., Mingaleev D.N., Semenov E.I., Ermolaeva O.K., Asrutdinova R.A. Antimicrobial activity of a new compound of quaternary phosphonium salt // Russian Journal "Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology". 2026. № 1 (57). P. 71–77 (In Russ.). DOI: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202601010  
EDN: CDGVJQ

### **Введение**

В настоящее время при интенсивном ведении животноводства нередко встречаются заболевания половых органов, связанные с проблемами репродуктивной системы самок в случаях несвоевременной диагностики и оказания ветеринарной помощи, что, безусловно, может привести к бесплодию. К заболеванию половой системы коров

приводят скученное содержание поголовья на ограниченной территории, тип кормления, гиподинамия [1, 9, 11]. Нарушение ветеринарно-санитарных требований содержания в конечном счете приводит к нарушению нейроэндокринного механизма регуляции воспроизводительной функции и дисбалансу гормонального статуса организма, что способствует возникновению послеродовых

осложнений у самок сельскохозяйственных животных [1, 3, 9, 12].

Своевременная диагностика и лечение после родовых осложнений, в частности эндометрита у коров, должно быть комплексным с обязательным включением в схему антибактериальных препаратов, которые используются внутриматочно или инъекционно. Частое применение антибиотиков приводит к появлению устойчивых штаммов микроорганизмов, а внутриматочное введение лекарственных препаратов – к дисфункции яичников, вымыванию слизи, что может способствовать переходу болезни в хроническую форму, в связи с чем изыскание новых синтезированных соединений из ряда четвертичных фосфониевых солей является актуальной задачей [2, 4, 5].

Известно, что соли четвертичного фосфония обладают высокой антимикробной активностью в отношении многих условно-патогенных бактерий [1, 2, 10, 13].

Цель нашей работы – изучить антимикробную активность нового соединения фосфониевой соли.

### **Материалы и методы**

Научно-исследовательскую работу проводили в отделении токсикологии ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности».

Антимикробную активность соединения фосфониевой соли в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий, дрожжевых грибов определяли методом серийных разведений (Методические указания МУК 4.2.1890-04. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам). В качестве тест-культур использовали полевые изоляты микроорганизмов (*Salmonella typhimurium*, *Streptococcus* spp., *Escherichia coli*, *Proteus*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* и *Candida albicans*), выделенные из влагалищной слизи больных эндометритом коров.

Для приготовления инокулюма использовали суточную культуру микроорганизмов, выросших на плотных питательных средах (мясо-пептонный агар для бактерий; агар Сабуро для *Candida albicans*). Микроорганизмы суспензировали в стерильном растворе натрия хлорида, доводя концентрацию суспензии до  $10^6$  КОЕ/мл.

Из рабочих растворов готовили двукратные разведения исследуемого вещества в жидкой питательной среде (мясо-пептонный бульон, буль-

он Сабуро). Затем рабочий раствор в количестве 0,5 мл вносили в первую пробирку, содержащую 0,5 мл бульона. Тщательно перемешивали и переносили 0,5 мл раствора исследуемого вещества во вторую пробирку, содержащую первоначально 0,5 мл бульона. Эту процедуру повторяли, пока не был приготовлен весь необходимый ряд разведений. Из последней пробирки 0,5 мл бульона удаляли. Получали ряд пробирок с растворами исследуемого вещества, концентрации которых отличались от соседних пробирок в 2 раза.

В каждую пробирку вносили микробную суспензию в количестве 0,5 мл и в одну пробирку 0,5 мл питательного бульона без исследуемого вещества («отрицательный» контроль). Пробирки с посевами инкубировали в термостате в течение 24 ч при температуре 37°C (тестирование бактерий) и 28°C (тестирование грибов). Пробирки с посевами просматривали визуально после окончания инкубирования.

За минимальную подавляющую концентрацию (МПК) принимали минимальное значение концентрации препарата, при котором отсутствовал видимый рост тестируемых микроорганизмов.

### **Результаты исследований и обсуждение**

По физико-химическим свойствам новая четвертичная фосфониевая соль – трифенилфосфин легко растворим при комнатной температуре в растворе хлороформа, реагирует с акриловой кислотой, приводя к образованию фосфатаина.

Этот же бетаин был получен ранее английскими учеными [6, 7] в реакции трифенилфосфина с хлорпропионовой кислотой, которая была воспроизведена и нами. Спектральные характеристики полученных разными путями образцов бетаина практически полностью совпадали, однако их температуры плавления заметно различались. Причиной такого расхождения, как показали наши специальные исследования, является то, что при кристаллизации бетаина склонны включать в кристаллическую решетку молекулы протонодонорных реагентов или растворителя. Так, бетаин, полученный из трифенилфосфина и акриловой кислоты, содержит в кристаллической решетке одну молекулу акриловой кислоты и две молекулы воды на три молекулы бетаина, что отчетливо фиксируется спектрально методом ПМР. Бетаин, полученный вторым путем – дегидрохлорированием фосфониевой соли водным раствором карбоната натрия, содержит кристаллизационную воду и примесь исходной фосфониевой соли [4, 7, 8].

В опытах *in vitro* выявлена высокая антимикробная активность четвертичной фосфониевой соли в отношении грамположительных, грамотрицательных бактерий и грибов рода *Candida*.

Результаты исследования антимикробного действия фосфониевой соли в отношении исследуемых микроорганизмов представлены в таблице.

**Таблица. Оценка антимикробной активности четвертичной фосфониевой соли**

**Table. Evaluation of the antimicrobial activity of quaternary phosphonium salt**

Микроорганизмы	Концентрация препарата, мг/мл						
	10	5	2,5	1,25	0,625	0,312	0,156
<i>Salmonella typhimurium</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Streptococcus spp.</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. coli</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Proteus</i>	-	-	-	-	-	+	+
<i>Bacillus cereus</i>	-	-	-	-	+	+	+
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	-	-	+	+	+
<i>Candida albicans</i>	-	-	-	-	+	+	+

Примечание: (–) – отсутствие роста; (+) – наличие роста.

Note: (–) – no growth; (+) – growth.

Уровень МПК нового соединения четвертичной фосфониевой соли в отношении грамотрицательных бактерий (*Salmonella typhimurium* и *E coli*) и грамположительных бактерий (*Streptococcus spp.*) составил 0,156 мг/мл.

Ингибирующая активность условно-патогенного микроорганизма *Proteus*, который вызывает инфекцию мочевыводящих путей и гнойную раневую инфекцию, составила 0,625 мг/мл.

Для спорообразующих бактерий *Bacillus cereus*, а также золотистого стафилококка зафиксировано минимальное значение МПК (1,25 мг/мл).

Минимально-подавляющая концентрация исследуемого соединения в отношении возбудителя кандидоза – *Candida albicans* – составила 1,25 мг/мл.

### Заключение

Установлено одинаковое минимальное значение минимальной подавляющей концентрации трифенилфосфина в отношении *Bacillus cereus* и *Candida albicans*. Результаты проведенных исследований показали, что исследуемое соединение фосфониевой соли в опытах *in vitro* проявило высокую активность в отношении тестируемых микроорганизмов: *Salmonella typhimurium*, *Streptococcus spp.*, *Escherichia coli*, *Proteus*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* и *Candida albicans*.

Высокая антимикробная активность исследуемого соединения в отношении грамположительных, грамотрицательных бактерий и дрожжеподобных грибов указывает на перспективность использования его в ветеринарной практике.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Матросова Л.Е., Тарасова Е.Ю., Танасева С.А. и др. Антимикробная и фунгистатическая активность препарата на основе ионизированного серебра // Современные проблемы экспериментальной и клинической токсикологии, фармакологии и экологии: Сборник тезисов докладов Международной научно-практической конференции, Казань, 09–10 сентября 2021 года. Казань: Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, 2021. С. 39-42.
2. Семенов Э.И., Мишина Н.Н., Валиев А.Р. и др. Влияние комбинированного действия микотоксинов и ионизирующего излучения на аллергическую сенсибилизацию // Ветеринарный врач. 2023. № 2. С. 60-69.
3. Галкина И.В., Егорова С.Н. Биологическая активность четвертичных солей фосфония и перспективы их медицинского применения // Медицинский альманах. 2009. № 3. С. 142-145.
4. Асрутдинова Р.А., Петров М.С., Хайруллин Д.Д. и др. Изучение биохимических показателей крови лабораторных животных на фоне длительного применения соли фосфония // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2025. № 3 (55). С. 514-520.

5. Ермолаева О.К., Семенов Э.И., Матросова Л.Е. и др. Оценка активности модифицированного сорбента на основе шунгита в отношении грибов рода *Candida* и *Aspergillus* // Проблемы медицинской микологии. 2025. Т. 27. № 2. С. 136.
6. Галкина И.В., Бахтияров Д.И., Романов С.Р. и др. Патент № 2786693 С1 Российская Федерация, МПК C07C 15/04, A61K 31/03, A61P 31/00. Применение четвертичной фосфониевой соли формулы I (9-карбоксинил) трифенилфосфоний бромида в качестве антимикробного средства: № 2022111977: заявл. 04.05.2022; опубл. 23.12.2022; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет».
7. Галкина И.В., Бахтияров Д.И., Романов С.Р. и др. Патент № 2808893 С1 Российская Федерация, МПК A61K 31/66, A61K 31/4245, A61K 36/53. Противовоспалительное средство для лечения диффузного катарального кератита и катарального конъюнктивита в ветеринарии: № 2023114264: заявл. 31.05.2023; опубл. 05.12.2023; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет».
8. Долгополов Н.Е., Сулейманов Л.Ф., Романов С.Р. и др. Синтез четвертичных фосфониевых солей, содержащих два катионных центра, на основе третичных фосфинов и замещенных коричных кислот // Материалы и технологии XXI века: Сборник тезисов Всероссийской с международным участием школы-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Казань, 05–06 декабря 2024 года. Казань: ООО «Редакционно-издательский центр «Школа». 2024. С. 135.
9. Нафикова А.В., Романов С.Р., Галкина И.В., Бахтиярова Ю.В. Синтез, структура, биологическая активность фосфониевых солей, полученных на основе реакции трис(3-фторфенил) фосфина с акриловой кислотой и ее производными // XXVII Всероссийская конференция молодых учёных-химиков (с международным участием): тезисы докладов, Нижний Новгород, 16–18 апреля 2024 года. Нижний Новгород: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского». 2024. С. 170.
10. Смоленцев С. Ю., Матросова Л.Е., Семенов Э.И. Биохимические показатели крови коров при применении иммуностимуляторов в сочетании с минеральной кормовой добавкой Фелуцен // Зоотехния. 2015. № 11. С. 16.
11. Potekhina R.M., Tarasova E.Yu., Matrosova L.E. et al. A case of laying hens mycosis caused by *Fusarium proliferatum* // *Veterinary Medicine International*. 2023. Vol. 2023. P. 5281260.
12. Smolentsev S.Yu., Poltaev E.N., Matrosova L.E. et al. Stimulation of Rumen Microflora in Cattle by Using Probiotic Concentrate // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018. Vol. 9, No. 2. P. 948-950.
13. Shirshikova T.V., Kamaletdinova L.K., Matrosova L.E. et al. The ABC-Type Efflux Pump MacAB Is Involved in Protection of *Serratiamarcescens* against Aminoglycoside Antibiotics, Polymyxins, and Oxidative Stress // *mSphere*. 2021. Vol. 6, No. 2. P. 1-16.

## REFERENCES

1. Matrosova L.E., Tarasova E.Yu., Tanaseva S.A. i dr. Antibakterial'naya i fungistaticheskaya aktivnost' preparata na osnove ionizirovannogo serebra // *Sovremennyye problemye eksperimental'noj i klinicheskoy toksikologii, farmakologii i ekologii: Sbornik tezisev dokladov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferenczii, Kazan'*, 09–10 sentyabrya 2021 goda. Kazan': Federal'nyj cenztr toksikologicheskoy, radiacionnoj i biologicheskoy bezopasnosti, 2021. S. 39-42.
2. Semenov E.I., Mishina N.N., Valiev A.R. i dr. Vliyaniye kombinirovannogo dejstviya mikotoksinov i ioniziruyushhego izlucheniya na allergicheskuyu sensibilizacziyu // *Veterinarnyj vrach*. 2023. № 2. S. 60-69.
3. Galkina I.V., Egorova S.N. Biologicheskaya aktivnost' chetvertichny'kx solej fosfoniya i perspektivy' ikh mediczinskogo primeneniya // *Mediczinskij al'manak*. 2009. №. 3. S. 142-145.
4. Asrutdinova R.A., Petrov M.S., Kxajrullin D.D. i dr. Izuchenie biokximicheskikx pokazatelej krovi laboratorny'kx zhivotny'kx na fone dlitel'nogo primeneniya soli fosfoniya // *Rossijskij zhurnal «Problemy' veterinarnoj sanitarii, gigieny' i ekologii»*. 2025. № 3 (55). S. 514-520.
5. Ermolaeva O.K., Semenov E.I., Matrosova L.E. i dr. Oczenka aktivnosti modifizirovannogo sorbenta na osnove shungita v otnoshenii gribov roda *Candi'da* i *Aspergi'llus* // *Problemy' mediczinskoj mikologii*. 2025. Т. 27. № 2. S. 136.
6. Galkina I.V., Bakhtiyarov D.I., Romanov S.R. i dr. Patent № 2786693 C1 Rossijskaya Federacziya, MPK C07C 15/04, A61K 31/03, A61P 31/00. Primeneniye chetvertichnoj fosfonievoj soli formuly' I' (9-karboksinonil) trifenilfosfonij bromida v kachestve antimikrobnogo sredstva: № 2022111977: zayavl. 04.05.2022; opubl. 23.12.2022; zayavitel' Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vy'sshego obrazovaniya «Kazanskij (Privolzhskiy) federal'nyj universitet».

- Galkina I.V., Bakhtiyarov D.I., Romanov S.R. i dr. Patent № 2808893 C1 Rossijskaya Federacziya, MPK A61K 31/66, A61K 31/4245, A61K 36/53. Protivovospalitel'noe sredstvo dlya lecheniya diffuznogo kataral'nogo keratita i kataral'nogo kon`yunktivita v veterinarii: № 2023114264: zayavl. 31.05.2023: opubl. 05.12.2023; zayavitel' Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vy'sshego obrazovaniya «Kazanskij (Privolzhsnij) federal'nyj universitet».
- Dolgoplov N.E., Sulejmanov L.F., Romanov S.R. i dr. Sintez chetvertichny`kx fosfonievu`kx solej, sodержashhikh dva kationny`kx czentra, na osnove tretichny`kx fosfinov i zameshhenny`kx korichny`kx kislot // Materialy` i tekhnologii XXI` veka: Sbornik tezisov Vserossijskoj s mezhdunarodny`m uchastiem shkoly`-konferenczii studentov, aspirantov i molody`kx ucheny`kx, Kazan`, 05–06 dekabrya 2024 goda. Kazan`: ООО «Redakcionno-izdatel'skij cenztr «Shkola». 2024. S. 135.
- Nafikova A.V., Romanov S.R., Galkina I.V., Bakhtiyarova Yu.V. Sintez, struktura, biologicheskaya aktivnost` fosfonievu`kx solej, poluchenny`kx na osnove reakcii tris(3-ftorfenil) fosfina s akrilovoj kislotoj i ee proizvodny`mi // KXXKXVII` Vserossijskaya konferencziya molody`kx uchyony`kx-kximikov (s mezhdunarodny`m uchastiem): tezisы` dokladov, Nizhnij Novgorod, 16–18 aprelya 2024 goda. Nizhnij Novgorod: Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vy'sshego obrazovaniya «Nacziional'ny`j issledovatel'skij Nizhegorodskij gosudarstvenny`j universitet im. N.I. Lobachevskogo». 2024. S. 170.
- Smolenczev S. Yu., Matrosova L.E., Semenov E`I. Biokhimicheskie pokazateli krovi korov pri primenenii immunostimulyatorov v sochetanii s mineral'noj kormovoj dobavkoj Feluczen // Zootekxniya. 2015. № 11. S. 16.
- Potekhina R.M., Tarasova E.Yu., Matrosova L.E. et al. A case of laying hens mycosis caused by *Fusarium proliferatum* // Veterinary Medicine International. 2023. Vol. 2023. P. 5281260.
- Smolentsev S.Yu., Poltaev E.N., Matrosova L.E. et al. Stimulation of Rumen Microflora in Cattle by Using Probiotic Concentrate // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. Vol. 9, No. 2. P. 948-950.
- Shirshikova T.V., Kamaletdinova L.K., Matrosova L.E. et al. The ABC-Type Efflux Pump MacAB Is Involved in Protection of *Serratiamarcescens* against Aminoglycoside Antibiotics, Polymyxins, and Oxidative Stress // mSphere. 2021. Vol. 6, No. 2. P. 1-16.

### Информация об авторах

Вахитов И.И. – соискатель кафедры физиологии, фармакологии и токсикологии;

Хайруллин Д.Д. – д-р вет. наук, доцент, профессор кафедры физиологии, фармакологии и токсикологии, научный руководитель;

Мингалеев Д.Н. – д-р вет. наук, профессор, директор Федерального центра токсикологической, радиационной и биологической безопасности;

Семенов Э.И. – д-р вет. наук, главный научный сотрудник;

Ермолаева О.К. – канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаб. микотоксинов;

Асрутдинова Р.А. – д-р вет. наук, проф., профессор кафедры технологии животноводства, кормления и зоогигиены.

### Information about the authors

Vakhitov I.I. – postgraduate student of the Department of Physiology, Pharmacology and Toxicology;

Khairullin D.D. – Dr Vet. Sci., Associate Professor, Professor of the Department of Physiology, Pharmacology and Toxicology, Scientific Director;

Mingaleev D.N. – Dr Vet. Sci., Professor, Director of the Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety;

Semenov E.I. – Dr Vet. Sci., Chief Researcher;

Ermolaeva O.K. – PhD. Biol. Sci., Senior scientific co-lab;

Asrutdinova R.A. – Dr Vet. Sci., Professor, Professor of the Department of Animal Husbandry Technology, Feeding and Zoohygiene.

### Вклад авторов

Вахитов И.И. – постановка и проведение эксперимента;

Хайруллин Д.Д. – руководство, обобщение данных;

Мингалеев Д.Н. – руководство, обобщение данных;

Семенов Э.И. – руководство, постановка и проведение эксперимента;

Ермолаева О.К. – постановка и проведение эксперимента;

Асрутдинова Р.А. – руководство, обобщение данных.

### **Contribution of the authors**

Vakhitov I.I. – setting up and conducting an experiment;  
Khairullin D.D. – management, data summarization;  
Mingaleev D.N. – guidance, generalization of data;  
Semenov E.I. – guidance, setting up and conducting an experiment;  
Ermolaeva O.K. – setting up and conducting an experiment;  
Asrutdinova R.A. – guide, generalization.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 30.10.2025; одобрена после рецензирования 12.11.2025; принята к публикации 24.02.2026; дата опубликования 25.03.2026.

The article was submitted 30.10.2025; approved after reviewing 12.11.2025; accepted for publication 24.02.2026; date of publication 25.03.2026.

Научная статья

УДК: 615.33:579.852.11 (571.56)

DOI: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202601011

EDN: CELBLH

## ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ШТАММОВ БАКТЕРИЙ *BACILLUS SUBTILIS* И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ

Михаил Петрович Неустроев<sup>1</sup>, Надежда Петровна Тарабукина<sup>2</sup>,  
Аял Геннадиевич Павлов<sup>3</sup>, Альбина Ивановна Решетникова<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Якутский НИИ сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова –  
обособленное подразделение ФИЦ Якутский научный центр СО РАН,  
Якутск 677001, Республика Саха (Якутия), Российская Федерация,  
E-mail: agronii@mail.ru

<sup>1</sup> mneustroev50@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-0672-4109>

<sup>2</sup> microby@bk.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5493-8809>

<sup>3</sup> deanonbitard@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-9550-1427>

<sup>4</sup> alli24.97@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0005-2204-6696>

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследования ферментативной активности пробиотических штаммов бактерий *Bacillus subtilis* (2СП, 5СП, 27L, 11К), выделенных из микробиоты диких животных Якутии. Установлено, что штаммы *B. subtilis* 2СП и *B. subtilis* 5СП проявляют высокую амилолитическую (2750 и 2670 ед/г соответственно) и ксиланазную (23795 и 17641 ед/дм<sup>3</sup>) активность. Штамм *B. subtilis* 27L продемонстрировал выраженную фруктозилтрансферазную активность (6875 ед/дм<sup>3</sup>), что характеризует его как потенциального продуцента пребиотиков. Для штамма *B. subtilis* 11К выявлен комплекс протеаз с доминированием нейтральной (30,24 ед/дм<sup>3</sup>) и щелочной (17,76 ед/дм<sup>3</sup>) активности. Выявленный спектр гидролитических активностей определяет перспективы практического применения данных штаммов. Штаммы *B. subtilis* 2СП и *B. subtilis* 5СП представляют ценность для создания кормовых добавок, штамм *B. subtilis* 27L – для разработки синбиотиков, а штамм *B. subtilis* 11К – в качестве источника протеаз для пищевой и легкой промышленности. Все исследованные штаммы депонированы в Биоресурсном центре Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов НИЦ «Курчатовский институт». Результаты подтверждают целесообразность разработки на основе изученных штаммов высокоэффективных ферментных препаратов и пробиотических средств.

**Ключевые слова:** *Bacillus subtilis*, пробиотики, ферментативная активность, амилаза, ксиланаза, фруктозилтрансфераза, протеаза, микробиота, дикие животные, Якутия

**Для цитирования:** Неустроев М.П., Тарабукина Н.П., Павлов А.Г., Решетникова А.И. Ферментативная активность пробиотических штаммов бактерий *B. subtilis* и перспективы использования в агробιοтехнологии // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2026. № 1 (57). С. 78–84. DOI: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202601011

EDN: CELBLH

## ENZYMATIC ACTIVITY OF PROBIOTIC BACTERIAL STRAINS *BACILLUS SUBTILIS* AND PROSPECTS FOR USE IN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY

Mikhail P. Neustroev<sup>1</sup>, Nadezhda P. Tarabukina<sup>2</sup>,  
Ayal G. Pavlov<sup>3</sup>, Albina Iv. Reshetnikova<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Yakutsk Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov –  
a separate division of the FSC Yakutsk Scientific Center of the SB RAS,  
Yakutsk 677001, Respublika Sakha (Yakutiya), Russian Federation,  
E-mail: agronii@mail.ru

<sup>1</sup> mneustroev50@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-0672-4109>

<sup>2</sup> microby@bk.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5493-8809>

<sup>3</sup> deanonbitard@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-9550-1427>

<sup>4</sup> alli24.97@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0005-2204-6696>

**Abstract.** The article presents the results of a study on the enzymatic activity of probiotic bacterial strains *Bacillus subtilis* (2SP, 5SP, 27L, 11K) isolated from the microbiota of wild animals in Yakutia. It was established that strains *B. subtilis* 2SP and *B. subtilis* 5SP exhibit high amylolytic activity (2750 and 2670 U/g, respectively) and xylanase activity (23795 and 17641 U/dm<sup>3</sup>). Strain *B. subtilis* 27L demonstrated significant fructosyltransferase activity (6875 U/dm<sup>3</sup>), characterizing it as a potential producer of prebiotics. For strain *B. subtilis* 11K, a complex of proteases was identified, dominated by neutral (30.24 U/dm<sup>3</sup>) and alkaline (17.76 U/dm<sup>3</sup>) activity. The revealed spectrum of hydrolytic activities determines the prospects for the practical application of these strains. Strains *B. subtilis* 2SP and *B. subtilis* 5SP are valuable for creating feed additives, strain *B. subtilis* 27L for developing synbiotics, and strain *B. subtilis* 11K as a source of proteases for the food and light industries. All studied strains are deposited in the Bioresource Center of the Russian National Collection of Industrial Microorganisms at the Kurchatov Institute Research Center. The results confirm the feasibility of developing highly effective enzyme preparations and probiotic agents based on the studied strains.

**Keywords:** *Bacillus subtilis*, probiotics, enzymatic activity, amylase, xylanase, fructosyltransferase, protease, microbiota, wild animals, Yakutia

**For citation:** Neustroev M.P., Tarabukina N.P., Pavlov A.G., Reshetnikova A.I. Enzymatic activity of probiotic bacterial strains *B. subtilis* and prospects for use in agricultural biotechnology // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2026. № 1 (57). P. 78–84 (In Russ.). DOI: 10.36871/vet.san.hygiene.ecol.202601011

EDN: CELBLH

### Введение

Современная тенденция к снижению использования антибиотиков и химических стимуляторов роста в сельском хозяйстве и ветеринарии обуславливает интенсивный поиск эффективных и безопасных альтернатив. Одним из наиболее перспективных направлений выступает использование пробиотиков, связанное с растущим спросом на сельскохозяйственную продукцию, не содержащую следов антибиотиков, а также необ-

ходимостью противодействовать росту антибиотикорезистентности [2].

Пробиотические штаммы *B. subtilis* оказывают многофакторное положительное действие, ключевым из которых является синтез гидролитических ферментов. Как отмечают исследователи, бактерии служат живыми фабриками ферментов, значительно усиливающими энзиматический комплекс организма-хозяина [13]. *B. subtilis* продуцирует протеазы, амилазы и липазы, непосред-

ственно участвующие в процессах пищеварения. Особую значимость это свойство приобретает в контексте коррекции расстройств пищеварения, при которых гидролитические ферменты бацилл играют основную роль в компенсации ферментативной недостаточности [11].

Эффективность коммерческих штаммов *B. subtilis* характеризуется значительной вариабельностью, обусловленной фундаментальными биологическими механизмами. Согласно современным исследованиям различные штаммы демонстрируют выраженные различия в уровне ферментативной активности даже в пределах одного вида [9]. Геномный анализ подтверждает, что консервативная часть генома *B. subtilis* составляет приблизительно 70%, тогда как вариабельный сегмент включает гены, ответственные за синтез антимикробных пептидов, ферментов и витаминов, детерминирующих пробиотические свойства [1]. Установленная штаммоспецифичность обосновывает целесообразность поиска новых изолятов в аутохтонных микробиотах диких животных, адаптированных к экстремальным экосистемам.

Микробиом диких животных Якутии, сформировавшийся в условиях экстремальных температур и специфического рациона, представляет собой уникальный источник микроорганизмов с полиферментными активностями, обладающих адаптивными механизмами для выживания в стрессовых условиях [6]. Можно предположить, что такие штаммы являются перспективным резервуаром для выделения культур с повышенной и полиферментной активностью, что обуславливает их высокий конкурентный потенциал.

Цель исследований – изучить ферментативную активность пробиотических штаммов *Bacillus subtilis*, выделенных из микробиоты диких животных Якутии, для оценки их практической значимости в качестве основы для создания биотехнологических продуктов.

### Материалы и методы

Исследования проведены в лаборатории ветеринарной биотехнологии Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова. Исследования протеолитической и фруктозилтрансферазной активности штаммов *B. subtilis* 27L и *B. subtilis* 11K выполнены совместно с Шаньдунской биотехнологической компанией Билан Shandong Bee-lan Biotechnology Co. Ltd.

В исследовании использовали штаммы бактерий *Bacillus subtilis*, выделенные из микробиоты диких животных Якутии: *B. subtilis* 27L, выделенный из лося (*Alces alces*), с регистрационным номером ВКПМ В-14800; *B. subtilis* 11К, полученный от дикой козули (*Capreolus pygargus*), под номером ВКПМ В-14816; *B. subtilis* 2СП, также выделенный из дикой козули, с номером ВКПМ В-14405; *B. subtilis* 5СП, изолированный от бурого медведя (*Ursus arctos*), с номером ВКПМ В-14406. Все указанные штаммы прошли официальное депонирование в Биоресурсном центре Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов НИЦ «Курчатовский институт».

Ферментативную активность изучали стандартными методами. Фруктозилтрансферазную активность штамма *B. subtilis* 27L определяли по методу Biotechnology Letters (1987) [8]. Количество образовавшейся глюкозы определяли спектрофотометрически при длине волны 540 нм после реакции с 3,5-динитробензойной кислотой.

Протеолитическую активность штамма *B. subtilis* 11К исследовали по модифицированному методу Ансона (ГОСТ 20264.2-88). Количество продуктов протеолиза определяли с реактивом Фолина спектрофотометрически при длине волны 670 нм.

Амилолитическую активность штаммов *B. subtilis* 2СП и *B. subtilis* 5СП оценивали по методу Шомоди–Нельсона [12]. Количество редуцирующих сахаров определяли спектрофотометрически при длине волны 750 нм.

Ксиланазную активность определяли по ГОСТ Р 55302-2012. Количество образовавшейся ксилозы определяли спектрофотометрически с реактивом ДНС при длине волны 540 нм.

Все определения ферментативных активностей выполняли в трех независимых биологических повторностях (n=3). Статистическую обработку данных проводили с использованием программного пакета Statistica 13.3 (StatSoft, США). Рассчитывали среднее арифметическое (M) и стандартное отклонение (SD). Визуализацию результатов выполняли с помощью языка программирования Python 3.14.2 с библиотеками Matplotlib и NumPy.

### Результаты исследований и обсуждение

Проведенная оценка гидролитического потенциала исследуемых штаммов бактерий рода *Bacillus* выявила наличие у них высоких и спе-

циализированных ферментативных активностей, определяющих их практическую ценность. Результаты исследования ферментативной активности

штаммов *Bacillus subtilis* после статистической обработки данных ( $M \pm SD$ ,  $n=3$ ) представлены на рисунке.

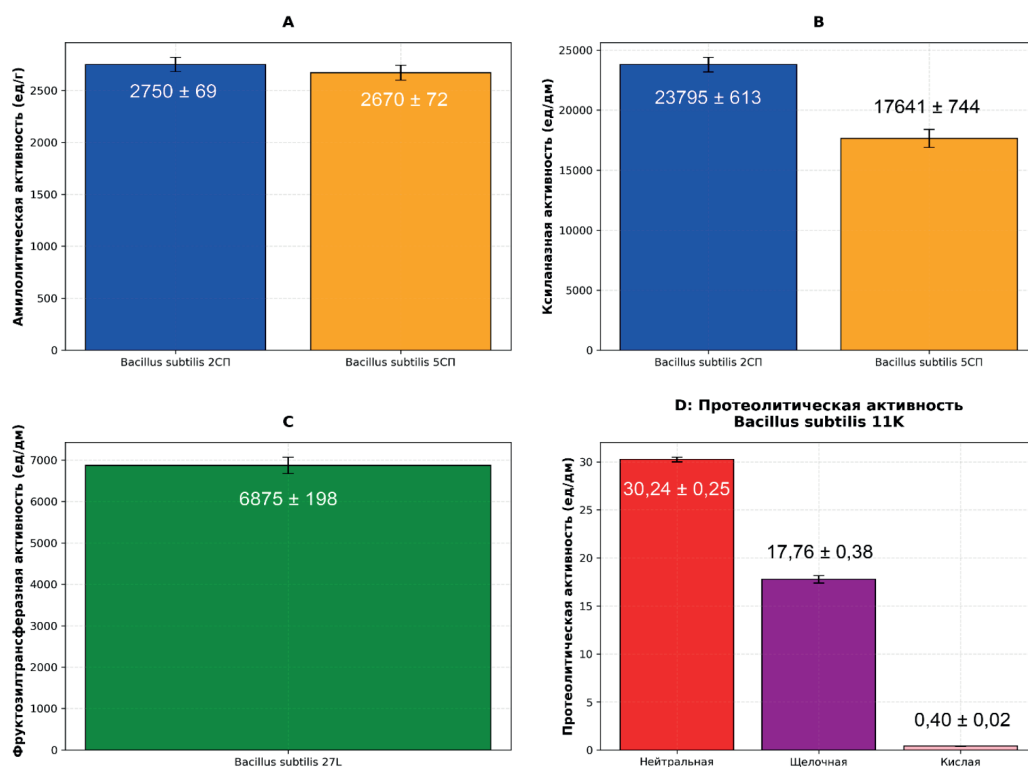


Рис. Ферментативная активность штаммов *Bacillus subtilis* ( $M \pm SD$ ,  $n=3$ )  
Fig. Enzymatic activity of *Bacillus subtilis* strains ( $M \pm SD$ ,  $n=3$ )

У штаммов *B. subtilis* 2СП и *B. subtilis* 5СП была зафиксирована интенсивная амилолитическая активность, достигшая значений  $2750 \pm 69$  и  $2670 \pm 72$  ед/г соответственно. Параллельно эти же штаммы продемонстрировали исключительно высокую ксиланазную активность ( $23795 \pm 613$  и  $17641 \pm 744$  ед/дм<sup>3</sup> соответственно). Сочетание выраженной амилолитической и ксиланазной активности в одном микроорганизме представляет значительный интерес для современной агробиотехнологии. Полученные данные согласуются с литературными сведениями о *Bacillus subtilis* как о мощном продуценте гидролаз [11] и позволяют рассматривать данные штаммы в качестве перспективной основы для создания кормовых добавок, направленных на повышение усвояемости растительных кормов за счет одновременного расщепления крахмала и некрахмальных полисахаридов.

Особый интерес представляет штамм *B. subtilis* 27L, у которого была обнаружена выраженная фруктозилтрансферазная активность, равная  $6875 \pm 198$  ед/дм<sup>3</sup>. Наличие данной активности ха-

рактеризует его не только как пробиотический организм, но и как потенциального продуцента пребиотиков – фруктоолигосахаридов, которые являются стимуляторами роста бифидобактерий и лактобацилл в желудочно-кишечном тракте [10].

В отличие от штаммов с углеводным профилем активности, изолят *B. subtilis* 11K проявил протеазную активность, при этом ее уровень существенно варьировался в зависимости от pH среды: нейтральная протеаза –  $30,24 \pm 0,25$  ед/дм<sup>3</sup>, щелочная –  $17,76 \pm 0,38$  ед/дм<sup>3</sup> и кислая –  $0,4 \pm 0,02$  ед/дм<sup>3</sup>. Подобный профиль, с доминированием нейтральных и щелочных протеаз, указывает на специфичность ферментного комплекса и раскрывает широкие перспективы применения данного штамма в различных отраслях биотехнологии. Нейтральные протеазы востребованы в пищевой промышленности, в частности при производстве белковых гидролизатов и в сыроварении, в то время как щелочные находят применение в составе моющих средств и в технологических процессах кожевенной промышленности [7].

### Заключение

Проведенные исследования позволили выявить специализированные и высокие ферментативные активности у изученных штаммов бацилл. Штаммы *B. subtilis* 2СП и *B. subtilis* 5СП продемонстрировали выраженную амилолитическую и высокую ксиланазную активность, в то время как штамм *B. subtilis* 27L проявил себя как активный продуцент фруктозилтрансферазы. Изолят *B. subtilis* 11К характеризуется комплексом протеаз с доминированием нейтральной и щелочной активности. Результаты, обработанные в Statistica 13.3 ( $M \pm SD$ ,  $n=3$ ) и визуализированные с помощью Python (Matplotlib, NumPy), подтверждают статистически значимые различия в ферментативных активностях исследованных штаммов.

Выявленный спектр гидролитических активностей определяет перспективы практического применения данных штаммов. Штаммы *B. subtilis* 2СП и *B. subtilis* 5СП представляют ценность для

создания кормовых добавок, штамм *B. subtilis* 27L – для разработки синбиотиков, а штамм *B. subtilis* 11К – для использования в качестве источника протеаз в пищевой и легкой промышленности.

На основе полученных данных получены патенты: RU 2849485 С1 Российской Федерации «Штамм бактерий *B. subtilis* 11К [5], используемый для изготовления пробиотической кормовой добавки», RU 2837287 С1 «Применение ферментной кормовой добавки для кормления лошадей» [3] и RU 2850919 С2 «Штамм *Bacillus subtilis* 2СП ВКПМ В-14405, используемый для разработки ферментной кормовой добавки» [4].

Таким образом, результаты работы подтверждают целесообразность применения и дальнейшего изучения выделенных штаммов с целью оптимизации условий культивирования и разработки на их основе высокоэффективных ферментных препаратов и пробиотических средств для различных отраслей биотехнологии.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Лютых О. Война бактерий: пробиотики для животных // Эффективное животноводство 2020. №. 3 (160). С. 110-114.
2. Маркова А.М., Неустроев М.П. Результаты испытания пробиотической кормовой добавки «Норд-Бакт» в птицеводстве // Достижения науки и техники АПК 2025. Т. 39. № 5. С. 85-89.
3. Неустроев М.П., Тарабукина Н.П., Павлов А.Г., Решетникова А.И., Скрыбина М.П., Маркова А.М., Парникова С.И. Применение ферментной кормовой добавки для кормления лошадей. Патент RU 2837287 С1. 2025.
4. Неустроев М.П., Тарабукина Н.П., Павлов А.Г., Скрыбина М.П., Маркова А.М., Парникова С.И. Штамм *Bacillus subtilis* 2СП ВКПМ В-14405, используемый для разработки ферментной кормовой добавки. Патент RU 2850919 С2. 2025.
5. Неустроев М.П., Тарабукина Н.П., Скрыбина М.П. Решетникова А.И., Маркова А.М., Парникова С.И., Чжан В., Ху Ч. Штамм бактерий *Bacillus subtilis* 11К, используемый для изготовления пробиотической кормовой добавки. Патент RU 2849485 С1. 2025.
6. Неустроев М.П., Тарабукина Н.П., Степанова А.М., Неустроев М.М. Разработка и производство биологических препаратов с использованием биоресурсов Арктики и Субарктики // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана, Беларуси и Болгарии, 2020. С. 317-321.
7. Jiang C., Ye C., Liu Y. et al. Genetic engineering for enhanced production of a novel alkaline protease BSP-1 in *Bacillus amyloliquefaciens* // Frontiers in Bioengineering and Biotechnology 2022. V. 10. E. 977215.
8. Jung K.H., Lim J.Y., Yoo S.J. et al. Production of fructosyl transferase from *Aureobasidium pullulans* // Biotechnol Lett 1987. V. 9. P. 703–708.
9. Liu Y. Shuai W., Xu Z. et al. Enhanced production of acid phosphatase in *Bacillus subtilis*: From heterologous expression to optimized fermentation strategy // Fermentation 2024. V. 10. №. 12. E. 594.
10. Meng G., Fütterer K. Donor substrate recognition in the raffinose-bound E342A mutant of fructosyltransferase *Bacillus subtilis* levansucrase // BMC Structural Biology 2008. V. 8 (1). E. 16.
11. Mohamed T.M., Bumbie G.Z., Dosoky W.M. et al. Effect of dietary supplementation of *Bacillus subtilis* on growth performance, organ weight, digestive enzyme activities, and serum biochemical indices in broiler // Animals 2022. V. 12. №. 12. E. 1558.
12. Shao Y., Lin A.H.M. Improvement in the quantification of reducing sugars by miniaturizing the Somogyi-Nelson assay using a microtiter plate // Food chemistry 2018. V. 240. P. 898-903.
13. Su Y. *Bacillus subtilis*: a universal cell factory for industry, agriculture, biomaterials and medicine // Microbial cell factories. 2020. V. 19. №. 1. E. 173.

## REFERENCES

1. Lyuty'kx O. Vojna bakterij: probiotiki dlya zhivotny'kx // E'ffektivnoe zhivotnovodstvo 2020. №. 3 (160). S. 110-114.
2. Markova A.M., Neustroev M.P. Rezul'taty' ispy'taniya probioticheskoj kormovoj dobavki «Nord-Bakt» v pticzevodstve // Dostizheniya nauki i tekhniki APK 2025. T. 39. № 5. S. 85-89.
3. Neustroev M.P., Tarabukina N.P., Pavlov A.G., Reshetnikova A.I., Skryabina M.P., Markova A.M., Parnikova S.I. Primenenie fermentnoj kormovoj dobavki dlya kormleniya loshadej. Patent RU 2837287 C1. 2025.
4. Neustroev M.P., Tarabukina N.P., Pavlov A.G., Skryabina M.P., Markova A.M., Parnikova S.I. Shtamm Baci'llus subti'lis 2SP VKPM V-14405, ispol'zuemy'j dlya razrabotki fermentnoj kormovoj dobavki. Patent RU 2850919 C2. 2025.
5. Neustroev M.P., Tarabukina N.P., Skryabina M.P. Reshetnikova A.I., Markova A.M., Parnikova S.I., Chzhan V., Kxu Ch. Shtamm bakterij Baci'llus subti'lis 11K, ispol'zuemy'j dlya izgotovleniya probioticheskoj kormovoj dobavki. Patent RU 2849485 C1. 2025.
6. Neustroev M.P., Tarabukina N.P., Stepanova A.M., Neustroev M.M. Razrabotka i proizvodstvo biologicheskix preparatov s ispol'zovaniem bioresursov Arktiki i Subarktiki // Agrarnaya nauka – sel'skokhozyajstvennomu proizvodstvu Sibiri, Mongolii, Kazakxstana, Belarusi i Bolgarii, 2020. S. 317-321.
7. Jiang C., Ye C., Liu Y. et al. Genetic engineering for enhanced production of a novel alkaline protease BSP-1 in *Bacillus amyloliquefaciens* // *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* 2022. V. 10. E. 977215.
8. Jung K.H., Lim J.Y., Yoo S.J. et al. Production of fructosyl transferase from *Aureobasidium pullulans* // *Biotechnol Lett* 1987. V. 9. P. 703–708.
9. Liu Y. Shuai W., Xu Z. et al. Enhanced production of acid phosphatase in *Bacillus subtilis*: From heterologous expression to optimized fermentation strategy // *Fermentation* 2024. V. 10. №. 12. E. 594.
10. Meng G., Fütterer K. Donor substrate recognition in the raffinose-bound E342A mutant of fructosyltransferase *Bacillus subtilis* levansucrase // *BMC Structural Biology* 2008. V. 8 (1). E. 16.
11. Mohamed T.M., Bumbie G.Z., Dosoky W.M. et al. Effect of dietary supplementation of *Bacillus subtilis* on growth performance, organ weight, digestive enzyme activities, and serum biochemical indices in broiler // *Animals* 2022. V. 12. №. 12. E. 1558.
12. Shao Y., Lin A.H.M. Improvement in the quantification of reducing sugars by miniaturizing the Somogyi-Nelson assay using a microtiter plate // *Food chemistry* 2018. V. 240. P. 898-903.
13. Su Y. *Bacillus subtilis*: a universal cell factory for industry, agriculture, biomaterials and medicine // *Microbial cell factories*. 2020. V. 19. №. 1. E. 173.

### Информация об авторах

Неустроев М.П. – д-р вет. наук, проф., главный научный сотрудник лаборатории ветеринарной биотехнологии;  
Тарабукина Н.П. – д-р вет. наук, проф., главный научный сотрудник лаборатории по разработке микробных препаратов;  
Павлов А.Г. – лаборант-исследователь лаборатории ветеринарной биотехнологии;  
Решетникова А.И. – инженер-исследователь лаборатории по разработке микробных препаратов.

### Information about the authors

Neustroev M.P. – Doc. Vet. Sci., Prof., Chief Researcher of the Laboratory of Veterinary Biotechnology;  
Tarabukina N.P. – Doc. Vet. Sci., Prof., Chief Researcher of the Laboratory for the Development of Microbial Preparations;  
Pavlov A.G. – Research technician of the Laboratory of Veterinary Biotechnology;  
Reshetnikova A.I. – Research engineer of the Laboratory for the Development of Microbial Preparations.

### Вклад авторов

Неустроев М.П. – общее руководство исследованиями, постановка цели работы;  
Тарабукина Н.П. – руководство исследованиями;  
Павлов А.Г. – проведение лабораторных исследований, написание статьи;  
Решетникова А.И. – проведение лабораторных исследований, написание статьи.

### Contribution of the authors

Neustroev M.P. – general research supervision, defining the research objectives;  
Tarabukina N.P. – research supervision;

Pavlov A.G. – conducting laboratory research, writing the article;  
Reshetnikova A.I. – conducting laboratory research, writing the article.

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

Статья поступила в редакцию 27.11.2025; одобрена после рецензирования 14.01.2026; принята к публикации 24.02.2026; дата опубликования 25.03.2026.

The article was submitted 27.11.2025; approved after reviewing 14.01.2026; accepted for publication 24.02.2026; date of publication 25.03.2026.

Научная статья  
УДК 579.62; 639.2/.3  
DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601012  
EDN: CGCZUM

## АНАЛИЗ ДОМИНИРУЮЩИХ РОДОВ В МИКРОФЛОРЕ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ

Дарья Дмитриевна Вилкова<sup>1</sup>, Михаил Николаевич Кутузов<sup>2</sup>,  
Мария Алексеевна Белова<sup>3</sup>, Ольга Викторовна Новиченко<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Череповецкий государственный университет, Череповец 162600, Российская Федерация

<sup>3</sup> Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова,  
Москва 115054, Российская Федерация

<sup>4</sup> Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева,  
Астрахань 414056, Российская Федерация

<sup>1</sup> dariavilkova333@gmail.com, 0000-0002-2869-8709

<sup>2</sup> kutuzov35@gmail.com, 0000-0002-1330-9782

<sup>3</sup> mabelova@chsu.ru, 0009-0008-6466-3854

<sup>4</sup> ollevi@bk.ru, 0000-0002-4282-9728

**Аннотация.** Чтобы предотвратить поступление на рынок некачественной или потенциально опасной рыбы, необходимо проводить бактериальный контроль на всех этапах от транспортировки до производства. В статье представлены результаты микробиологического анализа радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*), проведенного с помощью секвенирования ДНК гипервариабельных регионов гена 16S рРНК. Методика нового поколения (Next Generation Sequencing: NGS) включала платформу Illumina MiSeq и биоинформатическую обработку полученных данных. В результате идентификационных исследований определено общее количество бактерий и их процентное содержание в образце. Наибольшее процентное соотношение микробиоты радужной форели наблюдается для *Brevundimonas* (42,32%), *Brucella* (14,08%), *Pseudomonas* (8,98%), *Sphingobacterium* (7,78%), *Stenotrophomonas* (7,04%).

**Ключевые слова:** радужная форель, *Oncorhynchus mykiss*, микрофлора, безопасность, полимеразная цепная реакция, аквакультура

**Финансирование.** Исследование выполнено в рамках гранта Российского научного фонда № 23-76-10038 на тему: «Разработка экспресс-аналитических методов на основе больших данных спектрального анализа для определения сроков хранения и безопасности пищевого рыбного сырья», <https://rscf.ru/project/23-76-10038/>.

**Для цитирования:** Вилкова Д.Д., Кутузов М.Н., Белова М.А., Новиченко О.В. Анализ доминирующих родов в микрофлоре радужной форели // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2026. № 1 (57). С. 85–90.

DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601012

EDN: CGCZUM

Original article

## ANALYSIS OF DOMINANT GENERA IN THE RAINBOW TROUT MICROFLORA

Daria D. Vilkova<sup>1</sup>, Mikhail N. Kutuzov<sup>2</sup>, Maria A. Belova<sup>3</sup>, Olga V. Novichenko<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Cherepovets State University, Cherepovets 162600, Russian Federation

<sup>3</sup> Plekhanov Russian University of Economics, Moscow 115054, Russian Federation

<sup>4</sup> Astrakhan Tatishchev State University, Astrakhan 414056, Russian Federation

<sup>1</sup> dariavilkova333@gmail.com, 0000-0002-2869-8709

<sup>2</sup> kutuzov35@gmail.com, 0000-0002-1330-9782

<sup>3</sup> mabelova@chsu.ru, 0009-0008-6466-3854

<sup>4</sup> ollevi@bk.ru, 0000-0002-4282-9728

**Abstract.** Bacterial monitoring throughout the entire supply chain, from transport to production, is necessary to prevent low-quality or unsafe fish from reaching the market. This paper presents the results of a microbiological analysis of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). The analysis was performed using DNA sequencing of the hypervariable regions of the 16S rRNA gene. The next-generation sequencing (NGS) methodology employed the Illumina MiSeq platform, followed by bioinformatic processing of the obtained data. The identification studies determined the total bacterial count and their relative abundance (percentage) in the sample. The most abundant genera in the trout microbiota were *Brevundimonas* (42.32%), *Brucella* (14.08%), *Pseudomonas* (8.98%), *Sphingobacterium* (7.78%), and *Stenotrophomonas* (7.04%).

**Keywords:** rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, microbiota, safety, polymerase chain reaction, aquaculture

**Financial Support:** The study was carried out within the framework of the grant of the Russian Science Foundation No. 23-76-10038 on the topic: “Development of rapid methods to determine the shelf-life and safety of edible fish raw material based on spectral analysis big data”, <https://rscf.ru/project/23-76-10038/>.

**For citation:** Vilkova D.D., Kutuzov M.N., Belova M.A., Novichenko O.V. Analysis of dominant genera in the rainbow trout microflora // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2026. № 1 (57). P. 85–90 (In Russ.). DOI: 10.36871/vet.san.hygiene.ecol.202601012  
EDN: CGCZUM

### Введение

Водные организмы подвергаются микробной контаминации на этапах вылова, транспортировки и переработки. Часть аутохтонной микробиоты способна инициировать процесс порчи продукции при хранении. Адаптируясь к условиям холодильного хранения, эти специфические микроорганизмы не только становятся доминирующими штаммами в конечной точке порчи рыбы, но и могут синтезировать соединения, представляющие потенциальную опасность для здоровья потребителей.

Согласно правилам ветеринарно-санитарной экспертизы, каждая партия рыбы и рыбных про-

дуктов проходит контроль на безопасность [1]. Одно из обязательных исследований – микробиологический контроль. К нему относятся: анализ мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, контроль золотистых стафилококков, патогенной микрофлоры, в том числе сальмонелл, и др. Перечисленные исследования являются классическими, или культуральными, микробиологическими методами изучения микрофлоры рыбы. Однако они позволяют выявлять только культивируемые микроорганизмы и представляют собой длительный процесс (до 7 сут). В связи с чем в настоящее время используют мо-

лекулярно-генетические методы, которые позволяют в короткие сроки изучить не только культивируемые виды, но и микробное сообщество в целом [2].

Цель данной работы – анализ доминирующих родов в микрофлоре радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*).

### Материалы и методы

В качестве объекта исследований были отобраны особи свежей форели, выращенные в садковом хозяйстве на озере Ковжское (Вологодская обл.) в апреле 2024 г. Рыбу доставили в лабораторию в изотермических контейнерах со льдом. Затем рыбу потрошили, обезглавили, промыли в проточной воде. Образцы форели разделали на филе, поместили в стерильную пробирку и заморозили при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$  для дальнейшего хранения и транспортировки.

Исследование количественного и качественного состава микробиоты радужной форели было выполнено с помощью секвенирования ДНК гипервариабельных регионов гена 16S рРНК. Методика нового поколения (Next Generation Sequencing: NGS) основана на использовании платформы Illumina MiSeq с последующей обработкой данных.

Предварительно была выполнена пробоподготовка образцов с использованием технологии двухстадийной полимеразной цепной реакции (ПЦР).

1. Бактериальную ДНК выделяли с использованием набора MP Biomedicals.

2. Далее проводили амплификацию гипервариабельного V3-V4 участка гена 16S рРНК с использованием праймеров, универсальных для всех прокариот.

3. На следующем этапе проводили амплификацию ПЦР-продукта, полученного на первом этапе, с целью баркодирования библиотеки.

Обработка данных секвенирования была выполнена с использованием автоматизированного алгоритма QIIME 1.9.1 в базе данных Silva версии 132. Использовали алгоритм классификации операционных таксономических единиц (ОТЕ) с открытым референсом (Open-reference OTU), порог классификации 97%.

### Результаты исследований и обсуждение

В результате проведенного анализа микрофлоры мышечной ткани радужной форели на основе параллельного исследования эволюционно консервативного гена для всех микроорганизмов, выделенных из образца биоматериала, идентифицировано 43 микроорганизма. Исследование позволило определить относительное содержание каждого из микроорганизмов в образце (рисунок). Согласно диаграмме, представленной на рисунке, наибольшее процентное соотношение микробиоты радужной форели наблюдается для следующих родов – *Brevundimonas* (42,32%), *Brucella* (14,08%), *Pseudomonas* (8,98%), *Sphingobacterium* (7,78%), *Stenotrophomonas* (7,04%), *Cetobacterium* (2,64%), *Methylophaga* (1,87%), *Ralstonia* (1,83%), *Phyllobacterium* (1,55%), *Achromobacter* (1,48%), *Acinetobacter* (1,02%), *Другие* (8,39%).

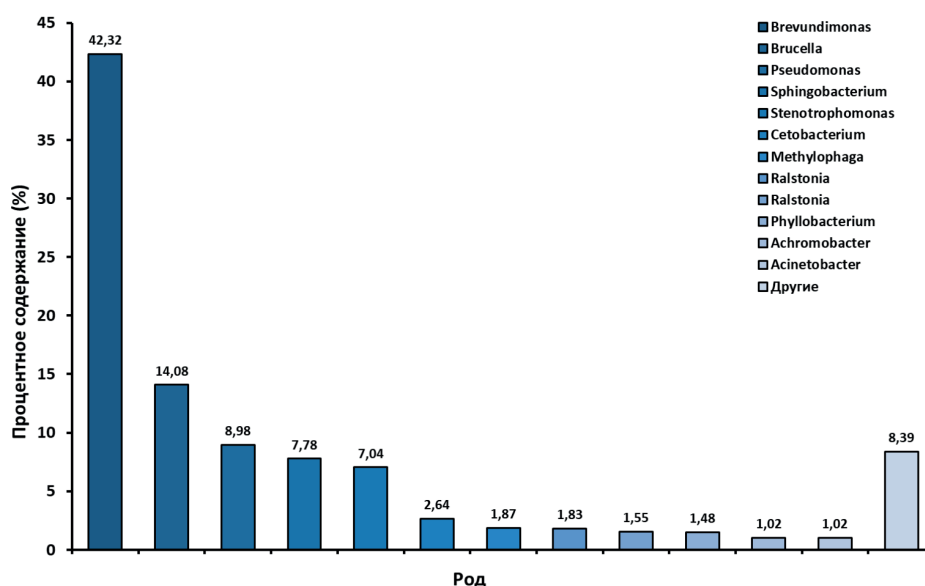


Рис. Состав микробиоты радужной форели на уровне рода  
Fig. Composition of rainbow trout microbiota at the genus level

Широкое биоразнообразие микроорганизмов рыбы согласуется с работами других авторов при исследовании микробиоты русского осетра [1]. Однако авторы утверждают, что при хранении рыбы уменьшается разнообразие микроорганизмов и увеличивается процентное содержание одних за счет ингибирования роста других.

*Brevundimonas* – род грамотрицательных условно-патогенных пресноводных микроорганизмов, который широко распространен в природе и принадлежит к семейству *Caulobacteraceae* [3]. Авторами отмечается, что при корреляционном анализе кишечной микробиоты у экспериментальных групп *Mastacembelus armatus* методом секвенирования 16S рНК микроорганизмы *Brevundimonas* варьируются от 19,84 до 8,24% от общего числа.

*Brucella* широко изучена у различных видов домашнего скота, но литературные источники, посвященные содержанию данного микроорганизма у рыб, немногочисленны. Исследования, проведенные на африканском клариевом соме (*Clarias gariepinus*) авторами из Египта и Великобритании, подтверждают возможность наличия у рыбы *Brucella*. Авторы отмечают, что сом, вероятно, естественным образом заражается контаминированным материалом от инфицированных жвачных животных, который попадает в водные каналы. Хотя *Brucella* не является типичным патогеном рыб, в исключительных случаях возможно её присутствие из-за загрязнения окружающей среды [4].

Риск заражения через рыбу крайне низок, однако необходимо проводить микробиологическое исследование водоема, расширять выборку изучаемых образцов.

*Pseudomonas* были описаны как одни из наиболее распространенных бактериальных инфекционных агентов культивируемых рыб и, как сообщается, вызывают заболевания, связанные со стрессом у пресноводных рыб, особенно в условиях фермерства [5]. Имеются данные о высокой смертности из-за заражения *Pseudomonas* spp. у аквакультурной радужной форели, морского леща и морского окуня [6]. С другой стороны, виды *Pseudomonas* широко используются в качестве пробиотических организмов в аквакультуре, поскольку они могут подавлять основные микологические и бактериальные агенты, такие как *Saprolegnia* и *Aeromonads*.

Род *Sphingobacterium* филогенетически принадлежит к семейству *Sphingobacteriaceae* поряд-

ка *Sphingobacteriales*. Таксономически этот род был впервые установлен вместе с тремя новыми описаниями видов: *Sphingobacterium spiritivorum*, *Sphingobacterium multivorum* и *Sphingobacterium mizutae*. Бактерии этого рода характеризуются высокой концентрацией сфингофосфолипидов и являются грамотрицательными, неподвижными, не образующими спор, положительными для каталазы и оксидазы [7]. Представители рода *Sphingobacterium* широко распространены в различных природных средах, таких как почва, пустыня, компост, ил. Mingxia Zhang и соавт. отмечают в своей работе, что в аквакультурных условиях (водоемы) распространены два разных новых представителя рода *Sphingobacterium*. Сезонные изменения качества воды позволяют аквакультурным видам неоднократно заражаться условно-патогенными микроорганизмами. Исследования, проведенные на *Coptodon zillii* и *Oreochromis aureus*, обитающих в реке Аль-Дивания (Ирак), подтвердили наличие вида *Sphingobacterium thalophilum* рода *Sphingobacterium*, что может быть в первую очередь связано антропогенным загрязнением русла реки [8].

Род *Stenotrophomonas* принадлежит к типу *Pseudomonadota* и классу *Gammaproteobacteria*, который состоит из 18 утвержденных видов в списке *Prokaryotic Names Standing in Nomenclature*. Чаще всего в рыбе упоминается *Stenotrophomonas maltophilia*. Секвенированные изоляты, полученные из образцов больных рыб радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*), отобранных из прудов в Индии, были идентифицированы как *S. maltophilia* на основе морфологии, биохимических характеристик и результатов анализа последовательности 16 s рНК [9].

### Заключение

Качество сырой рыбы в основном определяется ее свежестью, поскольку это скоропортящийся объект. Порча рыбы снижает ее питательную ценность и делает продукт небезопасным для употребления, поэтому крайне важно определять микробиологический состав рыбы, как качественный, так и количественный.

Процентное соотношение 20 родов с наибольшим содержанием в радужной форели варьировалось от 42,32 до 0,32 %. Преобладающими родами были *Brevundimonas* (42,32%), *Brucella* (14,08%), *Pseudomonas* (8,98%), *Sphingobacterium* (7,78%), *Stenotrophomonas* (7,04%).

Несмотря на то что анализ микрофлоры рыбы требует комплексного подхода: от классических посевов до NGS, современные ПЦР-методы поз-

воляют выявлять скрытые риски и прогнозировать сроки годности.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011).
2. Chen Y.wen, Cai W.qiang, Shi Y. gang et al. Effects of different salt concentrations and vacuum packaging on the shelf-stability of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedti*) stored at 4 °C // *Food Control*. 2020. № 109. doi:10.1016/j.foodcont.2019.106865.
3. Feng Y., Zuo Z., Xie G. et al. Combined Analysis of 16S RRNA Sequencing and Metabolomics Reveals the Growth-Promoting Mechanism of Compound Probiotics in Zig-Zag Eel (*Mastacembelus armatus*) // *Aquaculture Reports*. 2025. № 40. doi:10.1016/j.aqrep.2024.102571.
4. El-Tras W.F., Tayel A.A., Eltholth M.M. et al. Brucella infection in fresh water fish: Evidence for natural infection of Nile catfish, *Clarias gariepinus*, with *Brucella melitensis* // *Veterinary Microbiology*. 2010. № 141. P. 321-325. doi:10.1016/j.vetmic.2009.09.017.
5. López J.R., Diéguez A.L., Doce A. et al. *Pseudomonas baetica* sp. nov., a fish pathogen isolated from wedge sole, *Dicologlossa cuneata* (Moreau) // *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 2012. № 62(4). P. 874-882. doi:10.1099/ij.s.0.030601-0.
6. Duman M., Mulet M., Altun S. et al. The Diversity of *Pseudomonas* Species Isolated from Fish Farms in Turkey // *Aquaculture*. 2021. № 535. doi:10.1016/j.aquaculture.2021.736369.
7. Zhang M., Li A., Xu S. et al. *Sphingobacterium micropteri* sp. nov. and *Sphingobacterium litopenaei* sp. nov., isolated from aquaculture water // *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 2021. № 71(11). doi:10.1099/ijsem.0.005091.
8. Al-Jubouri M.O., Obead W.F., Salman S.A. A First Record of *Sphingobacterium thalophilum* isolated from *Coptodon zillii* and *Oreochromis aureus* in the Al-Diwaniya River/Iraq // *In Proceedings of the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Institute of Physics. 2023. № 1259(1). P. 7. doi:10.1088/1755-1315/1259/1/012084
9. Shahid S., Abid R., Ajmal W. et al. Antibiotic resistance genes prediction via whole genome sequence analysis of *Stenotrophomonas maltophilia* // *Journal of Infection and Public Health*. 2024. № 17(2). P. 236-244. doi:10.1016/j.jiph.2023.12.010.

### REFERENCES

1. Tekhnicheskij reglament Tamozhennogo soyuza «O bezopasnosti pishhevoj produkczii» (TR TS 021/2011).
2. Chen Y.wen, Cai W.qiang, Shi Y. gang et al. Effects of different salt concentrations and vacuum packaging on the shelf-stability of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedti*) stored at 4 °C // *Food Control*. 2020. № 109. doi:10.1016/j.foodcont.2019.106865.
3. Feng Y., Zuo Z., Xie G. et al. Combined Analysis of 16S RRNA Sequencing and Metabolomics Reveals the Growth-Promoting Mechanism of Compound Probiotics in Zig-Zag Eel (*Mastacembelus armatus*) // *Aquaculture Reports*. 2025. № 40. doi:10.1016/j.aqrep.2024.102571.
4. El-Tras W.F., Tayel A.A., Eltholth M.M. et al. Brucella infection in fresh water fish: Evidence for natural infection of Nile catfish, *Clarias gariepinus*, with *Brucella melitensis* // *Veterinary Microbiology*. 2010. № 141. P. 321-325. doi:10.1016/j.vetmic.2009.09.017.
5. López J.R., Diéguez A.L., Doce A. et al. *Pseudomonas baetica* sp. nov., a fish pathogen isolated from wedge sole, *Dicologlossa cuneata* (Moreau) // *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 2012. № 62(4). P. 874-882. doi:10.1099/ij.s.0.030601-0.
6. Duman M., Mulet M., Altun S. et al. The Diversity of *Pseudomonas* Species Isolated from Fish Farms in Turkey // *Aquaculture*. 2021. № 535. doi:10.1016/j.aquaculture.2021.736369.
7. Zhang M., Li A., Xu S. et al. *Sphingobacterium micropteri* sp. nov. and *Sphingobacterium litopenaei* sp. nov., isolated from aquaculture water // *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 2021. № 71(11). doi:10.1099/ijsem.0.005091.
8. Al-Jubouri M.O., Obead W.F., Salman S.A. A First Record of *Sphingobacterium thalophilum* isolated from *Coptodon zillii* and *Oreochromis aureus* in the Al-Diwaniya River/Iraq // *In Proceedings of the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Institute of Physics. 2023. № 1259(1). P. 7. doi:10.1088/1755-1315/1259/1/012084
9. Shahid S., Abid R., Ajmal W. et al. Antibiotic resistance genes prediction via whole genome sequence analysis of *Stenotrophomonas maltophilia* // *Journal of Infection and Public Health*. 2024. № 17(2). P. 236-244. doi:10.1016/j.jiph.2023.12.010.

### Информация об авторах

Вилкова Д.Д. – PhD инженер биологических систем, ведущий научный сотрудник кафедры биологии, заведующая лабораторией прикладной биотехнологии;  
Кутузов М.Н. – научный сотрудник кафедры биологии;  
Белова М.А. – младший научный сотрудник кафедры биологии ЧГУ, аспирант РЭУ имени Г.В. Плеханова;  
Новиченко О.В. – канд. техн. наук, доцент кафедры биотехнологии, аквакультуры, почвоведения и управления земельными ресурсами, АГУ им. В.Н. Татищева, ведущий научный сотрудник кафедры биологии ЧГУ.

### Information about the authors

Vilkova D.D. – PhD of Engineering of Biological Functions, Leading Researcher of Chair of the Department of Biology, Head of the Laboratory of Applied Biotechnology;  
Kutuzov M.N. – Researcher of the Department of Biology;  
Belova M.A. – Junior Researcher of the Department of Biology, Cherepovets State University; postgraduate student, Plekhanov Russian University of Economics;  
Novichenko O.V. – Cand. Techn. Sci., Associate Professor of the Department of Biotechnology, Aquaculture, Soil Science and Land Management, Astrakhan Tatishchev State University; Leading Researcher of the Department of Biology, Cherepovets State University.

### Вклад авторов

Вилкова Д.Д. – концептуализация; администрирование данных; методология; проведение исследования; написание рукописи и ее редактирование;  
Кутузов М.Н. – формальный анализ, работа с программным обеспечением, визуализация, обработка и верификация данных, написание рукописи и ее редактирование;  
Белова М.А. – проведение исследования; анализ и обработка полученных данных; методология; написание черновика рукописи;  
Новиченко О.В. – концептуализация; анализ и обработка полученных данных; написание рукописи и ее редактирование.

### Contribution of the authors

Vilkova D.D. – Conceptualization; Project administration; Methodology; Investigation; Writing-review & Editing;  
Kutuzov M.N. – Formal analysis; Software; Visualization; Validation; Writing-review & Editing;  
Belova M.A. – Investigation; Data curation; Methodology; Writing-original draft;  
Novichenko O.V. – Conceptualization; Data curation; Writing-review & Editing.

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

Статья поступила в редакцию 02.09.2025; одобрена после рецензирования: 10.09.2025; принята к публикации 24.02.2026; дата опубликования 25.03.2026.  
The article was submitted 02.09.2025; approved after reviewing 10.09.2025; accepted for publication 24.02.2026; date of publication 25.03.2026.

Обзорная статья  
УДК 619:614.446  
DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601013  
EDN: CJKDWT

## НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПРИ БИОКОНВЕРСИИ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОВОДСТВА (ЧАСТЬ 2)

Владимир Григорьевич Тюрин<sup>1</sup>, Галина Александровна Мысова<sup>2</sup>,  
Кирилл Николаевич Бирюков<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии – филиал Федерального научного центра – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.П. Коваленко РАН, Москва 123022, Российская Федерация, E-mail: vniivshe@mail.ru*

<sup>1,3</sup> *Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина, Москва 109472, Российская Федерация*

<sup>1</sup> potyemkina@mail.ru, <http://orcid.org/0000000201539775>  
<sup>2</sup> 19kirill85@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7016-2158>  
<sup>3</sup> 19Kirill85@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2836-0628>

**Аннотация.** Статья содержит основные ветеринарно-санитарные и экологические требования при хранении, обработке и использовании побочных продуктов животноводства, в том числе и стоков. Приведены технологические режимы разных способов их переработки, обеспечивающие получение ценного экологически безопасного органического удобрения, соответствующего положениям национальных и межгосударственных стандартов, а также требованиям к обращению побочных продуктов животноводства.

**Ключевые слова:** ветеринарно-санитарные, экологические, требования; побочные продукты животноводства, стоки, обеззараживание, оросительные системы

**Финансирование:** работа выполнена в соответствии с Государственным заданием по теме: FGUG-2025-0002 «Разработать новые и модернизировать существующие методы, средства и технологии обеспечения устойчивого ветеринарно-санитарного благополучия животноводства, качества и безопасности продукции и кормов, охраны окружающей среды от загрязнения отходами животноводства» (регистрационный номер НИОКТР 125071808811-2).

**Для цитирования:** Тюрин В.Г., Мысова Г.А., Бирюков К.Н. Нормативно-правовое обеспечение, ветеринарно-санитарные и экологические требования при биоконверсии побочных продуктов животноводства (часть 2) // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2026. № 1 (57). С. 91–98. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601013  
EDN: CJKDWT

Review article

## REGULATORY SUPPORT, VETERINARY, SANITARY AND ENVIRONMENTAL REQUIREMENTS FOR BIOCONVERSION OF ANIMAL BY-PRODUCTS (PART 2)

Vladimir G. Tyurin<sup>1</sup>, Galina A. Mysova<sup>2</sup>, Kirill N. Biryukov<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> All-Russian Research Institute for Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology – Branch of Federal Scientific Center – All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Skryabin and Ya.R. Kovalenko RAS, Moscow 123022, Russian Federation. E-mail: vniivshe@mail.ru  
<sup>1,3</sup> Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K.I. Skryabin, Moscow 109472, Russian Federation

<sup>1</sup> potyemkina@mail.ru, <http://orcid.org/0000000201539775>

<sup>2</sup> 19kirill85@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7016-2158>

<sup>3</sup> 19Kirill85@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2836-0628>

**Abstract.** The article contains the main veterinary, sanitary and environmental requirements for the storage, processing and use of by-products of animal husbandry, including wastewater. Technological modes of various methods of their processing are given, ensuring the production of valuable environmentally friendly organic fertilizer that meets the provisions of national and interstate standards, as well as the requirements for the handling of by-products of animal husbandry.

**Keywords:** veterinary, sanitary, environmental, requirements, by-products of animal husbandry, wastewater, disinfection, irrigation systems.

**Financial Support:** the work was carried out in accordance with the State assignment on the topics: FGUG-2025-0002 «Develop new and modernize existing methods, means and technologies to ensure sustainable veterinary and sanitary welfare of animal husbandry, quality and safety of products and feed, and environmental protection from pollution by animal waste» (registration number 125071808811-2).

**For citation:** Tyurin V.G., Mysova G.A., Biryukov K.N. Regulatory support, veterinary, sanitary and environmental requirements for bioconversion of animal by-products (part 2) // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2026. № 1 (57). P. 91–98 (In Russ.).

DOI: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202601013

EDN: CJKDWT

Утилизация побочных продуктов животноводства (ППЖ) остается серьезной проблемой в современном сельском хозяйстве. С увеличением производственных мощностей животноводческих предприятий и птицефабрик эта проблема возрастает [8, 9].

В соответствии с новым Федеральным законом «О побочных продуктах животноводства и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» № 248-ФЗ от 14 июля 2022 г. к побочным продуктам отнесены вещества (навоз, помет, подстилка и стоки), которые образуются при содержании сельско-

зяйственных животных и используются в сельскохозяйственном производстве. Главное направление их использования – внесение обработанных, переработанных побочных продуктов животноводства в почву для обеспечения воспроизводства плодородия земель сельскохозяйственного назначения, т.е. в качестве органического удобрения.

Навоз относится к категории нестабильных органических загрязнителей, в 1 мг которого может содержаться до 170 млн микробных клеток, в том числе патогенных. По данным отечественных и зарубежных ученых, через навоз и животноводческие стоки могут передаваться более

100 видов возбудителей особо опасных болезней животных и человека.

Эпизоотическая опасность ППЖ обусловлена не только высокой степенью контаминации патогенными и условно-патогенными микроорганизмами, но и их способностью длительное время сохранять свои вирулетные свойства. Так, возбудители бруцеллеза сохраняют жизнеспособность в жидком навозе 108...174 сут, сальмонеллез – 92...157, рожи свиней – 92...160, ящура – 42...192, туберкулеза – 457 сут (срок наблюдения); яйца и личинки гельминтов в свином навозе сохраняются 12...15 мес, в навозе КРС – 7...8 мес. При внесении в почву необеззараженного навоза возбудители болезней проникают в почву на глубину до 1,5 м и выживают в ней на растениях в течение всего вегетативного периода. В мерзлотных почвах возбудитель туберкулеза выживает более трех лет. Побочные продукты животноводства при попадании в водоемы изменяют химический состав и физические свойства воды, растительного и животного мира. В поверхностных водоемах при возрастании количества азота до 2 мг/л и фосфора до 0,25 мг/л начинается бурное развитие водорослей, а концентрация аммиака 1 мг/л вызывает гибель рыбы. В проточных водоемах патогенная микрофлора может переноситься на расстояние до 200 км [10].

Учитывая особую эпизоотическую, санитарно-эпидемиологическую и экологическую опасность, которую представляют ППЖ для окружающей среды, ветеринарного благополучия ферм и комплексов, здоровья человека, очень важно строго соблюдать ветеринарно-санитарные и экологические требования при их обработке, хранении, обеззараживании и утилизации. Территория для подготовки навоза и помета к использованию должна быть ограждена, освещена, благоустроена, с покрытиями на проездах и технологических площадках, засеяна травой, иметь соответствующие уклоны и специальные устройства для отвода поверхностных стоков и защищена лесозащитной полосой шириной не менее 10 м. Все сооружения и строительные элементы системы удаления жидкого навоза, его обработки, хранения и транспортирования следует выполнять с гидроизоляцией, исключающей инфильтрацию грунтовых вод в технологическую линию, а также фильтрацию жидкого навоза и стоков в водоносные горизонты.

Хранение необработанных, переработанных ППЖ допускается только на специально оборудо-

ванных сооружениях и (или) местах, предназначенных для хранения и (или) обработки, переработки побочных продуктов животноводства, в том числе навозохранилищах, пометохранилищах (далее – специализированные площадки).

Хранение ППЖ должно осуществляться собственниками побочных продуктов животноводства способами, не допускающими загрязнения окружающей среды и компонентов природной среды, в том числе попадания загрязняющих веществ в водоносный горизонт. Для защиты грунтовых вод от загрязнения специализированные площадки должны иметь монолитные бетонные или герметично сваренные пленочные покрытия, либо иметь в основании глиняную подушку толщиной не менее 20 см. Специализированные площадки с боковых сторон должны иметь бортики и канавки для стока избыточной влаги. Переполнение специализированных площадок не допускается.

Системы канализации должны включать раздельные схемы: производственно-бытовую, навозную, пометную и ливневую. Навоз необходимо транспортировать, обрабатывать и использовать отдельно от бытовых стоков населенных пунктов.

Неотъемлемой частью животноводческих ферм различного производственного направления и типоразмера должны быть сооружения по хранению, обеззараживанию и утилизации навоза. Животноводческие фермы и комплексы, птицеводческие предприятия следует обеспечить сельскохозяйственными угодьями, на которых они смогут использовать весь годовой объем образуемых побочных продуктов, или предусмотреть обработку навоза, помета и сточных вод, значительно уменьшающую их объем.

Использовать необработанные, переработанные ППЖ не допускается.

Использование ППЖ – это их внесение в почву для повышения плодородия земель сельскохозяйственного назначения; они не должны приводить к истощению, деградации, порче, уничтожению земель и почв и к иному негативному воздействию на землю и почвы.

В переработанных продуктах недопустимо наличие патогенных, болезнетворных микроорганизмов, в том числе сальмонелл, а также жизнеспособных яиц и личинок гельминтов, цист кишечных патогенных простейших и паразитов. Утверждены нормативы содержания в обработанных и переработанных ППЖ токсичных элементов и пестицидов. Так, массовая концентрация

примесей токсичных элементов: свинца не более 130 мг/кг сухого вещества, кадмия не более 2, ртути – 2,1 и мышьяка не более 10 мг/кг сухого вещества. Массовая концентрация остаточных количеств пестицидов, в том числе отдельных их видов; гамма-изомер гексахлорциклогексана (сумма изомеров), дихлордифенилтрихлорэтан и его метаболиты (суммарные количества) – не более 0,1 мг/кг сухого вещества.

Поэтому в составе животноводческих ферм необходимо обязательно предусмотреть карантинные емкости, оснащенные мешалками, для промежуточного выдерживания бесподстилочного навоза. В них навоз должен храниться 6 сут для уточнения эпизоотической обстановки на предприятии и разделения инфицированного и незараженного навоза.

Для карантинирования подстилочного навоза, помета и твердой фракции навоза следует предусмотреть площадки секционного типа с твердым покрытием, допускается использовать секционные прифермские навозохранилища и пруды-накопители.

При эпизоотии на предприятии ППЖ обеззараживают до их разделения на фракции. Способ обеззараживания выбирают по указанию ветеринарной службы с учетом эпизоотической ситуации, вида возбудителя заболевания, наличия и вида химических реагентов и технических средств.

При возникновении эпизоотий, вызванных спорообразующими возбудителями особо опасных болезней, подстилочный навоз и осадки отстойников сжигают, полужидкий, жидкий навоз и навозные стоки обеззараживают только термическим способом.

Следует отметить, что, несмотря на достаточно полное обеззараживание навоза и помета в результате тепловых обработок, эти способы дорогостоящие и требуют больших энергетических затрат. К тому же при обычной сушке помета и навоза выделяются токсичные газы, а из-за больших потерь азота снижается качество органического удобрения.

В последние годы предложен более экономичный и менее энергоемкий инновационный способ подготовки, переработки и обеззараживания ППЖ, основанный на их тепловой обработке в вакууме. Данная технология предусматривает сушку побочных продуктов в диапазоне температур от 25 до 90°C и давления от 30 до 250 мм рт. ст. Тепловая обработка в вакууме обеспечивает обеззараживание побочных продуктов от патогенной веге-

тативной микрофлоры и получение безопасного в санитарном отношении органического удобрения. Побочные продукты обеззараживаются от патогенной вегетативной микрофлоры с помощью вакуумной сушки при температуре в установке 75°C и более, давления 75...80 мм рт. ст. и экспозиции не менее 30 мин.

На практике широкое применение находят способы естественного биологического обеззараживания.

Естественное биологическое обеззараживание подстилочного и бесподстилочного навоза и помета необходимо осуществлять, выдерживая их в секционных навозохранилищах (укрывают слоем торфа или обеззараженного навоза, помета, толщиной 10...20 см) или прудах-накопителях в течение 12 мес.

Твердую фракцию жидкого навоза, помета, если она не была обеззаражена до разделения на фракции, биотермически обеззараживают компостированием. Для этого в качестве наполнителя можно использовать торф, солому, опилки и другие органические влагопоглощающие компоненты. Оптимальная влажность компостируемой смеси должна быть не более 70%, отношение углерода к азоту 20:1...30:1, pH 6,0...8,0, исходная влажность компонентов навоза и помета не должна превышать 92%, торфа – 60, сапропеля – 50, опилок – 30, соломы – 24, древесной коры – 60 и лигнина – 50%.

Технологически компостирование осуществляется пассивным и активным способами; режим в каждом конкретном случае выбирают в зависимости от исходных параметров компостируемой смеси, природно-климатических условий, требований к готовому компосту, эпизоотической ситуации на предприятиях и экологической обстановки.

При пассивном (традиционный) способе технологический процесс компостирования осуществляют в естественных условиях.

Для биотермического обеззараживания подстилочного помета, твердой фракции навоза и компоста их влажность должна составлять не более 75%, что обеспечит повышение температуры по всему объему бурта до 55...60°C при сроке выдерживания массы в буртах не менее 2 мес в теплое время года и 3 мес – в холодное. Если невозможно поднять температуру выше 40°C, подстилочный помет, твердую фракцию навоза и компост, контактированные вегетативными формами возбудителей инфекций, обеззараживают в течение 12 мес, а при туберкулезе – 18 мес.

Бесподстилочный полужидкий навоз и помет влажностью 85...92% следует обеззараживать, делая компосты с органическими влагопоглощающими компонентами (измельченная солома, торф, опилки, кора, лигнин) и укладывая их рыхло в бурты.

Определяющими факторами в производстве биокомпостов являются не только экономические показатели, характеризующие стоимость производства органических удобрений, но их безопасность для окружающей среды. В связи с этим за рубежом и в нашей стране появились разные концепции создания ускоренных технологий компостирования, когда процесс созревания компостной массы значительно сокращается, а санитарно-гигиенические показатели готового продукта остаются высокими. В специальных ферментерах и реакторах различной формы искусственно создаются условия для аэрации компостной смеси путем принудительной подачи воздуха.

При активном компостировании навоза, контаминированного индикаторной санитарно-показательной и патогенной микрофлорой, в биоферментере (термофильный режим) происходит его обеззараживание от патогенной вегетативной микрофлоры. Бактерии группы кишечных палочек (индикаторный микроорганизм *E. coli* O<sub>139</sub>) и сальмонеллы (*S. dublin*) погибают на 5-е сутки. Кокковая микрофлора (*St. aureus* 209 P) и микобактерии (на примере атипичного штамма В-5) теряют жизнеспособность в навозе на 7-е и 9-е сутки соответственно.

При организации рационального использования ППЖ в качестве органических удобрений для обеспечения воспроизводства плодородия земель сельскохозяйственного назначения необходимо учитывать, что неотъемлемой частью на животноводческих предприятиях является образование также навозо-пометосодержащих стоков.

В нашей стране функционируют животноводческие комплексы по откорму свиней на 12...216 тыс. гол. в год, молодняка КРС на 5...10 тыс. гол. в год, по производству молока на 400...2000 коров. На этих предприятиях при гидросмыве за сутки накапливается до 350...3000 т животноводческих стоков. Только на одном свиноводческом комплексе промышленного типа на 108 тыс. гол. за год их образуется около 1 млн м<sup>3</sup>.

Стоки животноводческих предприятий характеризуются высоким содержанием азота, калия и фосфора. В их состав входят необходимые для роста и развития растений макро-, микроэлементы

и органические вещества, которые способствуют восстановлению почвенного плодородия. По уровню питательных веществ можно выделить стоки, образующиеся при выращивании и откорме молодняка КРС, что связано с высокой долей концентрированных кормов в их рационе. В осветленных стоках комплексов по откорму КРС азота содержится до 1400 мг/л, фосфора – 190 мг/л и калия 750 мг/л. На свиноводческих предприятиях данные показатели составляют соответственно 1000, 200, 250 мг/л. При этом более 50% азота находится в легкорастворимой форме в виде карбоната аммония, который сельскохозяйственные растения легко поглощают. Фосфор представлен в виде органических соединений. По мере минерализации органического вещества стоков они усваиваются растениями значительно лучше, чем из минеральных удобрений. Калий в стоках находится в растворимой форме, его использование растениями в значительной степени определяется механическим составом почвы.

Животноводческие стоки, обладая высокими удобрительными свойствами, могут содержать возбудителей инфекционных и инвазионных болезней, токсичные вещества, представляющие опасность для окружающей среды, здоровья животных и человека. Уровень их микробной контаминации может достигать более 4,5·10<sup>9</sup> КОЕ/мл.

Одним из способов очистки, обезвреживания и утилизации животноводческих стоков является их использование в оросительных системах (ОССЖ) для удобрения сельскохозяйственных угодий. ОССЖ – это специально оборудованные полустационарные и стационарные гидромелиоративные системы, предназначенные для агробиологического обезвреживания животноводческих стоков в сочетании с орошением природной водой или без этого. Они выполняют функцию естественной почвенной биологической очистки стоков, регулируют питательный и водный режим почвы, предотвращают загрязнение подземных вод и поверхностных водных объектов.

В состав ОССЖ входят сооружения и установки по подготовке и ветеринарно-санитарной обработке жидкого навоза и навозных стоков (карантинирование, разделение на твердую и жидкую фракции, дегельминтизация), хранению, смешиванию стоков с водой, транспортированию и распределению стоков и воды на сельскохозяйственных угодьях, а также сеть гидрорежимных наблюдательных скважин.

При выборе участка под оросительные системы для использования животноводческих стоков особое внимание обращают на возможность создания санитарно-защитных и водоохраных зон определенных размеров, наличие площадей, соответствующих рельефным, геологическим, гидрогеологическим и другим условиям, эпидемиологическую и эпизоотическую ситуацию на данной территории. Размещают ОССЖ ниже водозаборных сооружений, а по отношению к жилой застройке – с подветренной стороны господствующего направления ветра в теплый период года. При применении средне- и дальнеструйных дождевальных машин размеры санитарно-защитных зон и зооветеринарных разрывов должны составлять не менее 200 м, а при использовании краткоструйных дождевальных машин расстояние от оросительных систем до жилой застройки, производственных и животноводческих зданий, железных дорог общей сети и внутрихозяйственных дорог – не менее 100 м. При поливе стоков по полосам и чекам ширину санитарно-защитной зоны делают не менее 100 м, а минимальное зооветеринарное расстояние должно составлять 60 м.

Животноводческие стоки можно применять на почвах на всех типов, за исключением щебенистых, гравийных, песчаных (крупнозернистые) и сильнозасоленных. Для свободной аэрации инфильтрующихся поливных сточных вод уровень грунтовых вод должен находиться на глубине 1,25 м и более.

Необходимо учитывать, что внесение животноводческих стоков в ОССЖ является составной частью системы удобрений. Количество азота, фосфора и калия при использовании стоков в земледелии не должно превышать уровня их выноса с урожаем с учетом коэффициентов возмещения и потерь.

Сельскохозяйственные угодья под ОССЖ следует отводить для выращивания кормовых (кроме корнеплодов на кормовые цели), технических и зернофуражных культур. При этом содержание нитратов в травяной муке и свекле кормовой не должно превышать 2000 мг/кг, в жоме свекловичном – 800, в комбикорме для крупного, мелкого рогатого скота, свиней, птицы, зеленых кормах и силосе – 500, картофеле, зернофураже и продуктах переработки зерна – 300 мг/кг, а уровень нитритов в кормах и сырье указанных видов – не более 10 мг/кг сырого продукта.

В районах, неблагополучных по тениаринхозу среди населения и финнозу среди КРС, выращиваемые травы перерабатывают на травяную (витаминная) муку или закладывают на сенаж и силос с использованием последних не ранее чем через 3 мес. Перерыв между внесением животноводческих стоков и началом стравливания трав на пастбищах или началом укуса должен быть не менее 20 сут при среднесуточной температуре воздуха 16...20°C и 30 сут – при более низких температурах.

Для сохранения плодородия почв на оросительных системах с использованием животноводческих стоков необходимо обеспечить бездефицитный или положительный баланс гумуса путем разработки соответствующих севооборотов. При эксплуатации оросительных систем с использованием животноводческих стоков необходимо учитывать комплекс ветеринарно-санитарных, экологических и агротехнических требований.

Внесение побочных продуктов животноводства в почву земель сельскохозяйственного назначения должно осуществляться на расстоянии не менее 300 м от границ жилой застройки. Объемы и периодичность внесения ППЖ в почву земель сельскохозяйственного назначения должны исключать смыв питательных веществ в подземные и поверхностные водные объекты.

Допускается внесение обработанных и переработанных ППЖ в почву земель сельскохозяйственного назначения при высоте снежного покрова 20 см и менее при условии, что исключен смыв питательных веществ в подземные и поверхностные водные объекты.

### **Заключение**

Многолетняя практика эксплуатации животноводческих предприятий показала, что соблюдение перечисленных требований при обращении с ППЖ позволяет обеспечить ветеринарное благополучие и снизить уровень негативного воздействия на окружающую среду в зоне их деятельности, а при переработке навоза и помета добиться получения ценного, экологически безопасного органического удобрения высокого санитарного качества при отсутствии инфекционного потенциала, соответствующего положениям национального и межгосударственного стандартов, а также требованиям к обращению побочных продуктов животноводства.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон Российской Федерации «О побочных продуктах животноводства и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» № 248-ФЗ от 14 июля 2022 г.
2. Постановление Правительства Российской Федерации «Об утверждении требований к обращению побочных продуктов животноводства» № 1940 от 31 октября 2022 г.
3. Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета. РД-АПК 1.10.15.02-17\*\* (с изменениями № 1, № 2). М., 2024 г.
4. Методические рекомендации по проектированию систем удаления, обработки, обеззараживания, хранения и утилизация навоза и помета. РД-АПК 3.10.15.01.\* (с изменением № 1). М., 2024 г.
5. Методические рекомендации по технологическому проектированию оросительных систем с использованием животноводческих стоков. РД-АПК. 1.30.03.01-20. М., 2019. 78 с.
6. ГОСТ Р 53117 2008 «Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия» (национальный стандарт).
7. ГОСТ 33830-2016 «Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия» (межгосударственный стандарт).
8. Романенко Г.А. Задачи научного обеспечения развития животноводства России. Стратегия развития животноводства–XXI век: Сборник материалов научной сессии Россельхозакадемии. Часть 1. М.: 2001. 546 с.
9. Титова В.И., Дабахов М.В., Дабахова Е.В. Обоснование использования отходов в качестве вторичного материального ресурса в сельскохозяйственном производстве. Нижегородская государственная с.-х. академия. Н. Новгород: Изд-во ВВАГС. 2009. 178 с.
10. Тюрин В.Г., Лысенко В.П., Семенов В.Г. Использование отходов птицефабрик. Учебное пособие. Чебоксары: ООО «Крона-2», 2021. 571 с.

## REFERENCES

1. Federal'ny`j zakon Rossijskoj Federacii «O pobochny`kx produktax zhivotnovodstva i o vnesenii izmenenij v otde`ny`e zakonodatel`ny`e akty` Rossijskoj Federacii» № 248-FZ ot 14 iyulya 2022 g.
2. Postanovlenie Pravitel`stva Rossijskoj Federacii «Ob utverzhenii trebovanij k obrashheniyu pobochny`kx produktov zhivotnovodstva» № 1940 ot 31 oktyabrya 2022 g.
3. Metodicheskie rekomendaczii po tekhnologicheskomu proektirovaniyu sistem udaleniya i podgotovki k ispol`zovaniyu navoza i pometa. RD-APK 1.10.15.02-17\*\* (s izmeneniyami № 1, № 2). M., 2024 g.
4. Metodicheskie rekomendaczii po proektirovaniyu sistem udaleniya, obrabotki, obezzarazhivaniya, kxraneniya i utilizacziya navoza i pometa. RD-APK 3.10.15.01.\* (s izmeneniem № 1). M., 2024 g.
5. Metodicheskie rekomendaczii po tekhnologicheskomu proektirovaniyu orositel`ny`kx sistem s ispol`zovaniem zhi-votnovodcheskix stokov. RD-APK. 1.30.03.01-20. M., 2019. 78 s.
6. GOST R 53117 2008 «Udobreniya organicheskie na osnove otkhodov zhivotnovodstva. Tekxnicheskie usloviya» (naczional`ny`j standart).
7. GOST 33830-2016 «Udobreniya organicheskie na osnove otkhodov zhivotnovodstva. Tekxnicheskie usloviya» (mez-zhgosudarstvenny`j standart).
8. Romanenko G.A. Zadachi nauchnogo obespecheniya razvitiya zhivotnovodstva Rossii. Strategiya razvitiya zhi-votnovodstva–XXI` vek: Sbornik materialov nauchnoj sessii Rossel`khozakademii. CHast` 1. M.: 2001. 546 s.
9. Titova V.I., Dabaxov M.V., Dabaxova E.V. Obosnovanie ispol`zovaniya otkhodov v kachestve vtorichnogo ma-terial`nogo resursa v sel`skokhozyajstvennom proizvodstve. Nizhegorodskaya gosudarstvennaya s.-kx. akademiya. N. Novgorod: Izd-vo VVAGS. 2009. 178 s.
10. Tyurin V.G., Ly`senko V.P., Semenov V.G. Ispol`zovanie otkhodov pticzefabrik. Uchebnoe posobie. SHeboksary`: ООО «Krona-2», 2021. 571 s.

## Информация об авторах

Тюрин В.Г. – д-р вет. наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории зоогигиены и охраны окружающей среды, профессор кафедры зоогигиены и птицеводства;  
 Мысова Г.А. – канд. вет. наук, заведующая лабораторией зоогигиены и охраны окружающей среды;  
 Бирюков К.Н. – канд. вет. наук, старший научный сотрудник лаборатории зоогигиены и охраны окружающей среды, доцент кафедры зоогигиены и птицеводства.

### **Information about the authors**

Tyurin V.G. – Dr. Vet. Sci., Professor, Chief researcher of the Laboratory of Zoo Hygiene and Environmental Protection, Professor at the Departments of Animal Hygiene and Poultry farming;

Mysova G.A. – Ph.D. in Veterinary Sciences, Head of the Laboratory of Zoo-Hygiene and Environmental Protection;

Biryukov K.N. – Cand. Vet. Sci., Senior researcher of the Laboratory of Zoo Hygiene and Environmental Protection, Associate Professor at the Departments of Animal Hygiene and Poultry farming.

### **Вклад авторов**

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

### **Contribution of the authors**

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 25.03.2025; одобрена после рецензирования 14.04.2025; принята к публикации 24.02.2026; дата опубликования 25.03.2026.

The article was submitted 25.03.2025; approved after reviewing 14.04.2025; accepted for publication 24.02.2026; date of publication 25.03.2026.

Научная статья  
УДК 639.3.09  
DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601014  
EDN: CKSOGQ

## РОЛЬ ХИЩНЫХ ВИДОВ РЫБ В ЭКОЛОГИЗАЦИИ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Ольга Валерьевна Юрова<sup>1</sup>, Дмитрий Владимирович Пчельников<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Тверская государственная сельскохозяйственная академия,  
г. Тверь 170904, Российская Федерация

<sup>2</sup> ПТК «АйБиЭс», Московская обл., г Люберцы 140005, Российская Федерация

<sup>1</sup> oly121978@mail.ru

<sup>2</sup> pdmvl2@yandex.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается вопрос роли хищных видов рыб: щуки и судака в оздоровлении ихтиофауны Иваньковского водохранилища и экологизации водоема в целом. Иваньковское водохранилище находится в Тверской обл., средняя глубина составляет 2 м. Водоем лещевого типа. Из хищников основными являются щука и судак. Отбор проб рыбы осуществляли во всех плесах водохранилища в сезонном аспекте на шести разрезах, охватывающих русловую и мелководную зоны. Массовому заболеванию подвергаются карповые виды рыб, показатель их заболеваемости ежегодно растет. Заболевание рыбы Иваньковского водохранилища связано как с природным, так и антропогенным влиянием. Колебание уровня режима водохранилища, сброс сточных вод, массовая застройка береговой зоны водохранилища, отсутствие промыслового лова рыбы создают условия для развития инвазионных и грибковых заболеваний. Заболевание лигулезом леща с 2012 по 2020 гг. выросло с 1,5 до 6,2%, постодиплостоматозом плотвы – с 2,7 до 15,6%, а густеры – до 37,5%. Щука и судак данным заболеваниям не подвержены в силу других кормовых предпочтений.

**Ключевые слова:** водохранилище, щука, судак, экологизация, ихтиофауна

**Для цитирования:** Юрова О.В., Пчельников Д.В. Роль хищных видов рыб в экологизации Иваньковского водохранилища // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2026. № 1 (57). С. 99–104. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601014  
EDN: CKSOGQ

Original article

## THE ROLE OF PREDATORY FISH SPECIES IN THE ECOLOGIZATION OF THE IVANKOVO RESERVOIR

Olga V. Yurova<sup>1</sup> Dmitry V. Pchelnykov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Tver State Agricultural Academy, Tver 170904, Russian Federation

<sup>2</sup> OOO "PTK "IBES," Moscow region, Lyubertsy 140005, Russian Federation

<sup>1</sup> oly121978@mail.ru

<sup>2</sup> pdmvl2@yandex.ru

© Юрова О.В., Пчельников Д.В., 2026

**Abstract.** The article considers the role of predatory fish species: pike and pike perch in improving the ichthyofauna of the Ivankovo reservoir and the ecologization of the reservoir as a whole. Ivankovo reservoir, located in the Tver region, the average depth is two meters. Bream-type reservoir. Of the predators, the main ones are pike and walleye. Fish sampling was carried out in all molds of the reservoir in a seasonal aspect at six sections covering both channel and shallow water zones. Carp species of fish are exposed to mass disease, the percentage of their morbidity is growing annually. The disease of the fish of the Ivankovo reservoir is associated with both natural and anthropogenic influence. Fluctuations in the level regime of the reservoir, wastewater discharge, mass development of the coastal zone of the reservoir, the absence of commercial fishing create conditions for the development of invasive and fungal diseases. The disease of bream ligulosis from 2012 to 2020 increased from 1.5 to 6.2%, roach postodiplostomatosis from 2.7 to 15.6%, and thickers to 37.5%. Pike and pike perch are not susceptible to these diseases, due to other feed preferences.

**Keywords:** reservoir, pike, pike perch, greening, ichthyofauna

**For citation:** Yurova O.V., Pchel'nikov D.V. The role of predatory fish species in the ecologization of the Ivankovo reservoir // Russian Journal «Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology». 2026. № 1 (57). P. 99–104 (In Russ.). DOI: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202601014  
EDN: CKSOGQ

### **Введение**

Иваньковское водохранилище – водоем комплексного использования. Основными источниками воздействия на водные биоресурсы водохранилища являются: природные и климатические факторы и хозяйственно-бытовая деятельность человека. Это приводит к эвтрофикации, увеличению зарастаемости, заболачиванию, уменьшению популяции некоторых видов и появлению новых видов рыб, которые ранее не обитали в данном водохранилище, например тюльки. В результате происходит частичная перестройка ихтиоценозов, изменяется соотношение отдельных видов и др. В связи с этим растет заболеваемость рыбы, что также зависит как от качества воды, так и от видового состава рыбы. Учитывая, что Иваньковское водохранилище является водоемом питьевого водоснабжения и социально-значимым для населения, здоровье рыбы в настоящее время остается актуальной [9, 10].

Цель научных исследований – изучить антропогенное и природное влияние на водные биологические ресурсы Иваньковского водохранилища. При исследовании санитарного состояния водных биоресурсов основной задачей являлось проведение сравнительного анализа заболеваемости рыбы за ряд лет.

### **Материалы и методы**

Исследования проведены на Иваньковском водохранилище. Ихтиологический материал собирали ежемесячно, проводили анализ биологического состояния водных биоресурсов, осуществляли

подсчет запасов рыб, определяли возраст рыб, а также их заболевания. Применяли ставные сети и закольные мережи. Периодичность проверки орудий лова составляла один раз в 3...5 сут.

Для проведения научных исследований были использованы общепринятые методики проведения анализов и статистические методы обработки полученных данных.

Сбор и обработку материала на биологический анализ рыб, в том числе определение возраста, проводили согласно методическим указаниям «Руководство по изучению возраста и роста рыб» (Чугунов Н.И.). Запасы рыб на Иваньковском водохранилище определяли на основании натурных наблюдений. Сведения по уловам, рыбоводно-мелиоративным мероприятиям получены в ФГБУ «Центррыбвод».

Морфологический и биологический анализ включал:

- измерение общей длины (от конца рыла до линии, соединяющей концы хвостового плавника);
- измерение массы целой рыбы (взвешивание на весах);
- определение степени накормленности рыб по индексу наполнения желудочно-кишечного тракта. Материал для оценки питания рыб фиксировали в 70%-м спирте и обрабатывали в лаборатории института по общепринятым в ихтиологии методам, изложенным в «Руководстве по изучению питания рыб в естественных условиях» Е.Н. Павловского.

### Результаты исследований и обсуждение

Промышленный вылов рыбы рыбодобывающими организациями не производится с 2007 г. Это привело к перенаселению и изменению биологических характеристик, проявляющихся тугорослостью (замедление роста) и поздним половым созреванием [2, 6, 7].

Как показали предыдущие исследования, в Иваньковском водохранилище заболеваниями подвержены в основном карповые виды рыб: лещ, плотва, густера. В основном это паразитарные заболевания, поражение которыми в среднем составляет 25%. Лещ (*Abramis brama* L.) в данном водоеме составляет большую часть популяций всех видов рыб. По типу питания лещ относится к бентофагам. Молодь леща питается зоопланктоном: ракообразными, личинками насекомых, моллюсками, что и является источником заражения постодиплостомозом и лигулезом [5, 10].

Большая рыба угнетена, истощена, плохо набирает массу, отстаёт в росте и половом созревании. Как следствие, популяция уменьшается. Такая рыба служит источником и разносчиком заболеваний, что отражается на ветеринарно-санитарном состоянии водоема [1, 5].

Щука и судак не подвержены вышеуказанным заболеваниям, кроме прочего, они являются аборигенами Иваньковского водохранилища.

Щуку (*Esox lucius* L.) обычно называют «речным санитаром» пресных вод. В первый месяц жизни щука питается мелкими рачками, личинками насекомых, червями; со второго месяца жизни – личинками плотвы и окуня, мелкой или большой рыбой, головастиками, лягушками.

Судак (*Sander lucioperca* L.) – один из самых ценных промысловых видов рыб Иваньковского водохранилища. Он обладает высокими товарными качествами, играет важную роль в качестве биологического мелиоратора. Основу питания судака составляют малоценные виды рыб: плотва, уклейка, окунь пресноводный, тюлька, а также лещ.

Динамика запасов ценных хищников определяется не только условиями естественного воспроизводства и численностью производителей, она во многом зависит от колебаний погодных и гидрометеорологических условий; влияния антропогенных факторов: загрязнение водной среды, нестабильность уровня режима, интенсивная предполоводная сработка водохранилища [3, 4].

Говоря об уровне режиме и интенсивной предполоводной сработке вод Иваньковского водохранилища, следует отметить, что после нереста щуки, который проходит в марте–апреле с повышением температуры воды до 7...8°C, остаются отшвартованные нерестовые участки, не залитые водой. Икра высыхает и гибнет, что является причиной количественного снижения популяции щуки.

В водохранилище массовое созревание щуки происходит на третьем–четвертом году жизни. Размеры и масса самцов и самок одного возраста различны, наибольшие величины наблюдаются у самок.

Во все годы щука отличалась хорошим темпом роста, что объясняется достаточной обеспеченностью пищей.

Средние многолетние (2010–2019 гг.) показатели длины и массы щуки с учетом данных 2020 г. представлены в таблице 1.

**Таблица 1. Рост щуки в Иваньковском водохранилище (средние многолетние показатели с учетом данных 2020 г.)**

**Table 1. Pike growth in the Ivankovo reservoir (multi-year averages based on 2020 data)**

Показатель	Возраст рыбы, годы							
	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+
Длина, см	26,4 ± 1,6	35,7 ± 3,3	44,2 ± 0,5	51,5 ± 0,5	58,6 ± 0,5	67,3 ± 0,5	68,6 ± 0,5	83,7 ± 0,5
Масса, г	173 ± 132	423 ± 180	821 ± 150	1350 ± 150	2013 ± 150	3003 ± 150	3470 ± 150	5630 ± 150

Ихтиомасса промысловой части стада, включающей половозрелых особей в возрасте 3+ и старше, с учетом среднемноголетних данных, составила около 72% от общего запаса.

По многолетним данным, возрастная структура стада щуки насчитывает 10 групп. В неводных уловах в предыдущие годы преобладали 2...5-годовики с линейными размерами от 31 до 48 см. Сред-

няя масса одного экземпляра составляла 578 г, длина – 40,5 см.

Как свидетельствуют данные таблицы 2, популяция щуки с годами возрастает, общий запас в 2020 г. составлял 27,1 тыс. шт. и увеличился до 17,6 т. Промысловый запас в весовом выражении за 7 лет (с 2013 по 2020 гг.) увеличился до 12,7 т.

Судак начинает созревать в возрасте 4+, массовой половозрелости в Иваньковском водохранилище достигает в возрасте 5+...6+.

Рост судака можно охарактеризовать как хороший и достаточно устойчивый, в таблице 3 представлен рост судака по средним показателям с 2014 по 2020 гг.

**Таблица 2. Запас щуки Иваньковского водохранилища в разные годы**

*Table 2. Pike stock of the Ivankovo reservoir in different years*

Годы	Общий запас		Промысловый запас	
	тыс. шт.	т	тыс. шт.	т
2013	25,6	16,6	16,1	11,9
2014	23,3	15,1	14,7	10,9
2015	21,8	14,2	13,7	10,2
2016	23,4	15,2	14,6	10,9
2017	22,9	14,9	14,4	10,7
2018	23,3	15,1	14,5	10,8
2019	23,7	15,4	14,9	11,1
2020	27,1	17,6	17,0	12,7

**Таблица 3. Рост судака в Иваньковском водохранилище**

*Table 3. The growth of pike perch in the Ivankovo reservoir*

Показатель	Возраст рыбы, годы											
	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+
Длина, см	16,2 ± 1,5	21,8 ± 1,6	28,0 ± 1,6	33,9 ± 1,8	40,5 ± 2,6	45,4 ± 2,6	49,0 ± 2,6	53,1 ± 2,8	56,6 ± 3,2	62,8 ± 3,3	66,0 ± 3,3	71,9 ± 3,3
Масса, г	49,0 ± 5	145 ± 15	299 ± 25	537 ± 27	970 ± 30	1358 ± 67	1711 ± 78	2097 ± 84	2766 ± 86	3830 ± 86	4644 ± 85	5500 ± 84

По многолетним наблюдениям, за последние 20 лет колебания длины и массы в проанализированных возрастных группах и их средние значения были в пределах средних многолетних измерений и существенно не отличались от показателей 2017–2019 гг.

Запасы судака в 2 раза превышают запасы щуки и на протяжении 7 лет наблюдений находятся на стабильном уровне. При этом в маловодный 2014 г. и в многоводный 2020 г. прослеживается увеличение численности популяции (табл. 4).

**Таблица 4. Запас судака Иваньковского водохранилища в разные годы**

*Table 4. Stock of pike perch Ivankovo reservoir in different years*

Годы	Общий запас		Промысловый запас	
	тыс. шт.	т	тыс. шт.	т
2013	84,1	43,0	22,2	23,2
2014	90,4	46,9	24,2	25,3
2015	85,1	44,6	23,1	24,1
2016	88,6	46,1	23,7	24,9
2017	80,3	41,6	21,5	22,5
2018	80,5	41,7	21,4	22,5
2019	82,9	43,0	22,1	23,2
2020	93,0	48,3	25,8	26,1

В 2020 г. общий запас судака составил 48 т, а промысловый запас – 26,1 т.

### Заключение

Увеличивая популяцию щуки и судака в Ивановском водохранилище, можно частично уменьшить процент карповых видов рыб, которые служат промежуточными хозяевами для возбудителей гельминтозных заболеваний. При этом необходи-

мо осуществлять плавные предполоводные обработки водохранилища ранней весной; ввести ограничение на любительский вылов щуки и судака методом траления, отдавать предпочтение промышленному вылову карповых (лещ, плотва и т.д.). Вселение в водоем щуки и судака позволит улучшить ветеринарно-санитарное состояние водоема, а также провести оздоровление существующей популяции рыбы.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Дегтярик С., Марцунь О. Болезни – «подводные камни» рыбоводства // Наука и инновации. 2020. № 3. (205). С. 24-28.
2. Горячев Д.В., Никитенко А.И., Амелин М.Ю. и др. О возобновлении промысла на Ивановском водохранилище // Вопросы рыболовства. 2023. Т. 24. № 1. С. 154-164.
3. Горячев Д.В., Никитенко А.И., Клец Н.Н. и др. Состояние запасов водных биологических ресурсов Ивановского и Угличского водохранилищ // Вопросы рыболовства. 2021. Т. 22. № 1. С. 25-37.
4. Горячев Д.В., Никитенко А.И., Гвоздарев Д.А. и др. Промысел на водоемах Тверской области: историческая ретроспектива и современность // Вопр. рыболовства. 2024. Т. 25. № 2. С. 75-88
5. Кузнецова Е.В. Влияние паразитов аборигенных рыб на эпизоотическое состояние садковых хозяйств на европейской части России // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2016. № 3 (31) С.46-52
6. Никитенко А.И., Горячев Д.В., Жарикова В.Ю. и др. Динамика запасов и биологические показатели основных промысловых видов рыб Ивановского водохранилища за период 1998–2021 гг., их освоение промыслом // Вопросы рыболовства. 2023. Т. 24. № 3. С. 172-194.
7. Шукуров А.Х., Кузметов А.Р., Шукуров Д.Х. Инфекционные заболевания рыб и их анализ: лечение, профилактика и профилактические меры // UNIVERSUM: Химия и биология. 2003. № 9 (111). С.10-12
8. Юрова О.В., Сударев Н.П. Природное и антропогенное влияние на водные биологические ресурсы Ивановского водохранилища // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета 2022. № 2 (69). С. 162-168
9. Юрова О.В., Сударев Н.П. Природное и антропогенное влияние на популяцию леща в Ивановском водохранилище // Научный журнал «Аграрный вестник «Верхневолжья». 2022. № 2. С.79-85
10. Юрова О.В., Горячев Д.В., Никитенко А.И. Заболеваемость рыбы Ивановского водохранилища в разные годы // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2025. № 1 (53). С.148. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202501019.

### REFERENCES

1. Degtyarik S., Marczul` O. Bolezni – «podvodny`e kamni» ry`bovodstva // Nauka i innovaczii. 2020. № 3. (205). S. 24-28.
2. Goryachev D.V., Nikitenko A.I., Amelin M.Yu. i dr. O vozobnovlenii promy`sla na Ivan`kovskom vodokxranilishhe // Voprosy` ry`bolovstva. 2023. T. 24. № 1. S. 154-164.
3. Goryachev D.V., Nikitenko A.I., Klecz N.N. i dr. Sostoyanie zapasov vodny`kx biologicheskikx resursov Ivan`kovskogo i Uglichskogo vodokxranilishh // Voprosy` ry`bolovstva. 2021. T. 22. № 1. S. 25-37.
4. Goryachev D.V., Nikitenko A.I., Gvozdarov D.A. i dr. Promy`sel na vodoemakx Tverskoj oblasti: istoricheskaya retrospektiva i sovremennost` // Vopr. ry`bolovstva. 2024. T. 25. № 2. S. 75-88
5. Kuzneczova E.V. Vliyanie parazitov aborigenny`kx ry`b na e`pizooticheskoe sostoyanie sadkovy`kx kxozyajstv na evropejskoj chasti Rossii // Aktual`ny`e voprosy` veterinarnoj biologii. 2016. № 3 (31) S.46-52
6. Nikitenko A.I., Goryachev D.V., Zharikova V.Yu. i dr. Dinamika zapasov i biologicheskie pokazateli osnovny`kx promy`slovy`kx vidov ry`b Ivan`kovskogo vodokxranilishha za period 1998–2021 gg., ikx osvoenie promy`sлом // Voprosy` ry`bolovstva. 2023. T. 24. № 3. S. 172-194.
7. Shukurov A.Kx, Kuzmetov A.R., SHukurov D.Kx. Infekczionny`e zabolevaniya ry`b i ikx analiz: lechenie, profilaktika i profilakticheskie mery` // UNI`VERSUM: KXimiya i biologiya. 2003. № 9 (111). S.10-12
8. Yurova O.V., Sudarev N.P. Prirodnoe i antropogennoe vliyanie na vodny`e biologicheskie resursy` Ivan`kovskogo vodokxranilishha // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta 2022. № 2 (69). S. 162-168

9. Yurova O.V., Sudarev N.P. Prirodnoe i antropogennoe vliyanie na populyaciyu leshha v Ivan`kovskom vodokhranilishhe // Nauchny`j zhurnal «Agrarny`j vestnik «Verkhnevolzh`ya». 2022. № 2. S.79-85
10. Yurova O.V., Goryachev D.V., Nikitenko A.I. Zabolevaemost` ry`by` Ivan`kovskogo vodokhranilishha v razny`e gody` // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigeny` i e`kologii». 2025. № 1 (53). S.148. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202501019.

### **Информация об авторах**

Юрова О.В. – старший преподаватель кафедры биологии животных и зоотехнии, кафедры ветеринарии;  
Пчельников Д.В. – канд. биол. наук, доцент, руководитель отдела научных разработок ООО «ПТК «АйБиЭс».

### **Information about the authors**

Yurova O.V. – Senior Lecturer, of the Department of Animal Biology and Zootechnology; Department of Veterinary Medicine;  
Pchelnikov D.V. – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Scientific Research Department of PTK iBiES LLC.

### **Вклад авторов**

Юрова О.В. – сбор теоретических материалов, проведение эксперимента, обработка полученных данных, написание статьи, вклад 90%;  
Пчельников Д.В. – руководство экспериментом, корректировка методик эксперимента, коррекция текста написанной статьи, вклад 10%.

### **Contribution of the authors**

Yurova O.V. – collection of theoretical materials, conducting an experiment, processing the data obtained, writing an article, 90% contribution;  
Pchelnikov D.V. – experiment management, correction of experimental methods, correction of the text of the written article, 10% contribution.

Статья поступила в редакцию 26.01.2026; одобрена после рецензирования 05.02.2026; принята к публикации 24.02.2026; дата опубликования 25.03.2026.

The article was submitted 26.01.2026; approved after reviewing 05.02.2026; accepted for publication 24.02.2026; date of publication 25.03.2026.

БИОБЕЗОПАСНОСТЬ  
BIOLOGICAL SAFETY

Научная статья  
УДК 579.6:57:576.8  
DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601015  
EDN: CMUNIB

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЩИТНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ БОКСОВ  
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ 2-ГО КЛАССА  
В ВЕТЕРИНАРНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ**

**Ольга Борисовна Шишкина<sup>1</sup>, Евгений Александрович Тюрин<sup>2</sup>,  
Станислав Александрович Благодатских<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии Роспотребнадзора,  
Московская обл., п. Оболенск 142279, Российская Федерация, тел: (4967) 36-00-03,  
факс: (4967) 36-00-10, E-mail: info@obolensk.org, http://www.obolensk.org

<sup>1</sup> shishkina@obolensk.org

<sup>2</sup> turin@obolensk.org; ORCID: 0000-0001-5394-0469

<sup>3</sup> blagodatskikh@obolensk.org; ORCID: 0000-0002-9230-9747

**Аннотация.** В работе представлены результаты испытаний отечественных боксов микробиологической безопасности, установленные в лабораторных помещениях «заразной» зоны базового и изолированного уровня (BSL2-3). Боксы микробиологической безопасности (БМБ), применяемые в микробиологических лабораториях, являются важнейшим локальным звеном инженерных систем биологической безопасности, так как служат первичным барьером, защищая персонал от опасного воздействия микроорганизмов. При испытаниях отечественных боксов МБ были получены данные, свидетельствующие о соответствии параметров оборудования, заявленным производителем, которые позволяли эксплуатировать их в рабочих помещениях лабораторий при работе с микроорганизмами I...IV групп патогенности (опасности) в соответствии с требованиями нормативных документов.

**Ключевые слова:** микроорганизмы, биологическая безопасность, боксы микробиологической безопасности, защитная эффективность

**Финансирование:** работа выполнена в рамках тематической отраслевой программы Роспотребнадзора 2020...2025 гг.

**Для цитирования:** Шишкина О.Б., Тюрин Е.А., Благодатских С.А. Исследование защитной эффективности боксов микробиологической безопасности 2-го класса в ветеринарных лабораториях // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2026. № 1 (57). С. 105–111. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601015  
EDN: CMUNIB

Original article

## STUDY OF THE PROTECTIVE EFFECTIVENESS OF CLASS 2 MICROBIOLOGICAL SAFETY CABINETS IN VETERINARY LABORATORIES

Olga B. Shishkina<sup>1</sup>, Evgenyi A. Tyurin<sup>2</sup>, Stanislav A. Blagodatskih<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> State Research Center for Microbiology and Biotechnology, Obolensk, Moscow region 142279, Russian Federation, тел: (4967) 36-00-03, fax: (4967) 36-00-10, E-mail: info@obolensk.org, http://www.obolensk.org

<sup>1</sup> shishkina@obolensk.org

<sup>2</sup> turin@obolensk.org; ORCID: 0000-0001-5394-0469

<sup>3</sup> blagodatskikh@obolensk.org; ORCID: 0000-0002-9230-9747

**Abstract.** The paper presents the test results of domestic microbiological safety cabinets installed in the laboratory premises of the «infectious» zone of the basic and isolated level (BSL 2-3). Biological safety cabinets (BSC) for microbiological used in microbiological laboratories are the most important local link in biological safety engineering systems, as they serve as a primary barrier, protecting personnel from the dangerous effects of microorganisms. During the tests of domestic BSC, data were obtained indicating the compliance of the equipment parameters declared by the manufacturer, which made it possible to operate them in the working rooms of laboratories when working with microorganisms of I-IV pathogenicity (hazard) groups in accordance with the requirements of regulatory documents.

**Keywords:** microorganisms, biological safety, microbiological safety cabinets, protective efficiency

**Financing:** The work was carried out as part of the Thematic Sectoral Program of Rospotrebnadzor for 2020...2025.

**For citation:** Shishkina O.B., Tyurin E.A., Blagodatskih S.A. Study of the protective effectiveness of class 2 microbiological safety cabinets in veterinary laboratories // Russian Journal “Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology”. 2026. № 1 (57). P. 105–111 (In Russ.).

DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601015

EDN: CMUNIB

### Введение

Обеспечение непрерывного и гарантированно надежного функционирования комплексной системы биологической безопасности в ветеринарных лабораториях различного уровня защиты диктует настоятельную необходимость в организации регулярного, систематического и методологически выверенного мониторинга эффективности всех применяемых защитных мер и инженерных барьеров. К числу ключевых элементов такой многоуровневой защиты, бесспорно, относятся боксы микробиологической безопасности (БМБ), выполняющие функцию первичного физического барьера, непосредственно отделяющего персонал от потенциально опасного материала [1, 3, 6]. Эффективность данного барьера является краеугольным камнем всей системы биобезопасности лаборатории.

Для частичного ограничения распространения инфекционных аэрозолей ранее применяли усовершенствованные столы, оборудованные выдвижными боковыми остекленными панелями. При этом риск воздушной передачи высоковирулентных микроорганизмов оставался чрезвычайно высоким, что подтверждается регистрируемыми случаями профессионального заражения в лабораториях [9].

В СССР для защиты сотрудников, до появления в лабораториях ламинарных БМБ, повсеместно использовали химические или радиобиологические вытяжные шкафы типа ШНЖ [4]. Их принципиальным недостатком при работе с культурами патогенных биологических агентов (ПБА) было отсутствие ламинарного потока очищенного воздуха, защищающего пробу от контаминации из-

вне, а также недостаточно высокая степень фильтрации удаляемого воздуха.

Согласно положениям действующей нормативно-методической документации [6, 10], все лабораторные процедуры, сопряженные с повышенным риском образования аэрозоля, в обязательном порядке необходимо выполнять в специально выделенных, изолированных помещениях с использованием специализированного боксирующего оборудования, призванного максимально уменьшить риск попадания жизнеспособных ПБА в воздух рабочей зоны. Следовательно, все работы с ПБА I...IV групп в микробиологических лабораториях любого профиля и ведомства должны проводиться в БМБ 2-го или 3-го класса в соответствии с требованиями биологической безопасности, изложенными в СанПиН 3.3686-21 [6].

Разработка и серийное производство БМБ в России были начаты в середине 1990-х годов в г. Миассе, что стало ответом на растущие потребности лабораторной сети в безопасном оборудовании. Знаковым событием для отрасли, упорядочившим требования, стало введение с 1 декабря 2011 г. национального стандарта ГОСТ Р ЕН 12469-2010 [3]. Этот основополагающий документ установил четкие и унифицированные критерии для практической оценки эксплуатационных и защитных характеристик БМБ, что позволило унифицировать подходы к их сертификации и контролю.

Бокс микробиологической безопасности – это сложная инженерная конструкция, предназначенная для надежной физической изоляции ПБА, что эффективно предотвращает риск инфицирования персонала, контаминации воздуха рабочей зоны и окружающей среды [1, 8]. Таким образом, БМБ служат важным первичным барьером в общей системе обеспечения требований биологической безопасности лаборатории, и их корректная работа является обязательным условием допуска лаборатории к работе с патогенами [7...10].

Принцип работы современных БМБ основан на создании ламинарных потоков воздуха, подвергающихся многоступенчатой фильтрации через высокоэффективные HEPA-фильтры класса H14. Конструктивно боксы подразделяют на два основных типа: тип «А», работающий в режиме автономной рециркуляции воздуха внутри помещения, и тип «Б», подключаемый к общей вытяжной вентиляции здания через дополнительный каскад фильтров.

Важно отметить, что боксы типа «А» не пригодны для работы с летучими токсичными и остро

пахнущими веществами, а также с радиоактивными материалами, в отличие от типа «Б», которые могут быть использованы для таких работ. Надежность и эффективность защиты напрямую зависят от корректного выбора типа БМБ, его грамотного размещения в помещении с учетом существующих воздушных потоков.

Общепринятая международная и российская классификация БМБ включает три основных класса:

БМБ 1-го класса: обеспечивает базовую защиту оператора и окружающей среды от патогенов, но не защищает пробу от контаминации извне;

БМБ 2-го класса: обеспечивает одновременную защиту персонала, исследуемого материала (пробы) и внешней среды;

БМБ 3-го класса: представляет собой абсолютно герметичную систему с максимальным уровнем персональной защиты, предназначенную для работы с ПБА I...II групп.

Учитывая высокую технологическую сложность БМБ как инженерных изделий и их прямую связь с безопасностью жизни и здоровья персонала, действующая нормативная документация предписывает проводить регулярные, не реже одного раза в год, а в некоторых случаях и чаще, испытания их защитной эффективности [3, 6]. Плановый контроль обязателен после первоначального монтажа, после любого перемещения оборудования внутри лаборатории или его ремонта и при отсутствии фильтров предварительной очистки – не реже одного раза в 6 мес.

Комплексному контролю подлежат все ключевые параметры, а именно: скорость входящего и нисходящего воздушных потоков, эффективность HEPA-фильтров, герметичность рабочей камеры, аэродинамический профиль распределения воздушных потоков в пределах рабочей камеры. Организация такого многоуровневого мониторинга является не просто формальным соблюдением нормативных требований, по основополагающим элементом культуры биологической безопасности, обеспечивающим непрерывное и надежное функционирование лаборатории в целом.

Целью настоящего исследования являлась комплексная оценка защитной эффективности БМБ 2-го класса отечественного производства, эксплуатируемых в ветеринарных испытательных лабораториях базового и изолированного уровней для выполнения работ, связанных с ПБА II...IV групп бактериальной природы.

### **Материалы и методы**

В рамках настоящего исследования для всесторонней оценки защитной эффективности был использован комплекс аналитических и инструментальных методов, соответствующих требованиям национального и международных стандартов.

Всего было исследовано 24 единицы БМБ отечественного производства, находящихся в эксплуатации в ветеринарных лабораториях на территории Московской обл. по договорам и программам обязательного тестирования [3, 6], в том числе: 13 боксов микробиологической безопасности модели БОВ-001 АМС (тип СЛШ), 2-го класса тип «А» (г. Миасс, ЗАО «Асептические медицинские системы»); 11 боксов микробиологической безопасности модели «Ламинар – С» 1,5; 2-го класса тип «А» (г. Миасс, ЗАО «Ламинарные системы»).

Программа комплексных испытаний включала в себя следующие этапы, выполняемые на каждом боксе.

1. Аналитический этап: тщательный анализ технической и эксплуатационной документации на боксирующие устройства и установленные фильтрующие элементы.

2. Визуальная оценка: осмотр и оценка корректности размещения оборудования в условиях функционирующей лаборатории, проверка качества очистки внешних поверхностей, ознакомление с актами о проведении дезинфекции.

3. Контроль герметичности: проверка целостности и герметичности конструкции рабочей камеры и корпуса бокса.

4. Визуализация потоков: визуализация картины воздушных потоков с помощью генератора видимого дымового аэрозоля с устойчивым шлейфом.

5. Анемометрические измерения: точное измерение скоростей входящего и нисходящего воздушных потоков с использованием высокоточного поверенного термоанемометра Testo 435-1 (Германия) с нижним пределом измерения 0,1 м/с. Скорость входящего потока определяли, исходя из объемного расхода воздуха через площадь входного проема при стандартной высоте поднятия защитного стекла (200 мм). Измерения нисходящего потока проводили на высоте 0,3...0,4 м от поверхности фильтра по трафарету на столешнице.

6. Испытание фильтров: тестирование НЕРА-фильтров на проницаемость нефелометрическим методом на специализированной установке контроля эффективности фильтров с применением

стандартного аэрозоля диоктилфталата (DOP-тест) с частицами размером 0,1...0,5 мкм. Массовую концентрацию частиц до и после фильтра измеряли с помощью аналитического нефелометрического фотометра.

По окончании работ проводили вентиляцию помещения для удаления следов аэрозоля и подготовку развернутого протокола испытаний.

### **Результаты исследований и обсуждение**

Результаты проведенных комплексных испытаний позволили получить репрезентативную картину состояния парка БМБ в исследуемых ветеринарных лабораториях.

**Визуальный и дымовой тест.** Дымовой тест, проведенный при «нулевой» загрузке рабочей камеры бокса, во всех 24 случаях подтвердил корректность и стабильность аэродинамического профиля воздушных потоков. Наблюдалось четкое вхождение динамического потока в открытый рабочий проем, формирование равномерного нисходящего потока и отсутствие турбулентностей, выводящих дым за пределы бокса. Это однозначно свидетельствует о высоком качестве изготовления оборудования, его бережной транспортировке и, что крайне важно, о профессиональном монтаже и настройке на месте постоянной эксплуатации. Однако было отмечено, что верхние углы открытого рабочего проема по нижней линии защитного стекла являются зоной потенциального риска, где в случае возникновения дисбаланса воздушных потоков (например, при перегруженности камеры оборудованием или неправильной работе вентилятора) теоретически возможен обратный выброс ПБА за пределы защищенного объема. Также при несбалансированности потоков возможен заброс восходящего потока с внутренней стороны стекла, что может привести к внешнему загрязнению внутреннего пространства.

**Защитная эффективность.** Была испытана защитная эффективность боксов микробиологической безопасности: три бокса «БОВ-001-АМС» со скоростью потока 0,4 м/с и проницаемостью 0,0001%; два бокса «БОВ-001-АМС» со скоростью 0,4 м/с и проницаемостью 0,0002%; два бокса «БОВ-001-АМС» со скоростью 0,4 м/с и проницаемостью 0,0008%; пять боксов «Ламинар-С-1,5» со скоростью 0,4 м/с и проницаемостью 0,0001%; четыре бокса «Ламинар-С-1,5» со скоростью 0,4 м/с и проницаемостью 0,0002%; один бокс «Ламинар-С-1,5» со скоростью 0,4 м/с и проницаемостью 0,0005%.

Остальные шесть единиц оборудования представлены отдельными экземплярами с различными комбинациями скорости потока (0,41...0,45 м/с) и проницаемости фильтра (0,0001 или 0,0002%).

Результаты инструментальных измерений продемонстрировали следующее. Скорость входящего воздушного потока во всех протестированных БМБ находилась в регламентированном диапазоне от 0,4 до 0,45 м/с, что в полной мере соответствует строгим нормативным требованиям для данного класса оборудования (минимальный порог 0,4 м/с) [3, 6]. Полученные значения практически оставались в одном, достаточно узком диапазоне, что говорит о стабильности настроек вентиляционных систем исследованных боксов.

Коэффициент проскока НЕРА-фильтров класса Н14 ни в одном случае не превышал допустимых значений и варьировался в пределах от  $0,1 \cdot 10^{-3}$  до  $0,8 \cdot 10^{-3}\%$ , что подтверждает их высокую эффективность и соответствие заявленному классу очистки.

Полученные экспериментальные данные все-сторонне подтвердили, что все 24 исследуемых бокса микробиологической безопасности в полной мере соответствуют заявленным производителем техническим характеристикам и являются пригодными для безопасной работы с ПБА II...IV групп в лабораториях базового и изолированного типов.

Примененная в работе комплексная методика испытаний, основанная на многолетнем практическом опыте эксплуатации БМБ в лабораториях разного уровня, может быть рекомендована для внедрения в практику регулярного контроля оборудования данного типа. Следует особо подчеркнуть, что эффективное управление биологическими рисками (биориск-менеджмент) с использованием БМБ достижимо только при условии организации квалифицированного и систематического технического контроля со стороны специально обученного и сертифицированного персонала. Каждый бокс представляет собой уникальное техническое устройство, и его эксплуатация должна строго регламентироваться действующими санитарно-эпидемиологическими правилами, технической документацией производителя и фундаментальными принципами надлежащей лабораторной практики (GLP), варьирующимися в зависимости от специфики проводимых работ.

Важнейшим аспектом является правильный подбор дезинфицирующих средств для проведения регулярной деконтаминации рабочей камеры, который напрямую влияет на надежность уровня защиты. Также необходимо учитывать, что аэродинамика бокса может существенно нарушаться при его перегруженности материалом, поэтому организация рабочего пространства внутри камеры должна быть тщательно продумана.

БМБ нового поколения оснащены продвинутыми системами мониторинга с цифровыми датчиками, постоянно отслеживающими ключевые параметры работы оборудования в реальном времени, что существенно повышает общий уровень эксплуатационной безопасности и позволяет оперативно реагировать на отклонения. Полученные данные вносят определенный вклад в развитие системы обеспечения биологической безопасности ветеринарной службы Российской Федерации и подчеркивают необходимость неукоснительно соблюдать установленные регламенты по эксплуатации и контролю защитного оборудования.

### **Выводы**

1. Использование БМБ 2-го класса – обязательный и незаменимый элемент первичной защиты персонала ветеринарных лабораторий при работе с ПБА II...IV групп, регламентированный на федеральном уровне.
2. БМБ служат первой и критически важной линией защиты, создавая основной барьер между персоналом и ПБА, в многоуровневой системе биобезопасности.
3. Надежная система защиты обеспечивается за счет барьерных воздушных потоков и НЕРА-фильтрации, что предотвращает как загрязнение образцов, так и выход патогенов в лабораторию.
4. Для поддержания работоспособности плановые контрольные испытания БМБ необходимо проводить не реже раза в год (или раз в полгода при отсутствии предфильтров), в строгом соответствии с нормативной документацией.
5. Тестирование и сертификация защитной эффективности БМБ должны проводиться только высококвалифицированными специалистами, обладающими специальными знаниями в области биологической безопасности.

### **СПИСОК ИСТОЧНИКОВ**

1. Биологическая безопасность. Термины и определения // Под ред. акад. РАМН Г.Г. Онищенко и чл.-корр. РАМН В.В. Кутырева, 2-е изд., испр. и доп. М.: Медицина, 2011. 152 с.

2. Тюрин Е.А., Шишкина О.Б., Чекан Л.В. Комплексное участие инженерно-технической службы потенциально опасного биологического объекта в процессе обеспечения биологической и экологической безопасности // Сборник материалов XIV Международной научно-технической конференции «Наука, образование, производство в решении экологических проблем («Экология-2018»)). 2018. Т.1. С. 266-278.
3. ГОСТ Р ЕН 12469-2010. «Биотехнология. Технические требования к боксам микробиологической безопасности». 2010. 46 с.
4. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПО РБ-99/2010). СП 2.6.1.2612-10. 34 с.
5. Практическое руководство по биологической безопасности в лабораторных условиях. Laboratory Biosafety Manual. 4-е изд. Geneva: World Health Organization, 2022. 133 с.
6. Санитарные правила и нормы СанПиН 3.3686-21. «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней». 2021 г. Приложение 4. С. 948-960.
7. Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Методы аэродинамических испытаний. ГОСТ 12.3.018-79.
8. Тюрин Е.А., Шишкина О.Б. Артеменко Е.В. Условия эксплуатации инженерных систем биологической безопасности в учреждениях ветеринарии // Ветеринария. 2021. № 10. С. 44-48.
9. Тюрин Е.А., Храмов М.В., Дятлов И.А. Анализ выполнения требований по обеспечению биологической безопасности на потенциально опасном объекте // Проблемы ООИ. 2018. Вып. 2. С. 95-100.
10. NSF International Standard / American National Standard NSF/ANSI 49 – 2019. Biosafety Cabinetry: Design, Construction, Performance and Field Certification. США. 2019. 15 с.

## REFERENCES

1. Biologicheskaya bezopasnost'. Terminy` i opredeleniya // Pod red. akad. RAMN G.G. Onishhenko i chl.-korr. RAMN V.V. Kuty`reva, 2-e izd., ispr. i dop. M.: Meditsina, 2011. 152 s.
2. Tyurin E.A., Shishkina O.B., Chekan L.V. Kompleksnoe uchastie inzhenerno-tekhnicheskoy sluzhby` potenczial` no opasnogo biologicheskogo ob`ekta v prozesse obespecheniya biologicheskoy i e`kologicheskoy bezopasnosti // Sbornik materialov XIV Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferenczii «Nauka, obrazovanie, proizvodstvo v reshenii e`kologicheskix problem («E`kologiya-2018»)). 2018. T.1. S. 266-278.
3. GOST R EN 12469-2010. «Biotekhnologiya. Tekhnicheskije trebovaniya k boksam mikrobiologicheskoy bezopasnosti». 2010. 46 s.
4. Osnovny`e sanitarny`e pravila obespecheniya radiaczionnoj bezopasnosti (OSPO RB-99/2010). SP 2.6.1.2612-10. 34 s.
5. Prakticheskoe rukovodstvo po biologicheskoy bezopasnosti v laboratorny`kx usloviyax. Laboratory Bi`osafety Manual. 4-e izd. Geneva: World Health Organi`zati`on, 2022. 133 s.
6. Sanitarny`e pravila i normy` SanPiN 3.3686-21. «Sanitarno-e`pidemiologicheskije trebovaniya po profilaktike infekcionny`kx boleznej». 2021 g. Prilozhenie 4. S. 948-960.
7. Sistema standartov bezopasnosti truda. Sistemy` ventilyaczionny`e. Metody` ae`rodynamichekix ispy`tanij. GOST 12.3.018-79.
8. Tyurin E.A., Shishkina O.B. Artemenko E.V. Usloviya e`kspluataczii inzhenerny`kx sistem biologicheskoy bezopasnosti v uchrezhdeniyax veterinarii // Veterinariya. 2021. № 10. S. 44-48.
9. Tyurin E.A., Kxramov M.V., Dyatlov I.A. Analiz vy`polneniya trebovanij po obespecheniyu biologicheskoy bezopasnosti na potenczial`no opasnom ob`ekte // Problemy` OOI. 2018. Vy`p. 2. S. 95-100.
10. NSF International Standard / American National Standard NSF/ANSI 49 – 2019. Biosafety Cabinetry: Design, Construction, Performance and Field Certification. США. 2019. 15 с.

## Информация об авторах

Шишкина О.Б. – ведущий инженер отдела эксплуатации инженерных систем биологической безопасности;  
Тюрин Е.А. – канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биологической безопасности;  
Благodatских С.А. – старший научный сотрудник лаборатории биологической безопасности.

## Information about the authors

Shishkina O.B. – Leading engineer, Department of Operation of Biological Safety Engineering Systems;  
Tyurin E.A. – Cand. Med. Sci., Leading researcher associate biosafety laboratory;  
Blagodatских S.A. – Older researcher biosafety laboratory.

**Вклад авторов:**

Шишкина О.Б. – подготовка и проведение исследований, написание статьи;  
Тюрин Е.А. – постановка цели работы, обсуждение данных, подготовка статьи к печати;  
Благодатских С.А. – проведение исследований, написание статьи.

**Contribution of authors**

Shishkina O.B. – preparation and conduct of experiments, data analysis, writing an article;  
Tyurin E.A. – setting the goal of the work, discussion of the data;  
Blagodatskih S.A. – preparation and conduct of experiments, writing an article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 06.11.2025; одобрена после рецензирования 12.11.2025; принята к публикации 24.02.2026; дата опубликования 25.03.2026.

The article was submitted 06.11.2025; approved after reviewing 12.11.2025; accepted for publication 24.02.2026; date of publication 25.03.2026.

Научная статья  
УДК 637.074  
DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601016  
EDN: STAZRE

## АПРОБАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ БИОРЕМЕДИАЦИИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД БИОПРЕПАРАТОМ REMEDION® В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Дмитрий Александрович Куршин<sup>1</sup>, Асият Мухтаровна Абдуллаева<sup>2</sup>,  
Наталья Дмитриевна Рябухина<sup>3</sup>, Ирина Валентиновна Медведева<sup>4</sup>,  
Евгения Ивановна Карева<sup>5</sup>

<sup>1,2</sup> Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)),  
Москва 125080, Российская Федерация

<sup>1,4,5</sup> ООО «ИНТЕРСЭН», Мытищи 141004, Российская Федерация,

<sup>3</sup> ООО «Водопроводно-канализационные системы» (ООО «ВКС»),  
Мытищи 141009, Российская Федерация

<sup>1</sup> DK@isen.ru

<sup>2</sup> abdullaevaam@mgupp.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1900-2121>

<sup>3</sup> nataliakalinka@mail.ru

<sup>4</sup> medvedeva@isen.ru

<sup>5</sup> kar@isen.ru

**Аннотация.** В условиях растущего загрязнения окружающей среды осадки сточных вод (ОСВ) представляют собой как проблему, так и потенциальный ресурс. Одним из перспективных направлений их переработки является биоремедиация, позволяющая снизить концентрацию загрязняющих веществ, включая тяжелые металлы. В статье приведены современные методы очистки ОСВ с акцентом на биотехнологические подходы и рассмотрены механизмы биодegradации металлов. Представлены результаты лабораторных исследований по биоремедиации ОСВ с использованием биопрепарата Remedion®. Изучено влияние различных концентраций биопрепарата (2,5, 5 и 10%) на снижение содержания тяжелых металлов (ТМ). Максимальное снижение концентрации ТМ (до 30%) отмечено для калия и меди, тогда как хром и бор устойчивы к биодegradации. Экспериментально подтверждено, что биоремедиация способствует не только снижению концентрации ряда ТМ (барий, цинк, кобальт, свинец, марганец, медь), но и увеличению содержания органического вещества в осадках на 17%, а также устранению специфического запаха. Отмечено, что повышение концентрации биопрепарата не всегда приводит к увеличению эффективности очистки, что может быть связано с особенностями микробных механизмов или химической структуры металлов. Полученные результаты подтверждают перспективность применения биоремедиации как метода очистки ОСВ и необходимость дальнейших исследований для повышения ее эффективности.

**Ключевые слова:** осадки сточных вод, тяжелые металлы, удобрения, биоремедиация, препарат Remedion®, биологическая очистка, загрязняющие вещества, экологическая безопасность

**Для цитирования:** Куршин Д.А., Абдуллаева А.М., Рябухина Н.Д., Медведева И.В., Карева Е.И. Апробация технологии биоремедиации осадков сточных вод биопрепаратом Remedion® в лабораторных условиях // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2026. № 1 (57). С. 112–120. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601016  
EDN: STAZRE

## PILOT TESTING OF THE BIOREMEDIATION TECHNOLOGY FOR WASTEWATER SLUDGE USING THE BIOLOGICAL PRODUCT “REMEDION®” IN LABORATORY CONDITIONS

Dmitry A. Kurshin<sup>1</sup>, Asiat M. Abdullaeva<sup>2</sup>, Natalia D. Ryabukhina<sup>3</sup>,  
Irina V. Medvedeva<sup>4</sup>, Eugenia I. Kareva<sup>5</sup>

<sup>1,2</sup> Russian Biotechnology University (BIOTECH University),  
Moscow 125080, Russian Federation

<sup>1,4,5</sup> INTERSEN-plus. Mytishchi, 141004, Russian Federation

<sup>3</sup> Vodokanal-Mytishchi. Mytishchi, 141009, Russian Federation

<sup>1</sup> DK@isen.ru

<sup>2</sup> abdullaevaam@mgupp.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1900-2121>

<sup>3</sup> nataliakalinka@mail.ru

<sup>4</sup> medvedeva@isen.ru

<sup>5</sup> kar@isen.ru

**Abstract.** Under conditions of increasing environmental pollution, wastewater sludge represents both an environmental challenge and a potential resource. One of the promising approaches to its treatment is bioremediation, which enables the reduction of contaminant concentrations, including heavy metals. This article reviews current methods for wastewater sludge treatment with an emphasis on biotechnological approaches and discusses the mechanisms of metal biodegradation. The results of laboratory-scale studies on the bioremediation of wastewater sludge using the biopreparation «Remedion®» are presented. The effect of different biopreparation concentrations (2.5, 5, and 10%) on the reduction of heavy metal content was evaluated. The highest reduction in heavy metal concentrations (up to 30%) was observed for potassium and copper, while chromium and boron demonstrated resistance to biodegradation. It was experimentally confirmed that bioremediation not only reduces the concentrations of several heavy metals (barium, zinc, cobalt, lead, manganese, and copper), but also increases the organic matter content in sludge by 17% and eliminates specific odors. An increase in the biopreparation concentration did not always result in enhanced treatment efficiency, which may be attributed to microbial metabolic characteristics or the chemical properties of the metals. The obtained results confirm the potential of bioremediation as an effective method for wastewater sludge treatment and highlight the need for further research to improve its efficiency.

**Keywords:** Wastewater sludge; heavy metals; fertilizers; bioremediation; «Remedion®»; biological treatment; pollutants; environmental safety

**For citation:** Kurshin D.A., Abdullaeva A.M., Ryabukhina N.D., Medvedeva I.V., Kareva E.I. Pilot testing of the bioremediation technology for wastewater sludge using the biological product “Remedion®” in laboratory conditions // Russian journal «Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology». 2026. № 1 (57). P. 112–120 (In Russ.). DOI: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202601016 EDN: CTAZRE

### Введение

В России широко применяются органические удобрения, дополнительным источником которых могут стать осадки сточных вод (ОСВ) [13]. Из-за дефицита органических веществ в почвах растет интерес к их использованию наряду с традицион-

ными удобрениями [10]. Загрязнение от сточных вод связано с устаревшими технологиями и нарушением санитарных норм [14, 15].

ОСВ применяют как удобрения, рекультивационные материалы и источник биоэнергии. Это экономически выгодно благодаря высокому

содержанию органических веществ и минералов, однако мешает загрязнение тяжелыми металлами и токсичными веществами [8]. Хранение на иловых картах больше неэффективно и вызывает экологические и социальные риски [17, 18]. Состав ОСВ варьируется, что осложняет выбор единой стратегии переработки. Массовое накопление и токсичность осадков требуют современных методов утилизации [7, 15]. Среди таких методов – уплотнение, стабилизация, обеззараживание, сжигание и сбраживание [3, 12]. Переработанные ОСВ используют в строительстве, для получения цемента, биогаза и дорожных материалов [5]. Современные технологии уменьшают риски и создают ценные ресурсы [4, 11, 19].

Использование ОСВ как удобрения улучшает структуру почвы, способствует повышению качества продукции [4]. Высокое содержание органических веществ обеспечивает накопление азота и повышение плодородия [17]. Обезвреживание возвращает питательные вещества в круговорот, улучшая продуктивность [1]. Однако необходимо контролировать содержание калия и тяжелых металлов [9, 6, 16]. С этой целью целесообразно применять сульфатредуцирующие бактерии, связывающие тяжелые металлы в виде нерастворимых сульфидов, снижая их токсичность [2].

Цель работы – изучить в лабораторных условиях эффективность применения биоремедиации осадков сточных вод биопрепаратом Remedion® для безопасного и эффективного их использования в качестве удобрений.

### **Материалы и методы**

Исследования проводили на смеси обезвоженных осадков сточных вод, образующихся в комплексе очистных сооружений бытовой канализации ВПС-2500, расположенном в городском округе Мытищи. В качестве образца использовали смесь сырого осадка первичных отстойников и илового осадка вторичных отстойников канализационных очистных сооружений хозяйственно-бытовых сточных вод. Отбор образцов (4 дм<sup>3</sup>) осуществляли из бункера накопления смеси обезвоженных осадков.

В рамках лабораторной апробации технологии биоремедиации осадков сточных вод тестировали биопрепарат Remedion® в различных концентрациях. Исследование длилось 60 сут и включало три варианта внесения биопрепарата: в количестве 2,5, 5 и 10% от общего объема образца. Для каждого

варианта использовали аналогичные методы обработки: простой полив, полив с рыхлением и полив с последующим укрыванием.

При внесении биопрепарата в количестве 2,5% от объема осадка использовали 0,1 дм<sup>3</sup> биопрепарата на образец. Для 2-го варианта, с внесением препарата в количестве 5%, его дозу увеличивали до 0,2 дм<sup>3</sup>, а при внесении 10% – до 0,4 дм<sup>3</sup> на образец. Все образцы проходили идентичный цикл обработки, что позволило сравнить эффективность различных дозировок и методов применения биопрепарата.

По завершении эксперимента оценивали влияние Remedion® на химический состав ОСВ, содержание в них органического вещества и возможность дальнейшего применения в качестве удобрений.

Оценку эффективности применения технологии биоремедиации биопрепаратом Remedion® для комплексной очистки осадков сточных вод проводили в лабораторных условиях на образцах смеси осадков (сырой и иловый) хозяйственно-бытовых сточных вод очистных сооружений по ряду неорганических веществ, металлов и обобщенных показателей, методом количественного химического анализа (КХА). Лабораторные испытания проведены независимым АЦ ЗАО «РОСА» (аттестат аккредитации № ААС.А.00320) и подтверждены протоколами исследований (испытаний, анализов) № 527720...№ 527727 от 24.09.2024.

Эффективность удаления биопрепаратом специфического запаха осадков хозяйственно-бытовых сточных вод оценивали органолептически.

### **Результаты исследований и обсуждение**

Органолептически установлена эффективность удаления запаха биопрепаратом Remedion®, практически до его полного отсутствия.

Эффективность удаления загрязняющих веществ из осадков сточных вод очистных сооружений при применении технологии биоремедиации биопрепаратом Remedion® представлена в таблице 1.

Увеличение содержания органического вещества в ОСВ очистных сооружений хозяйственно-бытовой канализации при применении биопрепарата Remedion® отражено в таблице 2.

Эффективность очистки осадков сточных вод от ТМ при применении биопрепарата в разных концентрациях (2,5, 5 и 10%) представлена в таблице 3 и на рисунках 1...3.

**Таблица 1. Эффективность удаления загрязняющих веществ (ЗВ)**

*Table 1. Efficiency of pollutant removal*

Загрязняющие вещества	Содержание ЗВ, мг/кг		Эффективность очистки, %
	начальное	конечное	
Барий	184	131	29
Цинк	2190	1600	27
Кобальт	3,58	2,66	26
Свинец	20,8	15,7	25
Марганец	115	85,9	25
Медь	204	153	25
Никель	14,5	12,3	15
Бор	29,2	25,5	13
Хром общий	23,8	20,9	12

**Таблица 2. Содержание органического вещества**

*Table 2. Organic matter concentration*

Показатель	Содержание, % сух. в-во		Увеличение содержания, %
	начальное	конечное	
Органическое вещество	71,7	83,8	17

**Таблица 3. Показатели загрязняющих веществ ила при применении биопрепарата Remedion® в разных концентрациях**

*Table 3. Concentrations of pollutants in sludge after application of «Remedion®» at different dosages*

Загрязняющие вещества	Содержание ЗВ до применения биопрепарата	Содержание ЗВ после применения 2,5% биопрепарата	Эффективность биоремедиации, %	Содержание ЗВ после применения 5% биопрепарата	Эффективность биоремедиации, %	Содержание ЗВ после применения 10% биопрепарата	Эффективность биоремедиации, %
Барий, мг/кг	184	137	26	138	25	131	29
Калий, %	0,31	0,3	0,4	0,3	0,4	0,35	0
Кобальт, мг/кг	3,58	2,97	18	2,66	26	2,76	23
Марганец, мг/кг	115	86,0	26	87,0	25	85,9	26
Медь, мг/кг	204	153	25	164	20	157	24
Никель, мг/кг	14,5	13,6	7	12,4	15	12,3	16
Свинец, мг/кг	20,8	15,9	24	16,2	23	15,7	25
Хром общий, мг/кг	23,8	23,4	2	21,2	11	20,9	13
Цинк, мг/кг	2190	1600	27	1750	21	1660	25
Бор, мг/кг	29,2	25,5	13	26,6	9	25,5	13

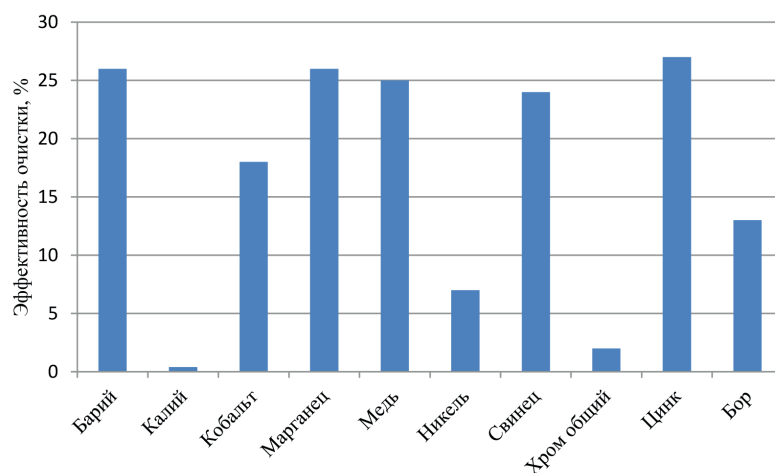


Рис. 1. Эффективность очистки образцов ила биопрепаратом Remedion® в количестве 2,5%  
Fig. 1. Efficiency of sludge sample treatment with the «Remedion®» at a concentration of 2.5%

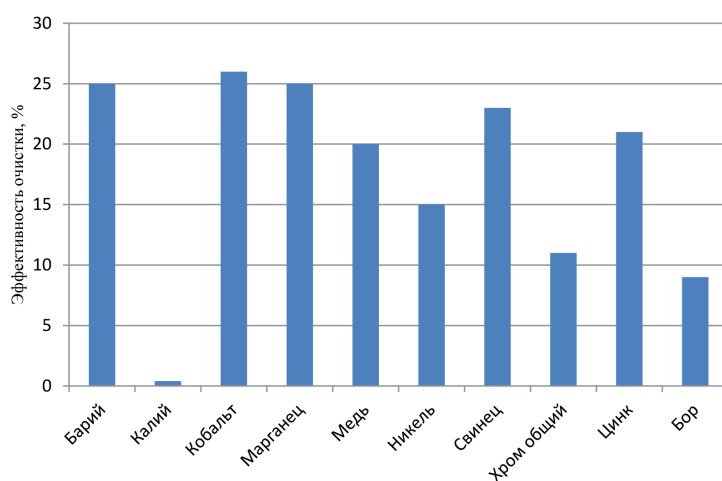


Рис. 2. Эффективность очистки образцов ила биопрепаратом Remedion® в количестве 5%  
Fig. 2. Efficiency of sludge sample treatment with the «Remedion®» at a concentration of 5%

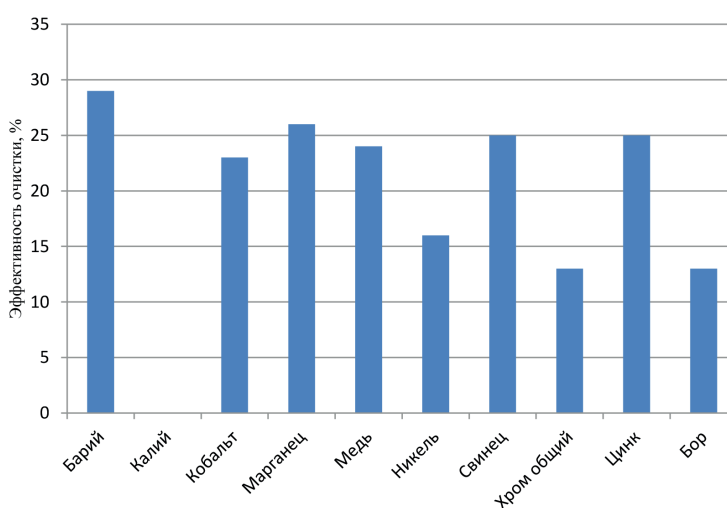


Рис. 3. Эффективность очистки образцов ила биопрепаратом Remedion® в количестве 10%  
Fig. 3. Efficiency of sludge sample treatment with the «Remedion®» at a concentration of 10%

### Заключение

Результаты исследований показывают, что эффективность очистки осадков сточных вод (ОСВ) зависит как от концентрации биопрепарата, так и от свойств отдельных металлов. При внесении препарата Remedion® в количестве 2,5% от объема субстрата наибольшее снижение концентрации наблюдалось для калия, меди и цинка (до 30%), тогда как хром и бор практически не подвергались биодеградации. При увеличении дозировки до 5% высокая эффективность (20...30%) биоремедиации сохранялась для калия и кобальта, однако барий оставался устойчивыми к обработке биопрепаратом. При количестве 10% максимальное снижение содержания отмечено для меди и калия (до 30%), в то время как уровень никеля и бора уменьшался незначительно (около 10%).

Органолептическая оценка подтвердила эффективность биоремедиации: препарат практиче-

ски полностью устраняет специфический запах, увеличивает содержание органического вещества в осадках на 17% и снижает концентрацию ряда тяжелых металлов, включая барий, цинк, кобальт, свинец, марганец и медь, не менее чем на 25%.

При этом повышение концентрации биопрепарата в субстрате не всегда приводит к увеличению эффективности биоремедиации, что может быть связано с ограниченной метаболической активностью микроорганизмов при избытке субстрата или ингибированием их активности высокими дозами препарата. Кроме того, на результат может влиять химическая структура металлов. Калий и медь проявляют биодоступность для микроорганизмов, что способствует их эффективному связыванию и осаждению. В то же время хром и бор остаются слабо подверженными биодеградации, вероятно, из-за стойкости их соединений в иловых отложениях.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Брындина Л.В. Бакланова О.В. Влияние осадков сточных вод на плодородие почвы // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2018. Т. 6, № 7 (43). С. 287-290.
2. Брюханов А.Л., Хижняк Т.В. Использование сульфатредуцирующих бактерий в биоремедиации от тяжелых металлов и металлоидов (обзор) // Прикладная биохимия и микробиология. 2023. Т. 59, № 2. С. 133-149.
3. Веретенников А.С. Обработка осадка сточных вод // Эффективные технологии в области водоподготовки и очистки в системах водоснабжения и водоотведения: Сборник трудов IV Всероссийской студенческой научно-практической конференции, Волгоград, 21–22 марта 2024 года. Волгоград: ВГТУ, 2024. С. 25-27.
4. Водолеев А.С., Темлянец М.В., Семина И.С., Домнин К.И. Возможности использования осадков сточных вод в качестве удобрений и рекультиванта // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2024. № 3 (49). С. 66-76.
5. Гаптрахманова З.А. Обзор наилучших методов биологической утилизации осадков городских сточных вод // Наука, инновации, образование: актуальные вопросы XXI века: сборник статей XII Международной научно-практической конференции, Пенза, 15 января 2025 года. Пенза: Наука и Просвещение, 2025. С. 38-41.
6. Зайнуллин Р.Р., Галяутдинов А.А. Производство удобрений из осадков сточных вод // Инновационная наука. 2016. № 6-2. С. 77-79.
7. Куршин Д.А., Абдуллаева А.М., Семенов В.Г. и др. Интенсификация биологической очистки сточных вод на очистных сооружениях // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2025. № 1 (32). С. 100-106. DOI 10.48612/vch/k3ea-g8zx-x29z. – EDN RNYXFL.
8. Манжина С.А., Русин Л.И. Подбор оптимального срока компостирования осадков сточных вод для повышения их удобрительной ценности // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2024. № 5 (77). С. 72-82.
9. Мерзлая Г.Е., Афанасьев Р.А. Эффективность органоминерального гранулированного удобрения на основе осадков сточных вод // Перспективы и проблемы размещения отходов производства и потребления в агроэкосистемах: Материалы международной научно-практической конференции, Нижний Новгород, 11–12 декабря 2014. Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия. Нижний Новгород: НИУ – филиал ФГБОУ ВПО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации». 2014. С. 98-101.
10. Никитин С.Н., Веселкина Ю.В. Эффективность применения различных видов органических удобрений в сочетании с диатомитом и предпосевной обработкой семян биопрепаратом на продуктивность озимой пшеницы // Фундаментальные и прикладные аспекты развития современной науки: Сборник научных статей по материалам XVI Международной научно-практической конференции, Уфа, 17 декабря 2024 года. Уфа: ООО «Научно-издательский центр «Вестник науки», 2024. С. 151-157.

11. Куршин Д.А., Абдуллаева А.М., Юсупова Г.Р. и др. Опыт-промышленные испытания препарата «REMEDION®» для биологической очистки сточных вод // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2025. Т. 261, № 1. С. 147-155. DOI 10.31588/2413\_4201\_1883\_1\_261\_147. – EDN TYGJTJ.
12. Паршикова М.В., Кузнецов К.А., Муфтахутдинова З.Р., Паршиков С.Г. Методика проведения экспериментальных исследований по получению почвогрунта и компоста из осадков сточных вод и отходов животноводства // Вестник НГИЭИ. 2024. № 4 (155). С. 50-61.
13. Пескарев А.А. Влияние удобрений на основе осадков сточных вод на загрязнение почвы тяжелыми металлами // Наука и современность. 2010. № 5-1. С. 35-39.
14. Куршин Д.А., Абдуллаева А.М., Рябухина Н.Д., Медведева И.В. Применение биопрепарата Remedion для комплексной биоремедиации каскадных биопрудов доочистки очистных сооружений // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2023. № 1 (45). С. 77-83. DOI 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202301011. EDN PPQDNT.
15. Куршин Д.А., Абдуллаева А.М., Рябухина Н.Д., Медведева И.В. Применение препарата Remedion для комплексной очистки стоков на очистных сооружениях молокоперерабатывающего предприятия // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2024. № 4 (52). С. 566-574. DOI 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202404012. EDN AJROIW.
16. Сарыгин А.Ю., Чистякова Н.Ф. Экологические аспекты плодородия почв при внесении осадков сточных вод на примере Тюменского района // Современные проблемы земельно-имущественных отношений, урбанизации территории и формирования комфортной городской среды: Сборник докладов Международной научно-практической конференции, Тюмень, 01 декабря 2023 года. Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2024. С. 555-561.
17. Свергузова С.В., Шайхiev И.Г., Севостьянов В.С. и др. Использование осадков от очистки сточных вод и рекультивации иловых карт – актуальная задача рационального природопользования // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 4. С. 199-202.
18. Теренин Р.С., Сваровский И.М., Белоусова Ю.О. Особенности химического состава осадков сточных коммунальных вод Г. Тюмень // Водные ресурсы – основа глобальных и региональных проектов обустройства России, Сибири и Арктики в XXI веке: Сборник статей Национальной научно-практической конференции с международным участием. В 2-х томах, Тюмень, 21–22 марта 2024 года. Тюмень: Тюменский индустриальный университет. 2024, С. 116-120.
19. Федорова В.И., Игнатова Е.В. Рециклинг осадков сточных вод // Инженерные технологии: традиции, инновации, векторы развития: Материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Абакан, 13–15 ноября 2024 года. Абакан: ФГБОУ ВПО «ХГУ им. Н.Ф. Катанова», 2024. С. 163-164.

## REFERENCES

1. Bry`ndina L.V. Baklanova O.V. Vliyanie osadkov stochny`kx vod na plodorodie pochvy` // Aktual`ny`e napravleniya nauchny`kx issledovaniy XXI` veka: teoriya i praktika. 2018. Т. 6, № 7 (43). S. 287-290.
2. Bryukhanov A.L., Kxizhnyak T.V. Ispol`zovanie sul`fatreducziryushhikx bakterij v bioremediaczii ot tyazhely`kx metallov i metalloidov (obzor) // Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya. 2023. Т. 59, № 2. S. 133-149.
3. Veretennikov A.S. Obrabotka osadka stochny`kx vod // E`ffektivny`e tekhnologii v oblasti vodopodgotovki i ochistki v sistemakx vodosnabzheniya i vodootvedeniya: Sbornik trudov IV Vserossijskoj studencheskoj nauchno-prakticheskoy konferenczii, Volgograd, 21–22 marta 2024 goda. Volgograd: VGTU, 2024. S. 25-27.
4. Vodoleev A.S., Temlyanczev M.V., Semina I.S., Domnin K.I. Vozmozhnosti ispol`zovaniya osadkov stochny`kx vod v kachestve udobrenij i rekul`tivanta // Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo industrial`nogo universiteta. 2024. № 3 (49). S. 66-76.
5. Gaptraxmanova Z.A. Obzor nailuchshix metodov biologicheskoy utilizaczii osadkov gorodskikx stochny`kx vod // Nauka, innovaczii, obrazovanie: aktual`ny`e voprosy` XXI` veka: sbornik statej XII` Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferenczii, Penza, 15 yanvary 2025 goda. Penza: Nauka i Prosveshhenie, 2025. S. 38-41.
6. Zajnullin R.R., Galyautdinov A.A. Proizvodstvo udobrenij iz osadkov stochny`kx vod // Innovacionnaya nauka. 2016. № 6-2. S. 77-79.
7. Kurshin D.A., Abdullaeva A.M., Semenov V.G. i dr. Intensifikaczija biologicheskoy ochistki stochny`kx vod na ochistny`kx sooruzheniyakx // Vestnik CHuvashskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2025. № 1 (32). S. 100-106. DOI` 10.48612/vch/k3ea-g8zx-x29z. – EDN RNYXFL.
8. Manzhina S.A., Rusin L.I. Podbor optimal`nogo sroka kompostirovaniya osadkov stochny`kx vod dlya povy`sheniya ikx udobritel`noj czennosti // Izvestiya Nizhnevolskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vy`sshee professional`noe obrazovanie. 2024. № 5 (77). S. 72-82.

9. Merzlaya G.E., Afanas'ev R.A. E'ffektivnost' organomineral'nogo granulirovannogo udobreniya na osnove osadkov stochny'kx vod // Perspektivy i problemy razmeshheniya otkhodov proizvodstva i potrebleniya v agroekosistemakh: Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferenczii, Nizhnij Novgorod, 11–12 dekabrya 2014. Nizhegorodskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyajstvennaya akademiya. Nizhnij Novgorod: NIU – filial FGBOU VPO «Rossijskaya akademiya narodnogo khozyajstva i gosudarstvennoj sluzhby pri Prezidente Rossijskoj Federaczii». 2014. S. 98-101.
10. Nikitin S.N., Veselkina Yu.V. E'ffektivnost' primeneniya razlichny'kx vidov organicheskix udobrenij v sochetanii s diatomitom i predposevnoj obrabotkoj semyan biopreparatom na produktivnost' ozimoj psheniczy' // Fundamental'ny'e i prikladny'e aspekty razvitiya sovremennoj nauki: Sbornik nauchny'kx statej po materialam XVI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferenczii, Ufa, 17 dekabrya 2024 goda. Ufa: OOO «Nauchno-izdatel'skij cenztr «Vestnik nauki», 2024. S. 151-157.
11. Kurshin D.A., Abdullaeva A.M., YUsupova G.R. i dr. Opytno-promyshlennye ispytaniya preparata «REMEDION®» dlya biologicheskoy ochistki stochny'kx vod // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.E. Baumana. 2025. T. 261, № 1. S. 147-155. DOI 10.31588/2413\_4201\_1883\_1\_261\_147. – EDN TYGJTT.
12. Parshikova M.V., Kuznecov K.A., Muftakutdinova Z.R., Parshikov S.G. Metodika provedeniya eksperimental'ny'kx issledovanij po polucheniyu pochvogrunta i komposta iz osadkov stochny'kx vod i otkhodov zhivotnovodstva // Vestnik NGIE I. 2024. № 4 (155). S. 50-61.
13. Peskarev A.A. Vliyanie udobrenij na osnove osadkov stochny'kx vod na zagryaznenie pochvy tyazhelymi metallami // Nauka i sovremennost'. 2010. № 5-1. S. 35-39.
14. Kurshin D.A., Abdullaeva A.M., Ryabukxina N.D., Medvedeva I.V. Primenenie biopreparata Remedi'on dlya kompleksnoj bioremediaczii kaskadny'kx bioprudov doochistki ochistny'kx sooruzhenij // Rossijskij zhurnal «Problemy veterinarnoj sanitarii, gigieny i ekologii». 2023. № 1 (45). S. 77-83. DOI 10.36871/vet.san.hygecol.202301011. EDN PPQDNT.
15. Kurshin D.A., Abdullaeva A.M., Ryabukxina N.D., Medvedeva I.V. Primenenie preparata Remedi'on dlya kompleksnoj ochistki stokov na ochistny'kx sooruzheniyakh molokopererabatyvayushhego predpriyatiya // Rossijskij zhurnal «Problemy veterinarnoj sanitarii, gigieny i ekologii». 2024. № 4 (52). S. 566-574. DOI 10.36871/vet.san.hygecol.202404012. EDN AJPOI W.
16. Sarygin A.Yu. Chistyakova N.F. Ekologicheskie aspekty plodorodiya pochv pri vnesenii osadkov stochny'kx vod na primere Tyumenskogo rajona // Sovremennye problemy zemel'no-imushchestvenny'kx otnoshenij, urbanizaczii territorii i formirovaniya komfortnoj gorodskoj sredy: Sbornik dokladov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferenczii, Tyumen', 01 dekabrya 2023 goda. Tyumen': Tyumenskij industrial'nyj universitet, 2024. S. 555-561.
17. Sverguzova S.V., Shajkxiev I.G., Sevost'yanov V.S. i dr. Ispolzovanie osadkov ot ochistki stochny'kx vod i rekultivaczii ilovy'kx kart – aktual'naya zadacha racional'nogo prirodopol'zovaniya // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. 2013. T. 16. № 4. S. 199-202.
18. Terenin R.S., Svarovskij I.M., Belousova Yu.O. Osobennosti kximicheskogo sostava osadkov stochny'kx kommunal'ny'kx vod G. Tyumen' // Vodny'e resursy – osnova global'ny'kx i regional'ny'kx proektov obustrojstva Rossii, Sibiri i Arktiki v XXI veke: Sbornik statej Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferenczii s mezhdunarodny'm uchastiem. V 2-kx tomakh, Tyumen', 21–22 marta 2024 goda. Tyumen': Tyumenskij industrial'nyj universitet. 2024. S. 116-120.
19. Fedorova V.I., Ignatova E.V. Reczikling osadkov stochny'kx vod // Inzhenernye tekhnologii: tradicii, innovaczii, vektory razvitiya: Materialy X Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferenczii s mezhdunarodny'm uchastiem, Abakan, 13–15 noyabrya 2024 goda. Abakan: FGBOU VPO «KXGU im. N.F. Katanova», 2024. S. 163-164.

### Информация об авторах

Куршин Д.А. – аспирант, генеральный директор ООО «ИНТЕРСЭН-плюс»;

Абдуллаева А.М. – д-р биол. наук, заведующая кафедрой ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности;

Рябухина Н.Д. – главный технолог ООО «ВКС»;

Медведева И.В. – канд. биол. наук, доцент, руководитель отделения «Медико-биологические исследования» ООО «ИНТЕРСЭН-плюс»;

Карева Е.И. – лаборант-бактериолог ООО «ИНТЕРСЭН-плюс».

### Information on the authors

Kurshin D.A. – Postgraduate Student, General Director of “INTERSAN-plus” LLC;

Abdullaeva A.M. – Dr Biol. Sci., Head of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise and Biological Safety;  
Ryabukhina N.D. – Chief technologist of VKS LLC;  
Medvedeva I.V. – Cand. Biol. Sci., Head of Biomedical Researches Department at “INTERSAN-plus” LLC;  
Kareva E.I. – laboratory bacteriologist at “INTERSAN-plus” LLC.

#### **Вклад авторов**

Куршин Д.А. – анализ и статистическая обработка полученных данных, участие в написании статьи;  
Абдуллаева А. М. – анализ полученных данных, редактирование статьи;  
Рябухина Н.Д. – участие в лабораторных испытаниях и в написании статьи;  
Медведева И.В. – участие в лабораторных испытаниях и в написании статьи;  
Карева Е.И. – участие в написании статьи.

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

Kurshin D.A. – analysis and statistical processing of receiving data, participation in article writing;  
Abdullayeva A.M. – analysis of receiving data, article editing;  
Ryabukhina N.D. – participation in laboratory tests and in writing the article;  
Medvedeva I.V. – participation in laboratory tests and in writing the article;  
Kareva E.I. – participation in writing the article.

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

Статья поступила в редакцию 07.05.2025; одобрена после рецензирования 07.07.2025; принята к публикации 24.02.2026; дата опубликования 25.03.2026.

The article was submitted 07.05.2025; approved after reviewing 07.07.2025; accepted for publication 24.02.2026; date of publication 25.03.2026.

Научная статья  
УДК 581.192.1  
DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601017  
EDN: CTSEUR

## ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В РОЗЛИВ ИЗ ВОДОМАТОВ

Инга Михайловна Нитяга<sup>1</sup>, Полина Владимировна Кулач<sup>2</sup>,  
Ксения Анатольевна Смаль<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> *Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ),  
Москва 125080, Российская Федерация*

<sup>1</sup> [inga99@mail.ru](mailto:inga99@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-1992-4698>

<sup>2</sup> [kulachpv@mgupp.ru](mailto:kulachpv@mgupp.ru), <https://orcid.org/0009-0002-8745-0292>

<sup>3</sup> [ksyu.smal@mail.ru](mailto:ksyu.smal@mail.ru)

**Аннотация.** В последнее время достигло существенного развития применение упакованной питьевой воды и питьевой воды в розлив, последнее имеет хорошую перспективу, учитывая значительные экономические преимущества по сравнению с бутилированной питьевой водой. Поэтому крайне важно, чтобы в реализации на отечественном рынке была представлена продукция, соответствующая показателям качества и безопасности, поскольку вода является одним из основных товаров массового потребления и в любое время года пользуется высоким спросом.

В 10 образцах питьевой воды в розлив были определены показатели качества и безопасности: общая жесткость, содержание хлоридов, аммония, нитратов и нитритов, железа, марганца, сульфатов и сульфидов. В шести образцах не выявлено превышения со стороны показателей качества и безопасности, их можно считать доброкачественными и безопасными для здоровья человека, так как они соответствуют требованиям нормативных документов: СанПиН 2.1.4.1074-01 и ГОСТ Р 58645-2019. В четырех были превышены ПДК хлоридов и сульфатов. Эти образцы не соответствуют требованиям показателей качества и безопасности перечисленных выше правовых актов и не могут считаться пригодными и безвредными для человека.

**Ключевые слова:** водомат, вендиговый аппарат, питьевая вода, показатели качества и безопасности, предельно допустимая концентрация

**Для цитирования:** Нитяга И.М., Кулач П.В., Смаль К.А. Оценка показателей качества и безопасности питьевой воды в розлив из водоматов // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2026. № 1 (57). С. 121–125.

DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601017

EDN: CTSEUR

Original article

## ASSESSMENT OF QUALITY AND SAFETY INDICATORS OF DRINKING WATER ON BOLTS FROM WATER DISPENSERS

Inga M. Nityaga<sup>1</sup>, Polyna V. Kulach, Ksenia A. Smal<sup>2</sup>

<sup>1,2,3</sup> Russian Biotechnology University (BIOTECH University),  
Moscow 125080, Russian Federation

<sup>1</sup> inga99@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1992-4698>

<sup>2</sup> kulachpv@mgupp.ru, <https://orcid.org/0009-0002-8745-0292>

<sup>3</sup> ksyu.smal@mail.ru

**Abstract.** Recently, the use of packaged drinking water and bottled drinking water has achieved significant development, the latter has a good prospect, given the significant economic advantages over bottled drinking water. Therefore, it is extremely important that products that fully meet the quality and safety indicators are presented in the domestic market, since water is one of the main consumer goods and is in high demand at any time of the year.

Quality and safety indicators were determined in 10 samples of bottled drinking water: total hardness, content of chlorides, ammonium, nitrates and nitrites, iron, manganese, sulfates and sulfides. No excess of quality and safety indicators was found in 6 samples, they can be considered benign and safe for human health, as they comply with the norms of regulatory documents: SanPiN 2.1.4.1074-01 and GOST R 58645-2019. In 4 cases, the maximum permissible concentrations of chlorides and sulfates were exceeded. These samples do not meet the quality and safety requirements of the legal acts listed above and cannot be considered suitable and harmless to humans.

**Keywords:** water machine, wendig apparatus, drinking water, quality and safety indicators, maximum permissible concentration

**For citation:** Nityaga I.M., Kulach P.V., Smal K.A. Assessment of quality and safety indicators of drinking water on bolts from water dispensers // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2026. № 1 (57). P. 121–125 (In Russ.).

DOI: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202601017

EDN: CTSEUR

### Введение

Среди большого числа проблем, остро стоящих на сегодняшний день перед человечеством, особенно ярко выделяется проблема потребности социума в качественной питьевой воде. Именно по этой причине актуальным является исследование показателей качества и безопасности питьевой воды из водоматов (или по-другому их еще называют вендинговыми аппаратами), популярность которых в данный момент все активнее набирает обороты, привлекая потребителей своей бюджетной стороной и заявленной высокой степенью очистки продукта.

Вода – это основная жидкость в теле живого организма, ведь она служит ключевым растворителем для минеральных веществ, витаминов, аминокислот, углеводов и многих других соединений.

Вода также входит в состав биологических тканей, без нее просто невозможно нормальное функционирование организма в целом, осуществление процессов обмена веществ, энергии и терморегуляции, а также удаление продуктов метаболизма [1].

К питьевой воде в розлив предъявляются определенные требования, включающие в себя отсутствие патогенных микроорганизмов, примесей посторонних веществ, а также недопущение превышения предельно допустимых концентраций химических соединений, способных в избыточном количестве нанести вред здоровью человека [4].

В массовой реализации на отечественном рынке должна быть представлена продукция, всецело соответствующая показателям качества и безопасности, согласно следующим нормативным документам:

- СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»;
- приложение к письму Роспотребнадзора от 27.10.2022 № 02/21285-2022-32 «Рекомендации по обеспечению безопасности питьевой воды в розлив»;
- ГОСТ Р 58645-2019 «Реализация питьевой воды в розлив. Общие требования».

На текущий момент в лабораторной диагностике существует целый ряд методик и исследований касательно проверки соответствия питьевой воды по показателям качества и безопасности, а также имеются рекомендации служб в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, как уберечься от фальсификата и не нанести ущерба собственному здоровью.

### *Материалы и методы*

Исследования по оценке показателей качества и безопасности питьевой воды в розлив из вендинговых аппаратов разных торговых марок, расположенных на территории г. Москвы, проводили на базе частной аккредитованной лаборатории при организации ООО Wise-Filter.

Для контроля показателей качества и безопасности, согласно требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» в лабораторных условиях опытным путем были определены: водородный показатель, органолептические показатели (цвет, запах, вкус и мутность), общая жесткость, содержание хлоридов, аммония, нитратов и нитритов, железа, марганца, содержание сульфатов и сульфидов.

### *Результаты и обсуждение*

Согласно проведенным органолептическим испытаниям 10 образцов питьевой воды в розлив из водоматов можно заключить, что исследуемые пробы не имеют запаха, прозрачные, цветность находится в пределах 3...4 баллов, у всех образ-

цов отмечается горьковато-солончатый привкус, который у шести проб оценивали в 2 балла, а у остальных четырех – в 1 балл. Полученные опытным путем данные водородного показателя исследуемой жидкости также находятся в пределах допустимых значений (таблица).

По результатам проведенных физико-химическим испытаний следует заключить, что все исследованные пробы воды можно отнести к умеренно-жестким. В ходе работы установлено, что в образцах № 1, 3, 4, 5, 8 и 9 не превышены предельно допустимые концентрации ионов хлора, железа, нитратов, нитритов, аммония, сульфатов, сульфидов и марганца. В пробе № 2 превышены ПДК хлоридов на 0,41 мг/л; № 6 – сульфатов на 0,3 мг/л; № 7 – сульфатов на 0,5 мг/л и № 10 – хлоридов на 0,13 мг/л (таблица).

### *Заключение*

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что при анализе 10 проб питьевой воды в розлив из водоматов разных торговых марок превышения показателей качества и безопасности со стороны органолептических и физических свойств выявлено не было. При исследовании химических свойств в пробах № 2, 6, 7 и 10 были превышены ПДК хлоридов и сульфатов.

Образцы № 1, 3, 4, 5, 8 и 9 можно считать доброкачественными и безопасными для здоровья человека, так как они соответствуют нормам СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества», ГОСТ Р 58645-2019 «Реализация питьевой воды в розлив. Общие требования», а также Приложению к письму Роспотребнадзора от 27.10.2022 № 02/21285-2022-32 «Рекомендации по обеспечению безопасности питьевой воды в розлив». Пробы № 2, 6, 7 и 10 не в полной мере соответствуют требованиям показателей качества и безопасности перечисленных выше правовых актов, поэтому не могут считаться пригодными и безвредными для организма человека.

Таблица. Органолептические и физико-химические показатели питьевой воды в розлив из водоматов десяти разных торговых марок

Table. Organoleptic and physicochemical indicators of drinking water on tap from water machines of ten different brands

№ образца	Водородный показатель, pH	Запах, баллы	Цветности, градусы	При-вкус, баллы	Мутность	Жесткость общая, ж°	Хлориды, мг/л	Аммиак, мг/л	Нитриты, мг/л	Нитраты, мг/л	Железо, мг/л	Сульфаты, мг/л	Сульфиды, мг/л	Марганец, мг/л
ПДК	6,0...9,0	2	20	2	ПДК – через слой воды 30 см можно прочитать шрифт	7,0	350	2,0	3,0	45,0	0,3	500	0,03	0,1
1	7,65	0	4	2	Прозрачн.	6,43	225,35	1,62	0,009	3,11	0,11	418,3	0,016	< 0,1
2	7,49	0	3	2	->-	6,49	350,41	1,97	0,004	2,78	0,07	379,9	0,021	0,09
3	7,51	0	3	2	->-	5,49	264,16	1,84	0,011	5,87	0,09	338,1	0,014	< 0,1
4	7,75	0	4	1	->-	5,31	117,92	1,12	0,008	4,73	0,18	242,4	0,019	0,06
5	7,64	0	4	1	->-	5,42	89,37	0,74	< 0,002	1,96	< 0,01	61,7	< 0,01	< 0,1
6	7,59	0	3	2	->-	6,82	243,64	1,53	< 0,002	1,87	0,07	500,3	0,027	0,04
7	7,53	0	4	2	->-	5,81	215,71	1,69	0,012	5,17	0,08	500,5	0,018	< 0,1
8	7,79	0	3	1	->-	6,35	100,39	0,64	0,005	3,51	0,16	112,3	0,023	0,06
9	7,41	0	4	1	->-	6,76	91,65	0,57	0,009	4,87	< 0,01	45,9	< 0,01	0,03
10	7,56	0	4	2	->-	5,27	350,13	0,93	0,007	3,98	0,21	315,6	< 0,01	< 0,1

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Клопов М.И., Гончаров А.В. Роль воды в жизни биологических объектов // СПб.: Лань, 2021. С. 3-4.
2. Министерство Здравоохранения Российской Федерации. Главный государственный санитарный врач Российской Федерации. Постановление № 24. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества», 2001. С. 4-5.
3. Приложение к письму Роспотребнадзора от 27.10.2022 № 02/21285-2022-32 «Рекомендации по обеспечению безопасности питьевой воды в розлив», 2022. С. 1-11.
4. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. ГОСТ Р 58645-2019 «Услуги торговли. Реализация питьевой воды в розлив. Общие требования», 2019. С. 7.

### REFERENCES

1. Klopov M.I., Goncharov A.V. Rol' vody v zhizni biologicheskikh ob'ektov // SPb.: Lan', 2021. S. 3-4.
2. Ministerstvo Zdravookhraneniya Rossijskoj Federaczii. Glavny'j gosudarstvenny'j sanitarny'j vrach Rossijskoj Federaczii. Postanovlenie № 24. SanPiN 2.1.4.1074-01 «Pit'evaya voda. Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu vody cenzralizovanny'kh sistem pit'evogo vodosnabzheniya. Kontrol' kachestva», 2001. S. 4-5.
3. Prilozhenie k pis'mu Rospotrebnadzora ot 27.10.2022 № 02/21285-2022-32 «Rekomendaczii po obespecheniyu bezopasnosti pit'evoy vody v rozliv», 2022. S. 1-11.
4. Federal'noe agentstvo po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii. GOST R 58645-2019 «Uslugi trgovli. Realizaczia pit'evoy vody v rozliv. Obshhie trebovaniya», 2019. S. 7.

#### Информация об авторах:

Нитяга И.М. – канд. биол. наук, преподаватель колледжа;

Кулач П.В. – канд. вет. наук, доцент кафедры Ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности;

Смаль К.А. – студентка.

#### Information about the authors:

Nityaga I.M. – Cand. Biol. Sci., college teacher;

Kulach P.V. – Cand. of Vet. Sci., Associate Professor at the Department of Veterinary Sanitary Expertise and Biological Safety;

Smal K.A. – student.

#### Вклад авторов

Нитяга И.М. – общее руководство, постановка цели работы;

Кулач П.В. – анализ данных, написание и оформление статьи;

Смаль К.А. – сбор и обработка материалов для исследования, проведение лабораторных испытаний.

#### Contribution of the authors

Nityaga I.M. – general management, setting the goal of the work;

Kulach P.V. – data analysis, writing, and formatting of the article;

Smal K.A. – collecting and processing materials for research, conducting laboratory tests.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 18.04.2025; одобрена после рецензирования 28.04.2025; принята к публикации 24.02.2026; дата опубликования 25.03.2026.

The article was submitted 18.04.2025; approved after reviewing 28.04.2025; publication 24.02.2026; date of publication 25.03.2026.

## ФАРМАКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЯ PHARMACOLOGY AND TOXICOLOGY

Научная статья

УДК 636.033/661.155.3

DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601018

EDN: CVLUDN

### ПРИМЕНЕНИЕ ВИТАМИНА D<sub>3</sub> В РАЦИОНЕ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Валентина Михайловна Бачинская<sup>1</sup>, Федор Иванович Василевич<sup>2</sup>,  
Дмитрий Витальевич Гончар<sup>3</sup>, Надежда Алексеевна Бачинская<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Российский государственный аграрный университет –

МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва 127434, Российская Федерация

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

МВА имени К.И. Скрябина, Москва 109472, Российская Федерация

<sup>4</sup> Всероссийский государственный центр качества и стандартизации лекарственных средств  
для животных и кормов, Москва 123022, Российская Федерация

<sup>1</sup> bachinskaya1980@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-7763-3066>;

<sup>2</sup> f-vasilevich@inbox.ru <https://orcid.org/0009-0006-8634-0568>;

<sup>3</sup> san111194@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-0786-5317>;

<sup>4</sup> nadezdabachinska@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований влияния новой кормовой добавки на основе витамина D<sub>3</sub> на показатели роста и эффективности выращивания цыплят-бройлеров, а также на качество получаемой от них мясной продукции. Применяемая кормовая добавка не оказывает отрицательного влияния на сохранность и общее состояние цыплят-бройлеров. Валовой прирост живой массы за 42 сут подопытной птицы составил 2673,49 г, что на 9% превышает показатель в контрольной группе; убойный выход в опытной группе на 3% выше, чем в контроле; коэффициент конверсии корма при применении кормовой добавки на основе витамина D<sub>3</sub> снизился на 0,3 ед. в сравнении с контролем. Европейский индекс эффективности выращивания в опытной группе цыплят-бройлеров на 112,75 ед. выше, чем в контроле, и составил 464,29 ед., что свидетельствует о целесообразности применения кормовой добавки на основе витамина D<sub>3</sub> при выращивании цыплят-бройлеров. Полученные результаты свидетельствуют об отсутствии отрицательного влияния применяемой кормовой добавки на показатели безопасности продуктов убоя цыплят-бройлеров, получаемое мясо соответствует требованиям ТР ЕАЭС 051/2021 «О безопасности мяса птицы и продукции его переработки» и ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

**Ключевые слова:** витамины, показатели качества, цыплята-бройлеры, мясо, убойный выход, зоотехнические параметры

**Для цитирования:** Бачинская В.М., Василевич Ф.И., Гончар Д.В., Бачинская Н.А. Применение витамина D<sub>3</sub> в рационе цыплят-бройлеров // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2026. № 1 (57). С. 126–133.

DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601018

EDN: CVLUDN

## APPLICATION OF VITAMIN D<sub>3</sub> IN THE DIET OF BROILER CHICKENS

Valentina M. Bachinskaya<sup>1</sup>, Fedor I. Vasilevich<sup>2</sup>,  
Dmitry V. Gonchar<sup>3</sup>, Nadezhda A. Bachinskaya<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,  
Moscow 127434, Russian Federation

<sup>2,3</sup> Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –  
MVA named after K.I. Skryabin, Moscow 109472, Russian Federation

<sup>4</sup> All-Russian State Center for Quality and Standardization of Veterinary  
Medicines and Feed, Moscow 123022, Russian Federation

<sup>1</sup> bachinskaya1980@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-7763-3066>;

<sup>2</sup> f-vasilevich@inbox.ru <https://orcid.org/0009-0006-8634-0568>;

<sup>3</sup> san111194@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-0786-5317>;

<sup>4</sup> nadezdabachinska@mail.ru

**Abstract.** The article presents the results of studies of the effect of a new vitamin D<sub>3</sub>-based feed additive on the growth and efficiency of broiler chickens, as well as the quality of meat products obtained from them. The applied feed additive has no negative effect on the livability and general condition of broiler chickens. The gross live weight gain for 42 days of the experimental birds was 2673.49 kg, which is 9% higher than the indicator in the control group; the slaughter yield in the experimental group is 3% higher than in the control. The feed conversion ratio when using the vitamin D<sub>3</sub>-based feed additive decreased by 0.3 units compared to the control. The European Poultry Efficiency Index in the experimental group of broiler chickens was 112.75 units higher than in the control and amounted to 464.29 units, which indicates the advisability of using the vitamin D<sub>3</sub>-based feed additive in broiler chickens. The obtained results indicate the absence of a negative impact of the feed additive used on the safety indicators of broiler chicken slaughter products; the resulting meat complies with the requirements of EAEU TR 051/2021 “On the safety of poultry meat and its processed products” and CU TR 021/2011 “On the safety of food products”.

**Keywords:** vitamins, quality indicators, broiler chickens, meat, slaughter yield, zootechnical parameters

**For citation:** Bachinskaya V.M., Vasilevich F.I., Gonchar D.V., Bachinskaya N.A. Application of vitamin D<sub>3</sub> in the diet of broiler chickens // Russian journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2026. № 1 (57). P. 126–133 (In Russ.). DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601018 EDN: CVLUDN

### Введение

В большинстве высокоразвитых государств птицеводческая отрасль занимает лидирующую позицию среди отраслей агропромышленного комплекса, обеспечивая население высококачественными диетическими продуктами – мясом и яйцами. Для России характерна значительная доля производства именно мяса птицы, преимущественно цыплят-бройлеров. Кроме того, развитие отрасли поддерживается государственными программами, направленными на повышение продуктивности и снижение себестоимости продукции [3].

Выращивание и содержание птицы требует меньших затрат труда и материальных средств на единицу продукции, чем в других отраслях животноводства [7]. Современной высокопродуктивной птице для реализации своего генетического потенциала требуется сбалансированное по питательным, минеральным и биологически активным веществам кормление [5].

Контроль биохимических процессов, происходящих в организме цыплят-бройлеров, позволяет не только фиксировать, но и своевременно устранять метаболические отклонения и тем самым

предотвращать развитие нарушений в обмене веществ быстрорастущей птицы [6].

Многочисленными исследованиями доказано положительное влияние витаминов на производительность сельскохозяйственной птицы [4, 13].

Потребности птицы в витаминах варьируются под воздействием интенсивной селекционной работы, направленной на увеличение темпов роста, мясной и яичной продуктивности, а также вследствие включения в состав кормовых смесей антибиотиков, присутствия авитаминозных соединений и микотоксинов, различной способности птиц разных пород и возрастных групп к самостоятельному синтезу витаминов в организме [9, 13].

Современное птицеводство отличается повышенной интенсивностью производства, в связи с чем стандартной формы витамина D, регулирующего кальциево-фосфорный обмен, зачастую оказывается недостаточно. Поскольку компоненты комбинированных кормов нередко бедны или вовсе лишены витамина D, восполнить дефицит можно посредством добавления специальных препаратов: масляных растворов витаминов D<sub>2</sub> и D<sub>3</sub>, смеси витаминов A и D<sub>3</sub> либо комплекса A, D<sub>3</sub>, E [13].

Потребность птицы в энергии, витаминах и полезных элементах варьируется в зависимости от вида, физического состояния, возраста, массы, продуктивности, климатических условий и прочих факторов [11]. В достаточном количестве витамин D укрепляет иммунитет, повышает сопротивляемость к заболеваниям и снижает падеж молодняка. При недостатке витамина D замедляется рост, деформируются кости и снижается продуктивность. Оптимальное содержание витамина D в кормах существенно увеличивает прибыльность птицеводческих хозяйств, улучшая качественные характеристики готовой продукции [8].

Индустриальные технологии современного птицеводства, основанные на применении новейших высокопроизводительных пород и гибридов птицы, диктуют необходимость продолжать научно-исследовательскую работу по улучшению методов составления рациона и режимов кормления, а также разрабатывать подходы, позволяющие обеспечить рациональное усвоение питательных веществ кормов при условии нормального функционирования обменных процессов в организме птицы [7, 10]. Именно поэтому проводимые нами исследования сохраняют свою актуальность.

Цель исследования – изучить влияние кормовой добавки на основе витамина D<sub>3</sub> на прирост

живой массы, продуктивность и показатели безопасности мяса цыплят-бройлеров.

### **Материалы и методы**

Экспериментальную часть работы проводили в виварии кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА им. К.И. Скрябина.

Характеристика применяемой кормовой добавки: витамин D<sub>3</sub> (холекальциферол) – 12,5 мкг (500 МЕ), витамин E (*DL*-альфа-токоферола ацетат) – 2,94 мкг, триглицериды со средней длиной цепи – до 1 капли.

Было сформировано две группы суточных цыплят-бройлеров кросса Смена-9 по 10 гол. в каждой: опыт и контроль. Цыплятам опытной группы с основным рационом задавали кормовую добавку на основе витамина D<sub>3</sub> в дозе 1 мл/кг комбикорма с пятисуточного возраста по 15-е сутки; контрольная группа получала стандартный рацион. В комбикорма для подопытных цыплят вносили кормовую добавку с применением смесителя непрерывного действия с вращающейся камерой.

Проводили ветеринарно-санитарную оценку тушек цыплят-бройлеров на соответствие требованиям ТР ЕАЭС 051/2021 «О безопасности мяса птицы и продукции его переработки», ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», Приказа № 269 от 28.04.2022 «Об утверждении Ветеринарных правил уоя животных и Ветеринарных правил назначения и проведения ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и продуктов уоя (промысла) животных, предназначенных для переработки и (или) реализации» и ГОСТ 31962-2013 «Мясо кур (тушки кур, цыплят-бройлеров и их части)».

Показатели безопасности мяса цыплят-бройлеров определяли согласно действующим методикам.

### **Результаты исследований и обсуждение**

Современные методы ведения птицеводства на промышленной основе с использованием новых высокопродуктивных линий и кроссов птицы требуют дальнейшего совершенствования системы нормирования и режима кормления птицы, а также способов, обеспечивающих эффективное использование питательных веществ кормов при оптимальном течении обменных процессов в организме. Одно из самых важных направлений в исследованиях по кормлению сельскохозяйственной

птицы – поиск дешевых, а самое главное, доступных кормовых средств с высокой биологической ценностью [12]. При недостатке витаминов в рационе птицы нарушается обмен веществ и снижается эффективность использования кормов, что,

в свою очередь, приводит к снижению продуктивности и развитию гипо- и авитаминозов [13]. Результаты изучения показателей живой массы и мясной продуктивности цыплят-бройлеров представлены в таблице 1.

**Таблица 1. Показатели живой массы и мясной продуктивности цыплят-бройлеров, n=10**  
**Table 1. Live weight and meat productivity indicators of broiler chickens, n=20**

Показатель	Группа птиц	
	контрольная	опытная
Число голов в начале / в конце	10/10	10/10
Сохранность, %	100	100
Живая масса, г		
1-е сутки	52,97±2,52	57,51±0,44
21-е сутки	1099,5±23,98	1111±32,71
42-е сутки	2506,5±56,49	2731±54,08
Среднесуточный прирост живой массы за опытный период, г	58,42	63,65
Валовый прирост живой массы за 42 сут, г	2453,53	2673,49
Тушка (без органов), г	1808,6±95,76	2029,6±48,75
Убойный выход, %	71,3	74,3
Масса, г:		
сердце	9,28±1,37	12,18±0,64
печень	57,08±2,45	70,94±1,39
селезенка	4,07±0,23	5,67±0,28
кишечник + желудок	138,3±2,88	172,3±2,92
Сумма масс внутренних органов, г	210,5±5,79	265,1±7,12
Соотношение массы внутренних органов к массе тушки, %	11,6	13,1

В результате проведенных исследований установлено, что применяемая кормовая добавка на основе витамина D<sub>3</sub> не оказывает отрицательного влияния на сохранность и общее состояние цыплят-бройлеров.

Согласно данным, представленным в таблице 1, установлено, что цыплята-бройлеры опытной группы, получавшие с кормом кормовую добавку на основе витамина D<sub>3</sub>, росли и развивались интенсивнее контрольных; валовый прирост живой массы подопытной птицы за 42 сут составил 2673,49 г, что на 9% превышает показатель в контрольной группе. Убойный выход в опытной группе на 3% выше, чем в контроле, что свидетельствует об эффективности применения кормовой добавки на основе витамина D<sub>3</sub> при выращивании цыплят-бройлеров.

Ветеринарно-санитарная экспертиза мяса сельскохозяйственных животных и птиц при применении в их рационах различных кормовых до-

бавок позволяет обеспечить контроль за качеством и безопасностью получаемых продуктов убоя, подтверждая их соответствие санитарным требованиям и отсутствие опасных веществ или заболеваний [1, 2].

Результаты послеубойного ветеринарно-санитарного осмотра тушек и внутренних органов цыплят-бройлеров опытных и контрольной групп:

- степень снятия оперения – отсутствуют пеньки и волосовидный покров пера;
- состояние кожи – кожа чистая, без разрывов, царапин, пятен, ссадин и кровоподтеков;
- состояние костной системы – без переломов и деформаций, киль грудной кости хрящевидный, легко сгибаемый;
- сердце – красно-коричневого цвета, конусовидной формы, сердечная сумка и эпикард влажные, блестящие, темно-красного цвета, без патологических изменений;

- легкие – бледно-розового цвета, без патологических изменений;
- печень – темно-красного цвета, гладкая, влажная, блестящая;
- селезенка – бурого цвета, блестящая, гладкая, консистенция упругая, без патологических изменений;
- яичники, семенники – без патологических изменений;
- желудок, кишечник – без патологических изменений, на серозных оболочках отсутствуют кровоизлияния, фибриновые наложения и новообразования;
- почки – без патологических изменений;
- грудобрюшная полость – без патологических изменений, на серозных оболочках отсутствуют кровоизлияния, фибриновые наложения и новообразования.

Согласно результатам послеубойного ветеринарно-санитарного осмотра, на тушках и во внутренних органах подопытных и контрольных цып-

лят-бройлеров не выявлено патологий или иных отклонений, что указывает на полное соблюдение технологии выращивания и убоя. Полученные продукты убоя цыплят-бройлеров являются доброкачественными.

При введении в рацион цыплят-бройлеров новых кормовых добавок обязательным условием является проведение детального исследования качества полученного мяса на соответствие Техническим регламентам Таможенного союза (ТР ТС). Это позволяет гарантировать безопасность продукции для потребителей и предотвращать возможные риски возникновения заболеваний, связанных с употреблением недоброкачественных мясопродуктов.

Регулярное лабораторное тестирование включает проверку на содержание токсичных веществ, антибиотиков, гормонов роста и других потенциально опасных компонентов, что обеспечивает высокий уровень пищевой безопасности и соблюдение санитарных норм.

**Таблица 2. Показатели безопасности мяса цыплят-бройлеров, n=5**

**Table 2. Safety indicators of broiler chicken meat, n=5**

Показатель	Нормы по НД	Группа	
		контрольная	опытная
<b>Микробиологические показатели</b>			
КМАФАнМ, КОЕ/г	1,0·10 <sup>3</sup>	Не обнаружено	Не обнаружено
БГКП (колиформы) в 0,1 г	Не допускается	То же	То же
Патогенные м/о, в т.ч. сальмонеллы в 25 г	То же	-«-	-«-
<i>L. monocytogenes</i> в 25 г	-«-	-«-	-«-
<b>Токсичные элементы, мг/кг</b>			
Свинец	0,5	Менее 0,05	Менее 0,05
Кадмий	0,05	Не обнаружено	Не обнаружено
Мышьяк	0,1	Менее 0,05	Менее 0,05
Ртуть	0,03	Не обнаружено	Не обнаружено
<b>Пестициды, мг/кг</b>			
ГХЦГ (α-, β- и γ-изомеры)	0,1	Менее 0,001	Менее 0,001
ДДТ и его метаболиты	0,1	Менее 0,001	Менее 0,001

Согласно данным, представленным в таблице 2, в исследуемых образцах мяса цыплят-бройлеров отсутствует патогенная микрофлора, в том числе *Salmonella* spp. и *L. monocytogenes*, а также бактерии группы кишечной палочки, что

подтверждает микробиологическую безопасность исследуемой продукции; также не обнаружено остаточного количества токсичных элементов и пестицидов. Мясо цыплят-бройлеров опытной и контрольной групп по исследуемым показателям

соответствуют требованиям ТР ЕАЭС 051/2021 «О безопасности мяса птицы и продукции его переработки» и ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

### Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что применяемая кормовая добавка на основе витамина D<sub>3</sub> не оказывает отрицательного влияния на сохранность и общее состояние цыплят-бройлеров. Валовый прирост живой массы за 42 сут подопытной птицы составил 2673,49 г, что на 9% превышает показатель в контрольной группе, убойный выход в опытной

группе на 3% выше, чем в контроле, что свидетельствует об эффективности применения кормовой добавки на основе витамина D<sub>3</sub> при выращивании цыплят-бройлеров.

Согласно результатам послеубойного ветеринарно-санитарного осмотра, на тушках и во внутренних органах подопытных и контрольных цыплят-бройлеров не выявлено патологий или иных отклонений. Мясо цыплят-бройлеров опытной и контрольной групп по исследуемым показателям соответствует требованиям ТР ЕАЭС 051/2021 «О безопасности мяса птицы и продукции его переработки» и ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бачинская В.М., Гончар Д.В., Попова А.А., Бачинская Н.А. Влияние таурина и янтарной кислоты на рост цыплят-бройлеров // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2024. Т. 2, № 11. С. 39-45.
2. Василевич Ф.И., Бачинская В.М., Бачинская Н.А. Влияние витаминного комплекса на рост и развитие цыплят-бройлеров кросса КОББ-500 // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2022. № 2 (42). С. 248-253. DOI: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202202014.
3. Журавчук Е.В., Пашенко В.Е., Заремская А.А. Мясные качества цыплят-бройлеров кросса «Смена 9» при раздельном по полу выращивании // Птицеводство. 2023. № 9. С. 75-79.
4. Копысов С.А. Влияние витамина С натурального происхождения на продуктивность цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 8. С. 22-25.
5. Копысов С.А. Гематологические показатели цыплят-бройлеров при включении в рацион биологически активной добавки «NUTRILAITE витамин С ПЛЮС» // Вестник КрасГАУ. 2016. № 11 (122). С. 20-24.
6. Кочиш И.И., Капитонова Е.А. Влияние кормовой добавки МеКаСорб на обменные процессы в организме цыплят-бройлеров // Ветеринария. 2021. № 2. С. 51-56.
7. Кузьменкова Т.С., Марусич А.Г. Продуктивность и качество мяса цыплят-бройлеров при обогащении финишного комбикорма витамином С // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2023. № 26-2. С. 13-23.
8. Околелова Т.М., Енгашев С.В. Обеспеченность птицы витаминами: тема не теряет актуальности // Эффективное животноводство. 2023. № 3 (185). С. 26-30.
9. Садомов Н.А. Эффективность использования комбикормов-концентратов производства ЗАО «БНБК» в кормлении цыплят бройлеров // Животноводство и ветеринарная медицина. 2022. № 4 (47). С. 13-17.
10. Сандул П.А., Соболев Д.Т. Состояние белкового и липидного обменов у цыплят-бройлеров при применении препаратов, содержащих витамин Е // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. 2016. Т. 52. № 2. С. 78-81.
11. Сатюкова Л.П., Шопинская М.И. Возрастные изменения и потребности бройлеров в витаминах, макро- и микроэлементах // Ветеринария. 2016. № 8. С. 53-54.
12. Сидорова Т.С., Марусич А.Г. Влияние витамина С на интенсивность роста цыплят-бройлеров // Достижения аграрной науки для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: Сб. трудов II Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Тюмень, 19 декабря 2022 года. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. С. 53-57.
13. Сорокина Н.Н., Ордина Н.Б., Трубчанинова Н.С., Мезинова К.В. Влияние антиоксидантных свойств витаминов на механизмы защиты, роста и развития цыплят-бройлеров // Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. 2019. № 4 (14). С. 168-183.

### REFERENCES

1. Bachinskaya V.M., Gonchar D.V., Popova A.A., Bachinskaya N.A. Vliyanie taurina i yantarnoy kisloty` na rost chy`plyat-brojlerov // Veterinariya, zootekniya i bioteknologiya. 2024. T. 2, № 11. S. 39-45.

2. Vasilevich F.I., Bachinskaya V.M., Bachinskaya N.A. Vliyanie vitaminного комплекса na rost i razvitie czy`plyat-brojlerov krossa KOBБ-500 // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigeny` i e`kologii». 2022. № 2 (42). S. 248-253. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202202014.
3. ZHuravchuk E.V., Pashhenko V.E., Zaremskaya A.A. Myasny`e kachestva czy`plyat-brojlerov krossa «Smena 9» pri razdel`nom po polu vy`rashhivanii // Pticevodstvo. 2023. № 9. S. 75-79.
4. Kopy`sov S.A. Vliyanie vitamina S natural`nogo proiskhozhdeniya na produktivnost` czy`plyat-brojlerov krossa «Ross-308» // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel`skokhozyajstvennoj akademii. 2017. № 8. S. 22-25.
5. Kopy`sov S.A. Gematologicheskie pokazateli czy`plyat-brojlerov pri vklyuchenii v racion biologicheski aktivnoj dobavki «NUTRI`LAI`TE vitamin S PLYUS» // Vestnik KrasGAU. 2016. № 11 (122). S. 20-24.
6. Kochish I.I., Kapitonova E.A. Vliyanie kormovoj dobavki MeKaSorb na obmenny`e processy` v organizme czy`plyat-brojlerov // Veterinariya. 2021. № 2. S. 51-56.
7. Kuz`menkova T.S., Marusich A.G. Produktivnost` i kachestvo myasa czy`plyat-brojlerov pri obogashhenii finishnogo kombikorma vitaminom S // Aktual`ny`e problemy` intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva. 2023. № 26-2. S. 13-23.
8. Okolelova T.M., Engashev S.V. Obespechennost` pticzy` vitaminami: tema ne teryaet aktual`nosti // E`ffektivnoe zhivotnovodstvo. 2023. № 3 (185). S. 26-30.
9. Sodomov N.A. E`ffektivnost` ispol`zovaniya kombikormov-konzentratov proizvodstva ZAO «BNBK» v kormlenii czy`plyat brojlerov // Zhivotnovodstvo i veterinarnaya mediczina. 2022. № 4 (47). S. 13-17.
10. Sandul P.A., Sobolev D.T. Sostoyanie belkovogo i lipidnogo obmenov u czy`plyat-brojlerov pri primenenii preparatov, sodержashhikx vitamin E // Ucheny`e zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya Vitebskaya ordena Znak pocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj medicziny`. 2016. T. 52. № 2. S. 78-81.
11. Satyukova L.P., SHopinskaya M.I. Vozrastny`e izmeneniya i potrebnosti brojlerov v vitaminax, makro- i mikro`elementax // Veterinariya. 2016. № 8. S. 53-54.
12. Sidorova T.S., Marusich A.G. Vliyanie vitamina S na intensivnost` rosta czy`plyat-brojlerov // Dostizheniya agrarnoj nauki dlya obespecheniya prodovol`stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federaczii: Sb. trudov II` Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferenczii molody`kx ucheny`kx i specialistov, Tyumen`, 19 dekabrya 2022 goda. Tyumen`: Gosudarstvenny`j agrarny`j universitet Severnogo Zaural`ya, 2022. S. 53-57.
13. Sorokina N.N., Ordina N.B., Trubchaninova N.S., Mezinova K.V. Vliyanie antioksidantny`kx svojstv vitaminov na mekhanizmy` zashhity`, rosta i razvitiya czy`plyat-brojlerov // Aktual`ny`e voprosy` sel`skokhozyajstvennoj biologii. 2019. № 4 (14). S. 168-183.

### Информация об авторах

Бачинская В.М. – д-р биол. наук, доцент, заведующая кафедрой морфологии и ветеринарно-санитарной экспертизы;

Василевич Ф.И. – д-р вет. наук, профессор, академик РАН, профессор кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы;

Гончар Д.В. – канд. биол. наук, доцент кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы;

Бачинская Н.А. – главный специалист.

### Information about the authors:

Bachinskaya V.M. – Dr. Biol. Sci., Associate Professor, Head of the Department of Morphology and Veterinary-Sanitary Expertise;

Vasilevich F.I. – Dr. Vet. Sci., Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor of the Department of Parasitology and Veterinary-Sanitary Expertise;

Gonchar D.V. – Ph.D. in Biology, Associate Professor of the Department of Parasitology and Veterinary-Sanitary Expertise;

Bachinskaya N.A. – Chief specialist.

### Вклад авторов:

Бачинская В.М. – определение цели и методов выполнения работы;

Василевич Ф.И. – постановка цели работы;

Гончар Д.В. – сбор и анализ литературных источников, написание статьи;

Бачинская Н.А. – организация и участие в проведении экспериментов, анализ результатов экспериментов, написание статьи.

**Contribution of the authors:**

Bachinskaya V.M. – definition of the purpose and methods of the work;  
Vasilevich F.I. – setting the purpose of the work;  
Gonchar D.V. – collection and analysis of literary sources, writing the article;  
Bachinskaya N.A. – organization and participation in the experiments, analysis of the experimental results, writing the article.

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

Статья поступила в редакцию 25.07.2025; одобрена после рецензирования 28.08.2025; принята к публикации 24.02.2026; дата опубликования 25.03.2026.  
The article was submitted 25.07.2025; approved after reviewing 28.08.2025; accepted for publication 24.02.2026; date of publication 25.03.2026.

Научная статья  
УДК 636.085.552  
DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601019  
EDN: CWRDFI

## ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ ЭНТЕРАЛЬНЫХ ИНФЕКЦИЙ У УТОК

Владислав Казимирович Каменский<sup>1</sup>, Асият Мухтаровна Абдуллаева<sup>2</sup>,  
Рамиль Наилевич Файзрахманов<sup>3</sup>, Андрей Петрович Герасимов<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup> Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ),  
Москва 125080, Российская Федерация

<sup>3</sup> Казанский государственный аграрный университет,  
Казань 420015, Республика Татарстан, Российская Федерация

<sup>4</sup> Фермерское хозяйство «Рамаевское», с. Песчаные Ковали,  
422625, Республика Татарстан, Российская Федерация

<sup>1</sup> KamenskiyVK@yandex.ru, ORCID 0000-0001-8465-1502

<sup>2</sup> asiat29@mail.ru, ORCID 0000-0003-1900-2121

<sup>4</sup> ORCID 0000-0003-4549-7172

**Аннотация.** Изучена эффективность кормовой добавки, содержащей муку из высокобелкового сырья, предварительно обработанного поливалентным пиобактериофагом, для профилактики энтеральных инфекций у уток кросса Cherry Valley с целью определить возможность использовать пиобактериофаги в качестве альтернативы антибиотикам. Установлены оптимальные дозы добавки и реакции уток на бактериофаговую терапию, а также дана оценка ее эффективности и безопасности для сельскохозяйственной птицы.

Установлено позитивное воздействие включенного в рацион уток высокобелкового комбикорма (5...15%), предварительно обработанного поливалентным бактериофагом (в дозировке 0,8...0,15 г), на ряд ключевых производственных показателей: сохранность поголовья повысилась на 12,75...25,23%, интенсивности роста увеличилась на 11,35...21,32% по сравнению с контрольной группой. Установлено достоверное улучшение качественных характеристик продукции: увеличение убойного выхода тушек на 1,9...3,4% ( $p < 0,05$ ) и увеличение массы функционально значимых внутренних органов (сердце, селезенка, печень). Эти результаты подтверждают целесообразность применения бактериофагов в кормлении уток, в частности, для контроля за распространением энтеральных инфекций, повышения продуктивности птиц и для разработки более эффективных и безопасных рационов для птицеводства.

**Ключевые слова:** птицеводство, утки, энтеральные инфекции, пиобактериофаг поливалентный, кормовая добавка, ветеринарно-санитарная экспертиза

**Для цитирования:** Каменский В.К., Абдуллаева А.М., Файзрахманов Р.Н., Герасимов А.П. Возможность использования кормовой добавки для профилактики энтеральных инфекций у уток // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2026. № 1 (57). С. 134–141. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601019  
EDN: CWRDFI

Original article

## THE POSSIBILITY OF USING OF A FEED ADDITIVE IN THE PREVENTION OF ENTERAL INFECTIONS IN DUCKS

Vladislav K. Kamensky<sup>1</sup>, Asiyat M. Abdullaeva<sup>2</sup>, Ramil N. Faizrakhmanov<sup>3</sup>, Andrey P. Gerasimov<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup> Russian Biotechnological University (BIOTECH University),  
Moscow 125080, Russian Federation

<sup>3</sup> Kazan State Agrarian University,  
Kazan 420015, Republic of Tatarstan, Russian Federation

<sup>4</sup> Farm «Ramaevskoe», village Sandy Kovali 422625,  
Republic of Tatarstan, Russian Federation

<sup>1</sup> KamenskiyVK@yandex.ru, ORCID 0000-0001-8465-1502

<sup>2</sup> asiat29@mail.ru, ORCID 0000-0003-1900-2121

**Abstract.** The effectiveness of a feed additive containing flour from high-protein raw materials with preliminary treatment with a polyvalent pyobacteriophage for the prevention of enteral infections in ducks of the Cherry Valley cross was studied in order to determine the possibility of using pyobacteriophages as an alternative to antibiotics. Optimal doses of the additive and ducks' reactions to bacteriophage therapy were determined, and an assessment of its effectiveness and safety for poultry was given.

A positive effect of high-protein compound feed (5-15%) included in the duck diet, pre-treated with a polyvalent bacteriophage (at a dosage of 0.8-0.15 kg), on a number of key production indicators was established: livestock survival increased by 12.75-25.23%, growth rates increased by 11.35-21.32% compared to the control group. A reliable improvement in the quality characteristics of the products was established: an increase in the slaughter yield of carcasses by 1.9-3.4% ( $p < 0.05$ ) and an increase in the mass of functionally significant internal organs (heart, spleen, liver). These results confirm the feasibility of using bacteriophages in feeding ducks, in particular, to control the spread of enteral infections, increase the productivity of birds and to develop more effective and safe rations for poultry farming.

**Keywords:** poultry farming, ducks, enteral infections, polyvalent pyobacteriophage, compound feed, veterinary and sanitary examination

**For citation:** Kamensky V.K., Abdullaeva A.M., Faizrakhmanov R.N., Gerasimov A.P. The possibility of using of a feed additive in the prevention of enteral infections in ducks // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2026. № 1 (57). P. 134–141 (In Russ.). DOI: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202601019  
EDN: CWRDFI

### **Введение**

Промышленное птицеводство является одной из основных отраслей в агропромышленном комплексе нашей страны. Исследования последних лет в области кормления и здоровья сельскохозяйственной птицы открывают новые горизонты для определения наиболее эффективной схемы кормления, обеспечивающей максимальную реализацию генетического потенциала птиц в отношении прироста живой массы, конверсии корма и потребительских свойств мяса.

Сохранение здоровья поголовья путем обеспечения оптимального кормления играет ключевую роль в птицеводстве, потому что утководство занимает второе по значимости место после кур в производстве яиц и мяса в России [9].

При современной тенденции поиска альтернативных компонентов для полнорационных комбикормов внимание уделяется изучению поливалентного пиобактериофага, нацеленного на профилактику различных форм гнойно-воспалительных и энтеральных заболеваний, вызванных

бактериями родов *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Proteus*, *Escherichia*, а также *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*. Предлагаемые нами рецептуры способны не только обогатить состав комбикорма, но и представляют собой эффективное средство контроля за патогенными и условно-патогенными микроорганизмами [4].

Псевдомонады, особенно *Pseudomonas aeruginosa*, часто усугубляют течение вирусных и бактериальных инфекций, микоплазмоза и грибковых заболеваний у птицы, в частности у уток. Заболеваемость и смертность при псевдомонозе обычно колеблются в пределах 12...20%, но для некоторых штаммов могут достигать 100%. В условиях высокой влажности псевдомонады способны разрушать кутикулу яиц, увеличивая риск заражения эмбриона другими бактериальными или грибковыми инфекциями.

В птицеводстве, особенно в инкубатории и брудерах, заболевание чаще всего передается алиментарным путем, когда возбудитель попадает в организм через некачественные, неправильно обработанные или приготовленные с нарушением технико-технологических режимов корма, загрязненные купалки, поилки и кормушки с последующей контаминацией патогенными микроорганизмами. Наличие *Pseudomonas* spp., *Aeromonas* spp. и возбудителей ряда других энтеральных заболеваний на птицефабрике – признак низкой ветеринарно-санитарной культуры ведения производства.

У домашней птицы *Aeromonas* spp., включая *Aeromonas hydrophila* и *Aeromonas formicans*, могут служить причиной гнойно-некротической пневмонии и аэросаккулита, оппортунистических заболеваний и внутрияйцевой гибели эмбрионов птицы или только что вылупившихся птенцов. Вирулентные штаммы *Pseudomonas* spp. и *Aeromonas* spp. могут привести к развитию полиморбидности между септическими инфекциями у птиц с поражением почек или частичному парезу лап, сопровождающимися такими симптомами, как диарея, отказ от корма, вялость, взъерошенность оперения, обезвоживание, нарушение нормального ритма дыхания, приводящие в некоторых случаях к внезапной гибели птицы в течение 24...72 ч [7].

В лечении птицы, страдающей от псевдомоноза, применяют антибиотики, подавляющие рост и размножение бактерий. Однако важно помнить, что использование антибиотиков должно быть строго контролируемым и основываться на рекомендациях ветеринарного врача, чтобы избежать возможного развития антибиотикорезистентности [2].

После выявления *Pseudomonas* spp. в хозяйстве или инкубаторе рекомендуется провести тест на чувствительность к антибиотикам и дезинфектантам, так как некоторые штаммы могут быть устойчивы к ним. Поэтому при подтверждении заболевания необходимо установить первичный источник. Резистентные штаммы синегнойной палочки способны выживать даже после обработки, что следует учитывать при дезинфекции. Растворы на основе аммиака и его производных могут снижать количество бактерий в помещениях с птицей, однако при повышенной концентрации аммиака восприимчивость птицы к другим инфекционным заболеваниям возрастает. Чтобы уменьшить риск развития антибиотикорезистентности и улучшить здоровье птицы, важно рассмотреть альтернативные методы лечения и профилактики инфекций, такие как использование поливалентных пиобактериофагов.

Бактериофаги – это вирусы, специфичные к определенным бактериям, которые могут быть использованы для уничтожения патогенов без воздействия на полезную микробиоту.

Утки кросса Cherry Valley – это высокопродуктивный гибрид, полученный путем селекции пекинских уток для интенсивного мясного производства. Они отличаются быстрым ростом, достигая массы 2,5...3 кг к возрасту 7...8 нед, что делает их выгодными для коммерческого выращивания. Тушки отличаются высоким выходом мяса (65...70%) с нежной структурой, а утки эффективно конвертируют корм в прирост массы тела. Хотя яйценоскость (100...120 яиц в год) не является приоритетной, кросс устойчив к болезням и адаптируется к различным условиям содержания, что делает его популярным выбором в промышленном птицеводстве. Утки материнской линии отличаются высокой яичной продуктивностью, высокой степенью адаптации к условиям содержания и неприхотливостью при выращивании. Утки могут быть кроссированы с другими породами для улучшения продуктивности. Птицы данной породы обладают хорошим здоровьем и при правильном уходе высокоустойчивы к инфекционным болезням. Однако для этого им необходимо обеспечить соответствующие условия содержания, качественный рацион и регулярное ветеринарное обслуживание.

Цель работы – определить эффективность применения кормовой добавки, содержащей муку из высокобелкового сырья с поливалентным пиобактериофагом, для профилактики энтеральных

инфекций у уток кросса Cherry Valley и возможность использования пробиотиков в качестве альтернативы антибиотикам.

### Материалы и методы

Определение оптимальной дозировки концентрированного поливалентного пробиотика в качестве иммуностимулирующего и антибактериального средства проводили в ООО «Фермерское хозяйство «Рамаевское» Республики Татарстан на утках кросса Cherry Valley. Утки кросса Cherry Valley выбраны для исследований благодаря их высокой продуктивности и значимости для птицеводства. Продолжительность опытов составила 56 сут. Лабораторные исследования проводили в ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ» на кафедре ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности. Условия содержания птицы соответствовали ветеринарным требованиям.

Перед началом опытов клетки и кормушки тщательно очищали, после чего промывали и дезинфицировали. Под сетчатое дно клеток устанавливали выдвижной противень, обмотанный полиэтиленовой пленкой, для учета потребления кормов и среднесуточных выделений помета. Предварительно определяли необходимое для потребления количество комбикорма для суточного рациона, таким образом остатков в кормушках не оставалось. Кормушку и поилки устанавливали с наружной стороны, чтобы утки не разбрасывали корм [5].

В опытах использовали кормовую добавку ВВР (с включением водного растения – наяды, *Najas*) и ВБК (высокобелковое сырье на основе муки из *Musca domestica*, обработанное поливалентным пробиотиком) [3].

Для проведения исследования было сформировано четыре группы уток кросса Cherry Valley, по 50 гол. в каждой: одна контрольная и три опытные. Птицы контрольной группы получали стандартный полнорационный комбикорм, состав которого соответствовал физиологическим потребностям уток в зависимости от возраста и продуктивного статуса (ПК 21, 22 – для молодняка до достижения половой зрелости и ПК 20 – для взрослых уток-несушек).

Птицам опытных групп, начиная с 14-суточного возраста, вводили в рацион кормовую добавку, содержащую муку из личинок *Musca domestica*, обработанную поливалентным пробиотиком, в дозировке соответственно 0,05; 0,1; 0,15 мг на 100 кг корма.

Продолжительность эксперимента составляла 56 сут.

В опытах с молодняком учитывали: живую массу птиц в начале опыта и в конце каждого периода (в 14, 28 и 56-суточном возрасте); потребление корма и затраты его на 1 кг прироста массы; убойные кондиции (выход мяса, сортность тушек, выход съедобных частей, развитие отдельных органов); падеж молодняка и его причины.

В группах взрослой птицы учитывали следующие показатели: сохранность поголовья, массу потрошенных тушек, массу грудных и ножных мышц, химический состав грудных мышц (после убоя определяли у 6 гол. из каждой группы, по 3 селезня и 3 утки).

Балансовые подсчеты проводили в конце опыта, а на взрослой птице – во время наибольшей яйцекладки и в период линьки.

Определяли сохранность поголовья путем учета отхода и установления его причин, %; живую массу утят в возрасте 1, 14, 28 и 56 сут путем индивидуального взвешивания поголовья всех групп; потребление кормов за весь период выращивания, кг/гол; затраты корма на 1 кг прироста живой массы в конце опыта, кг; переваримость и использование питательных веществ корма по результатам физиологического опыта в возрасте 28...33 сут; гигроскопическую влагу корма, помета, печени, грудных мышц путем высушивания биологического материала при температуре 100°C до постоянной массы; содержание сырого протеина в комбикормах и помете методом определения содержания азота и методом вычисления (метод Кьельдаля, ГОСТ Р51417-99), %; содержание сырого жира в корме, помете, печени и грудных мышцах в аппарате Сокслета (метод Рушковского, ГОСТ 13496.18-85), %; сырой золы в корме, помете, печени и грудных мышцах (методом сухого озоления образца), % [1, 8]. Показатели изучаемой кормовой добавки сравнивали с эталоном контрольных групп.

Ветеринарно-санитарную оценку мяса птицы (выход мяса, сортность тушек, выход съедобных частей, развитие отдельных органов, исследование печени и грудных мышц) проводили общепринятыми методами [6].

При расчетах использовали общепринятый метод определения баланса на голову в сутки. Переваримость питательных веществ выражали в процентах переварившихся от потребленных в корме.

### Результаты исследований и обсуждение

Установлено, что использование поливалентного бактериофага и *Najas marina* L. в качестве

противомикробного средства оказало положительное влияние на показатели продуктивности уток. Результаты представлены в таблице [11].

**Таблица. Показатели продуктивности уток кросса Cherry Valley**

**Table. Performance indicators of ducks of the «Cherry Valley» cross**

Показатель	Контрольная группа	1-я опытная группа	2-я опытная группа	3-я опытная группа
Живая масса, г в суточном возрасте	58,7±9,93	64,3±4,9	62,4±20	66,8±20
в 14-суточном возрасте	540±35,7	675,3±10,5	699,9±10,7	675,3±10,5
в 28-суточном возрасте	1670,5±19,5	1721,5±24,2	1933,7±39,9	1844,9±25,4
в 56-суточном возрасте	3516,0±74,7	3813,1±38,3	4115,1±42,4	4067,9±56,0
Выживаемость птенцов, %	74,6 ± 1,5	88,5±2,5*	93,2±2,1*	91,0±2,2*
Сохранность, %	79,5 ± 2,4	90,5±2,8**	93,2±2,1**	91,0±2,2**

*Примечание:* p <0,01\*; p <0,001\*\*; степень достоверность указана в сравнении с началом эксперимента.

*Note:* p <0.01\*; p <0.001\* add translation the degree of reliability is indicated in comparison with the beginning of the experiment.

Анализируя полученные данные, следует отметить, что выживаемость птенцов в опытных группах была выше, чем в контрольной. Во 2-й опытной группе выживаемость была выше (93,2±2,1%), чем в контрольной (74,6±1,5 %) и в остальных опытных группах (88,5±2,5 и 91,0±2,2%). В контрольной группе, где не применяли кормовую добавку, утята были менее активными по сравнению с птицей опытных групп. В 1-й опытной группе, где дозировка бактериофага была наименьшая, падеж птицы отмечали в первые 2 нед жизни, у большинства утят в этой группе оперение вокруг клоаки было загрязнено испражнениями, так как у 20% поголовья птицы наблюдалось расстройство деятельности желудочно-кишечного тракта и сохранность на конец эксперимента была ниже на 14%. Во 2-й опытной группе утята были наиболее активными, хорошо поедали корм, а сохранность поголовья в этой группе была на 13,7% выше по сравнению с контрольной группой. Во всех испытуемых группах стадия оперения проходила без каких-либо отклонений.

На протяжении всего опытного периода сохранность птицы была не одинаковой: в контрольной группе она составила 79,5±2,4%, тогда как в 1, 2, и 3-й опытных группах на 56-е сутки этот показатель составлял соответственно 90,5; 93,2 и 91,0%.

Также следует отметить, что по живой массе птицы опытных групп опережали представителей

контрольной группы соответственно на 6,2, 8,9 и 5,4%. Затраты кормов в среднем на 1 кг прироста составили 2,1 кг, что ниже, чем контрольный показатель, на 16,6%. Наибольший убойный выход мяса получен в 2-й и 3-й опытных группах. По массе грудных и ножных мышц, а также по содержанию питательных веществ в грудных мышцах (сухое вещество, белок, жир, зола) существенных различий между контрольной и опытными группами не выявлено. Яйценоскость в опытных группах повысилась на 3,4%.

Результаты полученных экспериментальных данных свидетельствуют о том, что у уток кросса Cherry Valley при введении в комбикорм предлагаемой кормовой добавки улучшилось пищеварение, отмечен прирост массы тела и снижение энтеральных заболеваний. Наиболее эффективными оказались кормовые добавки, которые вводили в количестве 0,1 и 0,15 мг на 100 кг основного корма.

### Заключение

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о потенциальной значимости использования в рационе птицы комбикорма с добавлением кормовой добавки ВВР (с включением водного растения – наяды, *Najas*) и ВБК (высокобелковое сырье на основе муки из *Musca domestica*, обработанное поливалентным пибактериофагом). Это открывает перспективы для создания более эффективных и безопасных рационов, способствующих улучшению здоровья и продуктивности уток.

Установлено статистически значимое позитивное воздействие включенного в рацион уток кросса Cherry Valley высокобелкового комбикорма (5...15%), предварительно обработанного поливалентным бактериофагом (в дозировке 0,1...0,15 мг на 100 кг корма), на ряд ключевых производственных показателей. Отмечено иммуностимулирующее действие добавки, выражающееся в повышении сохранности поголовья на 12,75...25,23% и увеличении интенсивности роста на 11,35...21,32% по сравнению с контрольной группой. Кроме того, установлено достоверное улучшение качественных характеристик продукции, в частности, увеличение убойного выхода тушек на 1,9...3,4% ( $p < 0,05$ ) и увеличение массы

функционально значимых внутренних органов (сердце, селезенка, печень, желудок,  $p < 0,05$ ).

Эти результаты подтверждают целесообразность применения бактериофагов в кормлении уток, в частности, для контроля за распространением энтеральных инфекций, повышения продуктивности птиц и для разработки более эффективных и безопасных рационов для птицеводства.

Полученные положительные результаты использования поливалентных пиобактериофагов в птицеводстве также помогут разработать эффективные стратегии в лечебно-профилактическом кормлении птицы в целях сокращения использования антибиотиков в промышленном птицеводстве и предотвращения развития антибиотикорезистентности.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Абдуллаева А.М., Блинкова Л.П., Уша Б.В. и др. Микробиологический мониторинг контаминации птицепродуктов // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2020. № 3 (35). С. 291-303. DOI: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202003003.
2. Городок О.А. Эффективное производство утинового мяса при использовании крапивы двудомной // Пища. Экология. Качество: труды XVII Международной научно-практической конференции, Новосибирск, 18–19 ноября 2020 г. Екатеринбург: Уральский государственный экономический университет, 2020. С. 172-176.
3. Каменский В.К., Абдуллаева А.М. Перспективы применения водных растений в кормах для сельскохозяйственной птицы // Тимирязевский биологический журнал. 2024. № 1. С. 94-97. DOI: 10.26897/2949-4710-2024-2-1-94-97.
4. Польша О.А., Ворошилова Н.Н., Тикунова Н.В. и др. Современные подходы к способам создания фаговой основы лечебно-профилактического препарата бактериофагов *Pseudomonas aeruginosa* // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. 2018. Т. 17, № 2 (99). С. 37-45.
5. Пономаренко Ю.А., Фисинин В.И., Егоров И.А. Комбикорма, корма, кормовые добавки, биологически активные вещества, рационы, качество, безопасность. Российская академия наук. Минск. М.: Белстан, 2020. 764 с. ISBN 978-985-6944-82-9.
6. Серегин И.Г. Лабораторные методы в ветеринарно-санитарной экспертизе пищевого сырья и готовых продуктов: учебное пособие. М.: РАПП, 2008. 408 с.
7. Рабинович Г.Ю., Васильева Е. А. Создание нового премикса с иммуностимулирующими свойствами // Птицеводство. 2019. № 2. С. 34-36. DOI: 10.24411/9999-007A-2019-10020.
8. Шарипова Д.М., Файзрахманов Р.Н., Герасимов А.П., Карпова Н.В. Исследование физико-химических свойств, химического состава и энергетической ценности мяса уток при применении комплексной кормовой добавки // Достижения и перспективы развития АПК России: материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, посвященной памяти Р.Г. Гареева. Академия наук Республики Татарстан, Казань. 2023. С. 497-500. DOI: 10.37071/conferencearticle\_65817340431b62.62720347.
9. Ушачев И.Г., Маслова В.В., Колесников А.В. Нарращивание объемов агропромышленного производства для обеспечения продовольственной безопасности и увеличения экспортного потенциала АПК России // Экономика региона. 2022. № 18 (4). С. 1178-1193.
10. Li J., Zhang, Q., & Liu, X. Impact of antimicrobial use on the gut microbiome of food-producing animals: A review of recent findings // Journal of Animal Science and Biotechnology. 2024. 15 (1). P. 1-14. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40104-024-00980-8>

### REFERENCES

1. Abdullaeva A.M., Blinkova L.P., Usha B.V. i dr. Mikrobiologičeskij monitoring kontaminacii pticzeprduktov // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2020. № 3 (35). S. 291-303. DOI: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202003003.

2. Gorodok O.A. E`ffektivnoe proizvodstvo utinogo myasa pri ispol`zovanii krapivy` dvudomnoj // Pishha. E`kologiya. Kachestvo: trudy` XVII` Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferenczii, Novosibirsk, 18–19 noyabrya 2020 g. Ekaterinburg: Ural`skij gosudarstvenny`j e`konomicheskij universitet, 2020. S. 172-176.
3. Kamenskij V.K., Abdullaeva A.M. Perspektivy` primeneniya vodny`kh rastenij v kormax dlya sel`skokhozyajstvennoj pticy` // Timiryazevskij biologicheskij zhurnal. 2024. № 1. S. 94-97. DOI: 10.26897/2949-4710-2024-2-1-94-97.
4. Poly`gach O.A., Voroshilova N.N., Tikunova N.V. i dr. Sovremenny`e podkxody` k sposobam sozdaniya fagovoj osnovy` lechebno-profilakticheskogo preparata bakteriofagov Pseudomona aerugi`nosa // E`pidemiologiya i vakcizinoprofilaktika. 2018. T. 17, № 2 (99). S. 37-45.
5. Ponomarenko YU.A., Fisinin V.I., Egorov I.A. Kombikorma, korma, kormovy`e dobavki, biologicheski aktivny`e veshhestva, racziony`, kachestvo, bezopasnost`. Rossijskaya akademiya nauk. Minsk. M.: Belstan, 2020. 764 s. I`SBN 978-985-6944-82-9.
6. Seregin I.G. Laboratorny`e metody` v veterinarno-sanitarnoj e`kspertize pishhevogo sy`r`ya i gotovy`kh produktov: uchebnoe posobie. M.: RAPP, 2008. 408 s.
7. Rabinovich G.YU., Vasil`eva E. A. Sozdanie novogo premiksa s immunostimuliruyushimi svojstvami // Pticevodstvo. 2019. № 2. S. 34-36. DOI: 10.24411/9999-007A-2019-10020.
8. SHaripova D.M., Fajzrakhmanov R.N., Gerasimov A.P., Karpova N.V. Issledovanie fiziko-kximicheskikh svojstv, kximicheskogo sostava i e`nergeticheskoy czennosti myasa utok pri primenении kompleksnoj kormovoj dobavki // Dostizheniya i perspektivy` razvitiya APK Rossii: materialy` XI`II` Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferenczii molody`kh ucheny`kh, posvyashhennoj pamyati R.G. Gareeva. Akademiya nauk Respubliki Tatarstan, Kazan`. 2023. S. 497-500. DOI: 10.37071/conferencearti`cle\_65817340431b62.62720347.
9. Ushachev I.G., Maslova V.V., Kolesnikov A.V. Narashhivanie ob`emov agropromy`shlennogo proizvodstva dlya obespecheniya prodovol`stvennoj bezopasnosti i uvelicheniya e`ksportnogo potentsiala APK Rossii // E`konomika regiona. 2022. № 18 (4). S. 1178-1193.
10. Li J., Zhang, Q., & Liu, X. Impact of antimicrobial use on the gut microbiome of food-producing animals: A review of recent findings // Journal of Animal Science and Biotechnology. 2024. 15 (1). P. 1-14. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40104-024-00980-8>

### Информация об авторах

Каменский В.К. – аспирант кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности;  
Абдуллаева А.М. – д-р биол. наук, заведующая кафедрой ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности;  
Файзрахманов Р.Н. – д-р биол. наук, профессор, заведующий кафедрой технологии животноводства и зоогигиены;  
Герасимов А.П. – канд. биол. наук, директор производства ООО «Фермерское хозяйство «Рамаевское».

### Information about the authors

Kamensky V.K. – postgraduate student of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise and Biological Safety;  
Abdullaeva A.M. – Dr. Biol. Sci., Head of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise and Biological Safety;  
Faizrakhmanov R.N. – Dr. Biol. Sci., Professor, Head of the Department of Animal Husbandry Technology and Zoohygiene;  
Gerasimov A.P. – Cand. Biol. Sci., Director of Production «Ramaevskoye».

### Вклад авторов

Каменский В.К. – участие в проведении экспериментов, сбор литературных источников, написание статьи;  
Абдуллаева А.М. – научное руководство, написание статьи;  
Файзрахманов Р.Н. – участие в проведении экспериментов, апробация результатов исследования;  
Герасимов А.П. – организация проведения экспериментов.

### Contribution of the authors

Kamensky V.K. – participation in experiments, collection of literary sources, writing of the article;  
Abdullaeva A.M. – scientific supervision, writing of the article;  
Faizrakhmanov R.N. – participation in experiments, testing of research results;  
Gerasimov A.P. – organization of experiments.

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

Статья поступила в редакцию 03.07.2025; одобрена после рецензирования 27.10.2025; принята к публикации 24.02.2026; дата опубликования 25.03.2026.

The article was submitted 03.07.2025; approved after reviewing 27.10.2025; accepted for publication 24.02.2026; date of publication 25.03.2026.

Научная статья  
УДК 577.35  
DOI: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202601020  
EDN: CYFQYY

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОНОРОВ ОКСИДА АЗОТА ДЛЯ ТЕРАПИИ СУБКЛИНИЧЕСКОГО МАСТИТА У КОРОВ

Аюб Юсупович Алиев<sup>1</sup>, Сергей Васильевич Федотов<sup>2</sup>,  
Зинаида Сергеевна Артюшина<sup>3</sup>, Наталья Сергеевна Белозерцева<sup>4</sup>,  
Станислав Николаевич Жерлицин<sup>5</sup>, Альбина Казбековна Корнаева<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт – филиал «ФАНЦ Республики Дагестан», Махачкала 367000, Республика Дагестан, Российская Федерация  
<sup>1</sup> Дагестанский государственный аграрный университет  
имени М.М. Джамбулатова, Махачкала 367032, Республика Дагестан, Российская Федерация  
<sup>2,3,4,5</sup> Российский государственный аграрный университет –  
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва 127434, Российская Федерация  
<sup>6</sup> Горский аграрный университет, г. Владикавказ,  
362040, Республика Северная Осетия-Алания, Российская Федерация

<sup>1</sup> alievayb1@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4433-602x>

<sup>2</sup> s.fedotov@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0004-3639>

<sup>3</sup> artyshina.zinaida@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4519-8239>

<sup>4</sup> nsfetisova@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0003-6563-2164>

<sup>5</sup> Zerlitsyn\_Stanislav@miralek.vet

<sup>6</sup> kornaevaalbina@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0006-6003-8360>

**Аннотация.** Субклинический мастит, не проявляясь внешне, тем не менее приводит к серьезным проблемам. Даже минимальное загрязнение сборного молока маститным секретом необратимо изменяет его химический профиль и технологические характеристики, делая непригодным для дальнейшего использования в производстве. Исследовано действие препарата на основе нитрозильных комплексов железа с глутатионом (ДНКЖ-глутатион) при субклиническом мастите у коров. Животным внутривыменно вводили раствор ДНКЖ-глутатион в соотношении 1 : 5 (железо : глутатион), в дозе 180 мкг/кг и объемом 10 мл однократно, в течение 5 сут. Предварительная терапия стандартными препаратами, проводимая в соответствии с общепринятыми протоколами лечения, не принесла желаемого эффекта. Однако после завершения курса лечения новым препаратом состояние животных полностью нормализовалось, что выразилось в уменьшении состава микрофлоры и восстановлении молочной продуктивности у коров. Было определено бактерицидное действие низкомолекулярных динитрозильных комплексов железа с глутатионом (ДНКЖ-глутатион) на выживаемость грамположительной бактерии *Staphylococcus aureus* шт. 209Р. В диапазоне концентраций ДНКЖ 180...360 мкМ мы не наблюдали образование колоний *S. aureus* на твердой питательной среде МПА. При концентрации ДНКЖ-глутатион 36 мкМ выживаемость бактерий составила 27%.

**Ключевые слова:** коровы, мастит, оксид азота, динитрозильные комплексы железа, железосерные центры, кишечная палочка, *Staphylococcus aureus*, метод электронного парамагнитного резонанса

**Для цитирования:** Алиев А.Ю., Федотов С.В., Артюшина З.С., Белозерцева Н.С., Жерлицин С.Н., Корнаева А.К. Использование доноров оксида азота для терапии субклинических маститов у коров // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2026. № 1 (57). С. 142–150. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601020  
EDN: CYFQYY

Original article

## USE OF NITRIC OXIDE DONORS FOR THERAPY OF SUBCLINICAL MASTITIS IN COWS

Ayub Yu. Aliyev<sup>1</sup>, Sergey V. Fedotov<sup>2</sup>, Zinaida S. Artyushina<sup>3</sup>,  
Natalya S. Belozertseva<sup>4</sup>, Stanislav N. Zherlitsyn<sup>5</sup>, Albina Kazbekovna Kornaeva<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Caspian Scientific Research Veterinary Institute, FANC RD branch,  
Makhachkala 367000, Republic of Dagestan, Russian Federation

<sup>1</sup> Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatov,  
Makhachkala 367032, Republic of Dagestan, Russian Federation

<sup>2,3,4,5</sup> Russian State Agricultural University – MSHA named after K.A. Timiryazev,  
Moscow 127434, Russian Federation

<sup>6</sup> Gorsky Agrarian University, Vladikavkaz 362040,  
Republic of North Ossetia-Alania, Russian Federation

<sup>1</sup> alievayb1@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4433-602x>

<sup>2</sup> s.fedotov@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0004-3639>

<sup>3</sup> artyushina.zinaida@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4519-8239>

<sup>4</sup> nsfetisova@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0003-6563-2164>

<sup>5</sup> Zherlitsyn\_Stanislaw@miralek.vet

<sup>6</sup> kornaevaalbina@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0006-6003-8360>

**Abstract.** Subclinical mastitis, while not overtly evident, nonetheless leads to serious problems. Even minimal contamination of collected milk with mastitis secretions irreversibly alters its chemical profile and processing characteristics, making it unsuitable for further use in production. The effect of preparation based on nitrosyl iron complexes with glutathione (DNIC-glutathione) on subclinical mastitis in cows was studied. Animals were administered by DNIC-glutathione solution, intramuscularly in a ratio of 1:5 (iron:glutathione), in dose 180 µg/kg and a volume 10 ml, once, for 5 days. Prior to treatment the animals received drug therapy, according to accepted treatment regimens, without positive results. After the course of treatment the animals' condition returned to normal: discharge from the udder cavity ceased, the composition of the microflora changed, and the integrity of the mucous membrane was restored. The bactericidal effect of low-molecular-weight dinitrosyl iron complexes with glutathione (DNIC-glutathione) on the survival of the gram-positive bacterium *Staphylococcus aureus* strain 209P was determined. In the DNIC concentration range 180–360 µM, we did not observe colony formation of *S. aureus* on the solid MPA nutrient medium. In DNIC-glutathione concentration 36 µM, bacterial survival was 27%.

**Keywords:** cows, mastitis, nitric oxide, dinitrosyl iron complexes, iron-sulfur centers, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, electron paramagnetic resonance method

**For citation:** Aliyev A.Yu., Fedotov S.V., Artyushina Z.S., Belozertseva N.S., Zherlitsyn S.N., Kornaeva A.K. Use of nitric oxide donors for therapy of subclinical mastitis in cows // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2026. №. 1 (57). P. 142–150 (In Russ.). DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601020  
EDN: CYFQYY

### Введение

В ветеринарии в настоящее время активно используют лекарственные средства, активность которых связывают с их способностью *in vivo* высвобождать оксид азота (NO). Широко применяемый в ветеринарной и медицинской практике метронидазол образует динитрозильный комплекс железа ДНКЖ [1], а также нитробензофуросаны, NONO-аты, N-нитропроизводные и многие другие. Данные препараты относят к категории пролекарств, поскольку их фармакологическое действие обусловлено предварительным метаболизмом и выделением истинного действующего соединения – NO. Это высокоактивное вещество, которое образуется в живых организмах и растениях. Оно синтезируется из аминокислоты аргинина с помощью ферментов. NO обладает множеством функций: он расслабляет гладкие мышцы кровеносных сосудов, препятствует слипанию тромбоцитов, защищает организм от вредных микробов, передает сигналы в нервной системе, контролирует процессы гибели и деления клеток, а также важен для работы репродуктивной системы [2, 3].

Биологически и химически оправданным способом транспорта NO следует считать его перенос в виде комплексов с железом и тиолами белков или с тиолсодержащей аминокислотой цистеином и трипептидом глутатионом. Главным образом это моно-, динитрозильные и биядерные динитрозильные комплексы железа: МНКЖ, М-ДНКЖ или Б-ДНКЖ  $(RS)_4Fe(NO)$ ,  $(RS)_2Fe(NO)_2$  и  $(RS)_2Fe_2(NO)_4$  соответственно [4]. В силу химической активности NO гемсодержащие белки и железосерные центры (ЖСЦ) являются теми мишенями, которые в первую очередь подвергаются воздействию NO. Как известно, защитная система организма в случае попадания патогенных бактерий активируется с выделением NO с целью блокировать металлсодержащие регуляторные центры. Одновременно, как защита от нитрозативного стресса NO, активируется и ряд бактериальных транскрипционных факторов OxyR, SoxR, NorR, FurR, DosR, RedE, Wbl [5,6].

В начале 70-х годов XX в. было указано на положительные свойства свободных радикалов и изучено участие активных форм кислорода (АФК) в явлении, называемом «дыхательный взрыв» в фагоцитирующих клетках [7, 8].

Сульфгидрильные группы белков (т.е. тиолы) способны переводить сигналы окислителей

(АФК) в биохимические реакции, что приводит к различным посттрансляционным обратимым модификациям, включая S-сульфенирование, S-нитрозилирование и S-глутатионилирование. В клетках млекопитающих глутатионилирование выступает как регуляторный механизм, защищающий белки от необратимого окисления. Данный факт является принципиально новым взглядом на роль глутатиона в клетке [9].

Таким образом, есть все основания для практического применения доноров оксида азота – ДНКЖ с тиоловыми лигандами в качестве регуляторов биохимической активности клеток животных и бактерий. Модификация протеаз сводится к нитрозилированию цистеина и образованию белкового ДНКЖ [10, 11].

Несмотря на обилие фармакологических препаратов для лечения и профилактики мастита крупного рогатого скота, значительного прогресса не достигнуто. Заболевание, известное как мастит, поражает коров в течение всего периода лактации. Его возникновение может быть обусловлено множеством факторов, таких как неправильное доение, несоблюдение санитарных норм при использовании доильных аппаратов, плохое содержание и кормление, а также стресс [12]. Ежегодно маститом болеет значительная часть поголовья – от 20 до 30% коров в стадах, что наносит серьезный ущерб сельскому хозяйству. Последствия мастита включают снижение удоев, необходимость длительного периода ожидания после лечения для удаления антибиотиков из молока, а также необратимые изменения в тканях вымени, приводящие к их частичной или полной утрате [13].

Скрытая форма мастита представляет собой серьезную проблему, поскольку она не сопровождается видимыми симптомами воспаления. Тем не менее даже минимальное присутствие маститного молока в общем объеме изменяет его состав и характеристики, делая его непригодным для технологической обработки. Чтобы предотвратить значительные убытки, вызванные воспалительными процессами в вымени, крайне важно внедрять методы ранней диагностики и терапии [14, 15].

Цель исследования – определить эффективность ряда соединений, высвобождающих оксид азота (динитрозильные комплексы железа с глутатионом и тиосульфатом, глутатионовый нитрозотиол, метформин), в борьбе с бактериями, вызывающими мастит у коров.

### Материалы и методы

Для определения эффективных концентраций динитрозильного комплекса железа (ДНКЖ) с глутатионом на патогенную микрофлору использовали культуру грамположительных бактерий *S. aureus* штамм 209 Р. В качестве пилотного исследования терапии *in vivo* у коров с диагностированным маститом применили низкомолекулярные нитрозильные комплексы железа с тиоловыми лигандами.

Синтез динитрозильного комплекса железа с глутатионом (ДНКЖ) осуществляли следующим образом: в сосуд Тунберга, из которого предварительно откачали воздух, помещали 0,5 мл раствора сульфата железа (рН 5,5) в верхнюю часть и 4,5 мл раствора глутатиона (в 15 мМ НЕРЕС буфере, рН 7,4) в нижнюю. Затем в сосуд подавали газообразный NO под давлением 100 мм рт. ст. При молярном соотношении Fe<sup>2+</sup> к глутатиону 1 : 2, растворы смешивали путем встряхивания. Через 5 мин NO удаляли, что приводило к формированию биядерных ДНКЖ (Б-ДНКЖ) с формулой (RS<sup>-</sup>)<sub>2</sub>[Fe<sup>+</sup>(NO<sup>+</sup>)<sub>2</sub>]<sub>2</sub>.

Эффективность комплексов оценивали по выживаемости *S. aureus* (шт. 209 Р). Лиофилизированную культуру хранили при температуре 4...10°C. Суточную культуру разводили физиологическим раствором до концентрации 5·10<sup>6</sup> кл/мл (по стандарту мутности). Рост изучали в 5 мл МПБ (HiMedia) до конечной концентрации 1·10<sup>6</sup> кл/мл.

В ходе эксперимента клетки *S. aureus* шт. 209 Р подвергались воздействию ДНКЖ-глутатиона в концентрациях от 3,6 до 360 мкМоль/л. Для контрольных образцов применяли физиологиче-

ский раствор. Инкубацию осуществляли при температуре 37°C с доступом кислорода на протяжении 14...16 ч.

Для сравнительного анализа результатов тестов во время лактации у каждой коровы отбрали пробы молока по две диагностические молочно-контрольные пластины (МКП). В каждую лунку МКП помещали по 2 см<sup>3</sup> молока (две-три струйки) из каждой четверти вымени. Затем добавляли 2 см<sup>3</sup> тест-системы согласно инструкции, перемешивали круговыми движениями и через 10 с фиксировали результаты.

### Результаты исследований и обсуждение

Чтобы изучить влияние железо-глутатионового комплекса (ДНКЖ, Fe : глутатион 1 : 20) в различных концентрациях на выживаемость *S. aureus*, бактерии с начальной плотностью 1·10<sup>6</sup>кл/мл инкубировали в МПБ (рН 7,2) при температуре 37°C в течение 14 ч. Использовали следующие концентрации ДНКЖ, мкМ: 360, 180, 36 и 3,6. После инкубации 5 мл бактериальной суспензии из каждой экспериментальной группы разбавляли 15 мМ фосфатным буфером (рН 7,2). Затем аликвоты высевали на чашки Петри с МПА для количественной оценки выживших бактерий путем подсчета колоний.

Результаты показали, что при концентрациях ДНКЖ 360 и 180 мкМ рост бактерий отсутствовал. В группах с 36 мкМ и 3,6 ДНКЖ наблюдалось образование осадка, а последующий посев на МПА подтвердил наличие жизнеспособных бактерий и формирование колоний (табл. 1). Во всех контрольных образцах наблюдался активный рост колоний.

Таблица 1. Влияние нитрозильных комплексов на колониеобразование бактерий *S. aureus* шт. 209 Р

Table 1. The influence of nitrosyl complexes on colony formation of *S. aureus* bacteria strain 209 R

	Концентрация ДНКЖ, мкМ	Число колоний, M±m
Контроль	0	93,1 ± 37,2
Опыт 1	360	0
Опыт 2	180	0
Опыт 3	36	25,4 ± 13,2
Опыт 4	3,6	38,3 ± 19,4

При инкубации с 36 мкМ ДНКЖ-глутатионом 25% бактерий сохраняли жизнеспособность. Наши данные свидетельствуют о цитотоксическом эффекте низких концентраций донора NO,

ДНКЖ-глутатиона (360...180 мкМ), на культуру *S. aureus*. Полная гибель клеток, выражающаяся в отсутствии колоний при посеве, была зафиксирована при концентрациях ДНКЖ-глутатиона 360

и 180 мкМ в среде МПБ. В контрольных образцах, посеянных из исходной культуры *S. aureus*, число колоний достигало  $93,1 \pm 37,2$ .

Полученные *in vitro* результаты дали нам основание изучить противомаститное действие нитрозильных комплексов железа *in vivo* у коров с диагностированным маститом.

Чтобы проверить, как препарат ДНКЖ (который выделяет NO) помогает при мастите у коров, мы собрали группу из четырех больных животных. У этих коров температура была немного повышена – примерно на  $0,5 \dots 1^\circ\text{C}$  выше нормы. При осмотре выявилось, что вымя у них было отекающим и болезненным. Из вымени выделялась мутная

слизистая жидкость с хлопьями, что указывало на гнойное воспаление.

Для выявления микробного состава взятые пробы были высеяны на ряд специализированных питательных селективных и дифференциально-диагностических сред: 2%-й МПА с 1%-й глюкозой, МПБ, Булира и Сабуро. Выросшие колонии подсчитывали согласно установленным ГОСТам. На основании полученных данных обследования, животным был поставлен диагноз мастит. До обработки ДНКЖ животных лечили в соответствии с протоколом общепринятыми препаратами в течение длительного срока, к сожалению, без положительного результата.

**Таблица 2. Микробиологические показатели до начала терапии**

**Table 2. Microbiological parameters before the start of therapy**

№№ коров	Микробиологические среды					
	2% МПА+ 1% глюкоза	2% МПА без глюкозы	МПБ	Среда Булира	Среда Сабуро	Среда Китта–Тароцци
№ 1	13 600 м.т.	Сплошной рост	Рост синегнойной палочки, пленка, зеленый осадок	<i>E. coli</i> 10 <sup>-5</sup>	<i>Candida albicans</i> , <i>Aspergillus</i>	Газообразование
№ 2	18 300 м.т.	То же	То же	<i>E. coli</i> 10 <sup>-3</sup>	<i>Aspergillus</i> , <i>Mucor</i>	Помутнение, газообразование
№ 3	32 500 м.т.	Рост отдельных молочно-серых колоний на всей поверхности	Отриц.	<i>E. coli</i> 10 <sup>-2</sup>	Роста нет	Рост по верхней части
№4	14 600 м.т.	То же	–«–	<i>E. coli</i> 10 <sup>-3</sup>	<i>Mucor</i>	Отриц.

Обработку животных проводили ежедневно в 11 часов утра, внутривыменным введением 80 мл 8 мМ водного раствора ДНКЖ с глутатионом (1 : 5) в дозе 180 мкг/кг. Для оценки эффективности препарата у животных были взяты микробиологические пробы и проведено фотодокументирование состояния до и после лечения (табл. 2 и 3). Исходный анализ (см. табл. 2) выявил широкий спектр микроорганизмов, населяющих пространство от вершины сосков до молочного

канала в опытной группе: кокки, кишечная и синегнойная палочки, а также грибы. Результаты последующего анализа микробной флоры (см. табл. 3) показали значительное снижение числа микробных тел: в 4 раза у коров № 1 и 2, в 5 раз у коровы № 3 и в 4 раза у коровы № 4. Важно отметить, что синегнойная палочка перестала расти у коров № 1 и 2, а кишечная палочка не была обнаружена у коров № 1, 2 и 3. Рост грибов и анаэробных культур был полностью подавлен у всех животных.

**Таблица 3. Показатели микробиологического статуса после воздействия препарата**

**Table 3. Microbiological status indicators after exposure to the drug**

№№ коров	Микробиологические среды					
	2% МПА + 1% глюкоза	2% МПА без глюкозы	МПБ	Среда Булира	Среда Сабуро	Среда Китта–Тароцци
№ 1	3200 м.т.	Единичные колонии кокков	Отриц.	0,1	Роста нет	Роста нет

№№ коров	Микробиологические среды					
	2% МПА + 1% глюкоза	2% МПА без глюкозы	МПБ	Среда Булира	Среда Сабуро	Среда Китта–Тароцци
№ 2	4300 м.т.	Отдельные колонии, 7 шт.	-«-	Отриц.	То же	То же
№ 3	6200 микробных тел	Отдельные колонии, 3 шт.	Помутнение без пигмента	-«-	-«-	-«-
№4	3700 м.т.	Отриц.	То же	-«-	Отриц.	Отриц.

По нашим наблюдениям, препарат, применяемый при мастите, проявляет цитотоксичность благодаря двум ключевым механизмам: высвобождению NO и прямому воздействию группы Fe(NO)<sub>2</sub> на тиоловые группы белков бактерий. При взаимодействии NO (нитрозильные комплексы железа) с транскрипционными факторами – DosR, OxyR, SoxR, NorR, FurR, RedE [7, 21] остатки цистеина, входящие в структуру ЖСЦ, также могут быть нитрозилированы с образованием нитрозотиола,

что приводит к нарушению их функций и, в конечном счете, гибели микроорганизмов. Воздействие внешних низкомолекулярных ДНКЖ может проявляться и на уровне ферментов, задействованных в метаболизме бактериальных тиолов, которые являются одними из наиболее критически важных для микроорганизмов соединений.

В период лактации у испытуемых животных осуществили забор проб молока для определения его качества (табл. 4) и крови для исследования (табл. 5).

**Таблица 4. Сравнительный анализ показателей качества молока коров до начала и по завершении курса лечения (n=10)**

*Table 4. Comparative analysis of milk quality indicators of cows before and after the course of treatment (n=10)*

Показатель, %	Опытная группа		Разница
	до лечения	после лечения	
Содержание жира	3,90 ± 0,08	4,10 ± 0,06	0,20***
Содержание белка	2,92 ± 0,06	3,11 ± 0,07	0,16*
Содержание лактозы	4,24 ± 0,04	4,86 ± 0,10	0,62***
Содержание сухого вещества	11,33 ± 0,02	12,66 ± 0,06	1,33***
СОМО	7,43 ± 0,11	8,56 ± 0,09	1,13*

*Примечание:* \* – P<0,05, \*\* – P<0,01, \*\*\* – P<0,001.

*Note:* \* – P<0,05, \*\* – P<0,01, \*\*\* – P<0,001.

Согласно таблице 4, у коров 2-й опытной группы отмечено существенное улучшение качественных характеристик молока. Достоверно возросли

показатели жира (до 4,1%, P<0,001), белка (до 3,11%, P<0,05), сухого вещества (до 12,66%, P<0,001) и лактозы (до 3,86%, P<0,001), а также СОМО (до 8,95%).

**Таблица 5. Сравнительный анализ лейкоцитарного профиля крови коров до и после курса терапии (n=10)**

*Table 5. Comparative analysis of the leukocyte profile of cows' blood before and after a course of therapy (n=10)*

Показатели, %	Норма (Кондрахин И.П., 2004)	Опытная группа		Разница
		до лечения	после лечения	
Базофилы	0,00...1,00	0,54 ± 0,10	0,55 ± 0,12	-
Эозинофилы	5,00...8,00	7,15 ± 0,64	3,62 ± 0,17	3,53***
Нейтрофилы: палочкоядерные	2,00...5,00	5,50 ± 0,30	4,50 ± 0,03	1,00*
сегментоядерные	20,00...35,00	35,90 ± 1,20	35,00 ± 1,20	0,90*

Показатели, %	Норма (Кондрахин И.П., 2004)	Опытная группа		Разница
		до лечения	после лечения	
Лимфоциты	40,00...75,00	55,60 ± 1,80	50,60 ± 1,80	5,00***
Моноциты	2,00...7,00	6,80 ± 0,40	4,70 ± 0,40	2,10**

Примечание: \*P<0,05, \*\*P<0,01, \*\*\*P<0,001

Note: \*P<0,05, \*\*P<0,01, \*\*\*P<0,001

Согласно данным, предоставленным в таблице 5, лечение оказалось эффективным: показатели лейкограммы в крови подопытных животных достоверно снизились и стали соответствовать норме (P<0,001; P<0,01; P<0,05).

### Заключение

Результаты исследований подтвердили, что препарат ДНКЖ-глутатион, содержащий нитрозильные комплексы железа и глутатион, является действенным средством против субклинических маститов.

Его ключевое преимущество заключается в том, что после применения не требуется выдерживать молоко.

ДНКЖ с глутатионом при лечении лактирующих коров с маститом имеет хорошо выраженный бактерицидный эффект при внутривыменном введении раствора ДНКЖ-глутатион в соотношении 1 : 5 (железо : глутатион), в дозе 180 мкг/кг и объемом 10 мл, однократно, в течение 5 сут. Использование препарата ДНКЖ с тиоловыми лигандами в качестве фармакологического средства требует дальнейших исследований.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Syed Muntazir Andrabi, Navatha Shree Sharma, Anik Karan et al. Nitric Oxide: Physiological Functions, Delivery, and Biomedical Applications // *Advanced science*. 2023. Vol. 10, Issue 30. October 26.
2. Rostislav R. Borodulin, Lyudmila N. Kubrina, Vladimir A. Serezhenkov et al. Redox conversions of dinitrosyl iron complexes with naturalthiol-containing ligands // *Nitric Oxide*. 2013. 35. 35-41.
3. Jason C. Crack and Nick E. Le Brun. Binding of a single nitric oxide molecule insufficient to disrupt DNA binding of the nitrosativestress regulator NsrR† // *Chem. Sci*. 2024. 15.
4. Aysenur Musaogullari, Alysia Mandato, Yuh-Cherng Chai. Role of Glutathione Depletion and Reactive Oxygen Species Generation on Caspase-3 Activation: A Study With the Kinase Inhibitor Staurosporine // *Frontiers in Physiology*. August 2020. Vol. 11. Article 998.
5. Harris I.S., DeNicola G. M. The complex interplay between antioxidants and ROS in cancer // *Trends Cell Biol*. 2020. 30. 440–451. doi: 10.1016/j.tcb.2020.03.002.
6. Musaogullari A., Chai Y.C. Redox Regulation by Protein S-Glutathionylation: From Molecular Mechanisms to Implications in Health and Disease // *Int. J. Mol. Sci*. 2020. Oct 30;21.(21):8113. doi: 10.3390/ijms21218113. PMID: 33143095; PMCID: PMC7663550.
7. Gutiérrez-Fernández J., Hersleth H.P., Hammerstad M. The crystal structure of mycothiol disulfide reductase (Mtr) provides mechanistic insight into the specific low-molecular-weight thiol reductase activity of Actinobacteria // *Acta Crystallogr. D. Struct. Biol*. 2024 Mar 1;80(Pt 3):181-193. doi: 10.1107/S205979832400113X. Epub 2024 Feb 19. PMID: 38372589; PMCID: PMC10910545.
8. Vanin A.F., Pekshev A.V., Pechyonkin E.V. et al. Therapeutic effects of high-dose inhaled nitric oxide gas against post-covid syndrome, diabetes or AIDS // *Biofizika*. 2023. Vol. 68. N. 1. P. 142-149. doi: 10.31857/S0006302923010167
9. Effects of Glutathione and Histidine on NO Release from a Dimeric Dinitrosyl Iron Complex (DNIC) December 2020 // *Inorganic Chemistry*. 59 (23):16998-17008. DOI:10.1021/acs.inorgchem.0c02196
10. Syrtsova L.A., Sanina N.A., Kabachkov E.N. et al. Exchange of cysteamine, thiol ligand in binuclear cationic tetranitrosyl iron complex, for glutathione RSC Adv. 2014. 4. 24560 DOI: 10.1039/c4ra01766h
11. Федотов С.В., Симонов П.Г., Алиев А.Ю. Определение остаточного количества действующих веществ препарата «Аргумистин» в молоке при лечении субклинических маститов // *Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии»*. 2024. № 2 (50). С. 254-260. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202402012.
12. Алиев А.Ю., Федотов С.В., Белозерцева Н.С. Качественная характеристика молока коров после применения гигиенических средств // *Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии»*. 2023. № 3 (47). С. 300-306.
13. Fedotov S.V., Regan Reddy Gade, Sidnev N.I. et al. Enhancements in the diagnosis of mastitis in cows, held in an intensive farming system // *The Indian veterinary journal*. 2022. July: 99 (7). DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303007.

14. Fedotov S.V., Belozertseva N.S., Latynina E.S., Akchurin S.V. Influence of sub-clinical mastitis on milk quality in cows // *BIO Web of Conferences*. 2024. 139. 12001. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202413912001>.
15. Marina Ziche. Special Issue: Drug Resistance and Oncogenesis // *Critical Reviews™ in Oncogenesis*. 2021. Vol. 26. Issue 2. DOI: 10.1615/CritRevOncog.v26.i2

## REFERENCES

1. Syed Muntazir Andrabi, Navatha Shree Sharma, Anik Karan et al. Nitric Oxide: Physiological Functions, Delivery, and Biomedical Applications // *Advanced science*. 2023. Vol. 10, Issue 30. October 26.
2. Rostislav R. Borodulin, Lyudmila N. Kubrina, Vladimir A. Serezhenkov et al. Redox conversions of dinitrosyl iron complexes with naturalthiol-containing ligands // *Nitric Oxide*. 2013. 35. 35-41.
3. Jason C. Crack and Nick E. Le Brun. Binding of a single nitric oxide molecule insufficient to disrupt DNA binding of the nitrosativestress regulator NsrR† // *Chem. Sci*. 2024. 15.
4. Aysenur Musaogullari, Alysia Mandato, Yuh-Cherng Chai. Role of Glutathione Depletion and Reactive Oxygen Species Generation on Caspase-3 Activation: A Study With the Kinase Inhibitor Staurosporine // *Frontiers in Physiology*. August 2020. Vol. 11. Article 998.
5. Harris I.S., DeNicola G. M. The complex interplay between antioxidants and ROS in cancer // *Trends Cell Biol*. 2020. 30. 440–451. doi: 10.1016/j.tcb.2020.03.002.
6. Musaogullari A., Chai Y.C. Redox Regulation by Protein S-Glutathionylation: From Molecular Mechanisms to Implications in Health and Disease // *Int. J. Mol. Sci*. 2020. Oct 30;.21.(21):8113. doi: 10.3390/ijms21218113. PMID: 33143095; PMCID: PMC7663550.
7. Gutiérrez-Fernández J., Hersleth H.P., Hammerstad M. The crystal structure of mycothiol disulfide reductase (Mtr) provides mechanistic insight into the specific low-molecular-weight thiol reductase activity of Actinobacteria // *Acta Crystallogr. D. Struct. Biol*. 2024 Mar 1;80(Pt 3):181-193. doi: 10.1107/S205979832400113X. Epub 2024 Feb 19. PMID: 38372589; PMCID: PMC10910545.
8. Vanin A.F., Pekshev A.V., Pechyonkin E.V. et al. Therapeutic effects of high-dose inhaled nitric oxide gas against post-covid syndrome, diabetes or AIDS // *Biofizika*. 2023. Vol. 68. N. 1. P. 142-149. doi: 10.31857/S0006302923010167
9. Effects of Glutathione and Histidine on NO Release from a Dimeric Dinitrosyl Iron Complex (DNIC) December 2020 // *Inorganic Chemistry*. 59 (23):16998-17008. DOI:10.1021/acs.inorgchem.0c02196
10. Syrtsova L.A., Sanina N.A., Kabachkov E.N. et al. Exchange of cysteamine, thiol ligand in binuclear cationic tetranitrosyl iron complex, for glutathione RSC Adv. 2014. 4. 24560 DOI: 10.1039/c4ra01766h
11. Fedotov S.V., Simonov P.G., Aliev A.Yu. Opredelenie ostatochnogo kolichestva dejstvuyushhikh veshhestv preparata «Argumistin» v moloke pri lechenii subklinicheskikh mastitov // *Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii»*. 2024. № 2 (50). S. 254-260. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202402012.
12. Aliev A.Yu., Fedotov S.V., Belozertseva N.S. Kachestvennaya kхарakteristika moloka korov posle primeneniya gigienicheskikh sredstv // *Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii»*. 2023. № 3 (47). S. 300-306.
13. Fedotov S.V., Regan Reddy Gade, Sidnev N.I. et al. Enhancements in the diagnosis of mastitis in cows, held in an intensive farming system // *The Indian veterinary journal*. 2022. July: 99 (7). DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303007.
14. Fedotov S.V., Belozertseva N.S., Latynina E.S., Akchurin S.V. Influence of sub-clinical mastitis on milk quality in cows // *BIO Web of Conferences*. 2024. 139. 12001. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202413912001>.
15. Marina Ziche. Special Issue: Drug Resistance and Oncogenesis // *Critical Reviews™ in Oncogenesis*. 2021. Vol. 26. Issue 2. DOI: 10.1615/CritRevOncog.v26.i2

## Информация об авторах

Алиев А. Ю. – д-р вет. наук, директор Института, профессор кафедры паразитологии, ветеринарно-санитарной экспертизы, акушерства и хирургии;

Федотов С. В. – д-р вет. наук, заведующий кафедрой ветеринарной медицины;

Артюшина З. С. – канд. вет. наук, доцент кафедры ветеринарной медицины;

Белозерцева Н. С. – канд. биол. наук, доцент кафедры ветеринарной медицины;

Жерлицин С. Н. – соискатель по кафедре ветеринарной медицины;

Корнаева А. К. – канд. с/х наук, доцент факультета ветеринарной медицины.

## Information about the authors

Aliev A. Yu. – Dr. Vet. Sci., Head of the Institute, Professor of the Department of Parasitology, Veterinary and Sanitary Expertise, Obstetrics and Surgery;

Fedotov S. V. – Dr. Vet. Sci., Head of the Department of Veterinary Medicine;  
Artyushina Z. S. – Cand. Vet. Sci., Associate Professor of the Department of Veterinary Medicine;  
Belozertseva N. S. – Cand. Biol. Sci., Associate Professor of the Department of Veterinary Medicine;  
Zherlitsyn S.N. – PhD candidate in the Department of Veterinary Medicine;  
Kornaeva A.K. – Cand. Agr. Sci., Associate Professor of the Faculty of Veterinary Medicine.

#### **Вклад авторов**

Алиев А.Ю. – редактирование, доработка текста;  
Федотов С.В. – формулирование идеи, гипотезы, цели исследования;  
Артюшина З.С. – написание первоначального текста статьи;  
Белозерцева Н.С. – проведение экспериментов, сбор данных;  
Жерлицин С.Н. – проведение экспериментов, сбор данных;  
Корнаева А.К. – статистический или теоретический анализ данных.

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

Aliev A. Yu. – editing, text revision;  
Fedotov S.V. – formulation of ideas, hypotheses, and research objectives;  
Artyushina Z.S. – writing the original text of the article;  
Belozertseva N.S. – conducting experiments, collecting data;  
Zherlitsyn S.N. – conducting experiments, collecting data;  
Kornaeva A.K. – statistical or theoretical data analysis.

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

Статья поступила в редакцию 13.01.2026; одобрена после рецензирования 26.01.2026; принята к публикации 24.02.2026; дата опубликования 25.03.2026.

The article was submitted 13.01.2026; approved after reviewing 26.01.2026; accepted for publication 24.02.2026; date of publication 25.03.2026.

Научная статья  
УДК 619:616-099  
DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601021  
EDN: DAOSTA

## БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «ФАРМАТАН ТМ» ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ПОСТУПЛЕНИИ КАДМИЯ И СВИНЦА

Наталья Сергеевна Павлова<sup>1</sup>, Галина Ивановна Павленко<sup>2</sup>, Дмитрий Александрович Дроздов<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии – филиал Федерального научного центра – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.П. Коваленко РАН, Москва 123022, Российская Федерация, E-mail: vniivshe@mail.ru*

<sup>1</sup> ns2008p@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2651-5056>

<sup>2</sup> gail\_pavlenko@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7883-0096>

<sup>3</sup> da\_drozдов@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3964-7552>

**Аннотация.** В ветеринарии препараты на основе растительных компонентов известны давно, но были вытеснены массовым внедрением антибиотиков. В последние годы интерес к кормовым фитобиотикам неизменно возрастает, ведутся исследования с целью поиска альтернативы антибиотикам и химическим субстанциям в кормлении продуктивных животных. Фитобиотики представляют интерес и в качестве антиоксидантных средств, особенно при длительном поступлении экотоксикантов. Кормовая добавка «Фарматан ТМ» рекомендована как альтернатива антибиотикам, она защищает ЖКТ от патогенной микрофлоры и интоксикации, снимает последствия отъемного, вакцинального и теплового стресса, оказывает противовоспалительное и антиоксидантное действие, повышает иммунитет, поэтому целесообразно изучить ее эффективность при хроническом поступлении тяжелых металлов.

На протяжении 3 мес белые крысы-самцы опытных групп (1-я и 2-я) получали нитрат кадмия и свинца (соответственно 5 и 50 мкг/кг корма), животным 2-й группы добавляли 3 г «Фарматана ТМ» на 1 кг корма, 3-я служила контролем и крысы получали обычный рацион. Введение в рацион «Фарматана ТМ» нормализовало содержание иммуноглобулинов в сыворотке крови, СПП через 1,5 мес, одновременно отмечена тенденция к снижению количества эритроцитов, гемоглобина и хлоридов в моче. Массовые коэффициенты селезенки при введении кормовой добавки повышались в 2 раза, но оставались ниже таковых в контроле.

**Ключевые слова:** «Фарматан ТМ», фитобиотики, биологическое действие, тяжелые металлы, кадмий, свинец

**Финансирование:** работа выполнена в соответствии с Государственным заданием по теме: FGUG-2025-0002 «Разработать новые и модернизировать существующие методы, средства и технологии обеспечения устойчивого ветеринарно-санитарного благополучия животноводства, качества и безопасности продукции и кормов, охраны окружающей среды от загрязнения отходами животноводства» (регистрационный номер НИОКТР 125071808811-2).

**Для цитирования:** Павлова Н.С., Павленко Г.И., Дроздов Д.А. Биологическое действие кормовой добавки «Фарматан ТМ» при хроническом поступлении кадмия и свинца // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2026. № 1 (57). С. 151–158. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601021  
EDN: DAOSTA

Original article

## BIOLOGICAL EFFECT OF THE FODDER ADDITIVE “FARMATAN TM” IN CHRONIC CADMIUM AND LEAD INTAKE

Natalia S. Pavlova<sup>1</sup>, Galina Iv. Pavlenko<sup>2</sup>, Dmitry Al. Drozdov<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> All-Russian Research Institute for Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology –  
Branch of Federal Scientific Center – All-Russian Research Institute  
of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Skryabin  
and Ya.R. Kovalenko RAS, Moscow 123022, Russian Federation. E-mail: vniivshe@mail.ru

<sup>1</sup> ns2008p@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2651-5056>

<sup>2</sup> gail\_pavlenko@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7883-0096>

<sup>3</sup> da\_drozdov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3964-7552>

**Abstract.** In veterinary medicine, herbal preparations have been known for a long time, but have been supplanted by the massive introduction of antibiotics. In recent years, interest in feed phytobiotics has been steadily increasing, and research is underway to find alternatives to antibiotics and chemicals in the feeding of productive animals. Phytobiotics are also of interest as antitoxic agents, especially with prolonged intake of ecotoxicants. Farmatan TM feed additive is recommended as an alternative to antibiotics, it protects the gastrointestinal tract from pathogenic microflora and intoxication, relieves the effects of weaning, vaccination and heat stress, has anti-inflammatory and antioxidant effects, increases immunity, therefore, it is promising to study its effectiveness in chronic intake of heavy metals.

For 3 months, the white male rats of the experimental groups (1st and 2nd) received cadmium and lead nitrate (5 and 50 micrograms / kg of feed), the animals of the 2nd group were added 3 g of Farmatan TM per kg of feed, the 3rd served as a control and received a regular diet. The introduction of Farmatan TM into the diet normalized the content of immunoglobulins in the blood serum, neuromuscular excitability after 1.5 months, while at the same time there was a tendency to decrease the number of red blood cells, hemoglobin and chlorides in the urine. The mass coefficients of the spleen doubled with the introduction of the feed additive, but remained below the control.

**Keywords:** Farmatan TM, phytobiotics, biological action, heavy metals, cadmium, lead

**Financial Support:** the work was carried out in accordance with the State assignment on the topics: FGUG-2025-0002 «Develop new and modernize existing methods, means and technologies to ensure sustainable veterinary and sanitary welfare of animal husbandry, quality and safety of products and feed, and environmental protection from pollution by animal waste» (registration number 125071808811-2).

**For citation:** Pavlova N.S., Pavlenko G.I., Drozdov D.A. Biological effect of the fodder additive “Farmatan TM” in chronic cadmium and lead intake // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2026. №. 1 (57). P. 151–158 (In Russ.).

DOI: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202601021

EDN: DAOSTA

### Введение

В основе научного подхода к снижению негативного действия тяжелых металлов (ТМ) лежит понимание механизмов их токсического действия [1...3]. Ведущую роль среди этих механизмов имеет окислительный стресс, так как ТМ активизируют образование свободных радикалов в организме,

что ведет к нарушению функций и повреждению тканей животных [3...5]. При избыточном накоплении активных форм кислорода (АФК) антиоксидантные ферменты не справляются с их нейтрализацией, клетки повреждаются и возникает окислительный стресс, характеризующийся перекисным окислением липидов мембран, окисли-

тельной модификацией белков и повреждением ДНК [4].

При поступлении ТМ для снижения их токсического действия используют хелатотерапию и сорбенты. Однако на протяжении ряда лет возрастает интерес к использованию биологически активных веществ растительного происхождения, особенно с антиоксидантным, сорбирующим, вяжущим и иммуномодулирующим действием, что непосредственно связано с осознанием значимости окислительного стресса в механизме токсического действия ТМ [6...8]. Так, в животноводстве применяют кормовые добавки на основе эллаготанинов из древесины сладкого каштана под торговой маркой «Фарматан», производимые словенской компанией Tanin Sevnica d. d. более 25 лет. «Фарматан ТМ» (FARMATAN ТМ) – натуральная кормовая добавка на основе экстракта древесины сладкого каштана (эллаготанины) в комбинации с эфирными маслами корицы и гвоздики, органическим цинком и ацетатом натрия. В состав «Фарматана ТМ» входят танин (25...29%), муравьиная, яблочная, молочная, пропионовая, лимонная, никотиновая, фосфорная кислоты, бутират кальция, в качестве вспомогательных веществ: карвакрол, эвгенол, коричный альдегид, цинк, кальций и натрий. Для снижения токсического влияния ТМ в организме интерес представляет антиоксидантная активность эллаготанинов, усиленная действием эфирных масел гвоздики (эвгенола) и корицы (коричного альдегида), способность связывать токсины, препятствовать обезвоживанию и снижать проницаемость для токсинов кишечной стенки [9...12]. Кроме того, в составе КД имеется органический цинк, способный снижать негативные эффекты кадмия, свинца и других ТМ [13...15]. «Фарматан ТМ» предназначен для коров, защищает желудочно-кишечный тракт (ЖКТ) от патогенной микрофлоры и интоксикации, снимает последствия отъемного, вакцинального и теплового стресса, оказывает противовоспалительное и антиоксидантное действие, повышает иммунитет [7, 8]. Добавка оказывает благоприятное влияние как на развитие ворсинок в кишечнике животного, так и на количество здоровой микрофлоры. Это важно для повышения продуктивности в критические фазы и позволяет достичь хороших производственных результатов [9...11].

Средства серии «Фарматан» выпускают в разных формах: порошка, микрокапсул, микрогранул,

геля, жидкостей. В зависимости от формы выпуска его добавляют в комбикорм, концентраты, премиксы, систему поения или используют перорально [7...12].

Цель работы – изучить биологическое действие кормовой добавки «Фарматан ТМ» при хроническом поступлении в организм кадмия и свинца.

### **Материалы и методы**

Экспериментальные исследования проведены в лаборатории фармакологии и токсикологии и виварии ВНИИВСГЭ – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН на беспородных самцах белых крыс (Биопитомник ООО «СМК СТЕЗАР»). Было сформировано три группы животных (две опытные и одна контрольная) по 8 гол. в группе с присвоением индивидуальных номеров. Крыс содержали в стандартных условиях, кормили комбикормом ПК-120 ГОСТ Р 51849-2011 Р.5 (АО «Гатчинский ККЗ»). Для питья водопроводную воду давали *ad libitum* из стандартных поилок. КД «Фарматан ТМ» (Tanin Sevnica d. d., Словения) представляет собой мелкие неоднородные по размеру гранулы красновато-коричневого цвета.

Так как в соответствии с МДУ 123-4/281-87-В от 07.08.1987 г. в кормах и кормовых добавках содержание кадмия не должно превышать 0,3...0,4 мг/кг, а свинца – 5 мг/кг, крысам 1-й и 2-й групп в корм добавляли нитрат кадмия и нитрат свинца соответственно в дозе 5 и 50 мг металла на 1 кг корма, что составляло 10 МДУ. Животным 2-й группы, кроме того, в корм вводили «Фарматан ТМ» в дозе 3 г/кг корма; 3-я группа получала корм без добавок и служила контролем.

За животными вели постоянное наблюдение на протяжении всего эксперимента (3 мес), отмечая изменения физиологического состояния, внешнего вида, поведения. На протяжении эксперимента животных обследовали через 1,5 и 3 мес, определяя интегральные и специфические показатели в соответствии с методами, описанными ранее [16]. Статистическую обработку данных проводили по методу Стьюдента в модификации Типпета в программе Excel 10.

### **Результаты исследований и обсуждение**

На протяжении всего эксперимента животные опытных групп не отличались от контрольных по внешнему виду, поведению, состоянию фекальных масс и др.

Таблица 1. Физиологические показатели белых крыс (M±m, n=6)

Table 1. Physiological parameters of white rats (M±m, n=6)

Показатель	Срок проведения исследования, сут	Группа животных		
		1-я ТМ	2-я ТМ + «Фарматан ТМ»	3-я Контроль
Масса тела, г	Фон	216,0 ± 4,9	214,1 ± 5,3	212,4 ± 7,02
	1,5	352,0 ± 12,3	384,3 ± 9,0	366,9 ± 13,0
	3	427,9 ± 14,3	429,0 ± 16,2	441,0 ± 20,4
<b>Кровь</b>				
Иммуноглобулины, г/л	3	4,1 ± 0,16*	6,8 ± 1,6	6,2 ± 0,97
Гемоглобин, г/л	1,5	121,2 ± 2,0	119,5 ± 6,3	119,5 ± 3,8
	3	126,0 ± 4,3*	113,5 ± 7,9*	139,0 ± 4,4
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л	1,5	8,19 ± 0,23	7,93 ± 0,18	8,5 ± 0,19
	3	7,15 ± 0,20	7,82 ± 0,23	7,8 ± 0,19
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	1,5	6,06 ± 0,22*	5,50 ± 0,30*	6,80 ± 0,18
	3	6,40 ± 0,47	5,80 ± 0,21	6,00 ± 0,30
Общий белок в сыв. крови, г/л	3	2,46 ± 0,37	2,35 ± 0,37	2,22 ± 0,35
Общие SH-группы в сыв. крови, мкмоль/100мл	3	52,5 ± 10,2*	59,2 ± 2,9*	85,5 ± 8,1
<b>Нервная система</b>				
СПП, в сек	1,5	2,3 ± 0,29*	3,8 ± 0,27	3,25 ± 0,16
	3	2,8 ± 0,05*	2,7 ± 0,33*	3,7 ± 0,46
Удержание на горизонт. стержне, сек	1,5	9,3 ± 1,7	8,7 ± 1,0	7,6 ± 0,9
	3	6,64 ± 1,05	6,60 ± 1,58	4,60 ± 0,42
Норковый рефл., за 5 мин	1,5	12,4 ± 1,6	20,6 ± 3,2	16,5 ± 2,4
	3	6,4 ± 1,9	13,7 ± 3,4	7,7 ± 1,6
ВДА, стоек за 5 мин	1,5	15,4 ± 3,9	24,0 ± 2,1	20,8 ± 1,7
	3	6,6 ± 3,0	12,0 ± 2,9	6,3 ± 1,1
<b>Моча</b>				
Суточный диурез, мл	1,5	11,7 ± 1,9	12,3 ± 1,6	10,3 ± 1,9
	3	4,4 ± 0,8	5,2 ± 0,7	5,2 ± 0,7
Относительная плотность	1,5	1,008 ± 0,025	1,009 ± 0,015	1,009 ± 0,010
	3	1,011 ± 0,006	1,012 ± 0,007	1,011 ± 0,010
Белок, мг/мл	1,5	0,53 ± 0,05	0,66 ± 0,04	0,55 ± 0,06
	3	1,05 ± 0,07	1,09 ± 0,04	1,09 ± 0,04
Хлориды, мг/сут	1,5	24,78 ± 2,26*	24,84 ± 4,98*	11,50 ± 4,47
	3	31,89 ± 8,17	24,09 ± 5,75*	37,95 ± 12,02
Гиппуровая кислота, мг/сут	1,5	55,53 ± 5,7	51,6 ± 5,6	66,1 ± 5,1
	3	65,1 ± 3,3*	62,1 ± 4,6*	74,5 ± 2,6

Примечание: \* P < 0,05 по сравнению с контролем.

Note: \*P < 0.05 compared to control.

Данные таблицы 1 свидетельствуют, что поступление с кормом кадмия и свинца привело к незначительному снижению массы тела по сравнению с таковой контрольных животных на всех сроках обследования, однако эта разница была статистически недостоверна. Введение в рацион «Фарматана ТМ» к 1,5 мес несколько повысило массу животных даже относительно контроля, однако все изменения также не были статистически значимыми.

Содержание иммуноглобулинов в сыворотке крови под действием ТМ через 3 мес было в 1,5

раза ниже, чем в контроле. Ведение «Фарматана ТМ» нормализовало уровень иммуноглобулинов, и он достоверно не отличался от контроля.

Через 1,5 мес в обеих опытных группах наблюдали достоверное снижение количества эритроцитов, что свидетельствует о развитии у животных анемии, характерной для свинцовой интоксикации [1, 2, 5]. Через 3 мес снижалось количество гемоглобина, хотя уровень эритроцитов уже достоверно не отличался от такового в контроле из-за большого разброса данных в группах.

Определение суммационно-порогового показателя (СПП) и оценка работоспособности животных позволили оценить состояние нервной системы. Через 1,5 мес было отмечено достоверное снижение СПП в 1-й группе, получавшей ТМ, что свидетельствует о повышении нервно-мышечной возбудимости животных. Во 2-й группе с «Фарматаном ТМ» показатель нормализовался, даже имел тенденцию к повышению. К концу эксперимента СПП в группе с ТМ было снижено и достоверно не отличалось от группы с КД, при этом разница между контролем и опытом была уже не достоверной. При оценке поведенческих показателей у животных в группе с ТМ каких-либо достоверных изменений отмечено не было, но наблюдали снижение активности животных, и тенденцию к повышению активности и работоспособности в группе, получавшей «Фарматан ТМ».

Через 1,5 мес наблюдали достоверное повышение содержания в моче хлоридов у всех животных, получавших ТМ. Через 3 мес содержание хлоридов достоверно не отличалось от контроля. Данный показатель отражает состояние водно-электролитного баланса и физиологическое состояние почек, а нарушение фильтрации служит одним из признаков их поражения ТМ [1, 5].

Функциональное состояние печени в эксперименте оценивали по уровню в моче гиппуровой кислоты при нагрузке бензойной кислотой и общего белка и общих SH-групп в сыворотке крови. У животных, получавших ТМ, в конце эксперимента выявлено достоверное снижение количества гиппуровой кислоты, что связано со снижением защитной функции печени. Клетки печени обезвреживают введенную бензойную кислоту (65...85%), связывая ее с глицином, а образовавшаяся при этом гиппуровая кислота выводится с мочой. При поражении печени или снижении защитной функции образование гиппуровой кислоты нарушается и ее количество в моче снижается.

В группах животных, получавших комбинацию ТМ, к концу 3-го месяца отмечено статисти-

чески достоверное снижение содержания общих SH-групп. При ведении в корм «Фарматана ТМ» количество SH-групп незначительно повысилось, но статистически не отличалось от такового в группе, получавшей только ТМ.

После окончания трехмесячного эксперимента и эвтаназии животных проводили некроскопию и определяли массовые коэффициенты внутренних органов (табл. 2). Массовые коэффициенты печени, почек и сердца в опытных группах статистически не отличались от таковых в контроле. У животных, получавших только ТМ, наблюдали статистически незначимое снижение массовых коэффициентов семенников и достоверное – селезенки. При введении КД отмечена их нормализация для семенников и почти двукратное повышение для селезенки, при этом статистически значимая разница с контролем сохранялась. Селезенка как периферический орган иммунной системы обеспечивает антигензависимую пролиферацию иммунокомпетентных клеток, поэтому изменение ее размера может быть связано с повреждением иммунной системы и наблюдающимся в эксперименте снижением уровня иммуноглобулинов в сыворотке крови. При вскрытии отмечена желтоватая окраска и зернистость печени в группе, получавшей ТМ, что может быть следствием повреждения печени и дистрофических изменений.

Использование «Фарматана ТМ» приводило к нормализации СПП, количества иммуноглобулинов, статистически недостоверно повышало активность животных. При этом отмечено достоверное снижение уровня хлоридов в моче через 3 мес, а также тенденция к более значительному снижению уровня эритроцитов, гемоглобина и гиппуровой кислоты. Данные изменения могут быть связаны с повышением токсической нагрузки на организм, так как «Фарматан ТМ» предназначен для коров, пищеварительная система которых значительно отличается.

**Таблица 2. Массовые коэффициенты внутренних органов белых крыс, % (M±m, n=6)**

*Table 2. Mass coefficients of internal organs of white rats, % (M±m, n=6)*

Показатели	Группа животных		
	1-я ТМ	2-я ТМ + «Фарматан ТМ»	3-я Контроль
Печень	3,03 ± 0,12	3,14 ± 0,06	3,33 ± 0,19
Почки	0,58 ± 0,02	0,60 ± 0,03	0,60 ± 0,03

Показатели	Группа животных		
	1-я ТМ	2-я ТМ + «Фарматан ТМ»	3-я Контроль
Сердце	0,29 ± 0,01	0,28 ± 0,004	0,28 ± 0,01
Селезенка	0,19 ± 0,01*	0,37 ± 0,01*	0,59 ± 0,10
Семенники	0,77 ± 0,10	0,85 ± 0,03	0,88 ± 0,06

Примечание: \* P < 0,05 по сравнению с контролем.

Note: \*P < 0.05 compared to control.

### Выводы и заключение

«Фарматан ТМ» нормализовал содержание иммуноглобулинов в сыворотке крови, СПП через 1,5 мес, статистически недостоверно повышал активность животных, одновременно отмечена тенденция к снижению количества эритроцитов и гемоглобина, а также содержания хлоридов

в моче. Массовые коэффициенты селезенки при введении КД повышались в 2 раза, но оставались ниже контроля.

Введение в корм белых крыс «Фарматана ТМ» не привело к нормализации показателей, изменившихся под действием ТМ. Выявлено положительное влияние на нервную и иммунную системы.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Скугорева С.Г., Ашихмина Т.Я., Фокина А.И., Лялина Е.И. Химические основы токсического действия тяжелых металлов // Теоретическая и прикладная экология. 2016. № 1. С. 4-132.
2. Jaishankar M., Tseten T., Anbalagan N., Mathew B.B., Beeregowda K.N. Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals // Interdiscip. Toxicol. 2014. 7. 60–72. doi: 10.2478/intox-2014-0009
3. Kozhanova N., Sarsembayeva N., Lozowicka B., Kozhanov Z. Seasonal content of heavy metals in the “soil-feed-milk-manure” system in horse husbandry in Kazakhsta. // Vet. World. 2021. Nov. 14 (11): 2947-2956. doi: 10.14202/vetworld.2021.2947-2956.
4. Kudryavtseva A.V., Krasnov G.S., Dmitriev A.A., Alekseev B.Y et al. Mitochondrial dysfunction and oxidative stress in aging and cancer // Oncotarget. 2016. 7. 44879–44905. DOI: 10.18632/oncotarget.9821.
5. Adamse P., Van der Fels-Klerx H.J.I., de Jong J. Cadmium, lead, mercury and arsenic in animal feed and feed materials – trend analysis of monitoring results // Food Addit. Contam. Part A Chem. Anal. Control. Expo Risk Assess. 2017. Aug. 34 (8): 1298-1311. doi: 10.1080/19440049.2017.1300686.
6. Кострова А.В. Влияние фитосорбционного комплекса на качество молока коров // СТУДЕНТ года 2020: Сб. статей Международного учебно-исследовательского конкурса, Петрозаводск. 17 декабря 2020 г. Ч. 4. Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука». 2020. С. 345-349.
7. Буряков Н.П., Бурякова М.А. Использование кормовой добавки «ФАРМАТАН ГЕЛЬ» в кормлении телят молочного периода // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию юбилею Омского ГАУ. 2018. С. 1112-1115.
8. Буряков Н.П. Использование танинов в кормление молочного скота // Актуальные проблемы науки и образования в области естественных и сельскохозяйственных наук. 2018. Т. 1. № 1. С. 31-35.
9. Серякова А.А., Панов В.П., Просекова Е.А. Влияние кормовой добавки Бутитан (Фарматан ВСО) на гистологическое состояние кишечной трубки и продуктивные качества цыплят-бройлеров // Аграрная наука. 2021. № 4. С. 60-65.
10. Климонтова В.М., Серякова А.А., Просекова Е.А. Ветеринарно-санитарная экспертиза продуктов убоя бройлеров, выращенных с использованием Фарматана // Научно-практические достижения молодых ученых как основа развития АПК: Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции. Рязань. 2020. С. 160-163.
11. Волкова Е.А., Волков В.В. Влияние кормовой добавки «Фарматан ТМ» на молочную продуктивность крупного рогатого скота // В сб.: Роль ветеринарной науки и образования в современном обществе: к 100-летию Витебской ордена «Знак Почета» Государственной академии ветеринарной медицины. Материалы Международной научно-практической конференции. Витебск. 2024. С. 182-188.
12. Зайцев В.В., Емельянова И.С., Зайцева Л.М. и др. Влияние биологически активных добавок на биохимические и гематологические показатели крови коров // Самара АгроВектор. 2022. № 1. С. 26-33. doi 10.55170/77962\_2022\_2\_1\_26.

13. Кокаев Р.И., Брин В.Б. Эффекты физиологической дозировки цинка на функции почек и метаболизм кальция в условиях свинцовой интоксикации // *Современные проблемы науки и образования*. 2021. № 2. DOI: <https://doi.org/10.17513/spno.30633>.
14. Белецкая Э.Н., Онул Н.М., Калиничева В.В. Сравнительная оценка биопротекторного действия цинка в органической и неорганической форме на остеотропность свинца в экспериментальных условиях // *Медицинские перспективы*. 2016. № 21 (4). С. 123-129.
15. Брин В.Б., Кокаев Р.И., Бабаниязов Х.Х., Пронина Н.В. Возможности профилактики токсических эффектов кадмия металлокомплексом соли цинка – ацизол // *Вестник новых медицинских технологий*. 2008. № 15 (4). С. 213-216.]
16. Павлова Н.С., Павленко Г.И., Дроздов Д.А. и др. Влияние метилсульфонилметана на физиологические показатели белых крыс при экспериментальной интоксикации кадмием и свинцом // *Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии»*. 2024. № 1. С. 143-151. doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401021

## REFERENCES

1. Skugoreva S.G., Ashikhmina T.YA., Fokina A.I., Lyalina E.I. KXimicheskie osnovy` toksicheskogo dejstviya tyazhely`kx metallov // *Teoreticheskaya i prikladnaya e`kologiya*. 2016. № 1. S. 4-132.
2. Jaishankar M., Tseten T., Anbalagan N., Mathew B.B., Beeregowda K.N. Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals // *Interdiscip. Toxicol.* 2014. 7. 60–72. doi: 10.2478/intox-2014-0009
3. Kozhanova N., Sarsembayeva N., Lozowicka B., Kozhanov Z. Seasonal content of heavy metals in the “soil-feed-milk-manure” system in horse husbandry in Kazakhsta. // *Vet. World*. 2021. Nov. 14 (11): 2947-2956. doi: 10.14202/vetworld.2021.2947-2956.
4. Kudryavtseva A.V., Krasnov G.S., Dmitriev A.A., Alekseev B.Y et al. Mitochondrial dysfunction and oxidative stress in aging and cancer // *Oncotarget*. 2016. 7. 44879–44905. DOI: 10.18632/oncotarget.9821.
5. Adamse P., Van der Fels-Klerx H.J.I., de Jong J. Cadmium, lead, mercury and arsenic in animal feed and feed materials - trend analysis of monitoring results // *Food Addit. Contam. Part A Chem. Anal. Control. Expo Risk Assess.* 2017. Aug. 34 (8): 1298-1311. doi: 10.1080/19440049.2017.1300686.
6. Kostrova A.V. Vliyanie fitosorbcionnogo kompleksa na kachestvo moloka korov // *STUDENT goda 2020: Sb. statej Mezhdunarodnogo uchebno-issledovatel`skogo konkursa, Petrozavodsk. 17 dekabrya 2020 g. CH. 4. Petrozavodsk: Mezhdunarodny`j cenztr nauchnogo partnerstva «Novaya Nauka»*. 2020. S. 345-349.
7. Buryakov N.P., Buryakova M.A. Ispol`zovanie kormovoj dobavki «FARMATAN GEL`» v kormlenii telyat molochnogo perioda // *Materialy` Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferenczii, posvyashhennoj 100-letnemu yubileyu Omskogo GAU*. 2018. S. 1112-1115.
8. Buryakov N.P. Ispol`zovanie taninov v kormlenie molochnogo skota // *Aktual`ny`e problemy` nauki i obrazovaniya v oblasti estestvenny`kx i sel`skokhozyajstvenny`kx nauk*. 2018. T. 1. № 1. S. 31-35.
9. Seryakova A.A., Panov V.P., Prosekova E.A. Vliyanie kormovoj dobavki Butitan (Farmatan VSO) na gistofiziologicheskoe sostoyanie kishhechnoj trubki i produktivny`e kachestva czy` plyat-brojlerov // *Agrarnaya nauka*. 2021. № 4. S. 60-65.
10. Klimontova V.M., Seryakova A.A., Prosekova E.A. Veterinarno-sanitarnaya e`kspertiza produktov uboya bojlerov, vy`rashhenny`kx s ispol`zovaniem Farmatana // *Nauchno-prakticheskie dostizheniya molody`kx ucheny`kx kak osnova razvitiya APK: Materialy` Vserossijskoj studencheskoj nauchno-prakticheskoy konferenczii. Ryazan`*. 2020. S. 160-163.
11. Volkova E.A., Volkov V.V. Vliyanie kormovoj dobavki «Farmatan TM» na molochnuyu produktivnost` krupnogo rogatogo skota // *V sb.: Rol` veterinarnoj nauki i obrazovaniya v sovremennom obshhestve: k 100-letiyu Vitebskoj ordena «Znak Pocheta» Gosudarstvennoj akademii veterinarnoj medicziny`*. Materialy` Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferenczii. Vitebsk. 2024. S. 182-188.
12. Zajczev V.V., Emel`yanova I.S., Zajczeva L.M. i dr. Vliyanie biologicheski aktivny`kx dobavok na biokhimicheskie i gematologicheskie pokazateli krovi korov // *Samara AgroVektor*. 2022. № 1. S. 26-33. doi` 10.55170/77962\_2022\_2\_1\_26.
13. Kokaev R.I., Brin V.B. E`ffekty` fiziologicheskoy dozirovki czinka na funkczii pochek i metabolizm kal`cziya v usloviyax svinczovoy intoksikaczii // *Sovremenny`e problemy` nauki i obrazovaniya*. 2021. № 2. DOI: <https://doi.org/10.17513/spno.30633>.
14. Beleczkaya E` .N., Onul N.M., Kalinicheva V.V. Sravnitel`naya ocenka bioprotektornogo dejstviya czinka v organicheskoj i neorganicheskoj forme na osteotropnost` svincza v e`kspperimental`ny`kx usloviyax // *Medichni` perspektivi*. 2016. № 21 (4). S. 123-129.
15. Brin V.B., Kokaev R.I., Babaniyazov KX.KX., Pronina N.V. Vozmozhnosti profilaktiki toksicheskix e`ffektov kadmiya metallokompleksom soli czinka – acizol // *Vestnik novy`kx mediczinskix tekhnologij*. 2008. № 15 (4). S. 213-216.]

16. Pavlova N.S., Pavlenko G.I., Drozdov D.A. i dr. Vliyanie metilsul' fonilmetana na fiziologicheskie pokazateli bely' kx kry's pri e'ksperimental'noj intoksikaczii kadmiem i svinczom // Rossijskij zhurnal «Problemy' veterinarnoj sanitarii, gigeny' i e'kologii». 2024. № 1. S. 143-151. doi: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202401021

### **Информация об авторах**

Павлова Н.С. – канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории фармакологии и токсикологии;  
Павленко Г.И. – канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории фармакологии и токсикологии;  
Дроздов Д.А. – канд. вет. наук, старший научный сотрудник лаборатории фармакологии и токсикологии.

### **Information about the authors**

Pavlova N.S. – Cand. Biol. Sci., Leading research associate of the Laboratory of pharmacology and toxicology;  
Pavlenko G.I. – Cand. Biol. Sci., Leading research associate of the Laboratory of pharmacology and toxicology;  
Drozdov D.A. – Cand. Vet. Sci., Senior researcher of the Laboratory of pharmacology and toxicology.

### **Вклад авторов**

Павлова Н.С. – введение, проведение экспериментов, написание статьи;  
Павленко Г.И. – введение, проведение экспериментов, заключение;  
Дроздов Д.А. – проведение экспериментов.

### **Contribution of the authors**

Pavlova N.S. – introduction, conducting experiments, writing an article;  
Pavlenko G.I. – introduction, conducting experiments, conclusion of the scientific articles;  
Drozdov D.A. – conducting experiments.

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

Статья поступила в редакцию 11.12.2025; одобрена после рецензирования 24.12.2025; принята к публикации 24.02.2026; дата опубликования 25.03.2026.

The article was submitted 11.12.2025; approved after reviewing 24.12.2025; accepted for publication 24.02.2026; date of publication 25.03.2026.

Научная статья  
УДК 546.815:636.3  
DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601022  
EDN: DHYUXR

## ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ МАЛОНОВОГО ДИАЛЬДЕГИДА В ПЛАЗМЕ И ЭРИТРОЦИТАХ КРОВИ ОВЕЦ ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ПОСТУПЛЕНИИ НИТРАТА СВИНЦА С РАЦИОНОМ

Эльдениз Балабек оглы Мирзоев<sup>1</sup>, Наталья Александровна Ревутская<sup>2</sup>,  
Ольга Александровна Губина<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии  
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»  
Калужская область, г. Обнинск 249035, Российская Федерация

<sup>1</sup> mirzoev.ed@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3182-9466>;

<sup>2</sup> NAFC@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7956-8736>;

<sup>3</sup> olgubina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4413-8373>

**Аннотация.** В статье представлены новые экспериментальные данные о содержании малонового диальдегида (МДА) в плазме и эритроцитах периферической крови овец, которые в течение 90 сут исследования с основным рационом получали нитрат свинца в дозах 0,3; 1,5 и 9 мг•кг<sup>-1</sup> массы тела. Животные были разделены на четыре группы: 1-я группа (контроль); концентрация свинца в рационе для животных 2-й группы составляла 5 мг•кг<sup>-1</sup> корма; 3-й группы – 25 мг•кг<sup>-1</sup> корма; 4-й группы – 150 мг•кг<sup>-1</sup> корма, что соответствовало 1, 5 и 30 максимально допустимых уровней (МДУ) металла в корме. Рацион включал 0,3 кг комбикорма и 2 кг сена разнотравного. Нитрат свинца задавали с комбикормом один раз в сутки с учетом количества корма (в среднем 2±0,3 кг), поступающего в желудочно-кишечный тракт животных. При этом суточное поступление металла на голову для овец 2-й группы составило 10 мг, 3-й группы – 50 мг, 4-й группы – 300 мг, а на 1 кг массы тела – соответственно 0,3; 1,5 и 9 мг. Образцы крови брали из яремной вены овец до кормления (исходные данные) и на 7, 14, 28, 42, 70 и 90-е сутки интоксикации. В течение срока исследования проводили убой животных: до затравки 1 гол. из 1-й группы; на 30-е и 60-е сутки по 1 гол. из 2-й группы и по 3 гол. из 3-й и 4-й групп; на 90-е сутки по 3 гол. из всех групп. Показано, что изменения содержания МДА в плазме и эритроцитах периферической крови овец при воздействии свинца в дозах 0,3; 1,5 и 9 мг•кг<sup>-1</sup> массы тела в течение 90 сут исследования носят нелинейный характер. С увеличением дозы воздействия наблюдали более выраженный характер изменений. При сравнительном анализе содержания МДА в плазме и эритроцитах овец обнаружены существенные изменения в клетках, что, вероятно, обусловлено особенностью распределения свинца в компонентах периферической крови. Предполагается, что выявленные изменения зависят не только от концентрации свинца в плазме и эритроцитах периферической крови овец, но и от активности антиоксидантов.

**Ключевые слова:** свинец, овцы, плазма, эритроциты, периферическая кровь, малоновый диальдегид

**Финансирование:** работа выполнена в соответствии с Государственным заданием по комплексной теме: 5П.7.1 «Разработка научно обоснованных технологических приемов ведения растениеводства, кормопроизводства и животноводства в условиях техногенного загрязнения». Регистрационный номер НИОКТР в ЦИТИС АААА-А19-119022790022-7.

**Для цитирования:** Мирзоев Э.Б., Ревутская Н.А., Губина О.А. Оценка содержания малондильдегида в плазме и эритроцитах крови овец при хроническом поступлении нитрата свинца с рационом // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2026. № 1 (57). С. 159–164. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601022  
EDN: DHYUXR

Original article

## ASSESSMENT OF THE CONTENT OF MALONDIALDEHYDE IN THE PLASMA AND ERYTHROCYTES OF BLOOD OF SHEEP UNDER CHRONIC INTAKE OF LEAD NITRATE WITH THE RATION

Eldeniz B. oglu Mirzoev<sup>1</sup>, Natalia Al. Revutskaya<sup>2</sup>, Olga Al. Gubina<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Russian Institute of Radiology and Agroecology of National Research Centre “Kurchatov Institute”, Kaluga region, Obninsk 249035, Russian Federation

<sup>1</sup> mirzoev.ed@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3182-9466>;

<sup>2</sup> NAFC@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7956-8736>;

<sup>3</sup> olgubina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4413-8373>

**Abstract.** The article presents new experimental data on the content of malondialdehyde (MDA) in the plasma and erythrocytes of peripheral blood of sheep, which received lead nitrate in doses of 0.3, 1.5 and 9.0 mg • kg<sup>-1</sup> body weight during the 90 days of the study with the main ration. The animals were divided into four groups: group 1 (control), the concentration of lead in the ration for animals of the 2nd group was 5 mg • kg<sup>-1</sup> feed, the 3rd group – 25 mg • kg<sup>-1</sup> feed, the 4th group – 150 mg • kg<sup>-1</sup> feed, which corresponded to 1, 5 and 30 maximum permissible levels (MPL) of metal in the feed. The ration included 0.3 kg of mixed feed and 2 kg of mixed hay. Lead nitrate was added to the feed once a day, taking into account the amount of feed (on average 2 ± 0,3 kg) entering the gastrointestinal tract. Thus, the daily intake of metal per head for sheep of the 2nd group was 10 mg, the 3rd group – 50 mg, the 4th group – 300 mg, and per kg of body weight – 0.3, 1.5 and 9,0 mg, respectively. Blood samples were taken from the jugular vein of sheep before feeding (initial data) and on the 7th, 14th, 28th, 42nd, 70th and 90th days of intoxication. During the study period, animals were slaughtered: before inoculating, 1 head from the 1st group; on the 30th and 60th days, 1 head from the 2nd group and 3 heads from the 3rd and 4th groups; on the 90th day, 3 heads from all groups. It was shown that changes in the content of MDA in plasma and erythrocytes of peripheral blood of sheep under exposed to lead at doses of 0.3, 1.5 and 9.0 mg • kg<sup>-1</sup> body weight during 90 days of the study are nonlinear. With an increase in the dose of exposure, the most pronounced pattern of changes was observed. A comparative analysis of the MDA content in sheep plasma and erythrocytes revealed significant changes in cells, which is probably due to the specific distribution of lead in peripheral blood components. It is assumed that the revealed changes in the content of MDA depend not only on the concentration of lead in plasma and erythrocytes of peripheral blood of sheep, but also on the activity of antioxidants.

**Keywords:** lead, sheep, plasma, erythrocytes, peripheral blood, malondialdehyde

**Financial Support:** the work was carried out in accordance with the State assignment on the complex topic: 5P.7.1 «Development of scientifically based technological methods for crop production, forage production and livestock farming in conditions of technogenic pollution». The registration number AAAA-A19-119022790022-7.

**For citation:** Mirzoev E.B., Revutskaya N.A., Gubina O.A. Assessment of the content of malondialdehyde in the plasma and erythrocytes of blood of sheep under chronic intake of lead nitrate

with the ration // Russian Journal «Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology». 2026. № 1 (57). P. 159–164 (In Russ.). DOI: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202601022  
EDN: DHYUXR

### **Введение**

Процесс свободнорадикального перекисного окисления липидов (ПОЛ) играет важную роль не только в физиолого-биохимическом гомеостазе клетки, но и выступает как универсальное неспецифическое звено механизма развития негативных реакций в организме млекопитающих при интоксикации соединениями свинца [4, 6, 9]. Показано, что воздействие свинца приводит к увеличению интенсивности процесса ПОЛ и содержания малонового диальдегида (МДА) в сыворотке крови профессиональных работников [8]. Активация процесса ПОЛ обусловлена генерацией активных форм кислорода (АФК) в результате реакций Фентона и Хабера–Вейса [5]. Первичные продукты свободнорадикального ПОЛ принимают участие во внутриклеточной передаче сигналов и чувствительны к самым незначительным изменениям в клеточных системах и в организме в целом. Однако, в связи с неустойчивостью первичных продуктов ПОЛ в организме млекопитающих, к их оценке прибегают редко. Предпочтение отдается определению вторичных и конечных продуктов ПОЛ, в частности малонового диальдегида (МДА).

Цель настоящего исследования – оценить содержание малонового диальдегида в плазме и эритроцитах периферической крови овец при хроническом поступлении нитрата свинца с рационом в разных дозах.

### **Материалы и методы**

Модельные исследования были проведены на 27 овцах романовской породы. Возраст животных 1...1,5 года, живая масса  $33,5 \pm 0,7$  кг. Овец содержали в условиях вивария, кормили 2 раза в сутки при свободном доступе к воде. Животные были разделены на четыре группы: 1-я группа (контроль) – 4 гол., 2-я группа – 5 гол., 3-я и 4-я группы – по 9 гол. Концентрация свинца в рационе для животных 2-й группы составляла  $5 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$  корма, 3-й группы –  $25 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$  корма, 4-й группы –  $150 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$  корма, что соответствовало 1;5 и 30 максимально допустимых уровней (МДУ) металла в корме. Рацион включал 0,3 кг комбикорма и 2 кг сена разнотравного. Нитрат свинца задавали

с комбикормом один раз в сутки с учетом количества корма (в среднем  $2 \pm 0,3$  кг), поступающего в желудочно-кишечный тракт. Для этого 100 г комбикорма смешивали с 50 мл раствора нитрата свинца определенной концентрации. При этом суточное поступление металла на голову для овец 2-й группы составило 10 мг, 3-й группы – 50 мг, 4-й группы – 300 мг, а на 1 кг массы тела – соответственно 0,3; 1,5 и 9 мг. Образцы крови брали из яремной вены овец до кормления перед началом эксперимента (исходные данные) и на 7, 14, 28, 42, 70 и 90-е сутки интоксикации. В течение срока исследования проводили убой животных: до затравки 1 гол.; на 30-е и 60-е сутки по 1 гол. из 2-й группы и по 3 гол. из 3-й и 4-й групп; на 90-е сутки по 3 гол. из каждой группы.

Содержание МДА определяли в плазме и эритроцитах периферической крови [1]. Оптическую плотность образцов регистрировали на спектрофотометре СФ-2000 (Россия) при длине волны  $\lambda$ -532 нм. Статистическую обработку полученных результатов проводили методом вариационной статистики с использованием пакета прикладных программ. Различия значений считали достоверными при  $p < 0,05$ .

### **Результаты исследований и обсуждение**

Определение содержания МДА в плазме крови интактных овец выявило пределы колебаний значений показателя в течение 90 сут исследования и в среднем составило  $4,41 \pm 0,13 \text{ нмоль} \cdot \text{мл}^{-1}$  (рис. 1). У животных, получавших с рационом нитрат свинца в дозах 0,3; 1,5 и  $9 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$  массы тела, отмечали нелинейный характер изменений значения показателя. Так, при воздействии в дозе  $0,3 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$  массы тела (1 МДУ) содержание МДА в плазме крови овец на 14-е сутки интоксикации было ниже контроля на 5,5% ( $p < 0,05$ ), а на 70-е – выше на 13,5% ( $p < 0,05$ ). Следует отметить, что значения показателя на 70-е сутки относительно исходных данных возрастали на 15% ( $p < 0,05$ ). С увеличением дозы воздействия регистрировали аналогичные изменения. Наиболее выраженные изменения наблюдали при воздействии в дозе  $9 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$  массы тела (30 МДУ).

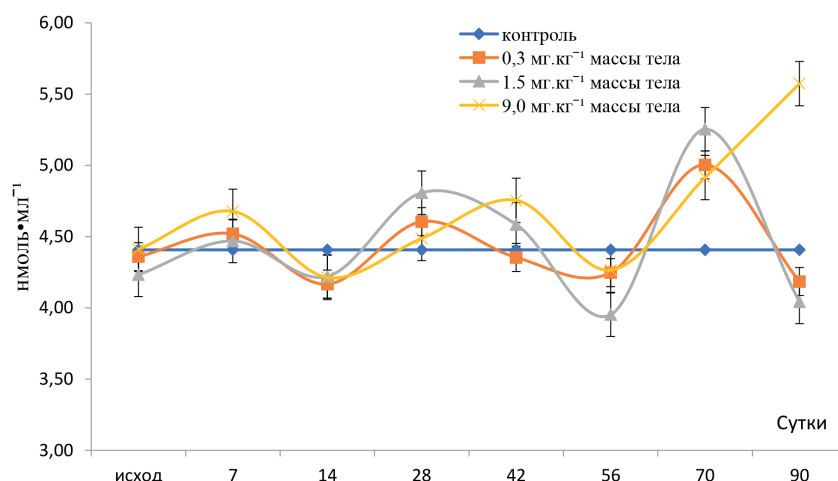


Рис. 1. Содержание МДА в плазме крови овец при хроническом поступлении нитрата свинца с рационом в разных дозах

Fig. 1. The content of MDA in the blood plasma of sheep under chronic intake of lead nitrate with the ration in different doses

В эритроцитах периферической крови интактных животных (контроль) содержание МДА составило  $0,64 \pm 0,05$  фмоль·клетку<sup>-1</sup> (рис. 2). У овец, которые получали нитрат свинца с рационом в дозах 0,3; 1,5 и 9 мг·кг<sup>-1</sup> массы тела, наблюдали нелинейный характер изменений значений показателя. При воздействии в дозе 0,3 мг·кг<sup>-1</sup> массы тела (1 МДУ) концентрация МДА в эритроцитах периферической крови была достоверно ниже контроля на 14-е (34,2%) и 70-е сутки (45,1%), а исходных данных – на 70-е сутки (52%) интоксикации. С увеличением дозы воздействия

свинца регистрировали более выраженный характер изменений. Так, при воздействии в дозе 1,5 мг·кг<sup>-1</sup> массы тела значения показателя на 7-е и 56-е сутки интоксикации возрастали, а на 14-е и 70-е сутки были снижены. В то же время при воздействии в дозе 9 мг·кг<sup>-1</sup> массы тела содержание МДА в эритроцитах периферической крови овец было ниже контроля и исходных данных в течение всего срока наблюдения. Достоверные различия значений относительно контроля регистрировали на 14, 70 и 90-е сутки исследования, а исходных данных – на 90-е сутки.

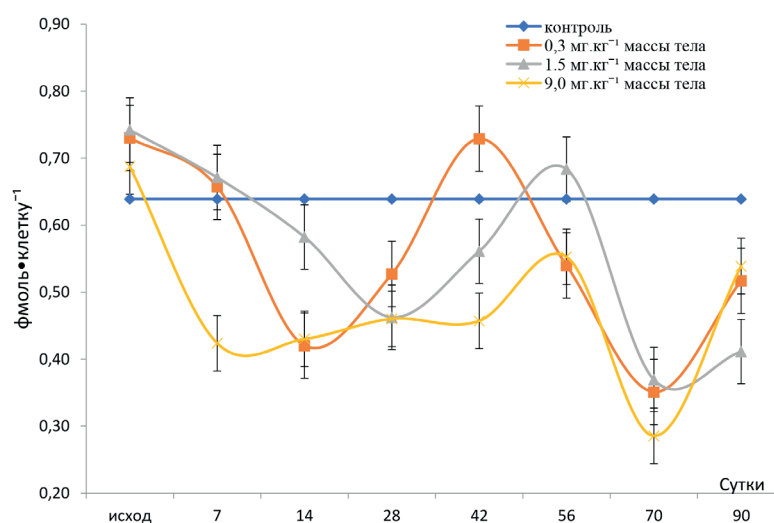


Рис. 2. Содержание МДА в эритроцитах крови овец при хроническом поступлении нитрата свинца с рационом в разных дозах

Fig. 2. The content of MDA in the blood erythrocytes of sheep under chronic intake of lead nitrate with the ration in different doses

Следовательно, при оценке содержания МДА в плазме и эритроцитах периферической крови овец при хроническом поступлении нитрата свинца с рационом в дозах 0,3; 1,5 и 9 мг•кг<sup>-1</sup> массы тела выявлен нелинейный характер изменений. С увеличением дозы воздействия наблюдали более выраженные изменения. Показано, что с повышением дозы воздействия концентрация свинца в периферической крови овец возрастает [2]. Очевидно, что изменения содержания МДА в компонентах периферической крови овец с ростом дозы воздействия зависят от уровня свинца в периферической крови.

При сравнительном анализе содержания МДА в плазме и эритроцитах периферической крови овец обнаружены существенные изменения в клетках, что, вероятно, обусловлено особенностью распределения свинца. Действительно, анализ концентрации свинца в компонентах периферической крови населения показал, что в цельной крови уровень металла выше, чем в сыворотке [8]. При этом в эритроцитах периферической крови обнаруживают до 99% свинца, который транспортируется кровью. Предполагается, что содержание МДА в плазме и эритроцитах периферической крови овец зависит,

с одной стороны, от дозы воздействия и, соответственно, концентрации свинца в органах и тканях, а с другой – от активности ферментов антиоксидантной защиты и SH- групп [3, 4, 7].

### Заключение

Получены новые экспериментальные данные о содержании МДА в плазме и эритроцитах периферической крови овец, которые в течение 90 сут исследования с основным рационом получали нитрат свинца в дозах 0,3; 1,5 и 9 мг•кг<sup>-1</sup> массы тела. Наиболее выраженный характер изменений наблюдали при воздействии в дозе 9 мг•кг<sup>-1</sup> массы тела. При сравнительном анализе содержания МДА в плазме и эритроцитах обнаружены существенные изменения в клетках, что, вероятно, обусловлено особенностью распределения свинца в компонентах периферической крови овец. Предполагается, что содержание МДА в плазме и эритроцитах периферической крови овец зависит, с одной стороны, от дозы воздействия и, соответственно, концентрации свинца в компонентах периферической крови, а с другой – от активности ферментов антиоксидантной защиты.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гончаренко М.С., Латинова А.М. Метод оценки перекисного окисления липидов // Лабораторное дело. 1985. № 1. С. 60-61.
2. Кобялко В.О., Саруханов В.Я., Мирзоев Э.Б. и др. Активность δ-АЛАД в периферической крови овец при хроническом поступлении свинца с рационом // Ветеринарный врач. 2019. № 1. С. 13-19. Doi: 1033632/1998-698x.2019-1-13-19.
3. Мирзоев Э.Б., Кобялко В.О., Губина О.А., Фролова Н.А. Содержание SH групп в плазме периферической крови овец при хроническом поступлении свинца с рационом // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2018. №1 (25). С. 106-109. Doi: 10.25725/vet.san.hyg.ecol.201801018.
4. Мирзоев Э.Б., Кобялко В.О., Полякова И.В., Губина О.А. Метаболизм свинца и механизмы его цитотоксического действия в организме млекопитающих (обзор). Сельскохозяйственная биология. 2018. №6 (53). С. 1131-1141. Doi: 10.15389/agrobiology.2018.6.1131rus.
5. Муранов К.О. Реакция Фентона in vivo и in vitro. Возможности и ограничения // Успехи биологической химии. 2024. Т. 64. С. 219-246.
6. Conrad M, Pratt D.A. The chemical basis of ferroptosis // Nat. Chem. Biol. 2019. № 12 (15). P. 1137-1147. Doi: 10.1038/s41589-019-0408-1.
7. Linšak Ž, Gobin I, Linšak DT, Broznić D. Effects of Long-Term Lead Exposure on Antioxidant Enzyme Defense System in Organs of Brown Hare (*Lepus europaeus* Pallas) as a Bioindicator of Environmental Pollution in Croatia // Biol. Trace. Elem. Res. 2022. 200 (12). P: 5091-5103. Doi: 10.1007/s12011-021-03090-6.
8. Khan DA, Qayyum S, Saleem S, Khan FA. Lead-induced oxidative stress adversely affects health of the occupational workers // Toxicol. Ind. Health. 2008. № 9 (24). P. 611-618. Doi: 10.1177/0748233708098127.
9. Satarug S, C Gobe G, A Vesey D, Phelps KR. Cadmium and Lead Exposure, Nephrotoxicity, and Mortality // Toxics. 2020. 8 (4). P. 86 -127. Doi: 10.3390/toxics8040086.

### REFERENCES

1. Goncharenko M.S., Latinova A.M. Metod ocenki perekisnogo okisleniya lipidov // Laboratornoe delo. 1985. № 1. S. 60-61.

2. Kobyalko V.O., Sarukhanov V.YA., Mirzoev E'.B. i dr. Aktivnost'  $\delta$ -ALAD v perifericheskoj krovi ovez pri kxronicheskom postuplenii svincza s raczonom // Veterinarny'j vrach. 2019. № 1. S. 13-19. Doi: 1033632/1998-698x.2019-1-13-19.
3. Mirzoev E'.B., Kobyalko V.O., Gubina O.A., Frolova N.A. Soderzhanie SH grupp v plazme perifericheskoj krovi ovez pri kxronicheskom postuplenii svincza s raczonom // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2018. №1 (25). S. 106-109. Doi: 10.25725/vet.san.hyg.ecol.201801018.
4. Mirzoev E'.B., Kobyalko V.O., Polyakova I.V., Gubina O.A. Metabolizm svincza i mekxanizmy` ego czitotoksi-cheskogo dejstviya v organizme mlekopitayushhikx (obzor). Sel'skokhozzyajstvennaya biologiya. 2018. №6 (53). S. 1131-1141. Doi: 10.15389/agrobi`ology.2018.6.1131rus.
5. Muranov K.O. Reakeziya Fentona in vi`vo i in vi`tro. Vozmozhnosti i ogranicheniya // Uspekxi biologicheskoy kxi-mii. 2024. T. 64. S. 219-246.
6. Conrad M, Pratt D.A. The chemical basis of ferroptosis // Nat. Chem. Biol. 2019. № 12 (15). P. 1137-1147. Doi: 10.1038/s41589-019-0408-1.
7. Linšak Ž, Gobin I, Linšak DT, Broznić D. Effects of Long-Term Lead Exposure on Antioxidant Enzyme Defense System in Organs of Brown Hare (*Lepus europaeus* Pallas) as a Bioindicator of Environmental Pollution in Croatia // Biol. Trace. Elem. Res. 2022. 200 (12). P: 5091-5103. Doi: 10.1007/s12011-021-03090-6.
8. Khan DA, Qayyum S, Saleem S, Khan FA. Lead-induced oxidative stress adversely affects health of the occupational workers // Toxicol. Ind. Health. 2008. № 9 (24). P. 611-618. Doi: 10.1177/0748233708098127.
9. Satarug S, C Gobe G, A Vesey D, Phelps KR. Cadmium and Lead Exposure, Nephrotoxicity, and Mortality // Toxics. 2020. 8 (4). P. 86 -127. Doi: 10.3390/toxics8040086.

#### Информация об авторах

Мирзоев Э.Б. – д-р биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологий ведения животноводства в условиях техногенного загрязнения;

Ревутская Н.А. – канд. биол. наук, научный сотрудник лаборатории микробиологии;

Губина О.А. – научный сотрудник лаборатории микробиологии.

#### Information about the authors

Mirzoev E.B. – Dr. Biol. Sci., Leading researcher at the laboratory of livestock farming technologies in conditions of technogenic pollution;

Revutskaya N.A. – Cand. Biol. Sci., Researcher at the Microbiology Laboratory;

Gubina O.A. – Researcher at the Microbiology Laboratory.

#### Вклад авторов

Мирзоев Э.Б. – руководство работой, написание статьи;

Ревутская Н.А. – проведение и учет результатов экспериментов;

Губина О.А. – проведение и учет результатов экспериментов.

#### Contribution of the authors

Mirzoev E.B. – management of the work, writing an article;

Revutskaya N.A. – conducting and accounting for the results of experiments;

Gubina O.A. – conducting and accounting for the results of experiments.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 23.06.2025; одобрена после рецензирования 01.07.2025; принята к публикации 24.02.2026; дата опубликования 25.03.2026.

The article was submitted 23.06.2025; approved after reviewing 01.07.2025; accepted for publication 24.02.2026; date of publication 25.03.2026.

Научная статья  
УДК 615.9:616-092  
DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601023  
EDN: EFDGQL

## ОЦЕНКА НАРУШЕНИЙ ГОМЕОСТАЗА ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ АЛЮМИНИЯ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ НА БЕЛЫХ КРЫСАХ

Эльвира Фаридовна Репина<sup>1</sup>, Юлия Владимировна Рябова<sup>2</sup>,  
Денис Анатольевич Смолянкин<sup>3</sup>, Александра Олеговна Хмель<sup>4</sup>,  
Татьяна Георгиевна Якупова<sup>5</sup>, Денис Олегович Каримов<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup> Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека, Уфа 450106, Республика Башкортостан, Российская Федерация, E-mail: fbun@uniimtech.ru

<sup>6</sup> Национальный научно-исследовательский институт общественного здоровья имени Н.А. Семашко, Москва 105064, Российская Федерация, E-mail: info@nrph.ru

<sup>1</sup> e.f.epina@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8798-0846>

<sup>2</sup> ryabovaiuvl@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2677-0479>

<sup>3</sup> smolyankin.denis@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7957-2399>

<sup>4</sup> khmel.al01@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-3068-3961>

<sup>5</sup> tanya.kutlina.92@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1236-8246>

<sup>6</sup> karimovdo@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0039-6757>

**Аннотация.** В работе приведены результаты экспериментальной оценки длительного воздействия алюминия в разных дозах на содержание кальция, магния и железа в крови крыс. Установлена зависимость «доза–эффект» между суммарной дозой алюминия и уровнем изучаемых эссенциальных элементов. Полученные данные могут способствовать более глубокому пониманию механизмов действия алюминия на организм и прогнозированию отдаленных последствий этого воздействия.

**Ключевые слова:** крысы, воздействие, алюминий, доза–эффект, кровь, магний, кальций, железо

**Финансирование.** Работа выполнена в соответствии с Государственным заданием по отраслевой научно-исследовательской программе Роспотребнадзора «Научное обоснование национальной системы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия, управления рисками здоровью и повышения качества жизни населения России» на 2021–2025 гг. п. 6.1.9, № гос. регистрации 121062100057-1.

**Для цитирования.** Репина Э.Ф., Рябова Ю.В., Смолянкин Д.А., Хмель А.О., Якупова Т.Г., Каримов Д.О. Оценка нарушений гомеостаза эссенциальных элементов при длительном воздействии различных доз алюминия в экспериментах на белых крысах // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2026. № 1 (57). С. 165–172.

DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601023

EDN: EFDGQL

Original article

## EXPERIMENTAL ASSESSMENT OF HOMEOSTASIS DISORDERS OF ESSENTIAL ELEMENTS DURING LONG-TERM EXPOSURE TO VARIOUS DOSES OF ALUMINUM

Elvira F. Repina<sup>1</sup>, Yulia V. Ryabova<sup>2</sup>, Denis A. Smolyankin<sup>3</sup>,  
Alexandra O. Khmel<sup>4</sup>, Tatyana G. Yakupova<sup>5</sup>, Denis O. Karimov<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup> Ufa research institute of occupational health and human ecology, Ufa 450106,  
Republic of Bashkortostan, Russian Federation, E-mail: fbun@uniimtech.ru

<sup>6</sup> N.A. Semashko National Research Institute of Public Health,  
Moscow 105064, Russian Federation, E-mail: info@nrph.ru

<sup>1</sup> e.f.epina@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8798-0846>

<sup>2</sup> ryabovaiuvl@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2677-0479>

<sup>3</sup> smolyankin.denis@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7957-2399>

<sup>4</sup> khmel.al01@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-3068-3961>

<sup>5</sup> tanya.kutlina.92@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1236-8246>

<sup>6</sup> karimovdo@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0039-6757>

**Abstract.** The paper presents the results of an experimental assessment of the long-term effect of aluminum in different doses on the content of calcium, magnesium and iron in the blood of rats. Dose-response relationships between the total dose of aluminum and the level of the essential elements studied were established. The data obtained can contribute to a deeper understanding of the mechanisms of action of aluminum on the body and predict the long-term consequences of this effect.

**Keywords:** rats, exposure, aluminum, dose-effect, blood, magnesium, calcium, iron

**Funding.** The work was carried out in accordance with the State Assignment for the industry research program of Rospotrebnadzor “Scientific substantiation of the national system for ensuring sanitary and epidemiological welfare, managing health risks and improving the quality of life of the population of Russia” for 2021-2025. p. 6.1.9, state registration number 121062100057-1.

**For citation.** Repina E.F., Ryabova Yu.V., Smolyankin D.A., Khmel A.O., Yakupova T.G., Karimov D.O. Experimental assessment of homeostasis disorders of essential elements during long-term exposure to various doses of aluminum // Russian Journal «Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology». 2026. № 1 (57). P. 165–172 (In Russ.). DOI: 10.36871/vet.san.hygiene.ecol.202601023 EDN: EFDGQL

### Введение

Несмотря на то что алюминий является жизненно важным элементом, при избыточном поступлении он становится токсикантом [2]. Поскольку алюминий широко используется в различных отраслях [7], возможно превышение допустимого уровня его воздействия на живые организмы [19]. Алюминий, накапливаясь в тканях, способен нарушать деятельность различных систем организма [9, 10, 21].

Токсичность алюминия во многом связана с его антагонизмом по отношению к кальцию, магнию, фосфору, цинку и меди [4]. При боль-

шом количестве сведений о токсичности алюминия, в доступной литературе ограничены данные о длительном его влиянии на баланс в организме эссенциальных элементов.

Цель настоящего исследования – оценить зависимость «доза–эффект» на содержание эссенциальных элементов в крови крыс при длительном воздействии алюминия в разных дозах.

### Материалы и методы

Белые аутбредные крысы-самки массой тела 180...200 г были разделены на 5 групп по 8 жи-

вотных в каждой. Крысам 1...4-й групп в течение 4 мес (5 раз в неделю) внутрижелудочно вводили раствор гидроксида алюминия в разовых дозах 0,015; 0,15; 1,5 и 15 мг/кг (суммарная доза алюминия составила соответственно 0,394; 3,944; 39,444; 394,444 мг/кг); 5-я группа являлась контрольной и получала по той же схеме вещество-носитель (дистиллированная вода) в сопоставимом объеме. Предельно допустимый уровень содержания алюминия в питьевой воде составляет 0,5 мг/л<sup>1</sup>. Ежедневная потребность взрослого человека – 30 мг/кг массы тела и суммарный суточный объем воды для человека массой 90 кг составит 2,7 л, а допустимое количество поступающего алюминия – 1,35 мг. В пересчете на 1 кг массы тела это соответствует 0,015 мг/сут. Перед анализом образцы крови объемом 250 мкл подвергали кислотной минерализации в микроволновой системе Speedwave Xpert (Berghof, Германия) с использованием 3 мл концентрированной азотной кислоты (HNO<sub>3</sub>, Merck, Германия). Программа минерализации (температурный режим, время и ступенчатый нагрев) выполнялась в соответствии с инструкцией к прибору. Концентрацию элементов измеряли методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборах AA240FS с пламенной атомизацией и AA240Z с графитовой атомизацией (Varian, Австралия). Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программ SciPy на Python 3.10, значимость различий определяли при уровне  $p < 0,05$ . Кривая зависимости «доза–эффект» визуализировалась с помощью прикладного пакета программ для оценки научных данных GraphPad Prism, версия 8.0.1 (224).

### **Результаты исследований и обсуждение**

Результаты количественной оценки содержания в крови крыс по группам алюминия, кальция, железа и магния после 4 мес воздействия представлены на рисунке 1. Содержание алюминия (рис. 1, а) во 2-й группе (3,29±0,61 мг/кг) значимо не отличалось от значения в 1-й группе (2,88±0,57 мг/кг) и было близко к уровню показателя в контрольной группе (3,50±0,36). Тогда как в 3-й и 4-й группах различия с контролем были статистически значимыми, не сильно отличаясь друг от друга (4,84±0,31

и 5,03±0,42 соответственно). Низкое содержание алюминия в крови крыс первых двух групп, вероятно, связано с достаточностью компенсаторных механизмов организма [12, 16]. С увеличением дозы его уровень заметно возрастает, достигая статистической значимости по сравнению с контролем и первыми двумя группами.

Уровень кальция в крови крыс (рис. 1, б) по мере увеличения дозы алюминия снижался, также более заметно и статистически значимо в 3-й и 4-й экспериментальных группах (12,88±0,83 и 12,23±0,83 мг/кг соответственно). У крыс 1-й группы содержание кальция составило 18,29±0,63 мг/кг, находясь на уровне контроля (18,11±0,84 мг/кг). Во 2-й группе, несмотря на видимое снижение показателя (16,40±2,04 мг/кг), не было достигнуто статистической значимости различий с контролем. Кальций является одним из наиболее важных макроэлементов в организме [1, 14]. И конкурентные отношения между кальцием и алюминием могут стать причиной нарушений деятельности различных органов и систем [8, 11].

В ходе эксперимента не было установлено статистически значимых различий в уровне содержания магния в крови экспериментальных животных (рис. 1, в). Только в крови животных 3-й группы было зафиксировано более высокое содержание элемента, статистически значимо отличающееся от данных 1-й группы (29,44±0,36 мг/кг при  $p=0,003$ ). Нарушения обмена магния может вызывать широкий спектр негативных проявлений [18]. В частности, магний необходим для усвоения кальция, способствующего активации витамина D [20].

Наиболее высокие уровни железа в крови отмечали в 3-й (365,39±2,87 мг/кг) и 4-й (361,35±4,15 мг/кг) экспериментальных группах (рис. 1, г). Полученные данные статистически значимо отличались как от контроля (335,94±6,30 мг/кг), так и от первых двух групп (346,41±2,19 и 343,00±4,21 мг/кг соответственно) при более низком воздействии алюминия. Железо участвует в широком спектре метаболических процессов и нарушения его метаболизма могут приводить к различным заболеваниям [5]. Известно, что избыточное поступление алюминия способно ингибировать всасывание железа [13].

<sup>1</sup> СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2.

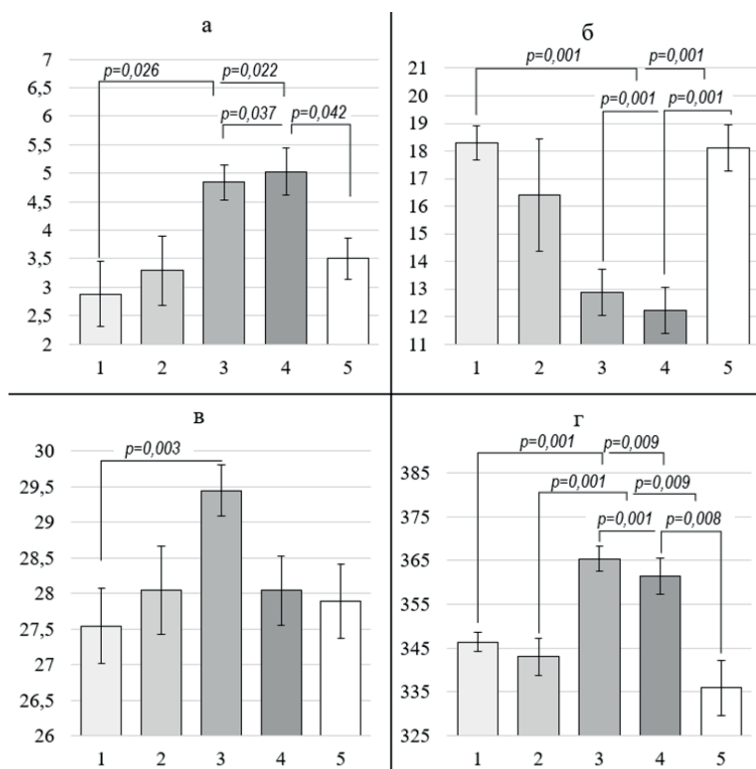


Рис. 1. Содержание в крови экспериментальных животных алюминия (а), кальция (б), магния (в) и железа (г). По оси ординат – содержание элементов, по оси абсцисс – группы животных  
 Fig. 1. The content of aluminum (a), calcium (b), magnesium (c) and iron (d) in the blood of experimental animals. The ordinate axis shows the content of elements, the abscissa axis shows animal groups

Зависимость «доза–эффект» влияния алюминия на содержание в крови калия, магния и железа представлена на рисунке 2. Содержание кальция изменяется с ростом дозы алюминия, и зависимость «доза–эффект» имеет вид сигмовидной кривой: сначала эффект увеличивается медленно с ростом дозы, затем следует резкий рост, после чего эффект достигает плато. Максимальный эффект достигается на уровне суммарной дозы, равной 39,444 мг/кг массы тела, рассчитанной на алюминий, и даже ниже – исходя из данных об изменении содержания магния и железа в крови. Дальнейшее увеличение дозы не приводит к дополнительному эффекту из-за насыщения доступных рецепторов или активации всех доступных путей сигнализации. Такой эффект, вероятно, связан с несколькими механизмами. Он может накапливаться в парацитозидных железах и нарушать регуляцию уровня кальция в крови [17], или накапливаться в почках и нарушать их функцию [15].

Исходя из полученных результатов, уровень магния (рис. 1, в и 2, б) и железа (рис. 1, г и 2, в)

при избыточном поступлении алюминия также увеличивается, выходя на плато в промежутке суммарной дозы от 3,944 до 39,444 мг/кг массы тела, из расчета на алюминий. Вероятно, алюминий вызывает активацию компенсаторных механизмов, включая высвобождение железа и магния для участия в антиоксидантных процессах, что подтверждается экспериментальными исследованиями [6].

### Заключение

Гидроксид алюминия при хроническом воздействии на крыс-самок в разовых дозах 0,015; 0,15; 1,5 и 15 мг/кг вызывает нарушения гомеостаза кальция, магния и железа. Накопление алюминия приводит к снижению уровня кальция в крови. Уровень магния и железа при избыточном поступлении алюминия увеличивается. Полученные данные могут способствовать более глубокому пониманию механизмов действия алюминия на организм и прогнозированию отдаленных последствий этого воздействия.

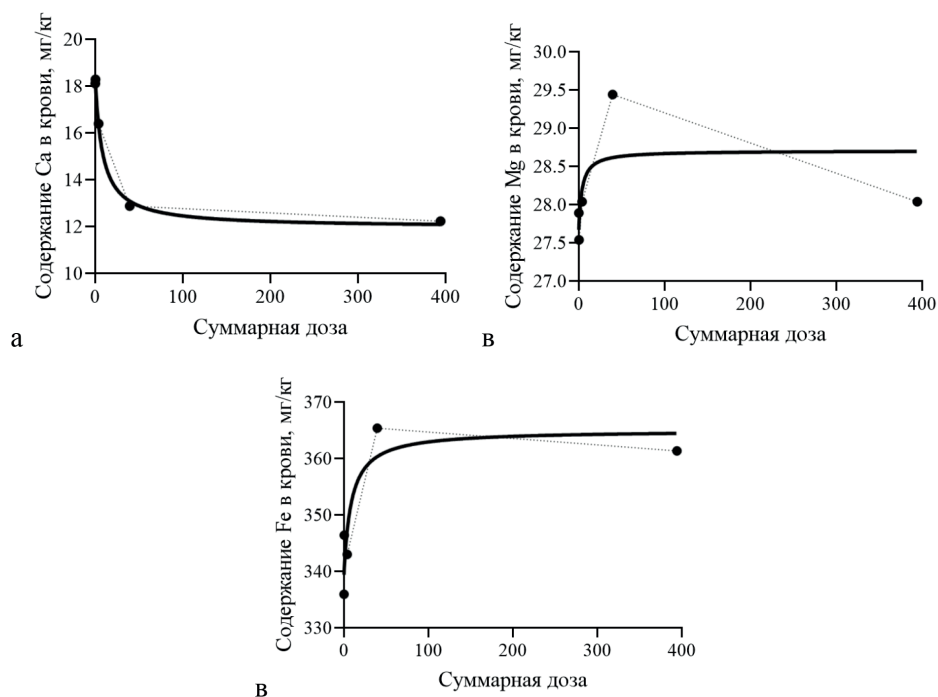


Рис. 2. Зависимость «доза–эффект» влияния алюминия в крови на содержание калия (а), магния (б) и железа (в). По оси ординат – содержание элемента, по оси абсцисс – суммарная доза алюминия

Fig. 2. Dose-response relationship of the effect of aluminum in the blood on the content of potassium (a), magnesium (b) and iron (v). The ordinate axis shows the content of the element, the abscissa axis shows the total dose of aluminum

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Даминов Ф.А., Набиева Ф.С., Очиллов О.Ш. Биологическая роль кальция в организме человека // Research Focus. 2023. № 2 (7). С. 56-58.
2. Долгих О.В., Дианова Д.Г., Вдовина Н.А., Лучникова В.А. Оценка показателей, контролируемых апоптоз, у взрослого населения в условиях избыточного содержания алюминия в крови // Анализ риска здоровью–2024: материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 т. / под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2024. ISBN 978-5-398-03149-2 (общ.). С. 159-164.
3. Женихов Н. А., Дианова Д. Г. Металлы в окружающей среде и их влияние на здоровье человека // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2017. № 1-4. С. 72-74.
4. Ким В.Э., Баян Ю.А., Горбунова М.О., Щербакова Е.Ю. Использование энтеросорбентов для выведения алюминия из организма // Химия: достижения и перспективы: сборник научных статей по материалам VI Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых ученых (Ростов-на-Дону, 21–22 мая 2021 г.) / под ред. В.В. Лукова; Южный федеральный университет. Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2021. С. 29-31.
5. Музакаева Х.С., Дускаев М.З. Биохимическая и физиологическая роль железа в организме человека (обзор) // Наука XXI века: вызовы, становление, развитие. 2022. С. 136-141.
6. Муселин Ф., Думитреску Е., Дома А.О. и др. Статус некоторых биоэлементов в организме крыс с окислительным стрессом, вызванным влиянием цисплатина и алюминия // Животноводство и кормопроизводство. 2019. № 102 (4). С. 61-68. DOI: 10.33284/2658-3135-102-4-61
7. Скупневский С.В., Иванов Д.В. Воздействие алюминия и его соединений на функции органов и тканей человека (обзорная статья) // Вестник новых медицинских технологий. 2023. 1. С. № 110-124. DOI: 10.24412/2075-4094-2023-1-3-7
8. Усманова Э.Н., Мусабиров Д.Э., Зеленковская Е.Е. Гомеостаз кальция в организме крыс при интоксикации гидроксидом алюминия // Международный научно-практический журнал «Эпоха науки». 2024. С. 46.

- Alasfar R.H., Isaifan R.J. Aluminum environmental pollution: the silent killer // *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 2021. 28 (33). P. 44587-44597. doi: 10.1007/s11356-021-14700-0. Epub 2021. Jul. 1. PMID: 34196863; PMCID: PMC8364537
- Bryliński Ł., Kostelecka K., Woliński F. et al. Aluminium in the Human Brain: Routes of Penetration, Toxicity, and Resulting Complications // *Int. J. Mol. Sci.* 2023. 24 (8). P. 7228. doi: 10.3390/ijms24087228. PMID: 37108392; PMCID: PMC10139039.
- Cunat L., Lanhers M.C., Joyeux M., Burnel D. Bioavailability and intestinal absorption of aluminum in rats: effects of aluminum compounds and some dietary constituents // *Biol. Trace Elem. Res.* 2000. 76(1). P.31-55. doi: 10.1385/BTER:76:1:31. PMID: 10999429
- Hall J.L. Cellular mechanisms for heavy metal detoxification and tolerance // *Journal of Experimental Botany.* 2002. 53 (366). P. 1–11. <https://doi.org/10.1093/jexbot/53.366.1>
- Han J., Han J., Dunn M.A. Effect of dietary aluminum on tissue nonheme iron and ferritin levels in the chick // *Toxicology.* 2000. 142 (2). P. 97-109. doi: 10.1016/s0300-483x(99)00119-5. PMID: 10685509
- Matikainen N., Pekkarinen T., Ryhänen E.M., Schalin-Jääntti C. Physiology of Calcium Homeostasis: An Overview // *Endocrinol. Metab. Clin. North Am.* 2021. 50 (4). P. 575-590. doi: 10.1016/j.ecl.2021.07.005. PMID: 34774235.
- Oliveira R.B., Barreto F.C., Nunes L.A., Custódio M.R. Aluminum Intoxication in Chronic Kidney Disease // *J. Bras Nefrol.* 2021. 43 (4 Suppl 1). P. 660-664. doi: 10.1590/2175-8239-JBN-2021-S110. PMID: 34910802; PMCID: PMC8823919
- Rahimzadeh M.R., Rahimzadeh M.R., Kazemi S et al. Aluminum Poisoning with Emphasis on Its Mechanism and Treatment of Intoxication // *Emerg. Med. Int.* 2022. Jan 11. 2022:1480553. doi: 10.1155/2022/1480553. PMID: 35070453; PMCID: PMC8767391.
- Smans K.A., D'Haese P.C., Van Landeghem G.F. et al. Transferrin-mediated uptake of aluminium by human parathyroid cells results in reduced parathyroid hormone secretion // *Nephrol. Dial. Transplant.* 2000. 15 (9). P. 1328-36. doi: 10.1093/ndt/15.9.1328. PMID: 10978387]
- Swaminathan R. Magnesium metabolism and its disorders // *Clin. Biochem. Rev.* 2003. 24 (2). P. 47-66. PMID: 18568054; PMCID: PMC1855626.
- Tietz T., Lenzner A., Kolbaum A.E. et al. Aggregated aluminium exposure: risk assessment for the general population // *Arch. Toxicol.* 2019. 93(12). P. 3503-3521. doi: 10.1007/s00204-019-02599-z. Epub 2019 Oct 28. PMID: 31659427
- Uwitonze A.M., Razzaque M.S. Role of Magnesium in Vitamin D Activation and Function // *J. Am. Osteopath. Assoc.* 2018. 118 (3). P. 181-189. doi: 10.7556/jaoa.2018.037. PMID: 29480918
- Yokel R.A. Aluminum reproductive toxicity: a summary and interpretation of scientific reports // *Crit. Rev. Toxicol.* 2020. 50 (7). P. 551-593. doi: 10.1080/10408444.2020.1801575. Epub 2020 Sep 1. PMID: 32869713.

## REFERENCES

- Daminov F.A., Nabieva F.S., Ochilov O.SH. Biologicheskaya rol' kal' cziya v organizme cheloveka // *Research Focus.* 2023. № 2 (7). S. 56-58.
- Dolgik O.V., Dianova D.G., Vdovina N.A., Luchnikova V.A. Ocenka pokazatelej, kontroliruyushhikx apoptoz, u vzroslogo naseleniya v usloviyax izby`tochnogo sodержaniya alyuminiya v krovi // *Analiz riska zdorov`yu–2024: materialy` XIV Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferenczii s mezhdunarodny`m uchastiem: v 2 t. /pod red. prof. A.YU. Popovoj, akad. RAN N.V. Zajcevoj. Perm` : Izd-vo Perm. nacz. issled. politekxn. un-ta, 2024. I`SBN 978-5-398-03149-2 (obshh.). S. 159-164.*
- ZHenikxov N. A., Dianova D. G. Metally` v okruzhayushhej srede i ikx vliyanie na zdorov`e cheloveka // *Aktual`ny`e problemy` gumanitarny`kx i estestvenny`kx nauk.* 2017. № 1-4. S. 72-74.
- Kim V.E`., Bayan YU.A., Gorbunova M.O., SHHerbakova E.YU. Ispol`zovanie e`nterosorbentov dlya vy`vedeniya alyuminiya iz organizma // *KXimiya: dostizheniya i perspektivy` : sbornik nauchny`kx statej po materialam VI` Vse-rossijskoj nauchno-prakticheskoy konferenczii studentov i molody`kx ucheny`kx (Rostov-na-Donu, 21–22 maya 2021 g.) / pod red. V.V. Lukova; YUzhny`j federal`ny`j universitet. Rostov-na-Donu; Taganrog: Izdatel`stvo YUzhnogo federal`nogo universiteta, 2021. S. 29-31.*
- Muzakaeva KX.S., Duskaev M.Z. Biokximicheskaya i fiziologicheskaya rol' zheleza v organizme cheloveka (obzor) // *Nauka XXI` veka: vy`zovy`, stanovlenie, razvitie.* 2022. S. 136-141.
- Muselin F., Dumitresku E., Doma A.O. i dr. Status nekotory`kx bioe`lementov v organizme kry`s s okislitel`ny`m stressom, vy`zvanny`m vliyaniem czisplatina i alyuminiya // *ZHivotnovodstvo i kormoproizvodstvo.* 2019. № 102 (4). S. 61-68. DOI: 10.33284/2658-3135-102-4-61
- Skupnevskij S.V., Ivanov D.V. Vozdejstvie alyuminiya i ego soedinenij na funkczii organov i tkanej cheloveka (obzornaya stat`ya) // *Vestnik novy`kx mediczinskikx tekhnologij.* 2023. 1. S. № 110-124. DOI: 10.24412/2075-4094-2023-1-3-7

8. Usmanova E.N., Musabirov D.E., Zelenkovskaya E.E. Gomeostaz kal'cziya v organizme kry's pri intoksikaczii gidroksidom alyuminiya // *Mezhdunarodny`j nauchno-prakticheskij zhurnal «E`pokxa nauki»*. 2024. S. 46.
9. Alasfar R.H., Isaifan R.J. Aluminum environmental pollution: the silent killer // *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 2021. 28 (33). P. 44587-44597. doi: 10.1007/s11356-021-14700-0. Epub 2021. Jul. 1. PMID: 34196863; PMCID: PMC8364537
10. Bryliński Ł., Kostelecka K., Woliński F. et al. Aluminium in the Human Brain: Routes of Penetration, Toxicity, and Resulting Complications // *Int. J. Mol. Sci.* 2023. 24 (8). P. 7228. doi: 10.3390/ijms24087228. PMID: 37108392; PMCID: PMC10139039.
11. Cunat L., Lanhers M.C., Joyeux M., Burnel D. Bioavailability and intestinal absorption of aluminum in rats: effects of aluminum compounds and some dietary constituents // *Biol. Trace Elem. Res.* 2000. 76(1). P.31-55. doi: 10.1385/BTER:76:1:31. PMID: 10999429
12. Hall J.L. Cellular mechanisms for heavy metal detoxification and tolerance // *Journal of Experimental Botany.* 2002. 53 (366). P. 1–11. <https://doi.org/10.1093/jexbot/53.366.1>
13. Han J., Han J., Dunn M.A. Effect of dietary aluminum on tissue nonheme iron and ferritin levels in the chick // *Toxicology.* 2000. 142 (2). P. 97-109. doi: 10.1016/s0300-483x(99)00119-5. PMID: 10685509
14. Matikainen N., Pekkarinen T., Ryhänen E.M., Schalin-Jääntti C. Physiology of Calcium Homeostasis: An Overview // *Endocrinol. Metab. Clin. North Am.* 2021. 50 (4). P. 575-590. doi: 10.1016/j.ecl.2021.07.005. PMID: 34774235.
15. Oliveira R.B., Barreto F.C., Nunes L.A., Custódio M.R. Aluminum Intoxication in Chronic Kidney Disease // *J. Bras Nefrol.* 2021. 43 (4 Suppl 1). P. 660-664. doi: 10.1590/2175-8239-JBN-2021-S110. PMID: 34910802; PMCID: PMC8823919
16. Rahimzadeh M.R., Rahimzadeh M.R., Kazemi S et al. Aluminum Poisoning with Emphasis on Its Mechanism and Treatment of Intoxication // *Emerg. Med. Int.* 2022. Jan 11. 2022:1480553. doi: 10.1155/2022/1480553. PMID: 35070453; PMCID: PMC8767391.
17. Smans K.A., D'Haese P.C., Van Landeghem G.F. et al. Transferrin-mediated uptake of aluminium by human parathyroid cells results in reduced parathyroid hormone secretion // *Nephrol. Dial. Transplant.* 2000. 15 (9). P. 1328-36. doi: 10.1093/ndt/15.9.1328. PMID: 10978387]
18. Swaminathan R. Magnesium metabolism and its disorders // *Clin. Biochem. Rev.* 2003. 24 (2). P. 47-66. PMID: 18568054; PMCID: PMC1855626.
19. Tietz T., Lenzner A., Kolbaum A.E. et al. Aggregated aluminium exposure: risk assessment for the general population // *Arch. Toxicol.* 2019. 93(12). P. 3503-3521. doi: 10.1007/s00204-019-02599-z. Epub 2019 Oct 28. PMID: 31659427
20. Uwitonze A.M., Razzaque M.S. Role of Magnesium in Vitamin D Activation and Function // *J. Am. Osteopath. Assoc.* 2018. 118 (3). P. 181-189. doi: 10.7556/jaoa.2018.037. PMID: 29480918
21. Yokel R.A. Aluminum reproductive toxicity: a summary and interpretation of scientific reports // *Crit. Rev. Toxicol.* 2020. 50 (7). P. 551-593. doi: 10.1080/10408444.2020.1801575. Epub 2020 Sep 1. PMID: 32869713.

### Информация об авторах

Репина Э.Ф. – канд мед. наук, старший научный сотрудник лаборатории токсикологии;  
Рябова Ю.В. – канд. мед. наук, зав. лабораторией токсикологии;  
Смолянкин Д.А. – младший научный сотрудник лаборатории токсикологии;  
Хмель А.О. – младший научный сотрудник лаборатории токсикологии;  
Якупова Т.Г. – младший научный сотрудник лаборатории генетики;  
Каримов Д.О. – канд. мед. наук, зав. отделом токсикологии и генетики с экспериментальной клиникой лабораторных животных ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», ведущий научный сотр. отдела исследований общественного здоровья ФГБНУ «Национальный НИИ общественного здоровья имени Н.А. Семашко».

### Information about the authors

Repina E.F. – PhD in Medicine, Senior Researcher of the Toxicology Laboratory;  
Ryabova Yu.V. – PhD in Medicine, Head of the Toxicology Laboratory;  
Smolyankin D.A. – Junior Researcher of the Toxicology Laboratory;  
Khmel A.O. – Junior Researcher of the Toxicology Laboratory;  
Yakubova T.G. – Junior Researcher of the Genetics Laboratory;  
Karimov D.O. – PhD in Medicine, Head of the Department of Toxicology and Genetics with an Experimental Clinic of Laboratory Animals of the Federal Budgetary Scientific Institution “Ufa Research Institute of Occupational Medicine

and Human Ecology”, Leading Researcher of the Department of Public Health Research of the Federal State Budgetary Scientific Institution “National Research Institute of Public Health named after N.A. Semashko”.

#### **Вклад авторов**

Репина Э.Ф., Рябова Ю.В. – написание текста;

Каримов Д.О. – научное руководство, формулировка цели, редактирование

Смолянкин Д.А., Хмель А.О., Якупова Т.Г. – сбор и обработка данных.

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

Repina E.F., Ryabova Yu.V. – writing the text;

Karimov D.O. – scientific supervision, formulation of the goal, editing;

Smolyankin D.A., Khmel A.O., Yakubova T.G. – data collection and processing.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 26.05.2025; одобрена после рецензирования 23.09.2025; принята к публикации 24.02.2026; дата опубликования 25.03.2026.

The article was submitted 26.05.2025; approved after reviewing 23.09.2025; accepted for publication 24.02.2026; date of publication 25.03.2026.

Научная статья  
УДК 615.015:615.244  
DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601024  
EDN: EGSUNX

## ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СУХОГО ЭКСТРАКТА ТРАВЫ ЦИКОРИЯ ОБЫКНОВЕННОГО (*CICHORIUM INTYBUS* L.)

Александра Николаевна Бабенко<sup>1</sup>, Любовь Вениаминовна Крепкова<sup>2</sup>,  
Ольга Павловна Дмитриева<sup>3</sup>, Марина Вячеславовна Боровкова<sup>4</sup>,  
Ольга Сергеевна Кузина<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт  
лекарственных и ароматических растений, Москва 117216,  
Российская Федерация, E-mail: vilarnii@mail.ru

<sup>1</sup> alexandra.mogileva@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9629-5525>;

<sup>2</sup> krepkova2011@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3580-336X>;

<sup>3</sup> reshetova306@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8771-0018>;

<sup>4</sup> borovkova\_65@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3568-6407>

<sup>5</sup> oskt@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8787-8390>

**Аннотация.** Используемые в настоящее время в ветеринарии синтетические лекарственные препараты для лечения и профилактики различных заболеваний, в том числе гепато- и нефропатий, стимуляции сперматогенеза у продуктивных животных достаточно эффективны, но при длительном применении могут вызывать серьезные побочные эффекты, также обнаруживаться в продукции животного происхождения. Препараты растительного происхождения способны влиять на функциональную активность различных органов, не проявляя при этом каких-либо нежелательных реакций.

Одним из перспективных объектов для научного исследования является цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.), оказывающий гепатопротекторное, иммуномодулирующее, антиоксидантное действие и стимулирующий сперматогенез.

В данной статье представлены результаты изучения общетоксического действия сухого экстракта травы цикория обыкновенного при многократном введении для определения перспективы создания на его основе нового ветеринарного препарата. Хронический эксперимент проведен на самцах крыс Wistar. Цикория обыкновенного травы экстракт сухой вводили внутривентрикулярно в течение 90 сут в дозах 100, 500 и 1000 мг/кг.

В результате проведенных исследований установлена низкая токсичность исследуемого экстракта при длительном введении в желудок крысам самцам в широком диапазоне доз. При многократном введении у цикория экстракта сухого отмечено гиполлипидемическое, гипогликемическое, седативное действие.

**Ключевые слова:** цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) травы экстракт сухой, токсикологическая характеристика, крысы самцы

**Финансирование:** исследования выполнены по теме «Направленный скрининг, оценка фармакологической активности и безопасности биологически активных веществ и фармацевтических композиций на их основе» (шифр темы FGUU-2025-0003).

**Для цитирования:** Бабенко А.Н., Крепкова Л.В., Дмитриева О.П., Боровкова М.В., Кузина О.С. Токсикологическая характеристика сухого экстракта травы цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2026. № 1 (57). С. 173–179. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601024  
EDN: EGSUNX

Original article

## TOXICOLOGICAL CHARACTERIZATION OF DRY EXTRACT OF COMMON CHICORY HERB (*CICHORIUM INTYBUS* L.)

Alexandra N. Babenko<sup>1</sup>, Lyubov V. Krepkova<sup>2</sup> Olga P. Dmitrieva<sup>3</sup>,  
Marina V. Borovkova<sup>4</sup>, Olga S. Kuzina<sup>5</sup>,

<sup>1,2,3,4,5</sup> Federal State Budgetary Scientific Institution All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Moscow 117216, Russian Federation, E-mail: vilarnii@mail.ru

<sup>1</sup> alexandra.mogileva@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9629-5525>;

<sup>2</sup> krepkova2011@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3580-336X>;

<sup>3</sup> reshetova306@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8771-0018>;

<sup>4</sup> borovkova\_65@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3568-6407>

<sup>5</sup> oskt@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8787-8390>

**Abstract.** Synthetic drugs currently used in veterinary medicine for the treatment and prevention of various diseases, including hepato- and nephropathies, stimulation of spermatogenesis in productive animals, are quite effective, but with prolonged use can cause serious side effects, also found in products of animal origin. Preparations of plant origin are able to affect the functional activity of various organs without showing any undesirable reactions. One of the promising objects for scientific research is common chicory (*Cichorium intybus* L.), which has hepatoprotective, immunomodulatory, antioxidant effect and stimulates spermatogenesis. This article presents the results of the general toxic effect of a dry extract of chicory grass at repeated administration to determine the prospects of creating a new veterinary drug based on it. The chronic experiment was conducted on male Wistar rats. Chicory grass extract dry was administered intragastrically for 90 days in doses of 100, 500 and 1000 mg/kg.

As a result of these studies, low toxicity of the studied extract was established at prolonged administration in the stomach of male rats in a wide range of doses. Hypolipidemic, hypoglycemic, sedative and hypoglycemic effects were observed in chicory dry extract when administered repeatedly.

**Keywords:** common chicory (*Cichorium intybus* L.) herb extract dry, male rats

**Financing:** the research was carried out under the theme “Directed screening, evaluation of pharmacological activity and safety of biologically active substances and pharmaceutical compositions based on them” (theme code FGUU-2025-0003).

**For citation:** Babenko A.N., Krepkova L.V., Dmitrieva O.P., Borovkova M.V., Kuzina O.S. Toxicological characterization of the dry extract of common chicory herb (*Cichorium intybus* L.) // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2026. № 1 (57). P. 173–179 (In Russ.). DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202601024  
EDN: EGSUNX

### Введение

Современная ветеринарная практика все чаще сталкивается с необходимостью поиска эффек-

тивных и безопасных альтернатив синтетическим лекарственным препаратам. Эта тенденция обусловлена рядом важных факторов. Широкое, а за-

частую неконтролируемое применение антибиотиков в ветеринарии привело к значительному росту антибиотикорезистентности у патогенных микроорганизмов. По данным ВОЗ, это явление представляет серьезную угрозу для здоровья как животных, так и человека. Другой проблемой является наличие остатков лекарственных препаратов в продуктах животного происхождения. Это несет потенциальную опасность для потребителей, может вызывать аллергические реакции и другие нежелательные последствия [2...4]. Одной из таких перспективных альтернатив является использование растительных лекарственных средств, обладающих широким спектром фармакологической активности и, зачастую, меньшим количеством побочных эффектов [6, 10, 11].

Цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.) – широко распространенное растение, издавна используемое в народной медицине благодаря противовоспалительным, гепатопротекторным, антиоксидантным и иммуномодулирующим свойствам. Богатый химический состав цикория, включающий оксикумарины (цикориин, эскулетин), оксикоричные кислоты и флавоноиды, обуславливает его потенциальное применение в ветеринарной практике для лечения различных заболеваний животных. В Центре химии и фармацевтической технологии ВИЛАР был получен и стандартизован сухой экстракт из надземной части (трава) цикория обыкновенного. В ранее проведенных экспериментах установлено его иммуномодулирующее, противовоспалительное и гепатопротекторное действие, доказано стимулирующее действие экстракта травы цикория на сперматогенез [1, 5, 7...9]. Однако, несмотря на многообещающие данные фармакологических исследований, одним из ключевых аспектов внедрения лекарственных препаратов в ветеринарную практику является изучение их токсикологического профиля.

Цель настоящего исследования – изучить токсичность сухого экстракта травы цикория обыкновенного при многократном введении крысам-самцам.

### Материалы и методы

Объектом исследования являлся сухой экстракт травы цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) (ЦОТЭС), полученный в Институте лекарственных и ароматических растений (ВИЛАР). Растительный материал был заготовлен в 2020–2021 гг. в Рязанской обл. Сухой экстракт

стандартизировали по содержанию фенольных компонентов в пересчете на цикориевую кислоту.

Изучение общетоксического действия проведено на 40 половозрелых клинически здоровых крысах Wistar (самцы) с первоначальной массой тела 180...200 г согласно «Руководству по проведению доклинических исследований лекарственных средств» (2012) и Правилам лабораторной практики в РФ. Животные получены из питомника ВИЛАР и содержались в контролируемых и стандартных условиях вивария. Эксперименты на животных проводили с соблюдением правовых и этических норм обращения с животными в соответствии с правилами, принятыми Европейской Конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и иных научных целей (Страсбург, 1986). Протокол эксперимента рассмотрен и одобрен биоэтической комиссией ФГБНУ ВИЛАР.

Крыс-самцов распределили на четыре группы по 10 животных в каждой: I – контроль (вода); II – ЦОТЭС, доза 100 мг/кг; III – ЦОТЭС, доза 500 мг/кг; IV – ЦОТЭС, доза 1000 мг/кг. Цикория обыкновенного экстракт сухой вводили в желудок крысам в течение 90 сут в виде свежеприготовленной 10%-й водной суспензии. Контрольные животные получали воду в эквивалентных объемах. В хроническом эксперименте ежедневно регистрировали интегральные показатели животных для выявления отклонений в состоянии здоровья (общее состояние, поведение, потребление сухого корма и воды). Ежедневно измеряли массу тела; для исследования гематологических и биохимических показателей у подопытных животных на 31-е и 91-е сутки эксперимента брали пробы периферической крови и исследовали их на полуавтоматическом гематологическом анализаторе BC-2300 (MINDRAY, Китай) и автоматическом биохимическом анализаторе крови URIT-8030 (Urit-Medical Electronic, Китай) с использованием наборов фирмы Human (Германия). Исследование состояния центральной нервной системы (ЦНС) проводили по ориентировочным реакциям в тесте «открытое поле». По окончании эксперимента животных подвергали эвтаназии в CO<sub>2</sub>-камере. Внутренние органы фиксировали в 10%-м формалине, делали гистологические срезы, окрашивали гематоксилином и эозином, а также по Маллори и исследовали с помощью светового микроскопа.

Статистическую обработку результатов проводили с помощью программы Statistica version

13 (TIVCO Software Inc, США). Предварительно оценивали характер распределения с помощью критерия Колмогорова–Смирнова, который показал, что данный цифровой материал подчиняется закону нормального распределения. Для оценки значимости различий использовали методы параметрической статистики – вычисляли среднее арифметическое с ошибкой среднего ( $M$ ,  $SEM$ ). Сравнение групп проводили с помощью однофакторного дисперсионного анализа ANOVA. Статистически значимыми считали результаты при  $p < 0,05$ .

### Результаты исследований и обсуждение

Длительное введение ЦОТЭС в испытанных дозах не оказывало негативного влияния на основные интегральные показатели животных: крысы имели опрятный внешний вид, гладкий, блестя-

щий шерстный покров. Потребление сухого корма, воды и динамика массы тела крыс самцов II...IV групп не имели статистически достоверных различий с контролем (табл. 1).

На протяжении хронического эксперимента ни в одной из экспериментальных групп не отмечено гибели животных.

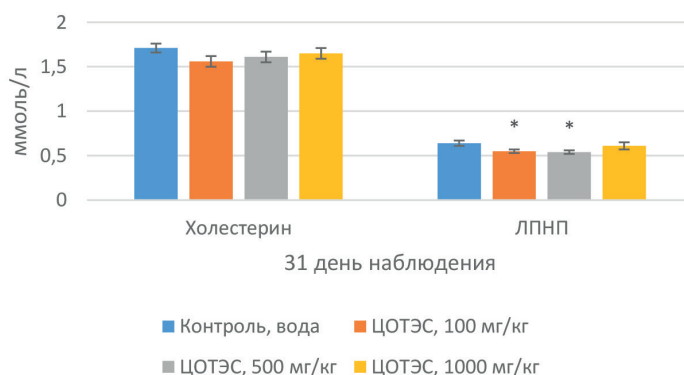
ЦОТЭС при введении в испытанных дозах не влиял на клеточный состав периферической крови экспериментальных животных. Гемограммы у крыс II...IV групп соответствовали контролю и физиологической норме.

Длительное введение ЦОТЭС в дозах 100, 500 и 1000 мг/кг статистически значимо снижало уровень липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) у крыс-самцов II...IV групп через 30 сут эксперимента на фоне относительного снижения уровня общего холестерина (рис. 1).

**Таблица 1. Динамика массы тела крыс-самцов (в % к исходной), получавших экстракт в хроническом эксперименте ( $M \pm SEM$ )**

*Table 1. Dynamics of body weight of male rats (in % of baseline) treated with the extract in a chronic experiment ( $M \pm SEM$ )*

Периоды наблюдения, нед	Группа животных			
	I. Контроль, вода	II. ЦОТЭС, 100 мг/кг	III. ЦОТЭС, 500 мг/кг	IV. ЦОТЭС, 1000 мг/кг
1	109,3±0,5	110,1±0,7	107,5±1,0	109,2±1,1
3	115,8±1,0	113,7±1,2	117,8±1,8	116,8±1,6
6	118,3±1,4	117,2±2,5	122,3±1,7	117,5±2,1
9	126,6±1,0	126,9±2,6	131,4±1,9	127,4±2,2
12	132,1±1,0	131,3±2,7	133,7±1,5	130,6±2,4



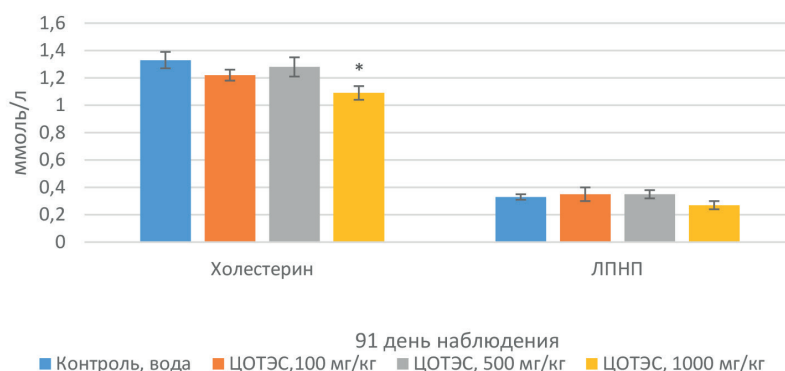
**Рис. 1. Содержание холестерина и ЛПНП в сыворотке крови крыс-самцов, получавших экстракт в хроническом эксперименте, 31-е сутки наблюдения (\* $p < 0,05$ )**  
*Fig. 1. The content of cholesterol and LDL in the blood serum of male rats treated with the extract in a chronic experiment for 31 days of follow-up (\* $p < 0.05$ )*

Как следует из данных, приведенных на рисунке 2, в конце эксперимента, на 91-е сутки,

наблюдалось относительное снижение уровня общего холестерина, статистически значимо вы-

раженное у животных IV группы по сравнению с контролем и сохранение содержания липопр-

теидов низкой плотности на уровне контрольных показателей.



**Рис. 2.** Содержание холестерина и ЛПНП в сыворотке крови крыс-самцов, получавших экстракт в хроническом эксперименте 91-е сутки наблюдения (\*  $p < 0,05$ )  
**Fig. 2.** The content of cholesterol and LDL in the blood serum of male rats treated with the extract in a chronic experiment for 91 days of follow-up (\*  $p < 0.05$ )

Также установлено, что уровень глюкозы у крыс-самцов, получавших максимальную испытанную дозу ЦОТЭС, на 91-е сутки хронического эксперимента статистически значимо снизился до  $5,24 \pm 0,23$  ммоль/л по сравнению с контролем  $6,87 \pm 0,17$  ммоль/л.

Другие изученные биохимические показатели: содержание общего белка, альбуминов, билирубина, мочевины и креатинина на протяжении всего хронического эксперимента у крыс-самцов II...IV групп находились на уровне контроля, что свидетельствует об отсутствии токсического действия ЦОТЭС на функцию печени и почек.

При исследовании активности некоторых ферментов сыворотки крови, характеризующих функцию печени, поджелудочной железы и миокарда крыс-самцов, длительно получавших в желудок ЦОТЭС во всех испытанных дозах, не отмечено статистически значимых изменений показателей активности аланин- и аспаратаминотрансферазы, щелочной фосфатазы, альфа-амилазы, гамма-глутамилтрансферазы, общей лактатдегидрогеназы и креатинкиназы МВ (СК-МВ) по сравнению с контрольными показателями.

Изучение функционального состояния центральной нервной системы крыс-самцов в условиях «открытого поля» показало, что ЦОТЭС в оба срока наблюдения статистически значимо снижал двигательную активность подопытных животных (число пересекаемых квадратов за 3 мин. II группа –  $11,3 \pm 3,7$ ; III –  $8,5 \pm 4,3$ ; IV –  $11,3 \pm 3,4$ ), по сравнению с контролем –  $29,3 \pm 5,9$ , что может

свидетельствовать о седативном действии исследуемого экстракта.

После 90-суточного внутрижелудочного введения ЦОТЭС и проведения клинических лабораторных исследований по пять животных из каждой группы были подвергнуты эвтаназии. Морфологическое строение органов: головного мозга, гипофиза, щитовидной железы, сердца, легких, печени, почек, селезенки, тимуса, надпочечников, брыжеечных лимфатических узлов, семенников, поджелудочной железы, желудка, тонкого и толстого кишечника, скелетных мышц, полученных от крыс-самцов, соответствовало гистологической норме. В семенниках наблюдали статистически значимое увеличение индекса сперматогенеза с  $3,62 \pm 0,01$  в контроле до  $3,74 \pm 0,01$  ( $p < 0,05$ ) в IV группе.

### Заключение

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о низкой токсичности исследуемого экстракта при длительном введении в желудок крысам-самцам в широком диапазоне доз.

При многократном введении у цикория экстракта сухого отмечено гиполипидемическое, гипогликемическое, седативное и стимулирующее сперматогенез действие. Новые фармакологические свойства, выявленные в результате токсикологического исследования, являются дополнением к фармакологической характеристике исследуемого экстракта и требуют дальнейшего исследования [8, 9].

На основании полученных результатов можно рекомендовать дальнейшее изучение цикория обыкновенного травы экстракта сухого с целью создания на его основе новых лекарственных препаратов.

При проведении клинических исследований лекарственного средства, созданного на основе исследуемого экстракта, следует соблюдать рекомендуемую дозу.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бабенко А.Н., Крепкова Л.В., Лемясева С.В. и др. Гепатопротекторное действие цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) при интоксикации крыс сулемой // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 2024. № 68 (3). С. 75-84. DOI: 10.25557/0031-2991.2024.03.75-84
2. Багно О.А., Мирошина Т.А., Казаровец И.Н. Фитобиотики как альтернатива кормовым антибиотикам в животноводстве // Современные технологии в сфере сельскохозяйственного производства и образования: материалы XIII Международной научно-практической конференции на иностранных языках, Кемерово, 27 октября 2022 г. Кемерово. 2022. С. 162-166.
3. Лукашик П.А. Актуальность фитотерапии в ветеринарной практике // Научный потенциал молодежи – будущему Беларуси: материалы XVII Международной молодежной научно-практической конференции, Пинск, 14 апреля 2023 г.: в 2-х ч. Министерство образования Республики Беларусь. Пинск: ПолесГУ. 2023. Ч. 2. С. 246-248.
4. Пронина В.И., Сазонова И.А., Ерохина А.В. и др. Потенциал растений-фитобиотиков для развития отечественного животноводства и птицеводства (обзор) [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. 2023. № 1.
5. Сайбель О.Л., Радимич А.И., Даргаева Т.Д. и др. Фенольные соединения и фармакологический скрининг экстракта травы цикория обыкновенного // Разработка и регистрация лекарственных средств. 2021. № 104. С. 36-45. DOI: 10.33380/2305-2066-2021-10-4-36-45
6. Abo-El-Sooud K. Ethnoveterinary perspectives and promising future // Int. J. Vet. Sci. Med. 2018. 6 (1):1-7. DOI: 10.1016/j.ijvsm.2018.04.001.
7. Babenko A.N., Krepkova L.V., Borovkova M.V. et al. Effects of Chicory (*Cichorium intybus* L.) Extract on male rat reproductive system, pregnancy, and offspring development // Pharmaceuticals. 2024. 17:700. DOI: 10.3390/ph17060700.
8. Krepkova L.V., Babenko A.N., Saybel' O.L. et al. Valuable Hepatoprotective Plants – How Can We Optimize Waste Free Uses of Such Highly Versatile Resources? // Front. Pharmacol. 2021. V.12:738504. DOI: 10.3389/fphar.2021.738504.
9. Krepkova L.V., Babenko A.N., Lemyaseva S.V. et al. Modulation of Hepatic Functions by Chicory (*Cichorium intybus* L.) Extract: Preclinical Study in Rats // Pharmaceuticals. 2023. 16. 1471. DOI:10.3390/ph16101471
10. Kuralkar P., Kuralkar S.V. Role of herbal products in animal production - An updated review // J Ethnopharmacol. 2021 Oct 5. 278:114246. DOI: 10.1016/j.jep.2021.114246.
11. Seidavi A., Tavakoli M., Slozhenkina M. et al. The use of some plant-derived products as effective alternatives to antibiotic growth promoters in organic poultry production: a review // Environ Sci Pollut Res Int. 2021. 28 (35). 47856-47868. DOI: 10.1007/s11356-021-15460-7.

### REFERENCES

1. Babenko A.N., Krepkova L.V., Lemyaseva S.V. i dr. Gepatoprotektoornoe dejstvie czikoriya oby'knovenного (Ci'chori'um i'ntubus L.) pri intoksikaczii kry's sulemej // Patologicheskaya fiziologiya i e'ksperimental'naya terapiya. 2024. № 68 (3). S. 75-84. DOI: 10.25557/0031-2991.2024.03.75-84
2. Bagno O.A., Miroshina T.A., Kazarovecz I.N. Fitobiotiki kak al'ternativa kormovy'm antibiotikam v zhitovnovodstve // Sovremenny'e tekhnologii v sfere sel'skokhozyajstvenного proizvodstva i obrazovaniya: materialy` XI`II` Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferenczii na inostranny`kx yazy`kakx, Kemerovo, 27 oktyabrya 2022 g. Kemerovo. 2022. S. 162-166.
3. Lukashik P.A. Aktual'nost' fitoterapii v veterinarnoj praktike // Nauchny`j potencial molodezhi – budushhemu Belarusi: materialy` XVII` Mezhdunarodnoj molodezhnoj nauchno-prakticheskoy konferenczii, Pinsk, 14 aprelya 2023 g.: v 2-kx ch. Ministerstvo obrazovaniya Respubliki Belarus`. Pinsk: PolesGU. 2023. CH. 2. C. 246-248.
4. Pronina V.I., Sazonova I.A., Erokhina A.V. i dr. Potenczial rastenij-fitobiotikov dlya razvitiya otechestvenного zhitovnovodstva i pticzevodstva (obzor) [E'lektron. resurs] // AgroE'koInfo: E'lektronny`j nauchno-proizvodstvenny`j zhurnal. 2023. № 1.
5. Sajbel' O.L., Radimich A.I., Dargaeva T.D. i dr. Fenol'ny'e soedineniya i farmakologicheskij skring e'kstrakta travy` czikoriya oby'knovenного // Razrabotka i registracziya lekarstvenny`kx sredstv. 2021. № 104. S. 36-45. DOI: 10.33380/2305-2066-2021-10-4-36-45

6. Abo-El-Sooud K. Ethnoveterinary perspectives and promising future // *Int. J. Vet. Sci. Med.* 2018. 6 (1):1-7. DOI: 10.1016/j.ijvsm.2018.04.001.
7. Babenko A.N., Krepkova L.V., Borovkova M.V. et al. Effects of Chicory (*Cichorium intybus* L.) Extract on male rat reproductive system, pregnancy, and offspring development // *Pharmaceuticals*. 2024. 17:700. DOI: 10.3390/ph17060700.
8. Krepkova L.V., Babenko A.N., Saybel' O.L. et al. Valuable Hepatoprotective Plants – How Can We Optimize Waste Free Uses of Such Highly Versatile Resources? // *Front. Pharmacol.* 2021. V.12:738504. DOI: 10.3389/fphar.2021.738504.
9. Krepkova L.V., Babenko A.N., Lemyaseva S.V. et al. Modulation of Hepatic Functions by Chicory (*Cichorium intybus* L.) Extract: Preclinical Study in Rats // *Pharmaceuticals*. 2023. 16. 1471. DOI:10.3390/ph16101471
10. Kuralkar P., Kuralkar S.V. Role of herbal products in animal production - An updated review // *J Ethnopharmacol.* 2021 Oct 5. 278:114246. DOI: 10.1016/j.jep.2021.114246.
11. Seidavi A., Tavakoli M., Slozhenkina M. et al. The use of some plant-derived products as effective alternatives to antibiotic growth promoters in organic poultry production: a review // *Environ Sci Pollut Res Int.* 2021. 28 (35). 47856-47868. DOI: 10.1007/s11356-021-15460-7.

### Информация об авторах

Бабенко А.Н. – канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник отдела токсикологии;  
Крепкова Л.В. – канд. биол. наук, заведующая отделом токсикологии;  
Дмитриева О.П. – канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник отдела токсикологии;  
Боровкова М.В. – старший научный сотрудник отдела токсикологии;  
Кузина О.С. – старший научный сотрудник отдела токсикологии.

### Information about the authors

Babenko A.N. – PhD (Biol.), leading researcher of the Department of Toxicology;  
Krepkova L.V. – PhD (Biol.), Head of the Department of Toxicology;  
Dmitrieva O.P. – PhD (Biol.), leading researcher of the Department of Toxicology;  
Borovkova M.V. – senior researcher of the Department of Toxicology;  
Kuzina O.S. – senior researcher of the Department of Toxicology.

### Вклад авторов

Бабенко А.Н. – разработка плана исследования, работа с биологическим материалом;  
Крепкова Л.В. – интерпретация и систематизация полученных результатов;  
Дмитриева О.П. – статистическая обработка полученных результатов;  
Боровкова М.В. – организация работы с лабораторными животными; сбор биологического материала;  
Кузина О.С. – анализ гистологических срезов и интерпретация результатов.

### Contribution of the authors

Babenko A.N. – developed a research plan, working with biological material;  
Krepkova L.V. – interpretation and systematization of the results;  
Dmitrieva O.P. – statistical processing of the results;  
Kuzina O.S. – analysis of histological sections and interpretation of the results;  
Borovkova M.V. – organization of work with laboratory animals; collection of biological material.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 06.05.2025; одобрена после рецензирования 24.09.2025; принята к публикации 24.02.2026; дата опубликования 25.03.2026.

The article was submitted 06.05.2025; approved after reviewing 24.09.2025; accepted for publication 24.02.2026; date of publication 25.03.2026.



## Издательский дом "НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА"

Издательство выпускает научные, исторические, философские труды, учебники, учебные пособия, мемуары, краеведческую и художественную литературу.

### Конкурентные преимущества:

- ✓ **высокое качество** редакционно-издательских услуг
- ✓ **короткие сроки** выпуска книг и журналов (3 недели – 1 месяц)
- ✓ максимальный **учет интересов и пожеланий** заказчика
- ✓ **конкурентные цены**, возможность оплаты в рассрочку
- ✓ **бесплатная доставка** заказов по России

---

Журналы входят в национальную библиографическую базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), индексируются в Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU (Россия), включены Высшей аттестационной комиссией (ВАК) России в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

---

Аудитория издаваемых журналов: объединения предпринимателей, российские, зарубежные, коммерческие и государственные организации, преподаватели вузов, научная общественность.


---


**Подписка во всех отделениях связи России, Казахстана и Белоруссии.  
Каталог "Пресса России" – индекс 39468**


---

### Редакция

 123022, г. Москва, Звенигородское шоссе, д. 5, стр. 1

 info@s-lib.com, idnb11@yandex.ru

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

 s-lib.com