

# РОССИЙСКИЙ ЖУРНАЛ

## ПРОБЛЕМЫ ВЕТЕРИНАРНОЙ САНИТАРИИ, ГИГИЕНЫ И ЭКОЛОГИИ

№ 1 (49), 2024

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](mailto:vniivshe@mail.ru)

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

Тираж 500 экз. Заказ №  
Формат 60x84/8. Объем 19,5 п.л.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Ответственность за оригинальность статьи и научные заключения несут авторы.

Рукописи публикуются бесплатно.

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

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

Подписано в печать 27.02.2024 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  
Гуленкова Н. К. – ответственный редактор  
Ярных Е. В. – научный редактор

### Редакционная коллегия:

Донник И.М., Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», акад. РАН;  
Алиев А.Ю., Прикаспийский ЗНИВИ ФГБНУ «Дагестанский аграрный научный центр Республики Дагестан», д-р вет. наук, проф.;

Гарлыев Т., Туркменский с.-х. университет им. С.А. Ниязова, д-р вет. наук;  
Денисова Е.А., ВНИИВСГЭ – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, д-р биол. наук;  
Кононенко Г.П., ВНИИВСГЭ – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, д-р биол. наук проф.;

Мирзоев Д.М., Таджикский аграрный университет, д-р вет. наук, проф., акад. Таджикской академии СХН;  
Серегин И.Г., Институт ветеринарии, ветеринарно-санитарной экспертизы и агробезопасности ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», канд. вет. наук, проф.;

Тутельян В.А., ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания и биотехнологии», акад. РАН;  
Тюрин В.Г., ВНИИВСГЭ – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, д-р вет. наук, проф.;

Удавлюев 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 гос. академия ветеринарной медицины, д-р вет. наук, проф., иностранный член РАН.

## СОДЕРЖАНИЕ

К 120-летию со дня рождения Анисима Александровича Полякова .....	6
<b>ВЕТЕРИНАРНАЯ САНИТАРИЯ (ДЕЗИНФЕКЦИЯ, ДЕЗИНСЕКЦИЯ, ДЕЗАКАРИЗАЦИЯ, ДЕРАТИЗАЦИЯ)</b>	
<b>Пирожихин В.А., Щербакова Г.Ш., Шутеева Е.Н., Коняшкина А.В., Попов Н.И., Грузнов Д.В.</b> Изучение дезинфекционной эффективности нового средства на основе третичных аминов по отношению к грамположительным и грамотрицательным микроорганизмам в лабораторных условиях.....	8
<b>Шибитов С.К., Петрова О.В., Сафиуллин Р.Т., Бондаренко В.О.</b> Эффективность средства Дезинфексан в отношении ооцист простейших на объектах ветеринарного надзора.....	14
<b>Шашнина Е.В., Бабунова В.С., Попов П.А.</b> Методы определения четвертичных аммониевых соединений в дезинфектантах .....	20
<b>ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНОЕ КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОВОДСТВА И КОРМОВ</b>	
<b>Абдуллаева А.М., Блинкова Л.П., Бабкина М.А.</b> Качество проведения санитарной обработки мясоперерабатывающих предприятий – залог выпуска доброкачественной продукции .....	28
<b>Степанова С.П., Козак С.С., Дерина Д.С.</b> Физико-химические показатели мяса и динамика прироста живой массы в процессе выращивания цесарок разных пород в возрасте 5...9 месяцев (сообщение 2) .....	35
<b>Бабунова В.С., Осипова И.С., Денисова Е.А., Горяинова Г.М., Арсеньева Л.В., Попов П.А.</b> Определение чувствительности микробиологического метода обнаружения антибактериальных препаратов в рыбе .....	41
<b>Белова М.А., Дахова Л.Е., Хомякова И.А., Новиченко О.В., Каруи Р., Кутузов М.Н., Вилкова Д.Д.</b> Потенциал использования инфракрасной спектроскопии в среднем диапазоне для оценки качества пищевого рыбного сырья.....	47
<b>Резниченко Л.В., Диденко И.О., Резниченко А.А., Носков С.Б.</b> Гистологический метод идентификации каррагинана в йогурте.....	54
<b>Пирязева Е.А., Зотова Е.В., Горяинова Г.М., Ермоленко С.В.</b> Микробиота кормов из Смоленской области.....	59
<b>САНИТАРНАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ</b>	
<b>Иванов Е.В., Капустин А.В., Авдеевская Н.Н.</b> Влияние иммунизации на микробиом молока коров .....	64
<b>Сорокина Е.В., Дбар С.Д., Стоянова Л.Г.</b> Использование смектита для эффективности пробиотических свойств <i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i> .....	72
<b>ЭКОЛОГИЯ</b>	
<b>Хадаева Е.Т., Тюменцева В.С., Бабунова В.С.</b> Санитарно-микробиологические показатели качества воды прудов Терлецкого парка города Москвы .....	79
<b>ЗООГИГИЕНА</b>	
<b>Тюрин В.Г., Семенов В.Г., Курбангалеев Я.М., Вагин К.Н., Гайнутдинов Т.Р., Авылов Ч.К.</b> Использование радиационных технологий в животноводстве.....	86

---

## БИОБЕЗОПАСНОСТЬ

- Котегов Б.Г., Еремец В.И., Расчетнова Д.О.** Биологический контроль экотоксикантов в сельском хозяйстве: проблемы и перспективы использования методов биотестирования..... 94
- Наумова Н.Л., Мосунова Т.В., Костина Д.С., Наумов Н.А.** Гигиеническая оценка качества воды централизованной системы питьевого водоснабжения и эффективности использования бытового проточного фильтра ..... 105

## ФАРМАКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЯ

- Тюрин В.Г., Семенов В.Г., Кляпнев А.В., Авылов Ч.К.** Оценка обменных процессов и формирования колострального иммунитета у новорожденных телят после применения биопрепарата «Риботан».. 112
- Дельцов А.А., Бачинская В.М., Гончар Д.В., Родькина О.Р.** Исследование стабильности комплексного препарата на основе белкового гидролизата (сообщение 1)..... 118
- Тюрин В.Г., Семенов В.Г., Семенова А.П., Порфирьев А.Н., Антонов А.Г.** Особенности гематологического профиля глубокостельных и новотельных коров на фоне применения биостимуляторов (сообщение 2) ..... 124
- Никанова Л.А., Фомичев Ю.П.** Использование экстракта коры лиственницы в кормлении свиней ..... 131
- Сайпуллаев М.С., Мирзоева Т.Б., Гаджимурадова З.Т., Сайпуллаев У.М.** Изучение острой токсичности растворов средства «Пенокс-1»..... 137
- Павлова Н.С., Павленко Г.И., Дроздов Д.А., Бричко Н.А., Дорожкин В.И.** Влияние метилсульфонилметана на физиологические показатели белых крыс при экспериментальной интоксикации кадмием и свинцом ..... 143

## ДАТЫ И ЮБИЛЕИ

- К 75-летию Н.И. Попова** ..... 152
- Памяти В.И. Дорожкина** ..... 154

## CONTENTS

- On the 120<sup>th</sup> anniversary of the birth of Anisim Alexandrovich Polyakov ..... 6

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

- Pirozhikhin V.A., Shcherbakova G.Sh., Shuteeva E.N., Konyashkina A.V., Popov N.I., Gruzov D.V.** Studying the disinfection effectiveness of a new product based on tertiary amines in relation to gram-positive and gram-negative microorganisms in laboratory conditions ..... 8
- Shibitov S.K., Petrova O.V., Tsafullin R.T., Bondarenko V.O.** The effectiveness of the Disinfecsan against protozoan oocysts at veterinary surveillance facilities ..... 14
- Shashnina E.V., Babunova V.S., Popov P.A.** Methods for determining quaternary ammonium compounds in disinfectants..... 20

## VETERINARY-SANITARY QUALITY AND SAFENESS OF FOOD PRODUCTS AND FEEDSTUFES

- Abdullaeva A.M., Blinkova L.P., Babkina M.A.** The quality of sanitary processing of meat enterprises – the pledge production of high-quality products..... 28

<b>Stepanova S.P., Kozak S.S., Derina D.S.</b> Physico-chemical parameters of guinea fowl meat and dynamics of live weight in the process of growing of different breeds aged 5...9 months (message 2) .....	35
<b>Babunova V.S., Osipova I.S., Denisova E.A., Goryainova G.M., Arsenyeva L.V., Popov P.A.</b> Determining the sensitivity of a microbiological method for detection of antibacterial drugs in fish .....	41
<b>Belova M.A., Dakhova L.E., Khomyakova I.A., Novichenko O.V., Karoui R., Kutuzov M.N., Vilkova D.D.</b> Potential of mid infrared spectroscopy to assess the quality of food fish raw materials .....	47
<b>Reznichenko L.V., Didenko I.O, Reznichenko A.A., Noskov S.B.</b> Histological method of identification of the carrageenan in yogurt .....	54
<b>Piryazeva E.A., Zotova E.V., Goryainova G.M., Ermolenko S.V.</b> Mycobiota of feed from Smolensk region .....	59
<b>SANITARY MICROBIOLOGY</b>	
<b>Ivanov E.V., Kapustin A.V., Avduevskya N.N.</b> The effect of immunization on the microbiome of cow's milk	64
<b>Sorokina E.V., Dbar S.D., Stoyanova L.G.</b> Using smectite to preserve probiotic properties <i>Lactococcus lactis</i> ssp. Lactis.....	72
<b>ECOLOGY</b>	
<b>Khadaeva E.T., Tyumentseva V.S., Babunova V.S.</b> Sanitary and microbiological indicators of water quality of ponds of Terletskiy park of Moscow .....	79
<b>ZOOHYGIENE</b>	
<b>Tyurin V.G., Semenov V.G., Kurbangaleev Y.M., Vagin K.N., Gaynutdinov T.R., Avylov Ch.K.</b> Use of radiation technologies in animal husbandry .....	86
<b>BIOLOGICAL SAFETY</b>	
<b>Kotegov B.G., Eremets V.I., Raschetnova D.O.</b> Biological control of ecotoxicants in agriculture: problems and prospects of using bioassay methods.....	94
<b>Naumova N.L., Mosunova T.V., Kostina D.S., Naumov N.A.</b> Hygienic assessment of water quality in a centralized drinking water supply system and the efficiency of using a household flow filter.....	105
<b>PHARMACOLOGY AND TOXICOLOGY</b>	
<b>Tyurin V.G., Semenov V.G., Klyapnev A.V., Avylov Ch.K.</b> Assessment of acid-base state and formation of colostral immune in newborn calves after the use of biological preparation «Ribotan» .....	112
<b>Deltsov A.A., Bachinskaya V.M., Gonchar D.V., Rodkina O.R.</b> Study of the stability of a complex preparation based on protein hydrolyzate (message 1).....	118
<b>Tyurin V.G., Semenov V.G., Semenova A.P., Porfiriev A.N., Antonov A.G.</b> Features of hematological profile of deep-boned and fresh cows on the background of the use of biostimulants (message 2).....	124
<b>Nikanova L.A., Fomichev Y.P.</b> Use of larch bark extract in feeding pigs .....	131
<b>Saypullayev M.S., Mirzoeva T.B., Hajimuradova Z.T., Saypullayev U.M.</b> Study of acute toxicity of solutions of «Penox-1» .....	137
<b>Pavlova N.S., Pavlenko G.I., Drozdov D.A., Brichko N.A., Dorozhkin V.I.</b> The effect of methylsulfonylmethane on the physiological parameters of white rats with experimental cadmium and lead intoxication.....	143
<b>DATES AND ANNIVERSARIES</b>	
<b>To the anniversary of N.I. Popov</b> .....	152
<b>In the memory of V.I. Dorozhkin</b> .....	154

---

## 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 (полностью); наименование учреждения(й), где работают авторы; его адрес: название города, почтовый индекс, название страны; контактные телефоны или 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; основные сведения об авторах, 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) приводятся на русском и английском языках.

Сведения об авторах на русском и английском языках: полные имена, отчества фамилии, учёные звания, ученые степени, должности, контактный телефон или адрес электронной почты, открытый идентификатор автора (ORCID в форме электронного адреса в сети «Интернет») (при наличии).

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. Приводятся только на русском языке.

Статьи представляют на русском языке на белой бумаге формата А4 в печатном (1 экз.) и электронном виде в редакторе Word 2003 и выше, объемом не более 10 стр. (обзорные статьи не более 14 стр.), включая таблицы, схемы, рисунки и список источников; шрифт Times New Roman, размер 14, интервал 1,5.

К статье должен быть приложен отчет о проверке текста в программе «Антиплагиат». При оригинальности текста менее 75% статья возвращается на доработку.

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). 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.

Статья, подписанная всеми авторами, с визой руководителя учреждения «В печать» на первой странице, заключение экспертной комиссии о возможности публикации в открытой печати, официальное направление учреждения, в котором выполнена данная работа, а также письменное согласие авторов на переиздание (копирование, в том числе путем создания электронной копии) их статьи в «РУНЭБ» направляют в редакцию журнала нарочным или почтой.

Статьи, оформленные не по правилам, не рассматриваются.

Все статьи, поступившие в редакцию, подлежат внешнему рецензированию.

Присланные рукописи обратно не возвращаются.

Статьи следует направлять по адресу: 123022, Москва, Звенигородское шоссе, дом 5, ВНИИВСГЭ – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, редакция «Российского журнала «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии».

Справки по телефону: 499-256-35-81.

---

## К 120-летию со дня рождения Анисима Александровича Полякова,

**академика ВАСХНИЛ, лауреата Государственной премии СССР,  
заслуженного деятеля науки РСФСР, доктора ветеринарных наук, профессора,  
почетного доктора Венгерского университета ветеринарных наук**

С именем Анисима Александровича – выдающегося ученого и крупного организатора, связано становление и развитие ветеринарной санитарии. Ветеринарная санитария, благодаря работам А.А. Полякова и его многочисленных учеников, выделилась в отдельную отрасль, позволяющую на высоком научном уровне бороться с болезнями сельскохозяйственных животных.

Анисим Александрович родился 28 февраля 1904 г. в деревне Новая Юргинского района Тюменской области. В 1923 г. окончил ветеринарный техникум в Тобольске, затем поступил в Сибирский ветеринарный институт в Омске, который окончил в 1928 г. В 1931 г. он начальник ветеринарного отдела Наркомзема Якутской АССР. В 1932 г. был назначен редактором общесоюзного журнала «Советская ветеринария» и на его страницах опубликовал первые научные статьи, на основании которых было вынесено Постановление о создании в системе Наркомата путей сообщения Центральной научно-исследовательской лаборатории для постановки опытов по дезинфекции, обеззараживанию навоза и исследованию воды.

В 1934 г. по инициативе А.А. Полякова в Москве была организована Центральная научно-практическая ветеринарная лаборатория Наркомзема СССР, которая, после объединения с Государственным институтом ветеринарной дерматологии и Всесоюзной научно-исследовательской лабораторией по изучению ядовитых грибков, была преобразована во Всесоюзный научно-исследовательский институт ветеринарной эктопаразитологии, микологии и санитарии, переименованный в 1958 г. во Всесоюзный научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии (ВНИИВС). В организации этого института заслуга А.А. Полякова: он был основателем, первым директором института и возглавлял его до 1967 г.



В июне 1941 г. А.А. Поляков был мобилизован в Красную Армию и направлен в военно-ветеринарную бактериологическую лабораторию Московского военного округа. В период ВОВ он изыскивал эффективные, общедоступные и дешевые средства дезинфекции, пригодные для ветеринарной практики.

С 1938 по 1961 г. Анисим Александрович был главным редактором журнала «Ветеринария».

С 1967 по 1970 г. он заместитель академика-секретаря Отделения животноводства ВАСХНИЛ, затем заместитель академика-секретаря Отделения ветеринарии ВАСХНИЛ; с 1970 по 1973 г. – академик-секретарь Отделения ветеринарии ВАСХНИЛ; с 1974 по 1985 г. – заведующий лабора-

торией дезинфекции ВНИИВС; с 1986 по 1990 г. – научный консультант ВНИИВСГЭ.

Учитывая необходимость глубоких знаний по новому направлению в ветеринарии – основам санитарии и дезинфекции, по инициативе А.А. Полякова на кафедре эпизоотологии Московской ветеринарной академии и на ветеринарно-санитарном факультете Московского технологического института мясной и молочной промышленности был введен курс «Ветеринарная дезинфекция», который он читал в течение 10 лет.

Анисим Александрович внес большой вклад в разработку 2, 3 и 4-го изданий «Ветеринарного законодательства».

В начале 1950-х годов при его непосредственном участии были проведены работы по поиску новых бактерицидных препаратов, в том числе и на основе отходов химической промышленности. В этот период особое внимание было уделено профилактике и противоэпизоотическим мероприятиям, направленным на борьбу с заразными болезнями сельскохозяйственных животных, дезинфекции, дезинсекции и дератизации. Невозможно полностью охватить круг научных интересов Анисима Александровича: он изучал проблемы выживаемости патогенных микроорганизмов во внешней среде, исследовал цитолитические изменения бактерий, в том числе и под влиянием разных химических агентов, усовершенствовал методы дезинфекции транспортных средств, в которых перевозились животные и сырье животного происхождения, неблагоприятные по сибирской язве, что обеспечило резкое сокращение простоя вагонов этой категории на дезинфекционно-промывочных станциях, разрабатывал новые методы обеззараживания отходов животноводства на фермах и предприятиях перерабатывающей промышленности.

Особенного внимания заслуживает разработанная А.М. Смирновым и Г.Д. Волковским под руководством А.А. Полякова принципиально новая технология дезинфекции биоцидными газами почвы и инфицированного сырья животного происхождения (пух, шерсть, пушно-меховое и коженное сырье и др.). Применение новой технологии обеззараживания почвы с использованием биоцидных газов (ОКЭБМ) для санации почвы сибирезвенных скотомогильников без выемки

и перевозки инфицированного грунта позволило ликвидировать ряд стационарных очагов этого опасного заболевания, особенно при строительстве водохранилищ и новых дорог.

С именем Анисима Александровича, по существу, связана вся история создания дезинфекционной техники в стране: были сконструированы дезинфекционная установка ЛСД и ее модификации ЛСД-1, ЛСД-2, ЛСД-3 и ЛСД-4, дезинфекционная машина ВДМ, которые нашли широкое применение в животноводстве.

В 1961 г. по его инициативе при ВНИИВС был организован хозрасчетный ветеринарно-санитарный отряд; а уже к 1970 г. их было в стране около 50. В 1974 г. МСХ РСФСР приняло решение организовать ветеринарно-санитарные отряды во всех областях РСФСР. Позже Анисим Александрович вносит предложение о создании ветеринарно-санитарных утильзаводов по переработке отходов животноводства и получению мясо-костной муки, работа которых оказалась настолько эффективной, что было создано более 300 таких заводов в других областях, краях и республиках СССР, что послужило надежной профилактикой инфекционных заболеваний сельскохозяйственных животных

А.А. Поляковым была создана опорная сеть ветеринарных филиалов и отделений по разным направлениям ветеринарной науки, многие из которых выросли в самостоятельные научно-исследовательские институты.

Им было опубликовано свыше 380 научных работ, получено более 30 авторских свидетельств. Под его руководством подготовлено свыше 60 докторов и кандидатов наук, они работают во всех субъектах Российской Федерации, а также в странах ближнего и дальнего зарубежья.

А.А. Поляков награжден орденами Ленина, Октябрьской Революции, Трудового Красного Знамени, Дружбы народов, орденом «Знак Почета», многими медалями, в том числе юбилейными медалями имени академика К.И. Скрябина и академика С.Н. Вышелесского.

В память об Анисиме Александровиче в 1994 г. учреждена Золотая медаль имени А.А. Полякова, которой награждаются ветеринарные специалисты за выдающиеся заслуги в области ветеринарной санитарии, гигиены и экологии.

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

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

Научная статья

УДК 619: 614.48

doi: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202401001

EDN: ADVQHA

## ИЗУЧЕНИЕ ДЕЗИНФЕКЦИОННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВОГО СРЕДСТВА НА ОСНОВЕ ТРЕТИЧНЫХ АМИНОВ ПО ОТНОШЕНИЮ К ГРАМПОЛОЖИТЕЛЬНЫМ И ГРАМОТРИЦАТЕЛЬНЫМ МИКРООРГАНИЗМАМ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

*Виктор Андреевич Пирожихин<sup>1</sup>, Гулизар Шахбановна Щербакова<sup>2</sup>,  
Екатерина Николаевна Шутеева<sup>3</sup>, Алина Викторовна Коняшкина<sup>4</sup>,  
Николай Иванович Попов<sup>5</sup>, Дмитрий Вячеславович Грузнов<sup>6</sup>*

*<sup>1,2,3,4,5,6</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии,  
гигиены и экологии – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН,  
Москва 123022, Российская Федерация*

<sup>1</sup> syper123498@yandex.ru; <https://orcid.org/009-006-0565-8815>

<sup>2</sup> Rabadanova2009@yandex.ru [orcid.org/0000-0003-1324-5341](https://orcid.org/0000-0003-1324-5341)

<sup>3</sup> 1905ekashyt@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8641-8827>

<sup>4</sup> ko.alina\_v@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0002-1562-1339>

<sup>5</sup> dezlab@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6020-2534>

<sup>6</sup> 79164422245@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6679-9466>

**Аннотация.** Установлено, что образец дезинфицирующего средства «СТЕРОКС вет» проявил дезинфекционную активность в отношении грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов. Обеззараживание шероховатых (дерево, бетон) тест-поверхностей, искусственно контаминированных *E. coli* шт. 1257, наступало при концентрации 1,5% и экспозиции 3 ч, *S. aureus* шт. ATCC 6538-Р FDA 209-Р – при 2%, экспозиции 3 ч и норме расхода средства 0,5 л/м<sup>2</sup>, *Mycobacterium* шт. В-5 – при концентрации 5%, двукратном орошении с экспозицией 24 ч и норме расхода средства из расчета 0,5 л/м<sup>2</sup> на каждое нанесение.

**Ключевые слова:** дезраствор, дезинфицирующее средство, режимы дезинфекции, микроорганизмы, обеззараживание

**Для цитирования:** Пирожихин В.А., Щербакова Г.Ш., Шутеева Е.Н., Коняшкина А.В., Попов Н.И., Грузнов Д.В. Изучение дезинфекционной эффективности нового средства на основе третичных аминов по отношению к грамположительным и грамотрицательным микроорганизмам в лабораторных условиях // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2024. № 1 (49). С. 8–13. doi: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202401001  
EDN: ADVQHA



Original article

## STUDYING THE DISINFECTION EFFECTIVENESS OF A NEW PRODUCT BASED ON TERTIARY AMINES IN RELATION TO GRAM-POSITIVE AND GRAM-NEGATIVE MICROORGANISMS IN LABORATORY CONDITIONS

Victor A. Pirozhikhin<sup>1</sup>, Gulizar Sh. Shcherbakova<sup>2</sup>, Ekaterina N. Shuteeva<sup>3</sup>,  
Alina V. Konyashkina<sup>4</sup>, Nikolay I. Popov<sup>5</sup>, Dmitry V. Gruznov<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup> All-Russian Research Institute of 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> syper123498@yandex.ru; <https://orcid.org/009-006-0565-8815>

<sup>2</sup> Rabadanova2009@yandex.ru [orcid.org/0000-0003-1324-5341](https://orcid.org/0000-0003-1324-5341)

<sup>3</sup> 1905ekashyt@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8641-8827>

<sup>4</sup> ko.alina\_v@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0002-1562-1339>

<sup>5</sup> dezlab@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6020-2534>

<sup>6</sup> 79164422245@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6679-9466>

**Abstract.** It was established that a sample of the disinfectant «STEROX vet» showed disinfection activity against gram-positive and gram-negative microorganisms. Disinfection of rough (wood, concrete) test surfaces artificially contaminated with *E. coli* str. 1257 occurred at a concentration of 1.5% and exposure of 3 hours, *S. aureus* str. ATCC 6538-P FDA 209-P – at 2% and exposure of 3 hours, at a consumption rate of 0.5 l/m<sup>2</sup>, *Mycobacterium* str. B-5 – at a concentration of 5%, double irrigation with an exposure of 24 hours at a consumption rate of 0.5 l/m<sup>2</sup> for each application.

**Keywords:** disinfectant solution, disinfectant, disinfection modes, microorganisms, disinfection

**For citation:** Pirozhikhin V.A., Shcherbakova G.Sh., Shuteeva E.N., Konyashkina A.V., Popov N.I., Gruznov D.V. Studying the disinfection effectiveness of a new product based on tertiary amines in relation to gram-positive and gram-negative microorganisms in laboratory conditions // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2024. № 1 (49). P. 8–13 (In Russ.). doi: 10.36871/vet.san.hygiene.ecol.202401001  
EDN: ADVQHA

### Введение

Одной из основных проблем современного животноводства в нашей стране являются инфекционные заболевания сельскохозяйственных животных, а также зооантропонозы, которые наносят огромный экономический ущерб [1...8]. Чтобы предотвратить распространение инфекционных болезней, а также устранить их очаги, необходимо соблюдение ветеринарно-санитарных мер на высоком уровне, чего можно достигнуть только своевременным выполнением профилактических мероприятий, направленных на устранение источника заболевания, и обеспечения санитарного благополучия на объектах ветеринарного надзора [1...8]. Одним из критериев, отвечающих данным требованиям, является обеспеченность высокоэффективными, безвредными для человека и животных, а также доступными для широкого

круга потребителей дезинфицирующими средствами [1...8].

Санкционные условия, в которых в последнее время оказалась наша страна, вызвали отток производителей антимикробных средств, сократив тем самым количество доступных дезинфектантов [1...8], в связи с чем возросла актуальность разработки отечественных дезинфицирующих средств.

В задачи исследований входило изучить в лабораторных условиях дезинфицирующее действие препарата «СТЕРОКС вет» на тест-культуры *E. coli* шт. 1257, *S. aureus* шт. 209-P, *Mycobacterium* шт. B-5 на различных тест-поверхностях.

### Материалы и методы

Для проведения исследований был выбран препарат «СТЕРОКС вет», производства ООО «ИНТЕРСЭН-плюс» в соответствии с ТУ 20.20.14-

074-46842767-2022. По физическим свойствам препарат обладает однородной консистенцией, голубоватой окраской и высокой прозрачностью. Действующим веществом является третичный амин N,N-бис(3-аминопропилдодециламина) – 10%, кроме него в состав препарата входят неионогенные поверхностно-активные вещества, ингибитор коррозии, комплексообразователь, краситель, отдушка и вода. Средство обладает мощными свойствами, легко смешивается с водой в любых соотношениях.

Изучение дезинфицирующих свойств исследуемого средства было проведено в соответствии с «Методическими указаниями о порядке испытания новых дезинфицирующих средств для ветеринарной практики» (1987) и «Правилами проведения дезинфекции и дезинвазии объектов государственного ветеринарного надзора» (2002). В качестве тест-организмов использовали эталонные штаммы следующих культур: *E. coli* (шт. 1257), *St. aureus* (шт. 209-Р) и *Mycobacterium* (шт. В-5).

Для имитации естественной биологической защиты поверхности производственных помещений на тест-объектах применяли инактивированную сыворотку крови лошади. Сыворотку смешивали со взвесью культуры микроорганизма в соотношении 1:2 и полученную смесь наносили на исследуемую поверхность тест-объекта из расчета 1,5 г/100 см<sup>2</sup>.

После нанесения смеси сыворотки и культуры поверхности оставляли до полного высыхания, после чего обрабатывали дезсредством способом орошения из пульверизатора при норме расхода 0,25...0,3 л/м<sup>2</sup> при дезинфекции гладких поверхностей (нержавеющая сталь, кафель) и 0,5 л/м<sup>2</sup> при проведении дезинфекции шероховатых поверхностей (метлахская плитка, дерево, бетон). Нанесенные растворы препарата «СТЕРОКС вет» выдерживали на исследуемых тест-объектах, располагая их горизонтально и вертикально. При обеззараживании тест-объектов, загрязненных микобактериями шт. В-5, орошение тест-поверхностей дезинфицирующим средством осуществляли двукратно с интервалом 60 мин.

По окончании экспозиции 1 и 3 ч для *E. coli* и *St. aureus*, 3 и 24 ч для *Mycobacterium* шт. В-5 производили смывы с тест-поверхностей марлевым тампоном с последующей двукратной промывкой. После промывки тампоны помещали в пробирки со средой Кода для *E. coli* (шт. 1257), МПБ с 6,5% NaCl для *St. aureus* (шт. 209-Р), со средой ФАСТ-3Л для *Mycobacterium* (шт. В-5). Пробир-

ки выдерживали в термостате в течение суток для *E. coli* (шт. 1257), 2 сут для *St. aureus* (шт. 209-Р) и 7...14 сут для *Mycobacterium* (шт. В-5).

При считывании результатов учитывали наличие роста культуры соответствующего штамма в пробирках со средой. Показателем эффективности дезинфицирующего средства было полное отсутствие роста культуры, т.е. 100%-е обеззараживание тест-поверхности. При расчете концентраций дезинфицирующее средство принимали за 100%-е вещество.

### Результаты исследований и обсуждение

Проведенными исследованиями установили, что средство «СТЕРОКС вет» обладает дезинфекционной активностью в отношении грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов.

В таблице 1 приведены результаты, полученные в ходе обеззараживания тест-поверхностей, загрязненных бактериями *E. coli* шт. 1257. Были использованы растворы концентрацией от 0,05 до 1,5%. Обеззараживание тест-поверхностей, искусственно загрязненных *E. coli* шт. 1257, растворами испытуемого средства достигалось: гладкие поверхности – 0,05%-м при экспозиции 3 ч и норме расхода средства 0,25...0,3 л/м<sup>2</sup>; шероховатые поверхности, впитывающие жидкость (дерево, бетон), – 1,5%-м, при экспозиции 3 ч и норме расхода средства 0,5 л/м<sup>2</sup>.

Опыты по дезинфекции тест-поверхностей, загрязненных *S. aureus* шт. 209-Р (табл. 2), показали, что обеззараживание тест-поверхностей, искусственно загрязненных микроорганизмом, достигалось: гладкие поверхности – 0,1%, экспозиция 3 ч, норма расхода средства 0,25 л/м<sup>2</sup>; шероховатые – 2%, экспозиция 3 ч, норма расхода средства 0,5 л/м<sup>2</sup>.

В опытах с *Mycobacterium* шт. В-5 (табл. 3) было испытано дезинфицирующее действие 4...7%-х по препарату растворов средства «СТЕРОКС вет» только на шероховатых поверхностях из дерева и бетона при одно- и двукратном нанесении средства из расчета 0,5 л/м<sup>2</sup> на каждое орошение и экспозиции 3 и 24 ч.

Проведенными исследованиями установлено, что однократная обработка тест-поверхностей, искусственно загрязненных *Mycobacterium* шт. В-5, 5...7%-ми по препарату растворами средства «СТЕРОКС вет» при экспозиции 3 и 24 ч не обеспечивала их обеззараживания, которого

**Таблица 1. Результаты опытов по обеззараживанию тест-поверхностей, контаминированных *E. coli* шт. 1257, средством «СТЕРОКС вет»**

Table 1. The results of the experiments on disinfection of test surfaces contaminated with *E. coli* str. 1257 with «STEROX vet»

Концентрация раствора, % по препарату	Экспозиция, ч	Тест-поверхность				
		нержавеющая сталь	кафель	метлахская плитка	дерево	бетон
0,05	1	+	+	х	х	х
	3	–	–	х	х	х
0,2	1	–	–	+	х	х
	3	–	–	+	х	х
	1	х	х	–	+	+
0,5	3	х	х	–	+	+
1,5	1	х	х	х	+	+
	3	х	х	х	–	–
Контроль		+	+	+	+	+

Обозначения: (+) – наличие; (–) – отсутствие роста микроорганизма; (х) – не исследовали.

Notes: (+) – presence; (–) – lack of microorganism growth; (x) – not studied.

**Таблица 2. Результаты опытов по обеззараживанию тест-поверхностей, контаминированных *S. aureus* (шт. 209-Р), средством «СТЕРОКС вет»**

Table 2. The results of the experiments on disinfection of test surfaces contaminated with *S. aureus* (str. 209-P) with «STEROX vet»

Концентрация раствора, % по препарату	Экспозиция, ч	Тест-поверхность				
		нержавеющая сталь	кафель	метлахская плитка	дерево	бетон
0,1	1	+	+	х	х	х
	3	–	–	х	х	х
0,3	1	х	х	+	х	х
	3	х	х	+	х	х
0,5	1	х	х	–	х	х
	3	х	х	–	х	х
1,5	1	х	х	х	+	+
	3	х	х	х	+	+
2,0	1	х	х	х	+	+
	3	х	х	х	–	–
Контроль		+	+	+	+	+

Обозначения: (+) – наличие; (–) – отсутствие роста микроорганизма; (х) – не исследовали.

Notes: (+) – presence; (–) – lack of microorganism growth; (x) – not studied.

**Таблица 3. Результаты опытов по обеззараживанию тест-поверхностей, контаминированных *Mycobacterium* шт. В-5, средством «СТЕРОКС вет»**

Table 3. The results of the experiments on disinfection of test surfaces contaminated with *Mycobacterium* str. В-5 with «STEROX vet»

Концентрация раствора, % по препарату	Экспозиция, ч	Кратность обработки	Тест-поверхность	
			дерево	бетон
1	2	3	4	5
7,0	3	Однократно	+	+
	24	–«–	+	+

1	2	3	4	5
5,0	3	Двукратно	–	+
	24	–«–	–	–
Контроль	+	+		

Обозначения: (–) – обеззаражено; (+) – не обеззаражено.

Notes: (–) – disinfected; (+) – not disinfected.

удалось достичь после двукратной обработки. Обеззараживание тест-поверхностей всех видов достигалось при использовании 5%-го раствора, экспозиции 24 ч и двукратном нанесении средства с интервалом 60 мин после первого орошения при расходе средства 0,5 л/м<sup>2</sup> на каждое орошение.

### Заключение

Проведенные исследования в лабораторных условиях показали, что средство «СТЕРОКС вет» обладает дезинфицирующей активностью в отношении

грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов и может быть рекомендовано для дальнейших исследований в производственных условиях.

Работа выполнена в соответствии с Государственным заданием по теме: FGUG-2022-0008 «Научно обосновать и разработать новые методы, средства и технологии обеспечения устойчивого ветеринарно-санитарного благополучия животноводства».

Регистрационный номер НИОКТР в ЦИТИС 122042700106-1.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Боченин Ю.И., Грузнов Д.В. Применение аэрозолей препарата «Дезконтен» для дезинфекции животноводческих помещений // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2010. № 2 (4). С. 7.
2. Дорожкин В.И., Смирнов А.М., Суворов А.А. и др. Вопросы ветеринарной санитарии в решении проблем экологии // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2017. № 3 (23). С. 6-10.
3. Кабардиев С.Ш., Амаев К.Г., Сайпуллаев М.С., Карпущенко К.А. Новые высокоэффективные дезинфицирующие препараты из отходов химической промышленности // Современные проблемы и перспективы развития аграрной науки. Махачкала, 2010. С. 399-402.
4. Мищенко А.В., Мищенко В.А., Шевкопляс В.Н. и др. Проблема биобезопасности стад крупного рогатого скота мясных пород // Ветеринария Кубани. 2016. № 1. С. 4-7.
5. Попов П.А. Дезинфектанты на основе стабильных и метастабильных веществ и их применение в ветеринарии: дисс... д-ра вет. наук. М., 2021. 426 с
6. Попов Н.И., Мичко С.А., Щербакова Г.Ш. и др. Оценка эффективности дезинфицирующего средства Форбицид // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2018. № 2 (26). С. 25
7. Сайпуллаев М.С., Батырова А.М. Дезинфекционная эффективность гашеной извести с хлоридом натрия // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 2. С. 58.
8. Залиханов М.Ч., Биттиров А.М., Бегиева С.А. Современные биологические угрозы и мировые регламенты для обеспечения биобезопасности продукции животноводства // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Селекция на современных популяциях отечественного молочного скота как основа импортозамещения животноводческой продукции». Белгород, 2018. С. 245-253.

## REFERENCES

1. Bochenin Yu.I., Gruznov D.V. Primenenie aë`rozolej preparata «Dezkonten» dlya dezinfekzii zhivotnovodcheskikh pomeshhenij // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2010. № 2 (4). S. 7.
2. Dorozhkin V.I., Smirnov A.M., Suvorov A.A. i dr. Voprosy` veterinarnoj sanitarii v reshenii problem e`kologii // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2017. № 3 (23). S. 6-10.
3. Kabardiev S.Sh., Amaev K.G., Sajpullaev M.S., Karpushhenko K.A. Novy`e vy`sokoe`ffektivny`e dezinficiruyushhie preparaty` iz otkhodov kximicheskoy promy`shlennosti // Sovremenny`e problemy` i perspektivy` razvitiya agrarnoj nauki. Makhachkala, 2010. S. 399-402.
4. Mishhenko A.V., Mishhenko V.A., Shevkoplyas V.N. i dr. Problema biobezопасnosti stad krupnogo rogatogo skota myasny`kx porod // Veterinariya Kubani. 2016. № 1. S. 4-7.
5. Popov P.A. Dezinfektanty` na osnove stabil`ny`kx i metastabil`ny`kx veshhestv i ikh primeneniye v veterinarii: diss... d-ra vet. nauk. M., 2021. 426 s

6. Popov N.I., Michko S.A., SHHerbakova G.SH. i dr. Oczenka e`ffektivnosti dezinficiruyushhego sredstva Forbicid // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigeny` i e`kologii». 2018. № 2 (26). S. 25
7. Sajpullaev M.S., Baty`rova A.M. Dezinfekcionnaya e`ffektivnost` gashenoj izvesti s kxloridom natriya // Vestnik Rossijskoj sel`skokhozyajstvennoj nauki. 2020. № 2. S. 58.
1. Zalikhanov M.Ch., Bittirov A.M., Begieva S.A. Sovremenny`e biologicheskie ugrozy` I mirovy`e reglamente` dlya obespecheniya biobezопасnosti produkcii zhivotnovodstva // Materialy` Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferenczii s mezhdunarodny`m uchastiem «Selekcziya na sovremenny`kx populyacziyakx otechestvennogo molochno-go skota kak osnova importozameshheniya zhivotnovodcheskoj produkcii». Belgorod, 2018. S. 245-253.

### **Информация об авторах**

Пирожихин В.А. – аспирант.

Щербакoвa Г.Ш. – канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник.

Шутеева Е.Н. – научный сотрудник.

Коняшкина А.В. – лаборант-исследователь.

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

Грузнов Д.В. – канд. вет. наук, старший научный сотрудник.

### **Information about the authors**

Pirozhikhin V.A. – postgraduate student.

Shcherbakova G.Sh. – Cand. Biol. Sci., Leading research associate.

Shuteeva E.N. – researcher.

Konyashkina A.V. – laboratory assistant-researcher.

Popov N.I. – Dr. Vet. Sci., Prof., Deputy head of the Institute, Head of the laboratory.

Gruznov D.V. – Cand. Vet. Sci., Senior Researcher.

### **Вклад авторов**

Пирожихин В.А. – проведение лабораторных испытаний.

Щербакoвa Г.Ш. – проведение лабораторных испытаний, написание статьи.

Шутеева Е.Н. – проведение лабораторных испытаний.

Коняшкина А.В. – проведение лабораторных испытаний.

Попов Н.И. – общее руководство, постановка цели работы.

Грузнов Д.В. – проведение лабораторных испытаний, корректировка статьи.

### **Contribution of the authors**

Pirozhikhin V.A. – conducting laboratory tests.

Sherbakova G.Sh. – conducting laboratory research, writing of the article.

Shuteeva E.N. – conducting laboratory tests.

Konyashkina A.V. – conducting laboratory tests.

Popov N.I. – scientific guidance in conducting research, setting the goal of the work.

Gruznov D.V. – conducting laboratory tests, correcting the article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 15.11.2023; одобрена после рецензирования 10.01.2024. Дата опубликования: 28.03.2024.

The article was submitted 15.11.2023; approved after reviewing 10.01.2024. Date of publication 28.03.2024.

Научная статья

УДК 619:614.48

doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401002

EDN: CBMMIC

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ СРЕДСТВА ДЕЗИНФЕКСАН В ОТНОШЕНИИ ООЦИСТ ПРОСТЕЙШИХ НА ОБЪЕКТАХ ВЕТЕРИНАРНОГО НАДЗОРА

*Самат Карабаевич Шибитов<sup>1</sup>, Ольга Владиславовна Петрова<sup>2</sup>, Ринат Туктарович Сафиуллин<sup>3</sup>,  
Владимир Олегович Бондаренко<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> Научный центр ветеринарной паразитологии и терапии,  
Москва 108830, Российская Федерация

<sup>2</sup> Апиценна, Москва 105066, Российская Федерация

<sup>3</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной  
и прикладной паразитологии животных и растений – филиал ФНЦ ВИЭВ  
имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук,  
Москва 117218, Российская Федерация

<sup>4</sup> Всероссийский государственный Центр качества и стандартизации  
лекарственных средств для животных и кормов (ФГБУ ВГНКИ)  
Москва 123022, Российская Федерация

<sup>1</sup> samshib@ya.ru

<sup>2</sup> info@apicenna.ru

<sup>3</sup> info@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0450-5527>

<sup>4</sup> v.bondarenko@vgnki.ru, <http://orcid.org/0000-0002-2086-6202>

**Аннотация.** В статье приведены результаты изучения распространенности эймериоза у молодняка крупного рогатого скота в хозяйствах Московской области, а также испытания эффективности средства Дезинфексан против ооцист эймерий (*Eimeria* spp.) при экспериментальном заражении и в производственных условиях. Проведенные исследования показали, что в условиях Московской области молодняк крупного рогатого скота инвазирован паразитическими простейшими, среди которых на первом месте – *Eimeria* spp. Интенсэффективность (ИЭ) Дезинфексана 1%-й концентрации против спорулированных ооцист эймерий телят составила 91,65%, 2%-й концентрации – 97,65%, 3%-й концентрации – 100%. Препарат, взятый в качестве базового, – фенол, против эймерий телят показал эффективность 72,2%.

**Ключевые слова:** ооцисты, эймериоз, дезинфексан, фенол, интенсэффективность

**Для цитирования:** Шибитов С.К., Петрова О.В., Сафиуллин Р.Т., Бондаренко В.О. Эффективность средства Дезинфексан в отношении ооцист простейших на объектах ветеринарного надзора // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2024. № 1 (49). С. 14–19. doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401002  
EDN: CBMMIC

Original article

## THE EFFECTIVENESS OF THE DISINFECSAN AGAINST PROTOZOAN OOCYSTS AT VETERINARY SURVEILLANCE FACILITIES

*Samat K. Shibitov<sup>1</sup>, Olga V. Petrova<sup>2</sup>, Rinat T. Tsafiullin<sup>3</sup>,  
Vladimir O. Bondarenko<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> Scientific Center for Veterinary Parasitology and Therapy,  
Moscow, 108830, Russian Federation

<sup>2</sup> Apicenna, Moscow 105066, Russian Federation

<sup>3</sup> The All-Russian Research Institute of Fundamental and Applied Parasitology of Animals and  
Plants – branch of the K.I. Scriabin and Ya.R. Kovalenko Federal Research Center  
of the Russian Academy of Science, Moscow 117218, Russian Federation

<sup>4</sup> All-Russian State Center for the Quality and Standardization of Medicines for Animals and Feeds,  
Moscow 123022, Russian Federation

<sup>1</sup> samshib@ya.ru

<sup>2</sup> info@apicenna.ru

<sup>3</sup> info@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0450-5527>

<sup>4</sup> v.bondarenko@vgnki.ru, <http://orcid.org/0000-0002-2086-6202>

**Abstract.** The article presents the results of studying the prevalence of eimeriosis of young cattle in the farms of the Moscow region, as well as testing the effectiveness of the Disinfexan agent against *Eimeria* oocysts (*Eimeria* spp.) during experimental infection and in production conditions. The conducted studies have shown that in the conditions of the Moscow region, young cattle are invaded by parasitic protozoa, among which *Eimeria* spp is in the first place. The intensity efficiency (IE) of Disinfexane in 1% concentration against sporulated oocysts of calves was 91.65%, in 2% concentration – 97.65%, in 3% concentration – 100%. The drug taken as a base, phenol, showed only 72.2% effectiveness against calves' eimeria

**Keywords:** oocysts, eimeriosis, disinfexan, phenol, intensity efficiency

**For citation:** Shibitov S.K., Petrova O.V., Tsafullin R.T., Bondarenko V.O. The effectiveness of the Disinfexan against protozoan oocysts at veterinary surveillance facilities // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2024. № 1 (49). P. 14–19 (In Russ.). doi: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202401002  
EDN: CBMMIC

### Введение

В условиях интенсивного ведения животноводства увеличению поголовья и повышению продуктивности животных часто препятствуют различные паразитарные болезни. Среди них у крупного рогатого скота (КРС) особое место занимают простейшие, гельминты и эктопаразиты, которые имеют достаточно широкое распространение. Из паразитических простейших чаще всего встречаются эймерии, криптоспоридии и букстонеллы, которые поражают животных разного возраста, но наибольшее отрицательное действие на организм они оказывают у молодняка.

Эймериоз – паразитарная болезнь молодняка животных и человека, вызываемая простейшими рода *Eimeria*. Экономический ущерб животноводству складывается из значительного снижения продуктивности (от 12 до 30%) и высокой смертности животных (от 10 до 100%). Проблеме распространения эймериоза среди скота в России и странах СНГ посвящены работы [1, 2, 5, 6, 9, 10]. У крупного рогатого скота описано около 16 видов возбудителей эймериоза. При этом простейшие ло-

кализуются в эпителиальных клетках кишечника. Если животных не лечить и не профилактировать заболевание, процент гибели от эймериозной инвазии очень высокий, что наносит значительный экономический ущерб животноводству.

При лечении кокцидиоза различные кокцидиостатики эффективно уничтожают простейших *in vivo*, тогда как обеззараживание внешней среды от ооцист кокцидий представляет собой трудную задачу, в основном из-за отсутствия эффективных препаратов для дезинвазии. Представляет интерес проверить эффективность применения для уничтожения ооцист простейших известной композиции глутарового альдегида и четвертичных аммониевых соединений (ЧАС), зарекомендовавшую себя как высокоэффективное дезинфицирующее средство.

### Материалы и методы

**Препарат.** Дезинфексан по внешнему виду представляет собой прозрачную жидкость от бесцветного до желтого цвета. Содержит в качестве действующих веществ глутаровый альдегид – 100 мг/мл, алкилдиметилбензиламмония хло-

рид – 170 мг/мл, дидецилдиметиламмония хлорид – 80 мг/мл. Предназначен для дезинфекции объектов ветнадзора и профилактики инфекционных болезней животных. Дезинфексан – серия № 63040819, срок годности до 08.2022. В качестве препарата сравнения использовали фенол химически чистый в виде 4%-го раствора.

**Характеристика объекта исследования.** Экспериментальные животные: КРС (телята) черно-пестрой породы в возрасте 3 мес. Чтобы установить распространение инвазии – экстенсивность (ЭИ) и приготовить заражающую культуру *Eimeria* spp., отбирали пробы фекалий от 20 животных разных возрастных групп: телят до 30-суточного и до 6-месячного возраста, молодняк до 1 года и до 2 лет, коров и нетелей.

**Экспериментальная модель.** В опытах использована культура простейших *Eimeria* spp., выделенных от крупного рогатого скота.

**Место проведения.** Работу проводили в животноводческих хозяйствах Московской области, неблагополучных по простейшим КРС. Лабораторная часть работы выполнена в лаборатории санитарной паразитологии ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений имени К.И. Скрябина.

**Используемые методы, оборудование и проводимые измерения.** В данной работе пользовались утвержденными общепринятыми методами паразитологического, эпизоотологического и клинического обследования животных [2...4, 6, 7]. Исследование морфологических признаков ооцист и идентификацию видовой принадлежности эймерий КРС проводили по атласу [5]. Определяли экстенсивность (ЭИ) и интенсивность (ИИ) заражения молодняка КРС паразитическими простейшими и структуру сочленов паразитоценоза кишечника. Загрязненность объектов внешней среды ооцистами и цистами паразитических простейших устанавливали по результатам исследований соскобов с пола и стен станков, проходов, кормушек флотационным методом Фюллеборна и комбинированным методом Дарлинга.

Интенсивность эймериозной инвазии определяли путем подсчета ооцист в 1 г фекалий животных с использованием камеры Мак-Мастера.

Применяли разработанную методику *in vitro* на модели лизис-теста [8], определение рабочих (эффективных) концентраций изучаемого средства в сравнении со стандартным (базовым) дезинфектантом (4%-й раствор фенола). Фекалии отби-

рали у спонтанно зараженных *Eimeria* spp. телят 3...6-месячного возраста. Материал исследовали флотационным методом Фюллеборна. Для проведения лизис-теста применяли 1, 2 и 3%-е рабочие растворы Дезинфексана и 4%-й раствор фенола. В пробах зараженных фекалий подсчитывали ооцисты и эймерии. Культивирование проводили в термостате при температуре 26°C.

С целью заражения культурой ооцист эймерий телят 3-месячного возраста разбили на группы. Телятам 1, 2 и 3-й групп задавали по 5 мл суспензии эймерий (2500 экз/гол.), предварительно обработанной 1, 2 и 3%-ми растворами средства Дезинфексан через микрозонд. Телятам 4-й группы вводили 5 мл суспензии с ооцистами в такой же дозе, обработанной предварительно 4%-м раствором фенола (препарат сравнения). Телята 5-й группы получали по 5 мл суспензии, содержащей по 500 экз/мл ооцист *Eimeria* spp. (зараженный контроль). Телятам 6-й группы задавали по 5 мл дистиллированной воды, они служили незараженным контролем. В ходе опыта с 20-х по 25-е сутки после заражения определяли ооцисты эймерий в фекалиях телят флотационным методом Фюллеборна, посчитывали их с использованием камеры Мак-Мастера. Интенсивность (ИЭ) у телят опытных групп определяли по сравнению с числом ооцист от телят из группы зараженного контроля.

Производственное испытание эффективности средства Дезинфексан против ооцист эймерий телят проводили на тест-площадках площадью 1 м<sup>2</sup>. На них наносили по 1000 экз. ооцист в виде суспензии. На опытную площадку № 1 наносили средство Дезинфексан 2%-й концентрации при норме расхода 0,5 л/м<sup>2</sup> при экспозиции 2 ч. На площадку № 2 наносили 4%-й раствор фенола при норме 0,5 л/м<sup>2</sup> и экспозиции 2 ч. Площадка № 3 служила контрольной, и препараты для дезинвазии на нее не наносили. По истечении 2 ч со всей поверхности каждой площадки брали смывы для установления наличия ооцист.

### Результаты исследований и обсуждение

Результаты экспериментального определения активности и эффективности средства Дезинфексан. Телята молочного периода до 30-суточного возраста были свободны от *Eimeria* spp., но заражены на 15% простейшими других видов. Телята в возрасте от 3 до 6 мес были инвазированы *Eimeria* spp. от 10 до 35% (ЭИ), при низкой интенсив-



ности инвазии в среднем 640 экз. в 1 г фекалий (ИИ). У молодняка от 6 мес до 1 года показатель ЭИ колебался от 40,6 до 64,5%, при ИИ 835 экз/г фекалий. У молодняка от 1 года до 2 лет ЭИ колебалась от 30 до 45,5%, при ИИ 1015 экз/г фекалий. У нетелей и коров значение ЭИ колебалось от 25 до 36,4%, при ИИ 760 экз/г фекалий. Кроме простейших в пробах, полученных от телят 30-суточного возраста, находили личинок стронгилоидесов (*Strongyloides papillosus*), у молодняка до года, нетелей и взрослых коров до 2 лет – яйца стронгилят желудочно-кишечного тракта (*Strongylata* spp.), дикроцелий (*Dicrocoelium lanceatum*). Таким образом, структуру сочленов паразитоценоза у телят до 30-суточного возраста составляют: криптоспоридии и стронгилоидесы, у телят до 6-месячного возраста – эймерии. У молодняка до 1 и 2 лет: эймерии, букстонеллы и стронгиляты желудочно-кишечного тракта, дикроцелии. У молодняка КРС паразитируют три вида эймерий: *Eimeria ellipsoidalis* – 55%, *E. bovis* – 30%, *E. zuernii* – 15%, а также смешанная инвазия, которая была представлена разным их сочетанием.

При исследовании подопытных телят 1-й группы, которым задавали суспензию ооцист, предварительно обработанную 1%-м раствором Дезинфексана, ооцисты находили во все сроки исследования в количестве от 3 до 11 экз., в среднем – 6,8 экз. Количество ооцист в 1 г фекалий по данной группе достигало 1360 экз., что составляет 8,9% от контроля. ИЭ 1%-го раствора средства Дезинфексан составила 91,1%.

У телят 2-й группы, получивших ооцисты эймерий, обработанные 2%-м раствором Дезинфек-

сана, ооцисты находили на 2, 3 и 4-е сутки исследования. Средний показатель в одной камере за период исследований составил 1,8 экз., что соответствует 2,35%. ИЭ 2%-го раствора Дезинфексан составила 97,65%.

У телят 3-й группы, которым задавали суспензию ооцист, обработанную 3%-м раствором средства Дезинфексан, при исследовании проб фекалий ни в одном случае паразитов не находили, что свидетельствует о 100%-й эффективности средства Дезинфексан в данной концентрации против ооцист *Eimeria* spp.

У телят 4-й группы после применения суспензии ооцист эймерий, обработанной 4%-м раствором фенола (базовый препарат), ооцисты в фекалиях находили во все сроки исследований в количестве от 8 до 35 экз. в камере, а средний показатель в одной камере за период исследования составил 21,3. Число ооцист в 1 г фекалий по данной группе достигало 4260 экз., что составило 27,8% от контроля. ИЭ фенола 4%-й концентрации против ооцист *Eimeria* spp. крупного рогатого скота составила 72,2% (таблица).

Телята 5-й (контрольной) группы, получавшие 500 экз/мл во все сроки исследований выделяли *Eimeria* spp. в количестве от 22 до 134 экз. Средний показатель в одной камере за период исследований составил 76,5. Число ооцист в 1 г фекалий по данной группе составило 15 300 экз., и этот показатель мы использовали как исходный при расчете ИЭ.

Телята 6-й группы (незараженный контроль) во все сроки исследований оставались свободными от инвазии.

**Таблица. Эффективность средства Дезинфексан в разных концентрациях против ооцист *Eimeria* spp. телят**

**Table. The effectiveness of different concentrations of Disinfexan against *Eimeria* spp. oocysts calves**

Препарат	Группы животных/сроки исследований после применения суспензии (сут) и количество обнаруженных цист						Средний показатель в одной камере	Число ооцист в 1 г фекалий (x 200)	% от контроля	ИЭ, или % снижения
	1 (20)	2 (21)	3 (22)	4 (23)	5 (24)	6 (25)				
Дезинфексан 1%	3	5	6	7	11	9	6,8	1360	8,9	91,1
Дезинфексан 2%	–	2	5	4	1	–	1,8	360	2,35	97,65
Дезинфексан 3%	–	–	–	–	–	–	–	–	–	100
Фенол 4%	8	13	24	35	27	21	21,3	4260	27,8	72,2
Контроль зараженный	22	45	73	99	134	66	76,5	15300	100	–
Контроль не зараженный	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Производственное испытание эффективности средства Дезинфексан против ооцист эймерий телят. Результаты исследования в производственных условиях показали, что в чашке Петри, где были ооцисты эймерий телят из смыва, взятого с площадки № 1 после обработки 2%-м раствором средства Дезинфексан, было найдено 7 экз. спорулированных ооцист *Eimeria* spp., что составляет 3,5% от всех осмотренных. ИЭ испытанной концентрации Дезинфексана в производственном опыте – 96,5%.

При осмотре чашки Петри, где культивировали смыв с площадки № 2, которую обработали фенолом, спорулированных цист обнаружено 63 экз., что составляет 31,5% от всех осмотренных. ИЭ 4%-го раствора фенола в условиях производства составила 68,5%.

### Заключение

Проведенные исследования показали, что в условиях Московской области молодняк КРС инвазирован паразитическими простейшими, среди которых на первом месте – *Eimeria* spp.

Проведено испытание эффективности средства Дезинфексан в разных концентрациях по сравнению с рекомендованной концентрацией фенола в отношении спорулированных ооцист кокцидий на 20 экспериментально зараженных и 4 контрольных телятах 3-месячного возраста. ИЭ раствора Дезинфексана 1%-й концентрации против спорулированных ооцист эймерий телят составила 91,65%, 2%-й концентрации – 97,65%, 3%-й концентрации – 100%. Препарат, взятый в качестве базового, – фенол – против эймерий телят показал эффективность только 72,2%. В производственном опыте 2%-й раствор Дезинфексана показал 96,5% ИЭ, 4%-й раствор фенола – 68,5%.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Абдулмагомедов С. Ш., Рашидов А. А., Усарова Э. И. Эпизоотология кокцидиоза крупного рогатого скота в Прикаспийском регионе России // Основные проблемы, тенденции и перспективы развития сельскохозяйственного производства: матер. докл. науч.-практ. конф. Махачкала, 2006. Т. 2. С. 49–50.
2. Андрушко Е.А., Егоров С.В. Эпизоотологический мониторинг эймериоза молодняка крупного рогатого скота в хозяйствах Ивановской и прилегающих областях // Российский паразитологический журнал. 2015. № 2. С. 27–31.
3. Вершинин И.И. Кокцидиозы животных и их дифференциальная диагностика. Екатеринбург: Уральская ГСХА, 1996. 264 с.
4. Котельников Г.А. Гельминтологические исследования животных и окружающей среды. М.: Колос, 1984. С.52.
5. Крылов М.В. Определитель паразитических простейших. С.-Пб., 1996. 602 с.
6. Методические рекомендации по борьбе с эймериозами и изоспорозами животных. РАСХН. М., 1994. 30 с.
7. МУК 4.2.735-99 Паразитологические методы лабораторной диагностики гельминтозов и протозоозов.
8. Сафиуллин Р.Т., Шибитов С.К. Дезинвазия объектов внешней среды против цист паразитических простейших (*Buxtonella sulcata*) крупного рогатого скота // Российский паразитологический журнал. 2019. Т. 13. № 1. С. 64–74.
9. Kurtsoeva L. B. Gastrointestinal infections of calves. Veterinary science. 1991; (12): 35–37. (In Russ).
10. Lochkarev V. A. Eimeriosis of cattle. Veterinary science. 2000; (3): 33–34. (In Russ.).

## REFERENCES

1. Abdulmagomedov S. Sh., Rashidov A. A., Usarova E. I. E`pizootologiya kokczidioza krupnogo rogatogo skota v Prikaspijskom regione Rossii // Osnovny`e problemy`, tendenczii i perspektivy` razvitiya sel`skokhozyajstvennogo proizvodstva: mater. dokl. nauch.-prakt. konf. Makxachkala, 2006. T. 2. S. 49–50.
2. Andrushko E.A., Egorov S.V. E`pizootologicheskij monitoring e`jmerioza molodnyaka krupnogo rogatogo skota v kxozyajstvax Ivanovskoj i prilozhashhikx oblastyax // Rossijskij parazitologicheskij zhurnal. 2015. № 2. S. 27-31.
3. Vershinin I.I. Kokczidiozy` zhivotny`kx i ikx differenczial`naya diagnostika. Ekaterinburg: Ural`skaya GSKXA, 1996. 264 s.
4. Kotel`nikov G.A. Gel`mintologicheskije issledovaniya zhivotny`kx i okruzhayushhej sredy`. M.: Kolos, 1984. S.52.
5. Kry`lov M.V. Opredelitel` paraziticheskikx prostejshikx. S.-Pb., 1996. 602 s.
6. Metodicheskie rekomendaczii po bor`be s e`jmeriozami i izosporozami zhivotny`kx. RASKXN. M., 1994. 30 s.
7. MUK 4.2.735-99 Parazitologicheskije metody` laboratornoj diagnostiki gel`mintozov i protozoozov.
8. Safiullin R.T., Shibitov S.K. Dezinvaziya ob`ektov vneshnej sredy` protiv czist paraziticheskikx prostejshikx (*Buxtonella sulcata*) krupnogo rogatogo skota // Rossijskij parazitologicheskij zhurnal. 2019. T. 13. № 1. S. 64–74.

9. Kurtoeva L. B. Gastrointestinal infections of calves. *Veterinary science*. 1991; (12): 35–37. (In Russ).  
10. Lochkarev V. A. Eimeriosis of cattle. *Veterinary science*. 2000; (3): 33–34. (In Russ.).

### **Информация об авторах**

Шибитов С.К. – канд. вет. наук, директор ветеринарной клиники.  
Петрова О.В. – канд. вет. наук, ветеринарный врач ООО «Апиценна».  
Сафиуллин Р.Т. – д-р вет. наук, профессор, главный научный сотрудник.  
Бондаренко В.О. – д-р биол. наук, заведующий лабораторией.

### **Information about the authors**

Shibitov S.K. – Cand.Vet. Sci., Director of a veterinary clinic.  
Petrova O.V. – Can.Vet.Sci., Veterinarian of Apicenna LLC.  
Safiullin R.T. – Dr. Vet. Sci., Professor, Chief Researcher.  
Bondarenko V.O. – Dr. Biol. Sci., Head of the Laboratory.

### **Вклад авторов**

Шибитов С.К. – получение экспериментальных данных, редактирование статьи.  
Петрова О.В. – предоставление образцов препарата для исследований, анализ экспериментальных данных, подготовка первоначального варианта статьи.  
Сафиуллин Р.Т. – анализ экспериментальных данных, редактирование статьи.  
Бондаренко В.О. – компьютерный набор текста, редактирование статьи, перевод.

### **Contribution of the authors**

Shibitov S.K. – obtaining experimental data, editorial office of the article.  
Petrova O.V. – provision of drug samples for research, analysis of experimental data, editorial office of the article.  
Safiullin R.T. – analysis of experimental data, editorial office of the article.  
Bondarenko V.O. – computer typing, editorial office of the article, translation.

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

Статья поступила в редакцию 10.11.2023. одобрена после рецензирования 28.11.2023. Дата опубликования 28.03.2024.

The article was submitted 10.11.2023. approved after reviewing 28.11.2023. Date of publication 28.03.2024.

Обзорная статья  
УДК 619:614.48  
doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401003  
EDN: CCVBVX

## МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ АММОНИЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ДЕЗИНФЕКТАНТАХ

*Евгения Васильевна Шашнина<sup>1</sup>, Вероника Сергеевна Бабунова<sup>2</sup>,  
Петр Александрович Попов<sup>3</sup>*

<sup>1,2,3</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии,  
гигиены и экологии – филиал ФНЦ ВИЭВ РАН  
Москва 123022, Российская Федерация, E-mail: vniivshe@mail.ru*

<sup>1</sup> z\_shashnina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5119-0690>  
<sup>2</sup> veronikavniivs@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5506-9337>  
<sup>3</sup> popov.petr18@gmail.com <https://orcid.org/0000-0003-4155-0386>

**Аннотация.** Цель данной статьи – рассмотреть различные методы определения четвертичных аммониевых соединений (ЧАС), используемых для определения точного содержания веществ данной группы в различных дезинфектантах. Основные методы анализа включают: спектрофотометрию, хроматографию, электрофорез, электрохимические методы, биологические методы, гравиметрию, титрование. Выбор метода зависит от конкретных характеристик ЧАС, целей анализа и доступности оборудования. Химические методы, такие как титрование, спектрофотометрия, хроматография, предпочтительнее при анализе ЧАС, так как они более надежны и менее подвержены влиянию интерференции.

**Ключевые слова:** четвертичные аммониевые соединения, ЧАС, дезинфекция, титрование, методы определения, хроматография, спектрофотометрия

**Для цитирования:** Шашнина Е.В., Бабунова В.С., Попов П.А. Методы определения четвертичных аммониевых соединений в дезинфектантах // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2024. № 1 (49). С. 20–27.  
doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401003  
EDN: CCVBVX

Review article

## METHODS FOR DETERMINING QUATERNARY AMMONIUM COMPOUNDS IN DISINFECTANTS

*Evgeniya V. Shashnina<sup>1</sup>, Veronica S. Babunova<sup>2</sup>, Petr A. Popov<sup>3</sup>*

<sup>1,2,3</sup> *All-Russian Research Institute of 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> z\_shashnina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5119-0690>  
<sup>2</sup> veronikavniivs@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5506-9337>  
<sup>3</sup> popov.petr18@gmail.com <https://orcid.org/0000-0003-4155-0386>

**Abstract.** The aim of this article was to review various methods for the determination of quaternary ammonium compounds (QACs), used to determine the exact content of this group of substances

in various disinfectants. The main methods of analysis include: spectrophotometry, chromatography, electrophoresis, electrochemical methods, biological methods, gravimetry, titration. The choice of method depends on the specific characteristics of the QACs, the purpose of the analysis and the availability of equipment. Chemical methods such as titration, spectrophotometry, chromatography are preferred at analyzing QACs, as they are usually more reliable and less susceptible to interference.

**Keywords:** quaternary ammonium compounds, QACs, disinfection, titration, determination methods, chromatography, spectrophotometry

**For citation:** Shashnina E.V., Babunova V.S., Popov P.A. Methods for determining quaternary ammonium compounds in disinfectants // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2024. № 1 (49). P. 20–27 (In Russ.). doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401003 EDN: CCVBVX

### **Введение**

Четвертичные аммониевые соединения (ЧАС) применяются чрезвычайно широко. Их используют в различных областях, таких как фармацевтика, биохимия, а также в качестве адсорбентов и консервантов. В ветеринарии и санитарии они помогают поддерживать высокие стандарты гигиены, обеззараживая оборудование и помещения [1...3]. ЧАС обладают длительным эффектом и могут быть использованы для дезинфекции различных поверхностей [9...11, 27]. Их способность уничтожать различные микроорганизмы делает их важным инструментом в борьбе с возбудителями инфекций [4, 8]. ЧАС эффективны даже в низких концентрациях, что делает их использование экономически выгодным [2, 9, 27]. Оптимальная технология применения таких средств позволяет обеспечить максимальную эффективность и удобство использования. Разработка новых дезинфицирующих средств и изучение их эффективности – это важная задача, особенно в области санитарии и гигиены. Систематические исследования и сотрудничество между научными и производственными учреждениями способствуют решению этой важной задачи [4...7].

Когда речь идет о необходимости контроля концентрации ЧАС и их соответствия техническим условиям (ТУ), имеется в виду несколько важных аспектов.

1. **Баланс между обеспечением качества продукции и соблюдением нормативных требований.** Контроль концентрации ЧАС в продукции необходим для обеспечения качества в соответствии с установленными техническими стандартами, точное соответствие ТУ является критическим параметром. Данный аспект включает в себя также ограничения по максимально допустимым концентрациям ЧАС.

2. **Безопасность и экологическая безопасность.** В высоких концентрациях ЧАС могут представлять опасность для здоровья человека, животных и окружающей среды. Контроль обеспечивает соблюдение норм безопасности и экологических стандартов.

Точно установить концентрацию веществ можно с помощью различных технологий и методик: химических анализов, спектральных методов, хроматографии и др. Использование различных методов анализа обеспечивает не только соответствие стандартам, но и позволяет оперативно реагировать на любые изменения концентрации соединений.

В данной статье авторами рассмотрены методы определения ЧАС в различных средствах (косметические и дезинфицирующие) и веществах.

### **Методики определения четвертичных аммониевых соединений**

Методики определения ЧАС могут основываться на различных принципах и подходах. Основные методы анализа включают: спектрофотометрию, хроматографию, электрофорез, электрохимические методы, биологические методы, гравиметрию, титрование. Выбор метода зависит от конкретных характеристик ЧАС, целей анализа и доступности оборудования. Комбинированный подход, использующий несколько методов, часто применяют для повышения надежности результатов и более полного представления о составе и концентрации в образце, а также помогает учесть физико-химические свойства различных ЧАС, что особенно важно при анализе сложных смесей.

**Титрование** представляет собой метод определения концентрации химического вещества путем реакции его с известным реагентом. Определение ЧАС титрованием является весьма точным и распространенным методом, поскольку он прост в использовании и доступен. Для определения

концентрации ЧАС методом титрования необходимо выбрать реагент, который будет реагировать с аммониевой группой в соединении.

Процесс титрования ЧАС состоит из следующих шагов:

- подготовка раствора ЧАС;
- подготовка реагента и определение его точной концентрации;
- измерение начального объема реагента, который будет использоваться для титрования;
- постепенное добавление реагента в раствор ЧАС до момента, когда реагент полностью реагирует с аммониевыми группами и происходит изменение окраски или появление другого видимого признака. Реагент добавляют к исследуемому образцу, пока не будет достигнуто равновесие окрашивания или изменения окраски;
- измерение конечного объема реагента;
- расчет концентрации ЧАС по формуле уравнения титрования, учитывая начальный и конечный объемы реагента и его концентрацию.

Важно точно следовать указанным шагам и проводить титрование в оптимальных условиях, чтобы получить достоверные результаты определения концентрации ЧАС.

Для определения ЧАС используют анионные титранты. Так, в большинстве случаев применяют методики анализа, основанные на методе двухфазного титрования [12, 14, 24, 26]. В основе метода количественного определения ЧАС двухфазным титрованием лежит взаимодействие катионоактивных ЧАС с анионоактивным додецилсульфатом натрия.

Массовую долю ЧАС  $X$  (%) вычисляют по формуле:

$$X = \frac{V \cdot 0,004 \cdot M}{1000 \cdot m}$$

где:  $V$  – объем раствора додецилсульфата натрия концентрации 0,004 моль/л, израсходованный на титрование, см<sup>3</sup>;  $M$  – молекулярная масса определяемого ЧАС;  $m$  – масса навески средства, взятая для анализа, г.

Указанные варианты титрования позволяют количественно определять ЧАС. Они описаны в ТУ и инструкциях по применению различных дезинфицирующих средств, содержащих ЧАС, которые применяют на различных ветеринарных объектах, мясокомбинатах и др. [14, 15].

**Спектрофотометрия** – это метод анализа веществ, основанный на изучении спектров поглощения в ультрафиолетовой, видимой и инфра-

красной областях спектра. При определении ЧАС применяют метод спектрофотометрии в видимой области спектра. Используют различные длины волн и реагенты, чтобы определить концентрацию целевого соединения [16]. Спектрофотометрия позволяет достаточно точно и быстро определить концентрацию ЧАС в образцах.

Процедура обычно включает следующие шаги:

- подготовка образца: образец должен быть хорошо очищен от примесей и растворен в соответствующем растворителе;
- измерение базового спектра: образец помещают в кювету, которую затем располагают в спектрофотометре. Измеряют базовый спектр поглощения или пропускания света для образца в пределах видимой области спектра (обычно от 400 до 700 нм);
- подготовка стандартных растворов: готовят различные стандартные растворы ЧАС известных концентраций;
- построение калибровочных кривых: для каждого стандартного раствора измеряют спектр поглощения или пропускания света. Полученные данные используют для построения калибровочной кривой, которая связывает концентрацию аммониевого соединения с показаниями спектрофотометра;
- измерение неизвестного образца: неизвестный образец помещают в кювету и измеряют его спектр. Используя калибровочную кривую, определяется концентрация ЧАС в образце.

**Хроматография** – это метод разделения и определения различных соединений. Для определения ЧАС обычно применяют газовую или жидкостную хроматографию. Эти методы позволяют разделять аналиты на основе физических и химических свойств и определять их концентрацию. Оба метода основаны на разделении смеси анализируемых веществ на составляющие компоненты и последующем определении их количества или концентрации.

**Газовая хроматография** (ГХ) основана на разделении анализируемых соединений между газовой фазой, которая является подвижной, и стационарной фазой, представляющей собой наполнитель внутри колонки. ЧАС могут быть анализированы с использованием этого метода при условии, что они достаточно устойчивы в газовой фазе.

**Жидкостная хроматография** (ЖХ) основана на разделении смеси анализируемых веществ на составляющие компоненты, используя различие взаимодействия этих компонентов с подвижной (жидкая) и не-

подвижной (стационарная) фазами. Жидкостная хроматография может быть применена для определения ЧАС, если они растворимы в используемой жидкой фазе и взаимодействуют с неподвижной фазой [17].

Оба метода обладают высокой чувствительностью и способностью к разделению даже сложных смесей анализируемых соединений. Однако выбор метода (газовая или жидкостная хроматография) зависит от конкретных требований к анализу и свойств анализируемого вещества [18, [19].

Еще один метод – *ионная хроматография*, которую используют для разделения и определения ионов. Она основана на различии взаимодействий ионов со стационарной и мобильной фазами.

Ионная хроматография основана на использовании ионных обменников, которые имеют способность взаимодействовать с ионами в растворе и элюировать их на основе различий во взаимодействиях с мобильной фазой. ЧАС являются ионными соединениями с положительным зарядом. В этом методе образец, содержащий ионы ЧАС, проходит через колонку, где ионы взаимодействуют с обменником и задерживаются на его поверхности. Затем, после прохождения мобильной фазы через колонку, ионы ЧАС элюируют и регистрируют с помощью детектора, такого как ультрафиолетовый или кондуктометрический датчик [20].

**Электрофорез** – это метод разделения молекул на основе их заряда и размера. Для определения ЧАС может применяться гель-электрофорез. Этот метод позволяет разделить аналиты и определить их концентрацию. Принцип работы: при подаче электрического поля на пробу заряженные молекулы начинают ориентироваться и двигаться в направлении электрического поля. Из-за различий в заряде и размере молекул, они будут двигаться с различными скоростями, что позволяет разделить их на разные фракции.

Для определения ЧАС в электрофорезе используют специальные гелеобразующие матрицы, которые создают пористую структуру. Пробу с аналитами наносят на гель, после чего подают электрическое поле. Заряженные молекулы начинают двигаться через поры геля и разделяются в зависимости от своего заряда и размера. Таким образом, ЧАС можно разделить и определить их концентрацию или наличие в пробе [21...23].

**Биологические методы** определения ЧАС включают следующие подходы.

**Микробные биосенсоры:** микроорганизмы, такие как бактерии или грибы, могут быть модифициро-

ваны для создания биосенсоров, способных определять присутствие ЧАС. Механизм работы таких биосенсоров включает детекцию изменений в росте, метаболизме или электрохимических свойствах микроорганизмов в присутствии ЧАС. Это достигается путем генетической инженерии или биотехнологических методов, которые позволяют внести изменения в генетический материал микроорганизмов. Например, можно внести изменения в генетическую структуру микроорганизмов, чтобы они вырабатывали специфические белки или ферменты, которые реагируют на ЧАС и производят измеримую реакцию, такую как изменение цвета или света.

**Ферментативные анализы** основаны на использовании ферментов, таких как оксидазы, для определения наличия или концентрации ЧАС в образце. Ферменты могут взаимодействовать с ЧАС, вызывая изменения светоотражения, цвета или флуоресценции, которые можно измерить с помощью специального оборудования. Этот метод характеризуется высокой чувствительностью и специфичностью.

**Иммунохимические методы** основаны на использовании антител, специфичных к ЧАС. Антитела связываются с ЧАС, образуя комплексы, которые можно затем обнаружить, например, с использованием ферментов или меток, которые обеспечивают сигналы для количественной оценки.

**Биологические тесты на биоиндикацию** основаны на использовании некоторых видов живых организмов в качестве биоиндикаторов для определения присутствия ЧАС. Например, растения, такие как плавающие микроводоросли, могут изменять свое поведение или физиологические параметры в ответ на наличие этих соединений в окружающей среде.

Важно отметить, что биологические методы определения ЧАС крайне чувствительны и весьма специфичны, требуют определенных условий, обучения персонала и времени для проведения и интерпретации результатов. Биологические методы анализа редко используют для определения концентрации ЧАС из-за определенных сложностей. Так, Сильвермен и Косиковский описали методику определения ЧАС по их действию на рост организмов, пользуясь техникой анализа в чашках [24].

**Гравиметрические методы** обычно основаны на взвешивании осадка и могут быть очень надежными при правильной калибровке и контроле условий проведения анализа. Так, Линкольн и Чинник описали весовой микрометод определения поверхностно-активных соединений четвертичного аммония осаждением в виде фосфатоволь-

фраматов. Осажденный комплекс отфильтровывают, сушат при температуре 105°C и взвешивают. Затем его прокаливают, чтобы превратить в фосфорновольфрамную кислоту, и снова взвешивают [25]. Гравиметрический метод определения ЧАС основан на их осаждении гетерополикислотами. Раздельное определение катионоактивных и неионогенных ПАВ этим методом возможно при использовании катионообменной смолы. Цетилтриметиламмоний бромид (ЦТАБ) при этом полностью осаждается на смоле, а неионогенные (НПАВ), связанные фосфорновольфрамной кислотой, определяются гравиметрически [25].

**Электрохимические методы** основаны на измерении электрических свойств ЧАС. Электроанализ включает в себя несколько методов.

**Вольтамперометрия** – это метод, основанный на измерении тока, проходящего через электрод при изменении его потенциала. Этот метод позволяет определить концентрацию вещества, основываясь на изменении тока при изменении потенциала электрода.

**Амперометрия** – это метод, основанный на измерении силы тока, проходящего через электрод при постоянном потенциале. Этот метод позволяет определить концентрацию вещества, основываясь на изменении силы тока при изменении концентрации.

**Кулонометрия** – это метод, основанный на определении количества вещества, расходуемого или выделяющегося в результате электрохимической реакции при определенной потенциальной разности. Этот метод позволяет определить концентрацию вещества, основываясь на количестве вещества, участвующего в реакции.

**Потенциостатические методы** – это методы, основанные на поддержании заданного потенциала на электроде и измерении силы тока, протекаю-

щего через него при этом потенциале. Эти методы позволяют определить концентрацию вещества, основываясь на изменении силы тока при изменении потенциала электрода.

Перечисленные методы используют электрические сигналы для определения концентрации соединений [26]. Электрические методы анализа редко используют для определения концентрации ЧАС из-за сложностей, связанных с необходимостью разрабатывать специализированные электроды или датчики, которые были бы чувствительны к конкретным ЧАС. Кроме того, интерференция от других ионов в растворе также может создавать проблемы для точного измерения концентрации ЧАС.

### Заключение

При анализе ЧАС предпочтительнее химические методы, такие как титрование, спектрофотометрия, хроматография, так как они более надежны и менее подвержены влиянию интерференции.

В зависимости от конкретных требований и характеристик анализа, выбор метода может варьироваться. Обычно необходимо проводить калибровку и валидацию метода, чтобы обеспечить точность и надежность результатов. Следует отметить, что наличие и выбор реагентов, оборудования и последовательность процесса могут быть индивидуально адаптированы в каждом конкретном случае.

Работа выполнена в соответствии с Государственным заданием по теме: FGUG-2022-0008 «Научно обосновать и разработать новые методы, средства и технологии обеспечения устойчивого ветеринарно-санитарного благополучия животноводства».

Регистрационный номер НИОКТР в ЦИТИС 122042700106-1.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Нехайчик Ф.М., Мингалеев Д.Н., Матросова Л.Е. и др. Изучение антимикробной активности новых дезинфицирующих средств из группы четвертичных аммониевых соединений // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2020. Т. 244. № 4.
2. Неволин Ф.В. Химия и технология синтетических моющих средств. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Пищ. промышленность, 1971. 183 с.
3. Шкарин В.В., Ковалишина О.В., Благодрава А.С. и др. Формирование устойчивости бактерий к четвертичным аммониевым соединениям в экспериментальных условиях // Медицинский альманах. 2012. №3 (22). С. 55-60.
4. Guodong Wang, Ling Yang, Libin Jiang et al. A new class of quaternary ammonium compounds as potent and environmental friendly disinfectants // J. of Cleaner Production. 2022. V. 379. Part 1.
5. Койчуев А.У., Попов Н.И. Изучение дезинфекционной эффективности средства «Биодезэкстра ДВУ» в лабораторных условиях // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2014. № 1 (11). С. 53-56.



6. Сайтуллаев М.С., Попов Н.И. Производственные испытания растворов препарата «Дезакар» // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2013. № 1(9). С. 38-41.
7. Попов П.А. Дезинфектанты на основе стабильных и метастабильных веществ и их применение в ветеринарии: дисс... д-ра вет. наук. М., 2021. 426 с.
8. Yuhan Mai, Zhiyou Wang, Yang Zhou et al. From disinfectants to antibiotics: Enhanced biosafety of quaternary ammonium compounds by chemical modification // J. of Hazardous Materials. 2023. V. 460.
9. Алтыев А., Альтымухаммедова Б. Четвертичные аммонийные соединения // Международный научный журнал «Вестник науки». 2023. № 1 (58). Т.2.
10. Нехайчик Ф.М. Изучение фармако-токсикологических свойств четвертичного аммониевого соединения, входящего в состав дезинфицирующего средства // Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. 2021. № 3.
11. Георгиевский В.П. Технология и стандартизация лекарств. Харьков: Рипрег. 1996. Т. 2. С. 544.
12. Опарин П.С., Тюрнева Н.А., Шентунов С.И. и др. Прошлое, настоящее и будущее четвертичных аммониевых соединений: Дезинфектология на современном этапе. ВС НЦ СО РАМН. Иркутск, 2003.
13. ГОСТ Р 57474-2017 Дезинфектология и дезинфекционная деятельность. Химические дезинфицирующие средства и антисептики. Методы определения четвертичных аммониевых соединений. М.: Стандартинформ.
14. Субботина О.Г., Донник И.М., Вялых И.В. К вопросу о токсичности препаратов на основе четвертичных аммониевых соединений // Ветеринария Кубани. 2013. № 6. С. 17-18.
15. Tadao Sakai. Spectrophotometric determination of quaternary ammonium salts by a flow injection method coupled with thermochromism of ion associates // Analyst. 1992. 117. P. 211-214.
16. Zhong Min Li, Mathusa Lakuleswaran, Kurunthachalam Kannan. LC-MS/MS methods for the determination of 30 quaternary ammonium compounds including benzalkonium and paraquat in human serum and urine // J. Chromatogr B. Analyt. Technol. Biomed. Life Sci., 2023 Jan.
17. Амелин В.Г., Большаков Д.С. Определение четвертичных аммониевых соединений в пищевых продуктах методом ультравысокоэффективной жидкостной хроматографии/масс-спектрометрии высокого разрешения // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2020. Т. 86. № 8. С. 23-31
18. Амелин В.Г., Майя М., Большаков Д.С. Микроэкстракционно-цветометрическое определение четвертичных аммониевых соединений в лекарственных и дезинфицирующих средствах // Вестник Московского университета. Серия 2. Химия. 2021. № 2.
19. Немировский А.М. Разработка ионометрической методики определения четвертичных аммониевых солей // Аналитическая химия. 2004 (novedu@yahoo.com) <https://www.freechemistry.ru/ionmet.htm>.
20. Крылов А.В., Сыромятников П.А., Токарева А.А. и др. Применение метода высокоэффективного капиллярного электрофореза для количественного определения мономерных и полимерных форм аминов и четвертичных аммониевых солей. Актуальные вопросы органической химии и биотехнологии. Екатеринбург, 2020. <http://hdl.handle.net/10995/96905>.
21. Taylor R.B., Toasaksiri S., Reid R.G. Determination of antibacterial quaternary ammonium compounds in lozenges by capillary electrophoresis // J. of Chromatography A. V. 798. Issues 1–2. 6 March 1998. P. 335-343.
22. Weiss C.S., Hazlett J.S., Datta M.H., Danzer M.H. Determination of quaternary ammonium compounds by capillary electrophoresis using direct and indirect UV detection // J. of Chromatography A Vo. 608. Issues 1–2. 11 September 1992. P. 325-332.
23. Демлов Э., Демлов З. Межфазный катализ. М.: Мир, 1987. 22 с.
24. Черонис Н.Д., Ма Т.С. Микро- и полумикрометоды органического функционального анализа. М.: Химия, 1973. 232 с.
25. Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества. Л.: Химия, 1981. С. 94-95, 141-146.
26. Xiaoyun Z., Yuxin S., Yinhang Z. et al. A quinoline-based quaternary ammonium salt dimer as corrosion inhibitor for N 80 steel in lactic acid solution // J. of Molecular Structure. V. 1290. 15 October. 2022.
27. Бердичевский Е.Г. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки материалов. М.: Машиностроение 1984. 210 с.

## REFERENCES

1. Nekhajchik F.M., Mingaleev D.N., Matrosova L.E. i dr. Izuchenie antimikrobnoy aktivnosti novy`kx dezinficiruyushihx sredstv iz gruppy` chetvertichny`kx ammonievuy`kx soedinenij // Ucheny`e zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj medicziny` im. N.E`. Baumana. 2020. T. 244. №. 4.
2. Nevolin F.V. Kximiya i tekhnologiya sinteticheskix moyushhikx sredstv. 2-e izd., pererab. i dop. М.: Pishh. promy`shlenost`, 1971. 183 s.

3. Shkarin V.V., Kovalishena O.V., Blagonravova A.S. i dr. Formirovanie ustojchivosti bakterij k chetvertichny'm ammonievym soedineniyam v e'ksperimental'ny'kx usloviyaxk // Mediczinskij al'manaxk. 2012. №3 (22). S. 55-60.
4. Guodong Wang, Ling Yang, Libin Jiang et al. A new class of quaternary ammonium compounds as potent and environmental friendly disinfectants // J. of Cleaner Production. 2022. V. 379. Part 1.
5. Kojchuev A.U., Popov N.I. Izuchenie dezinfekcionnoj e'ffektivnosti sredstva «Biodeze'kstra DVU» v laboratorny'kx usloviyaxk // Rossijskij zhurnal «Problemy' veterinarnoj sanitarii, gigieny' i e'kologii». 2014. № 1 (11). S. 53-56.
6. Sajpullaev M.S., Popov N.I. Proizvodstvenny'e ispy'taniya rastvorov preparata «Dezakar» // Rossijskij zhurnal «Problemy' veterinarnoj sanitarii, gigieny' i e'kologii». 2013. № 1(9). S. 38-41.
7. Popov P.A. Dezinfektanty' na osnove stabil'ny'kx i metastabil'ny'kx veshhestv i ikx primenenie v veterinarii: diss... d-ra vet. nauk. M., 2021. 426 s.
8. Yuhan Mai, Zhiyou Wang, Yang Zhou et al. From disinfectants to antibiotics: Enhanced biosafety of quaternary ammonium compounds by chemical modification // J. of Hazardous Materials. 2023. V. 460.
9. Alty'ev A., Al'ty'mukammedova B. CHetvertichny'e ammonijny'e soedineniya // Mezhdunarodny'j nauchny'j zhurnal «Vestnik nauki». 2023. № 1 (58). T.2.
10. Nekxajchik F.M. Izuchenie farmako-toksikologicheskikx svojstv chetvertichnogo ammonievogo soedineniya, vxo-odyashhego v sostav dezinficiruyushhego sredstva // Ucheny'e zapiski KGAVM im. N.E'. Baumana. 2021. № 3.
11. Georgievskij V.P. Tekhnologiya i standartizaciya lekarstv. Kxar'kov: Rireg. 1996. T. 2. S. 544.
12. Oparin P.S., Tyurueva N.A., Sheptunov S.I. i dr. Proshloe, nastoyashhee i budushhee chetvertichny'kx ammoniev'kx soedinenij: Dezinfektologiya na sovremennom e'tape. VS NCZ SO RAMN. Irkutsk, 2003.
13. GOST R 57474-2017 Dezinfektologiya i dezinfekcionnaya deyatel'nost'. KXimicheskie dezinficiruyushhie sredstva i antiseptiki. Metody' opredeleniya chetvertichny'kx ammoniev'kx soedinenij. M.: Standartinform.
14. Subbotina O.G., Donnik I.M., Vyaly'kx I.V. K voprosu o toksichnosti preparatov na osnove chetvertichny'kx ammoniev'kx soedinenij // Veterinariya Kubani. 2013. № 6. S. 17-18.
15. Tadao Sakai. Spectrophotometric determination of quaternary ammonium salts by a flow injection method coupled with thermochromism of ion associates // Analyst. 1992. 117. P. 211-214.
16. Zhong Min Li, Mathusa Lakuleswaran, Kurunthachalam Kannan. LC-MS/MS methods for the determination of 30 quaternary ammonium compounds including benzalkonium and paraquat in human serum and urine // J. Chromatogr B. Analyt. Technol. Biomed. Life Sci., 2023 Jan.
17. Amelin V.G., Bol'shakov D.S. Opredelenie chetvertichny'kx ammoniev'kx soedinenij v pishhev'kx produktaxk metodom ul'trav'ysokoe'ffektivnoj zhidkostnoj kxromatografii/mass-spektrometrii vy'sokogo razresheniya // Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov. 2020. T. 86. № 8. S. 23-31
18. Amelin V.G., Majya M., Bol'shakov D.S. Mikroek'strakcionno-czvetometricheskoe opredelenie chetvertichny'kx ammoniev'kx soedinenij v lekarstvenny'kx i dezinficiruyushhikx sredstvaxk // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 2. KXimiya. 2021. № 2.
19. Nemirovskij A.M. Razrabotka ionometricheskoj metodiki opredeleniya chetvertichny'kx ammoniev'kx solej // Analiticheskaya kximiya. 2004 (novedu@yahoo.com) <https://www.freechemistry.ru/ionmet.htm>.
20. Kry'lov A.V., Sy'romyatnikov P.A., Tokareva A.A. i dr. Primenenie metoda vy'sokoe'ffektivnogo kapillyarnogo e'lektroforeza dlya kolichestvennogo opredeleniya monomerny'kx i polimerny'kx form aminov i chetvertichny'kx ammoniev'kx solej. Aktual'ny'e voprosy' organicheskoj kximii i biotekhnologii. Ekaterinburg, 2020. <http://hdl.handle.net/10995/96905>.
21. Taylor R.B., Toasaksiri S., Reid R.G. Determination of antibacterial quaternary ammonium compounds in lozenges by capillary electrophoresis // J. of Chromatography A. V. 798. Issues 1–2. 6 March 1998. P. 335-343.
22. Weiss C.S., Hazlett J.S., Datta M.H., Danzer M.H. Determination of quaternary ammonium compounds by capillary electrophoresis using direct and indirect UV detection // J. of Chromatography A. Vo. 608. Issues 1–2. 11 September 1992. P. 325-332.
23. Demlov E'., Demlov Z. Mezhfazny'j kataliz. M.: Mir, 1987. 22 s.
24. Cheronis N.D., Ma T.S. Mikro- i polumikrometody' organicheskogo funkczional'nogo analiza. M.: Kximiya, 1973. 232 s.
25. Abramzon A.A. Poverkxnostno-aktivny'e veshhestva. L.: Kximiya, 1981. S. 94-95, 141-146.
26. Xiaoyun Z., Yuxin S., Yinhang Z. et al. A quinoline-based quaternary ammonium salt dimer as corrosion inhibitor for N 80 steel in lactic acid solution // J. of Molecular Structure. V. 1290. 15 October. 2022.
27. Berdichevskij E.G. Smazochno-okxlazhdayushhie tekhnologicheskije sredstva dlya obrabotki materialov. M.: Mashinostroenie 1984. 210 s.

### **Информация об авторах**

Шашнина Е.В. – научный сотрудник, соискатель.

Бабунова В.С. – канд. вет. наук, ведущий научный сотрудник.

Попов П.А. – д-р вет. наук, руководитель института.

### **Information about the authors**

Shashnina EV – utsearcher, applicant.

Babunova V. – Cand. Vet. Sci., Leading scientific researcher.

Popov P. – Dr. Vet. Sci., Head of the Institute.

### **Вклад авторов**

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

### **Contribution of the authors**

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests

Статья поступила в редакцию 14.11.2023; одобрена после рецензирования 28.12.2023. Дата опубликования: 28.03.2024.

The article was submitted 14.11.2023; approved after reviewing 28.12.2023. Date of publication 28.03.2024.

## ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНОЕ КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОВОДСТВА И КОРМОВ

### VETERINARY-SANITARY QUALITY AND SAFENESS OF FOOD PRODUCTS AND FEEDSTUFES

Обзорная статья

УДК 619:614.31

doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401004

EDN: CEDFCI

## КАЧЕСТВО ПРОВЕДЕНИЯ САНИТАРНОЙ ОБРАБОТКИ МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ – ЗАЛОГ ВЫПУСКА ДОБРОКАЧЕСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

*Асият Мухтаровна Абдуллаева<sup>1</sup>, Лариса Петровна Блинкова<sup>2</sup>,  
Мария Александровна Бабкина<sup>3</sup>*

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

<sup>2</sup> *Научно-исследовательский институт вакцин и сывороток им. И.И. Мечникова  
Москва 105064, Российская Федерация*

<sup>1</sup> [asiat29@mail.ru](mailto:asiat29@mail.ru)

<sup>2</sup> [b.larus@mail.ru](mailto:b.larus@mail.ru)

**Аннотация.** В статье приведены данные о санитарно-гигиеническом контроле на мясоперерабатывающих предприятиях, о моющих и дезинфицирующих средствах, применяемых при санитарно-производственных мероприятиях, описаны этапы санитарной обработки и дана характеристика микробиоты, присутствующей на производстве.

**Ключевые слова:** безопасность, микроорганизмы, санитарная обработка, мойка, дезинфекция, санитарно-гигиенические средства

**Для цитирования:** *Абдуллаева А.М., Блинкова Л.П., Бабкина М.А.* Качество проведения санитарной обработки мясоперерабатывающих предприятий – залог выпуска доброкачественной продукции // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2024. № 1 (49). С. 28–34. doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401004  
EDN: CEDFCI

Review article

## THE QUALITY OF SANITARY PROCESSING OF MEAT ENTERPRISES – THE PLEDGE PRODUCTION OF HIGH-QUALITY PRODUCTS

*Asiyat M. Abdullaeva<sup>1</sup>, Larisa P. Blinkova<sup>2</sup>, Maria A. Babkina<sup>3</sup>*

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

<sup>2</sup> *Mechnikov Research Institute of Vaccines and Serums,  
Moscow 105064, Russian Federation*

<sup>1</sup> [asiat29@mail.ru](mailto:asiat29@mail.ru)

<sup>2</sup> [b.larus@mail.ru](mailto:b.larus@mail.ru)

**Abstract.** The article provides information about sanitary and hygienic control on meat enterprises, about detergents and disinfectants used in sanitary and industrial measures, describes the stages of sanitary processing, and the characteristics of the microbiota present in production.

**Keywords:** safety, microorganisms, sanitary processing, washing, disinfection, sanitary and hygienic means

**For citation:** Abdullaeva A.M., Blinkova L.P., Babkina M.A. The quality of sanitary processing of meat enterprises – the pledge production of high-quality products // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2024. № 1 (49). P. 28–34 (In Russ.).

doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401004

EDN: CEDFCI

Мясо и мясная продукция представляют собой источники питания, необходимые для нормальной жизнедеятельности человека. Благодаря высокому содержанию белка и влаги, продовольственное сырье и продукты питания служат благоприятной средой для размножения патогенных и условно-патогенных микроорганизмов [10, 12, 15]. Пищевая продукция должна быть безопасной в ветеринарно-санитарном отношении. Под безопасностью продукции понимается отсутствие риска распространения болезней, передающихся алиментарным путем, вызываемых бактериями и вирусами [3, 17].

Микробиологические нормативы безопасности продуктов убоя и пищевой продукции, находящихся в обращении в течение установленного срока годности, должны отвечать требованиям технических регламентов Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011), «О безопасности мяса и мясной продукции» (ТР ТС 034/2013), «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ТС 040/2016) «О безопасности мяса птицы и продукции его переработки» (ТР ТС 051/2021) и др., действие которых на них распространяется [1, 16].

Контаминация пищевой продукции микроорганизмами является важным показателем, определяющим безопасность и качество продовольственного сырья и продуктов питания [11]. Требуется контролировать наличие и развитие микроорганизмов на предприятии, быть уверенным в правильности полученных результатов санитарно-гигиенического контроля, поскольку на пищевом производстве присутствуют все факторы для активного развития микрофлоры: благоприятная температура, влажность воздуха, питательная среда [18].

Чаще всего этиология болезней пищевого происхождения связана с патогенными и условно-патогенными микроорганизмами, такими как *Salmonella*

spp., *Escherichia coli*, *Proteus*, *Clostridium*, *Campylobacter*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes* [12, 21].

В соответствии с техническими регламентами Таможенного союза и СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» для мясного сырья и мясной продукции разработаны специальные гигиенические нормативы безопасности, включающие критерии микробиологической безопасности, согласно которым микроорганизмы подразделяют на следующие группы:

- санитарно-показательные (КМАФАнМ, БГКП, бактерии семейства *Enterobacteriaceae*, энтерококки);
- условно-патогенные (*E. coli*, *S. aureus*, бактерии рода *Proteus*, *B. cereus*, *V. parahemolyticus*, сульфитредуцирующие клостридии);
- патогенные микроорганизмы (*Salmonella* spp., *L. monocytogenes*)
- возбудители порчи (дрожжи, плесневые грибы, молочнокислые микроорганизмы) [1, 13].

По микробиологическим показателям первое и третье ранговые места в структуре выделенной из пищевых продуктов и продовольственного сырья микрофлоры занимают бактерии группы кишечных палочек (БГКП) – 60% и кишечная палочка (*E. coli*) – 8,9%; второе место – мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы (КМАФАнМ) – 23,9% [1, 11].

Безопасность и качество мясной продукции напрямую связаны с санитарно-гигиеническим состоянием технологического оборудования и производства в целом [10, 17, 18]. Большое значение имеет правильная и своевременная санитарная обработка, представляющая собой неотъемлемый элемент технологии производства, направленная на удаление органических, минеральных и микробиологических загрязнений с помощью мощных и дезинфицирующих средств [15].

Важным подготовительным этапом санитарной обработки перед проведением дезинфекции является очистка, которая позволяет удалить с поверхности различные загрязнения (жир, каньга, кровь), чтобы создать условия для открытого доступа санитарно-гигиенических средств к оставшимся на поверхности микроорганизмам. Положительным результатом очистки считается отчетливая видимость структуры и цвета очищенной поверхности, отсутствие видимых загрязнений [6].

Следующий этап санитарной обработки включает в себя ежедневную мойку помещений и оборудования. К основным задачам этого процесса относятся удаление загрязнений, недопущение образования биопленок, подготовка поверхностей и оборудования к заключительному этапу – дезинфекции. Мойка способна обеспечить удаление микробиоты до 85% от общего количества [6, 9, 14].

В качестве моющих средств, растворяющих все составляющие загрязнений, применяют щелочные и кислотные вещества [4, 8, 20].

На предприятиях мясной промышленности активно используют щелочные моющие средства (каустическая сода, кальцинированная сода, силикат и тетрасиликат натрия), которые способны нейтрализовать, эмульгировать и диспергировать жиры. Различают сильнощелочные, слабощелочные и нейтральные моющие средства, выбор которых зависит от сложности загрязнений и активности их смывания с поверхностей.

В первую очередь удаляют белковые и жировые остатки с объектов производственной среды с помощью проточной воды. Затем поверхности и стационарное оборудование моют щелочными моющими средствами, при этом необходимо правильно выбрать режим мойки для каждого объекта. Для ополаскивания и смывания щелочного моющего средства требуется большое количество воды [17, 20].

Использование кислотных моющих средств (азотная, фосфорная кислоты) позволяет очистить поверхность оборудования от мясного и водного камня и профилактировать их образование.

При ручной мойке для очистки слабо загрязненных мест применяют нейтральные моющие средства, которые обычно безвредны для кожи и не повреждают «чувствительные» поверхности [11].

Моющие средства используют в виде растворов, для которых характерны следующие свойства:

- низкое поверхностное натяжение;
- хорошая смачивающая, пенообразующая и эмульгирующая способность;

- стабилизирующее действие;
- отсутствие интенсивного запаха;
- способность вызывать пептизацию и набухание белков;
- хорошо смываются с поверхности оборудования водой [10].

Завершающим этапом санитарной обработки является дезинфекция – одна из главных санитарно-гигиенических мер, направленная на предупреждение обсемененности продовольственного сырья и продуктов питания микроорганизмами и обеспечение выпуска качественной и безопасной продукции [1, 19, 20].

Дезинфекцию на предприятиях мясной промышленности осуществляют с целью не допустить распространение болезней пищевого происхождения, вызываемых патогенными и условно-патогенными микроорганизмами, через продукты питания [2, 17].

Мойка и дезинфекция находятся в прямой зависимости и не могут отдельно друг от друга обеспечить высокий результат. Обезжиривание поверхностей, достигаемое в результате мойки с механической очисткой, является необходимой процедурой при проведении дезинфекции [19].

Современные дезинфицирующие средства, применяемые для обеззараживания поверхностей, способны обеспечить микробиологическую чистоту производственных помещений, но используют их только после мойки [19]. На мясоперерабатывающих предприятиях применяют большое количество разнообразных дезинфицирующих препаратов, которые можно разделить на три основные группы:

- препараты на основе хлора, фенолов, формальдегидов;
- препараты на основе надуксусной кислоты;
- комбинированные препараты на основе четвертичных аммониевых соединений.

Выбор конкретного препарата зависит от ряда факторов:

- широты биоцидного действия реагента по отношению к потенциально патогенным микроорганизмам;
- уровня безопасности для персонала и животных;
- свойств обрабатываемых поверхностей;
- способности проникать в загрязнитель;
- экономичности, соотношения концентрации и цены реагента;
- особенностей предприятия [9, 14].

Так, например, для обработки стен, полов, оборудования рекомендуются дезинфектанты на основе четвертичных аммониевых соединений (ЧАС). Они обладают высокой проникающей способностью, поэтому их применяют для неровных и пористых поверхностей. Также ЧАС на поверхностях способны образовывать бактериостатические пленки, препятствующие росту микроорганизмов [2].

Неправильная санитарная обработка поверхностей, контактирующих с производимой продукцией, приводит к повторному обсеменению микроорганизмами и формированию резистентности к применяемым дезинфектантам. Это одно из проявлений стрессоустойчивости микробных сообществ за счет генно- и фенотипической гетерогенности – возможности образовывать биопленки [22]. Биопленка, покрывающая микробную клетку, не только предохраняет ее от действия дезинфектанта, но зачастую, вступая в химическое взаимодействие с ним, инактивирует действующее вещество, в результате чего дезинфицирующее средство перестает оказывать пагубное действие на микроорганизм [7].

Качество проведенной санитарной обработки обязательно подвергают бактериологическому контролю. После проведенной дезинфекции отбирают пробы с пола, стен, из углов производственных помещений. Для этого с помощью специальных трафаретов размером 10×10 см намечают

участки и протирают их стерильным ватным тампоном, пропитанным физиологическим раствором. Тампон помещают в пробирки с питательной средой и доставляют для бактериологического исследования в лабораторию.

Эффективность дезинфекции контролируют по наличию санитарно-показательных микроорганизмов – БГКП, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., *Proteus* spp. Если обнаружен рост хотя бы одного из вышеуказанных микроорганизмов, дезинфекцию признают неудовлетворительной и проводят повторную обработку с применением тех же средств либо средств с более высокой концентрацией действующего вещества [3].

Таким образом, для поддержания в надлежащем санитарно-гигиеническом состоянии мясоперерабатывающего производства и выпуска доброкачественной продукции необходимо четко и стабильно выполнять все этапы производственного контроля: предварительную механическую очистку, ополаскивание обрабатываемых объектов водой, мойку и дезинфекцию с применением высокоэффективных моющих и дезинфицирующих средств [5]. Их правильный подбор позволяет улучшить качество мойки и дезинфекции, облегчить работу персонала, обеспечить выпуск доброкачественной продукции и безопасность производства на всех технологических линиях [6].

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Абдуллаева А.М.* Оценка уровня контаминации при ретроспективном анализе мяса птицы и птицепродукции // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 6 (86). С. 232-236. DOI 10.37670/2073-0853-2020-86-6-232-236. EDN САУХСИ.
2. *Валишев А.А., Третьяков Н.А.* Виды, методы и средства дезинфекции на предприятиях мясной промышленности // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2017. С. 278-281.
3. *Валишев А.А., Кузнецова Н.М.* Методы и средства профилактической дезинфекции помещений мясоперерабатывающих предприятий // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2017. № 2 (47). С. 161-165.
4. *Жусупекова А.Н., Елубай М.А.* Комплексная модернизация мойки СІР на пищевом производстве // Научный журнал. 2018. № 11 (34).
5. *Каледина М.В., Федосова А.Н., Волощенко Л.В., Кочергина А.С.* Валидация процесса санитарной обработки оборудования молочного производства для обеспечения безопасности продукции // Пищевая промышленность. 2018. № 8. С. 38-42.
6. *Минаев М.Ю., Рыбалтовский В.О., Солодовникова Г.И.* Критерий выбора моющих и дезинфицирующих средств для санитарной обработки на предприятиях мясной промышленности // Все о мясе. 2009. № 3. С. 44-45.
7. *Минаев М.Ю., Солодовникова Г.И., Фомина Т.А.* Объективные методы контроля санитарной обработки в мясной промышленности // Все о мясе. 2011. № 6. С. 29-30.
8. *Удавлев Д.И., Ленченко Е.М., Авылов Ч.К., Абдуллаева А.М.* Оценка устойчивости микроорганизмов к йодсодержащему препарату // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 2 (82). С. 174-179. EDN SDGDER.

9. Поломошнова И.А. Эффективность различных дезинфектантов при дезинфекции птичника // Ветеринарная патология. 2015. № 3. С. 69-74.
10. Серегин И.Г., Абдуллаева А.М., Никитченко Д.В., Куликов Е.В. Производственный ветеринарно-санитарный контроль при изготовлении мясных полуфабрикатов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2015. № 2. С. 60-67. EDN: TVSHQD.
11. Пруссова В.Н., Кива М.С. Микробиологический мониторинг за пищевыми продуктами // Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2015. Т. 62, № 4. С. 142-146.
12. Серегин И.Г., Никитченко Д.В., Абдуллаева А.М. О болезнях пищевого происхождения // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2015. № 4. С. 101-106.
13. Соколова Н.А., Абдуллаева А.М., Лоцинин М.Н. Возбудители зооантропонозов, пищевых отравлений, порчи сырья и продуктов животного происхождения. 2-е издание, переработанное и дополненное. М.: ТД «ДеЛи». 2020. 174 с. ISBN 978604384343. DOI 10.31016/viev-2020-5. EDN: QVMZVJ.
14. Ленченко Е.М., Абдуллаева А.М., Удавлиев Д.И., Драгунова А.Ю. Способы оценки микробиологической контаминации и активности дезинфицирующих препаратов при производстве пищевых продуктов // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2021. № 3 (39). С. 309-316. DOI 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202103011. EDN: MJFJVT.
15. Ступина А.Н. Производственные испытания растворов препарата «Полидез» на мясоперерабатывающих предприятиях // Ветеринарная патология. 2013. № 3 (45). С. 81-84.
16. Татарникова Н.А., Мауль О.Г. Патогенная микрофлора мяса и мясных продуктов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 1 (51). С. 87-89.
17. Серегин И.Г., Абдуллаева А.М., Удавлиев Д.И. и др. Требования инструкций по санитарной обработке в цехах предприятий мясной, молочной, птицеперерабатывающей и рыбной промышленности. М.: ИД «Научная библиотека». 2022. 424 с. EDN: AZTOFX.
18. Тутельян А.В., Романова Ю.М., Маневич Б.В. и др. Методы борьбы с биологическими пленками на пищевых продуктах // Молочная промышленность. 2020. № 10. С. 4-9.
19. Фомина Т.А., Минаев М.Ю. Санитарная обработка как залог высококачественной продукции // Мясные технологии. 2012. № 1 (109). С. 42-43.
20. Шихов С.С., Удавлиев Д.И., Павлова Е.В. Пути улучшения санитарного благополучия оборудования аппаратных отделений и участков восстановления сухого молока молокоперерабатывающих предприятий // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2016. № 3(19). С. 33-39. EDN: WMITWL.
21. Khan F.M., Chen J.H., Zhang R., Liu B. A comprehensive review of the applications of bacteriophage-derived endolysins for foodborne bacterial pathogens and food safety: recent advances, challenges, and future perspective. *Front Microbiol.* 2023 Oct 6;14:1259210. doi: 10.3389/fmicb.2023.1259210. PMID: 37869651; PMCID: PMC10588457.
22. Shi X., Zhu X. Biofilm formation and food safety in food industries // *Trends in Food Science & Technology.* 2009. Т. 20. №. 9. С. 407-413.

## REFERENCES

1. Abdullaeva A.M. Oczenka urovnya kontaminaczii pri retrospektivnom analize myasa pticy` i pticzeprodukczii // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* 2020. № 6 (86). S. 232-236. DOI` 10.37670/2073-0853-2020-86-6-232-236. EDN CAYXSI.
2. Valishev A.A., Tret`yakov N.A. Vidy`, metody` i sredstva dezinfekczii na predpriyatiyax myasnoj promy`shlennosti // *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* 2017. S. 278-281.
3. Valishev A.A., Kuzneczova N.M. Metody` i sredstva profilakticheskoy dezinfekczii pomeshhenij myasopererabaty`vayushhikx predpriyatij // *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* 2017. № 2 (47). S. 161-165.
4. Zhusupekova A.N., Elubaj M.A. Kompleksnaya modernizaczia mojki CIP na pishhevom proizvodstve // *Nauchny`j zhurnal.* 2018. № 11 (34).
5. Kaledina M.V., Fedosova A.N., Voloshhenko L.V., Kochergina A.S. Validaczia proczessa sanitarnoj obrabotki oborudovaniya molochnogo proizvodstva dlya obespecheniya bezopasnosti produkczii // *Pishhevaya promy`shlennost`.* 2018. № 8. S. 38-42.
6. Minaev M.Yu., Ry`baltovskij V.O., Solodovnikova G.I. Kriterij vy`bora moyushhikx i dezinficziruyushhikx sredstv dlya sanitarnoj obrabotki na predpriyatiyax myasnoj promy`shlennosti // *Vse o myase.* 2009. № 3. S. 44-45.



7. Minaev M.Yu., Solodovnikova G.I., Fomina T.A. Ob`ektivny`e metody` kontrolya sanitarnoj obrabotki v myasnoj promy`shlennosti // Vse o myase. 2011. № 6. S. 29-30.
8. Udavliev D.I., Lenchenko E.M., Avy`lov Ch.K., Abdullaeva A.M. Ocenka ustojchivosti mikroorganizmov k jod-soderzhashhemu preparatu // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020. № 2 (82). S. 174-179. EDN SDGDER.
9. Polomoshnova I.A. E`ffektivnost` razlichny`kh dezinfektantov pri dezinfekczii ptichnika // Veterinarnaya patologiya. 2015. № 3. S. 69-74.
10. Seregin I.G., Abdullaeva A.M., Nikitchenko D.V., Kulikov E.V. Proizvodstvenny`j veterinarno-sanitarny`j kontrol` pri izgotovlenii myasny`kh polufabrikatov // Vestnik Rossijskogo universiteta družby` narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo. 2015. № 2. S. 60-67. EDN: TVSHQD.
11. Prussova V.N., Kiva M.S. Mikrobiologicheskij monitoring za pishhevy`mi produktami // Zdorov`e. Mediczinskaya e`kologiya. Nauka. 2015. T. 62, № 4. S. 142-146.
12. Seregin I.G., Nikitchenko D.V., Abdullaeva A.M. O boleznyakh pishhevogo proiskhozheniya // Vestnik Rossijskogo universiteta družby` narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo. 2015. № 4. S. 101-106.
13. Sokolova N.A., Abdullaeva A.M., Loshhinin M.N. Vozbuditeli zoonopronozov, pishhevy`kh otravlenij, porchi sy`r`ya i produktov zhivotnogo proiskhozheniya. 2-e izdanie, pererabotannoe i dopolnennoe. M.: TD «DeLi». 2020. 174 s. I`SBN 978604384343. DOI` 10.31016/vi`ev-2020-5. EDN: QVMZVJ.
14. Lenchenko E.M., Abdullaeva A.M., Udavliev D.I., Dragunova A.YU. Sposoby` ocenki mikrobiologicheskoj kontaminaczii i aktivnosti dezinficiruyushhikx preparatov pri proizvodstve pishhevy`kh produktov // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigeny` i e`kologii». 2021. № 3 (39). S. 309-316. DOI` 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202103011. EDN: MJFJVT.
15. Stupina A.N. Proizvodstvenny`e ispy`taniya rastvorov preparata «Polidez» na myasopererabaty`vayushhikx predpriyatijax // Veterinarnaya patologiya. 2013. № 3 (45). S. 81-84.
16. Tatarnikova N.A., Maul` O.G. Patogennaya mikroflora myasa i myasny`kh produktov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 1 (51). S. 87-89.
17. Seregin I.G., Abdullaeva A.M., Udavliev D.I. i dr. Trebovaniya instrukczij po sanitarnoj obrabotke v czekxakx predpriyatij myasnoj, molochnoj, pticzepererabaty`vayushhej i ry`bnoj promy`shlennosti. M.: ID «Nauchnaya biblioteka». 2022. 424 s. EDN: AZTOFX.
18. Tutel`yan A.V., Romanova Yu.M., Manevich B.V. i dr. Metody` bor`by` s biologicheskimi plenkami na pishhevy`kh produktov // Molochnaya promy`shlennost`. 2020. № 10. S. 4-9.
19. Fomina T.A., Minaev M.Yu. Sanitarnaya obrabotka kak zalog vy`sokokachestvennoj produkczii // Myasny`e tekhnologii. 2012. № 1 (109). S. 42-43.
20. Shixov S.S., Udavliev D.I., Pavlova E.V. Puti uluchsheniya sanitarnogo blagopoluchiya oborudovaniya apparatny`kh otdelenij i uchastkov vosstanovleniya sukhogo moloka molokopererabaty`vayushhikx predpriyatij // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigeny` i e`kologii». 2016. № 3(19). S. 33-39. EDN: WMI`TWL.
21. Khan F.M., Chen J.H., Zhang R., Liu B. A comprehensive review of the applications of bacteriophage-derived endolysins for foodborne bacterial pathogens and food safety: recent advances, challenges, and future perspective. Front Microbiol. 2023 Oct 6;14:1259210. doi: 10.3389/fmicb.2023.1259210. PMID: 37869651; PMCID: PMC10588457.
22. Shi X., Zhu X. Biofilm formation and food safety in food industries // Trends in Food Science & Technology. 2009. T. 20. № 9. C. 407-413.

### **Информация об авторах**

Абдуллаева А.М. – д-р биол. наук, заведующая кафедрой.

Блинкова Л.П. – д-р биол. наук, проф., заведующая лабораторией.

Бабкина М.А. – магистрант.

### **Information about the authors**

Abdullaeva A.M. – Dr Biol. Sci., Head of the Department.

Blinkova L.P. – Dr Biol. Sci., Prof., Head of the laboratory.

Babkina M.A. – Master's Degree student.

### **Вклад авторов**

Абдуллаева А.М. – научное руководство, написание статьи.

Блинкова Л.П. – написание статьи.

Бабкина М.А. – сбор литературных источников, написание статьи.

### **Contribution of the authors**

Abdullaeva A.M. – scientific guidance, writing an article.

Blinkova L.P. – writing an article.

Babkina M.A. – collection of literary sources, writing an article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 24.10.2023; одобрена после рецензирования 28.12.2023. Дата опубликования 28.03.2024.

The article was submitted 24.10.2023; approved after reviewing 28.12.2023. Date of publication 28.03.2024.

Научная статья  
УДК 636.5033:636.034  
doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401005  
EDN: CGEROM

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЯСА И ДИНАМИКА ПРИРОСТА ЖИВОЙ МАССЫ В ПРОЦЕССЕ ВЫРАЩИВАНИЯ ЦЕСАРОК РАЗНЫХ ПОРОД В ВОЗРАСТЕ 5...9 МЕСЯЦЕВ (сообщение 2)

*Светлана Петровна Степанова<sup>1</sup>, Сергей Степанович Козак<sup>2</sup>,  
Дарья Сергеевна Дерина<sup>3</sup>*

<sup>1,2,3</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности (ВНИИПП) – филиал ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства»,  
Московская обл. 141552, Российская Федерация*

<sup>1</sup> s.s.p.2036@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8112-8588>

<sup>2</sup> vniippkozak@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7823-7719>

<sup>3</sup> dasha.derina@mail.ru

**Аннотация.** Представлены результаты определения содержания влаги, жира, белка и золы в мясе цесарок в возрасте 5, 7 и 9 мес. Исследовали красные и белые мышцы тушек цесарок загорской белогрудой, волжской белой, серо-крапчатой и голубой пород.

Исследование показало, что физико-химические показатели мяса существенно различаются в зависимости от породы и возраста цесарок. Для выявления преимуществ и недостатков в использовании различных пород цесарок при содержании в условиях фермерского хозяйства и изучения свойств цесариного мяса необходимо изучить его физико-химические свойства. Результаты определения химического состава мяса свидетельствуют о том, что наибольшее количество белка было в мясе у серо-крапчатой и у волжской белой пород в возрасте 5 мес, у серо-крапчатой и у голубой – в возрасте 7 мес, у голубой и у волжской белой – в возрасте 9 мес, а содержание жира в мышечной ткани было выше у цесарок голубой и загорской белогрудой пород в возрасте 5 мес, а также у загорской белогрудой в 7 и 9 мес.

**Ключевые слова:** красные мышцы, белые мышцы, цесарки, породы цесарок

**Для цитирования:** Степанова С.П., Козак С.С., Дерина Д.С. Физико-химические показатели мяса и динамика прироста живой массы в процессе выращивания и цесарок разных пород в возрасте 5...9 месяцев (сообщение 2) // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2024. № 1 (49). С. 35–40. doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401005  
EDN: CGEROM

Original article

## PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS OF GUINEA FOWL MEAT AND DYNAMICS OF LIVE WEIGHT IN THE PROCESS OF GROWING OF DIFFERENT BREEDS AGED 5...9 MONTHS (message 2)

*Svetlana P. Stepanova<sup>1</sup>, Sergey S. Kozak<sup>2</sup>, Daria S. Derina<sup>3</sup>*

<sup>1,2,3</sup> All-Russian Scientific Research Institute of Poultry Processing Industry (VNIIPP) –  
branch All-Russian Scientific Research and Technological Institute of  
Poultry Breeding, Moscow region 141552, Russian Federation

<sup>1</sup> s.s.p.2036@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8112-8588>

<sup>2</sup> vniippkozak@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7823-7719>

<sup>3</sup> dasha.derina@mail.ru

**Abstract.** The results of determining the moisture, fat, protein and ash content in the meat of guinea fowl at the age of 5, 7 and 9 months are presented. The red and white muscles of the carcasses of guinea fowl of the Zagorsk white-breasted, Volga white, gray-speckled and blue breeds were studied.

The study showed that the physical and chemical parameters of meat differ significantly depending on the breed and age of guinea fowl.

Guinea fowl meat has high nutritional value; it can also meet the body's needs for proteins, lipids, minerals and vitamins. To identify the advantages and disadvantages of using different breeds of guinea fowl when kept on a farm, and to study the properties of guinea fowl meat, it is necessary to study its physical and chemical properties. The results of determining the chemical composition of meat indicate that the greatest amount of protein was in the meat of the gray-speckled and Volga white breeds at the age of 5 months, in the gray-speckled and blue breeds - at the age of 7 months, in the blue and blue breeds. Volga white – at the age of 9 months, and the fat content in muscle tissue was higher in blue and Zagorsk white-breasted guinea fowl, 5 months old, as well as in Zagorsk white-breasted at 7 and 9 months.

**Keywords:** red muscles, white muscles, guinea fowl, guinea fowl breeds

**For citation:** Stepanova S.P., Kozak S.S., Derina D.S. Physico-chemical parameters of guinea fowl meat and dynamics of live weight in the process of growing of different breeds aged 5...9 months (message 2) // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2024. № 1 (49). P. 35–40 (In Russ.). doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401005

EDN: CGEROM

### **Введение**

На сегодняшний день птицеводство занимает лидирующую позицию среди других отраслей сельского хозяйства. Развитие птицеперерабатывающей промышленности необходимо для обеспечения населения белками животного происхождения, а также продуктами специального и диетического назначения. Одним из перспективных направлений в рамках данной отрасли является промышленное производство мяса цесарок, которое имеет отличные свойства и вкус [7...9].

Разведение сельскохозяйственной птицы этого вида на данный момент набирает обороты в странах ЕС, России и др. В нашей стране хозяйства по выращиванию цесарок находятся в Ставропольском крае, Республике Марий Эл, Башкирии, Московской области и др. [1, 10].

Мясо цесарок можно считать диетическим, оно содержит меньше жира по сравнению с мясом курицы, также оно полноценно по содержанию белков, аминокислот, витаминов, макро- и микроэлементов и, таким образом, превосходит мясо любых других домашних птиц. Мясо цесарки мо-

жет входить в рацион детей, беременных женщин и пожилых людей. По вкусу оно напоминает дичь, например, фазана – это связано с меньшим содержанием влаги (на 100 г только 74,4 г) и более высокой плотностью мышечных волокон [2, 3, 5, 6].

Проведенными ранее исследованиями физико-химических показателей (влага, жир, белок) красных и белых мышц цесарок загорской белогрудой, волжской белой, серо-крапчатой и голубой пород мы установили, что у цесарок различных пород мясо в возрасте от 42 сут до 4 мес имеет существенные различия [4]. Представляет интерес определение физико-химических показателей мяса цесарок в более позднем возрасте (5...9 мес), что и стало целью данной работы.

### **Материалы и методы**

Работа выполнена в лаборатории физико-химических исследований ИЛЦ ВНИИПП. Были определены физико-химические показатели красных и белых мышц цесарок загорской белогрудой, волжской белой, серо-крапчатой и голубой пород в возрасте 5, 7 и 9 мес. Цесарок выращивали в во-

льерах, для кормления использовали комбикормом «Южная корона».

Массовую долю влаги в мясном сырье определяли методом высушивания навески до постоянной массы по ГОСТ 9793-2016, массовую долю жира – методом Сокслета по ГОСТ 23042-2015, содержание белка – методом Кьельдаля по ГОСТ 25011-2017, массовую долю общей золы – по ГОСТ 31727-2012. Летучие жирные кислоты, перекисное и кислотные числа определяли в реакция на аммиак с реактивом Несслера по ГОСТ 31470-2012 [11-15].

**Результаты исследований  
и обсуждение**

Основным показателем, характеризующим рост птицы, а значит и ее мясные качества, является живая масса. Динамика живой массы цесарок в возрасте от 5 до 9 мес представлена в таблице 1.

Изучаемые группы цесарок различаются приростом массы с 5 до 9 мес выращивания. В возрасте 5 мес минимальная масса 1457 г была у цесарок голубой породы, а максимальная – волжской белой 1546 г. В возрасте 7 мес наибольшей массой отличались цесарки серо-красчатой породы – 1713 г, а минимальной она была у волжская белой – 1617 г. В возрасте 9 мес масса тела про-

**Таблица 1. Динамика живой массы цесарок в возрасте от 5 до 9 мес (n=3)**

*Table 1. Dynamics of live weight of guinea fowl aged 5 to 9 months (n=3)*

Порода	Масса, г		
	Возраст, мес		
	5	7	9
Серо-красчатая	1481	1713	1860
Голубая	1457	1685	1895
Волжская белая	1546	1617	1927
Загорская белогрудая	1527	1655	1970
Отклонение	89	96	110

должна увеличиваться, максимальной она была у загорской белогрудой – 1970 г, а минимальной у серо-красчатой (1860 г).

Анализ возрастной динамики живой массы цесарок показал, что она имеет определенные закономерности, характерные для сельскохозяйственной птицы данного вида, в частности, индивидуальный рост, неравномерный до возраста полового созревания.

Физико-химические показатели грудных и бедренных мышц цесарок загорской белогрудой, волжской белой, серо-красчатой и голубой пород представлены в таблице 2.

**Таблица 2. Динамика физико-химических показателей мяса цесарок в процессе выращивания (n=3)**

*Table 2. Dynamics of physicochemical parameters of guinea fowl meat during the growing process (n=3)*

Порода	Наименование образцов (мышцы)	Показатель, %				
		влага	жир	белок	зола	
1	2	3	4	5	6	
<b>Возраст 5 мес</b>						
1	Серо-красчатая	Бедренные	75,2±7,5	1,8±0,4	21,61±1,73	1,00±0,15
		Грудные	74,5±7,5	2,0±0,3	21,92±1,75	0,98±0,14
2	Голубая	Бедренные	76,5±7,7	2,7±0,4	19,00±2,85	1,00±0,15
		Грудные	76,7±7,7	3,0±0,5	19,20±2,88	1,00±0,15
3	Волжская белая	Бедренные	76,4±7,6	1,0±0,2	21,41±1,71	1,10±0,16
		Грудные	75,7±7,6	1,1±0,2	21,80±1,74	1,12±0,16
4	Загорская белогрудая	Бедренные	76,0±7,6	3,0±0,5	20,10±1,61	0,90±0,13
		Грудные	75,8±7,6	2,0±0,3	20,63±1,65	1,00±0,15
<b>Возраст 7 мес</b>						
1	Серо-красчатая	Бедренные	76,1±7,6	1,0±0,2	21,10±1,69	1,08±0,16
		Грудные	75,5±7,6	1,3±0,2	21,81±1,74	1,12±0,16
2	Голубая	Бедренные	75,9±7,6	1,8±0,3	21,22±1,70	1,00±0,15
		Грудные	76,1±7,6	2,0±0,3	21,30±1,70	0,80±0,12

1		2	3	4	5	6
3	Волжская белая	Бедренные	75,0±7,5	2,0±0,3	21,00±1,68	1,13±0,16
		Грудные	75,1±7,5	2,2±0,3	21,20±1,70	1,09±0,16
4	Загорская бело- грудая	Бедренные	76,2±7,6	2,5±0,4	19,00±2,85	1,45±0,20
		Грудные	76,6±7,7	2,6±0,4	19,51±2,93	1,10±0,16
<b>Возраст 9 мес</b>						
1	Серо-крапчатая	Бедренные	76,0±7,6	2,0±0,3	20,00±1,60	1,15±0,16
		Грудные	76,1±7,6	2,2±0,3	20,40±1,63	1,07±0,15
2	Голубая	Бедренные	75,8±7,6	1,1±0,2	21,12±1,69	1,13±0,16
		Грудные	75,9±7,6	1,2±0,2	21,22±1,70	0,90±0,13
3	Волжская белая	Бедренные	75,3±7,5	2,0±0,3	21,00±1,68	1,11±0,16
		Грудные	75,8±7,6	1,2±0,2	21,40±1,71	1,06±0,15
4	Загорская бело- грудая	Бедренные	76,6±7,7	2,3±0,3	19,10±1,53	1,14±0,16
		Грудные	76,6±7,7	2,6±0,4	19,30±1,54	1,10±0,16

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что наибольшее содержание белка установлено в мышцах у птицы серо-крапчатой и волжской белой пород в возрасте 5 мес, у серо-крапчатой и голубой – в возрасте 7 мес, у голубой и у волжской белой – в возрасте 9 мес, а наибольшее содержание массовой доли влаги в бедренных и грудных мышцах у цесарок голубой породы (возраст 5 мес) и у загорской белогрудой – в возрасте 7 и 9 мес.

Наибольшее содержание жира в мышцах установили у цесарок голубой и загорской белогрудой пород (возраст 5 мес) и у загорской белогрудой – в возрасте 7 и 9 мес.

Статистическая обработка полученных данных показала, что изучаемые породы цесарок по содержанию в мясе влаги, белка и жира имеют существенные различия. Содержание жира в мышцах цесарок довольно низкое, что может свидетельствовать о достаточно высоких диетических свойствах.

По физико-химическому составу мясо цесарок отличается высоким содержанием белка и низким содержанием жира. Небольшое содержание жира – это один из отличительных признаков, оказывающих влияние на консистенцию, цвет, вкус и энергетическую ценность мяса цесарок.

### Заключение

Мясо цесарок различных пород в возрасте от 5 до 9 мес по физико-химическим показателям (влага, жир, белок) имеет некоторые различия.

Массовая доля влаги в мышцах цесарок возраста 5 мес составляла от 76,7±7,7 (голубая) до 74,5±7,5% (серо-крапчатая), в 7 мес – от 76,6±7,7

(загорская белогрудая) до 75,0±7,5% (волжская белая), в возрасте 9 мес от 76,6±7,7 (загорская белогрудая) до 75,3±7,5% (волжская белая).

Массовая доля жира в мышцах цесарок возраста 5 мес находилась в пределах от 3±0,5 (голубая и загорская белогрудая) до 1±0,2% (волжская белая), в 7 мес – от 2,6±0,4 (загорская белогрудая) до 1±0,2% (серо-крапчатая), в возрасте 9 мес – от 2,6±0,4 (загорская белогрудая) до 1,1±0,2% (голубая).

Содержание массовой доли белка в мышцах цесарок возраста 5 мес составляло от 21,92±1,75 (серо-крапчатая) до 19±2,85% (голубая), в 7 мес – от 21,81±1,74 (серо-крапчатая) до 19±2,85% (загорская белогрудая), в возрасте 9 мес – от 21,4±1,71 (волжская белая) до 19,1±1,53% (загорская белогрудая).

Мясо цесарки содержит меньший процент жира по сравнению с куриным мясом, по химическим показателям относится к одному из лучших среди мяса домашней птицы, а также считается диетическим продуктом.

Живая масса с возрастом увеличивалась, но этот показатель был разным у представителей каждой породы. Так, цесарки породы волжская белая, по сравнению с другими породами, максимальную массу имели в возрасте 5 мес, а минимальную – 7 мес. Цесарки серо-крапчатой породы имели максимальную живую массу в возрасте 7 мес, минимальную – 9 мес. Цесарки голубой породы минимальную массу имели в возрасте 5 мес, а цесарки загорской белогрудой породы максимальной живой массы достигали в возрасте 9 мес по сравнению с цесарками других пород.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Забиякин В.А.* Разведение цесарок в России // Эффективное животноводство. 2017. № 3 (133). С. 24-28.
2. *Козак С.С., Степанова С.П., Козак Ю.А., Баранович Е.С.* К вопросу обоснования ветеринарно-санитарного производственного контроля при переработке цесарок // АПК России. 2022. Т. 29. № 4. С. 500-503.
3. *Степанова С.П., Козак С.С.* Обоснование производственного ветеринарно-санитарного контроля при переработке цесарок / В кн.: Перспективные технологии и инновации в АПК в условиях цифровизации. Материалы II Международной научно-практической конференции. Чебоксары. 2023. С. 368-369.
4. *Степанова С.П., Дерина Д.С., Козак С.С.* Динамика прироста живой массы и физико-химические показатели мяса цесарок разных пород в процессе выращивания // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2023. № 4 (48). С. 489.
5. *Фисинин В.И., Ройтер Я.С.* Племенная работа в птицеводстве. Сергиев Посад, 2011. 255 с.
6. *Ройтер Я.* Мясо цесарки: акцент на вкусовые качества // Животноводство России. 2016. № 4. С. 14.
7. *Полянских С.В., Ковалев Д.Ю., Пузина Е.В., Браташ И.В.* Оценка качества мяса цесарок применительно к технологии продуктов функционального питания // Современные наукоемкие технологии. 2010. № 3. С. 66.
8. *Забиякин В.А.* Опыт получения голубых цесарок и их продуктивные качества // Птицеводство. 2008. № 4. С. 45-47.
9. *Луговая И.С., Азарнова Т.О., Петрова Ю.В. и др.* Ветеринарно-санитарный осмотр продуктов убоя цесарок и определение биологической полноценности их мяса при использовании биостимуляторов в эмбриогенезе // Международный вестник ветеринарии. 2021. № 3. С. 126-130.
10. *Кудряшов Л.С., Кудряшова О.А., Забиякин В.А., Забиякина Т.В.* Пищевая и биологическая ценность мяса цесарок, содержащихся в малочисленной группе и условиях фермерского хозяйства // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2018. Т. 4. № 1. С. 15-22.
11. ГОСТ 9793-2016 Мясо и мясные продукты. Методы определения влаги.
12. ГОСТ 23042-2015 Мясо и мясные продукты. Методы определения жира.
13. ГОСТ 25011-2017 Мясо и мясные продукты. Методы определения белка.
14. ГОСТ 31727-2012 Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли общей золы.
15. ГОСТ 31470-2012 Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Методы органолептических и физико-химических исследований.

## REFERENCES

1. *Zabiyakin V.A.* Razvedenie czesarok v Rossii // E'ffektivnoe zhivotnovodstvo. 2017. № 3 (133). S. 24-28.
2. *Kozak S.S., Stepanova S.P., Kozak Yu.A., Baranovich E.S.* K voprosu obosnovaniya veterinarno-sanitarnogo proizvodstvennogo kontrolya pri pererabotke czesarok // APK Rossii. 2022. T. 29. № 4. S. 500-503.
3. *Stepanova S.P., Kozak S.S.* Obosnovanie proizvodstvennogo veterinarno-sanitarnogo kontrolya pri pererabotke czesarok / V kn.: Perspektivny'e tekhnologii i innovaczii v APK v usloviyax czifrovizaczii. Materialy` II` Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferenczii. CHEboksary`. 2023. S. 368-369.
4. *Stepanova S.P., Derina D.S., Kozak S.S.* Dinamika prirosta zhivoj massy` i fiziko-kximicheskie pokazateli myasa czesarok razny`kx porod v processe vy`rashhivaniya. // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigeny` i e`kologii». 2023. № 4 (48). S. 489.
5. *Fisinin V.I., Rojter Ya.S.* Plemennaya rabota v pticzevodstve. Sergiev Posad, 2011. 255 s.
6. *Rojter YA.* Myaso czesarki: akczent na vkusovy`e kachestva // Zhivotnovodstvo Rossii. 2016. № 4. S. 14.
7. *Polyanskikx S.V., Kovalev D.Yu., Puzina E.V., Bratash I.V.* Oczenka kachestva myasa czesarok primenitel`no k tekhnologii produktov funkczional`nogo pitaniya // Sovremenny`e naukoemkie tekhnologii. 2010. № 3. S. 66.
8. *Zabiyakin V.A.* Opy`t polucheniya goluby`kx czesarok i ikx produktivny`e kachestva // Pticzevodstvo. 2008. № 4. S. 45-47.
9. *Lugovaya I.S., Azarnova T.O., Petrova Yu.V. i dr.* Veterinarno-sanitarny`j osmotr produktov uboya czesarok i opredelenie biologicheskoy polnoczennosti ikx myasa pri ispol`zovanii biostimulyatorov v e`mbriogeneze // Mezhdunarodny`j vestnik veterinarii. 2021. № 3. S. 126-130.
10. *Kudryashov L.S., Kudryashova O.A., Zabiyakin V.A., Zabiyakina T.V.* Pishhevaya i biologicheskaya czennost` myasa czesarok, sodержashhikx v malochislennoj gruppe i usloviyax fermerskogo kxozyajstva // Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Sel`skokhozrajstvenny`e nauki. E`konomicheskie nauki». 2018. T. 4. № 1. S. 15-22.

11. GOST 9793-2016 Myaso i myasny`e produkty`. Metody` opredeleniya vlagi.
12. GOST 23042-2015 Myaso i myasny`e produkty`. Metody` opredeleniya zhira.
13. GOST 25011-2017 Myaso i myasny`e produkty`. Metody` opredeleniya belka.
14. GOST 31727-2012 Myaso i myasny`e produkty`. Metod opredeleniya massovoj doli obshhej zoly`.
15. GOST 31470-2012 Myaso pticzy`, subprodukty` i polufabrikaty` iz myasa pticzy`. Metody` organolepticheskikh i fiziko-khimicheskikh issledovanij.

#### **Информация об авторах**

Степанова С.П. – аспирантка.

Козак С.С. – д-р биол. наук, проф., главный научный сотрудник.

Дерина Д.С. – канд. биол. наук, руководитель лаборатории.

#### **Information about the author**

Stepanova S.P. – graduate student Researcher.

Kozak S.S. – Dr. Biol Sci., Prof., Chief research scientist.

Derina D.S. – Cand. Biol. Sci., Head of the Laboratory.

#### **Вклад авторов**

Степанова С.П. – участие в проведении экспериментов, сбор литературных источников, написание статьи.

Козак С.С. – определение цели работы, анализ результатов экспериментов, написание статьи.

Дерина Д.С. – участие в проведении экспериментов, сбор литературных источников, написание статьи.

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

Stepanova S.P. – conducting experiments, collection of literary sources writing an article.

Kozak S.S. – aim of work, introduction, conclusion of the scientific articles.

Derina D.S. – conducting experiments, collection of literary sources writing an article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 22.11.2023.; одобрена после рецензирования 29.11.2023. Дата опубликования 28.03.2024.

The article was submitted 23.11.2023.; approved after reviewing 29.11.2023. Date of publication 28.03.2024.



Научная статья  
УДК 619:614.31:637.56  
doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401006  
EDN: COCACQ

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА ОБНАРУЖЕНИЯ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ В РЫБЕ

*Вероника Сергеевна Бабунова<sup>1</sup>, Ирина Сергеевна Осипова<sup>2</sup>, Елизавета Аркадьевна Денисова<sup>3</sup>, Галина Михайловна Горяинова<sup>4</sup>, Луиза Владимировна Арсеньева<sup>5</sup>, Петр Александрович Попов<sup>6</sup>*

<sup>1,2,3,4,5,6</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии – филиал ФНЦ ВИЭВ 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> Denliza@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1603-403X>  
<sup>4</sup> Ggoryainova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8856-0616>  
<sup>5</sup> Luizza@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6903-3327>  
<sup>6</sup> popov.petr18@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4155-0386>

**Аннотация.** В статье приведены экспериментальные данные по расширению спектра определяемых групп антибиотиков по ГОСТ Р 55481-2013. Чувствительность для группы фторхинолонов составила 100 мкг/кг. Для группы цефалоспоринов чувствительность была от 50 до 100 мкг/кг, а для группы аминогликозидов – от 50 до 500 мкг/кг. Чувствительность линкозамидов, нитрофуранов и макролидов – 100 мкг/кг. По отношению к группе амфениколов метод малочувствителен (5000 мкг/кг). Преимуществами данного метода стоит отметить, что он достаточно недорог, доступен и продолжительность анализа составляет всего 6...7 ч.

**Ключевые слова:** антибактериальные вещества, антибиотики, биолюминисцентный метод, иммуномикрочиповая технология, рыба, рыбная продукция, аквакультура, скрининг

**Для цитирования:** Бабунова В.С., Осипова И.С., Денисова Е.А., Горяинова Г.М., Арсеньева Л.В., Попов П.А. Определение чувствительности микробиологического метода обнаружения антибактериальных препаратов в рыбе // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2024. № 1 (49). С. 41–46. doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401006  
EDN: COCACQ

Original article

## DETERMINING THE SENSITIVITY OF A MICROBIOLOGICAL METHOD FOR DETECTION OF ANTIBACTERIAL DRUGS IN FISH

*Veronica S. Babunova<sup>1</sup>, Irina S. Osipova<sup>2</sup>, Elizaveta A. Denisova<sup>3</sup>,  
Galina M. Goryainova<sup>4</sup>, Luiza V. Arsenyeva<sup>5</sup>, Petr A. Popov<sup>6</sup>*

<sup>1,2,3,4,5,6</sup> *All-Russian Research Institute of 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> 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> Denliza@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1603-403X>

<sup>4</sup> Ggoryainova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8856-0616>

<sup>5</sup> Luizza@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6903-3327>

<sup>6</sup> popov.petr18@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4155-0386>

**Abstract.** The article presents experimental data on expanding the spectrum of detectable groups of antibiotics according to GOST R 55481-2013. The sensitivity for the fluoroquinolone group was 100 µg/kg. For the cephalosporin group, sensitivity ranged from 50 to 100 µg/kg, and for the aminoglycoside group, from 50 to 500 µg/kg. The sensitivity of lincosamides, nitrofurans and macrolides is 100 µg/kg. The method is insensitive to the amphenicol group (5000 µg/kg). The advantages of this method are that it is quite inexpensive, accessible and the duration of the analysis is only 6...7 hours.

**Keywords:** antibacterial substances, antibiotics, bioluminescent method, immunomicrochip technology, fish, fish products, aquaculture, screenin

**For citation:** Babunova V.S., Osipova I.S., Denisova E.A., Goryainova G.M., Arsenyeva L.V., Popov P.A. Determining the sensitivity of a microbiological method for detection of antibacterial drugs in fish // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2024. № 1 (49). P. 41–46 (In Russ.). doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401006  
EDN: COCACQ

### Введение

Рыба постоянно находится в окружении различных микроорганизмов, которые способны проникать в нее или находиться некоторое время в тканях и органах, не нанося вреда. Например, они постоянно присутствуют в желудочно-кишечном тракте. В то же время постоянное наличие в воде патогенной и условно-патогенной микрофлоры представляет собой скрытый очаг бактериальных инфекций, которые могут вызвать вспышки массовых заболеваний (вibriоз, аэромоноз, псевдомоноз, миксобактериозы и др.) среди рыбы природных водоемов и среди аквакультуры. Это может привести к гибели рыб и, соответственно, экономическим потерям. Для снижения таких потерь при воспроизводстве рыбы как объекта аквакультуры практически повсеместно проводят профилактические или лечебные мероприятия с использованием антибактериальных препаратов, добавляемых чаще всего в корм. Также было отмечено, что при введении в небольших дозах антибиотиков в рацион рыбы в аквакультуре с профилактической целью увеличивается прирост массы даже до 50% [3, 6].

При этом в пищевой продукции из объектов аквакультуры может быть обнаружено остаточное количество антибиотиков. Токсическое действие антибиотиков на организм потребителей рыбной продукции нередко проявляется в виде развития аллергических реакций, поражения почек, печени, слухового нерва, центральной нервной систе-

мы, апластической анемии, нарушения синтеза витамина К и возникновения кровотечений, также могут развиваться дисбактериозы и антибиотикорезистентность [6, 7].

Существует много различных методов определения остаточных количеств антибиотиков в рыбе, одним из них является классический микробиологический метод [1, 3].

### Материалы и методы

Исследование проводили по ГОСТ Р 55481-2013. Использовали следующее оборудование: термостат суховоздушный ТВ-80-1 (ОАО «ГРПЗ» – филиал Касимовский приборный завод, Россия), встряхиватель Vortex G-560E (Scientific Industries INC., США), центрифуга рефрижераторная настольная Velocity 14R (Dynamica, Швейцария), весы неавтоматического действия Scout Pro SPX-223 (OHAUS), весы неавтоматического действия аналитические AND HR-150AZG (AND, Япония), автоматические дозаторы переменного объема, пипетки градуированные стеклянные на 10 мл, гомогенизатор лабораторный ГЛ-П 300 10000 (Россия, «Петролазер»), линейка измерительная металлическая-150 (Россия, ООО НПП «ЧИЗ»), лабораторные часы.

Использовали следующие реактивы: пептон имп., агар микробиологический (Оболенск), хлорид натрия, бромкрезоловый пурпурный и другие реактивы; тест-культуры: *Bacillus stearothermophilus* (*Geobacillus stearothermophilus*) АТСС

7953, стандарт мутности ФГБНУ НЦЭСМП. Наличие антибиотиков и других антимикробных химиотерапевтических веществ устанавливали по отсутствию роста тест-культуры в агаре вокруг лунки с надосадочной жидкостью.

Для получения гомогената использовали филе морского окуня. Образец предварительно проверяли на отсутствие антибиотиков.

Использовали стандарты антибиотиков российских и зарубежных производителей.

В гомогенат массой  $25 \pm 0,5$  г добавляли 25 мл раствора антибиотика в физиологическом растворе и тщательно перемешивали, получая при этом исходную суспензию. Колбу с полученным образцом выдерживали в термостате при температуре  $37 \pm 1^\circ\text{C}$  в течение 90 мин, периодически перемешивая, затем часть суспензии центрифугировали при 3000 об/мин в течение 10 мин. Полученную надосадочную жидкость отбирали в стерильные пробирки.

В специальном агаре в чашке Петри пробивали три лунки (для трехкратного повтора). В каждую лунку вносили по 0,05 мл исследуемой суспензии. Лунку предварительно обводили маркером по контуру на дне чашки. Чашки Петри выдерживали при комнатной температуре в течение 30 мин для того, чтобы надосадочная жидкость диффундировала в агар. Затем инкубировали их в термостате при температуре  $65 \pm 1^\circ\text{C}$  в течение  $3,5 \pm 0,5$  ч крышками вверх.

Линейкой измеряли, начиная от края лунки с анализируемой пробой, ширину зоны отсутствия роста тест-культуры.

Оценка результатов: «+» – положительный результат: отсутствие роста тест-культуры, подтверждаемое сохранением синего цвета среды в зоне шириной 2 мм и более, т.е. наличие антибиотиков или других антимикробных химио-

терапевтических веществ в анализируемой пробе; «-» – отрицательный результат: отсутствие роста тест-культуры, подтверждаемое сохранением синего цвета среды в зоне шириной менее 2 мм, или наличие роста тест-культуры с изменением цвета среды с синего на желтый, т.е. отсутствие антибиотиков или других антимикробных химиотерапевтических веществ в анализируемой пробе; «+/-» – в одной или двух чашках Петри из трех есть отличие по размеру зоны учета результатов.

### Результаты исследований и обсуждение

Согласно данным таблицы 1 Приложения к ГОСТ Р 55481-2013 [2], используемым методом определяют наличие и содержание антибиотиков следующих групп: аугментин – с чувствительностью 25 мкг/кг, бензилпенициллин – 4 мкг/кг, доксициклин – 10 мкг/кг, цефазолин – 25 мкг/кг. Чтобы расширить спектр возможности данного микробиологического метода в нашей работе была изучена чувствительность на определение следующих групп антибактериальных препаратов: фторхинолоны, цефалоспорины, аминогликозиды, линкозамиды, нитрофураны, амфениколы.

Полученные данные при внесении различных антибиотиков из группы фторхинолонов в концентрации от 0,1 до 0,00001 г/мл приведены в таблице 1.

Таким образом, данный метод ГОСТ Р 55481-2013 определяет антибиотики из данной группы. Чувствительность ГОСТа по отношению к представителям группы фторхинолонов составляет 100 мкг/кг.

Полученные данные при внесении различных антибиотиков из группы цефалоспоринов в концентрации от 0,1 до 0,00001 г/мл приведены в таблице 2.

**Таблица 1. Чувствительность метода определения антибиотиков группы фторхинолонов в рыбе с использованием тест-культуры *Bacillus stearothermophilus***

*Table 1. Sensitivity of the method for determining antibiotics of fluoroquinolone group in fish using a test culture *Bacillus stearothermophilus**

№	Антибиотик	Концентрация внесенного антибиотика, г/кг							
		0,1	0,01	0,005	0,001	0,0005	0,0001	0,00005	0,00001
1	Энрофлоксацин	+	+	+	+	+	+	-	-
2	Левифлоксацин (Делафлоксацин)	+	+	+	+	+	+	-	-
3	Ципрофлоксацин	+	+	+	+	+	+	-	-
4	Марбофлоксацин	+	+	+	+	+	+	-	-

**Таблица 2. Чувствительность метода определения антибиотиков группы цефалоспоринов в рыбе с использованием тест-культуры *Bacillus stearothermophilus***

*Table 2. Sensitivity of the method for determining antibiotics of the cephalosporin group in fish using a test culture *Bacillus stearothermophilus**

№	Антибиотики	Концентрация внесенного антибиотика, г/кг							
		0,1	0,01	0,005	0,001	0,0005	0,0001	0,00005	0,00001
1	Цефапирин	+	+	+	+	+	+	+	–
2	Цефкином	+	+	+	+	+	+	+/-	–
3	Цефотаксим	+	+	+	+	+	+	+/-	–
4	Цефалексин	+	+	+	+	+/-	–	–	–

Для группы цефалоспоринов чувствительность различалась в зависимости от антибиотика. При повторной постановке опыта были получены аналогичные результаты. Чувствительность данного метода по отношению к представителям группы цефалоспоринов составила от 50 до 100 мкг/кг.

Полученные данные при внесении различных антибиотиков из группы аминогликозидов в

концентрации от 0,1 до 0,00001 г/мл приведены в таблице 3.

Чувствительность метода к представителям группы аминогликозидов оказалась различной: от 50 до 500 мкг/кг.

Полученные данные при внесении различных антибиотиков: нитрофуранов, линкозамидов, амфениколов и макролидов приведены в таблице 4.

**Таблица 3. Чувствительность метода определения антибиотиков группы аминогликозидов в рыбе с использованием тест-культуры *Bacillus stearothermophilus***

*Table 3. Sensitivity of the method for determining antibiotics of the aminoglycoside group in fish using a test culture *Bacillus stearothermophilus**

№	Антибиотик	Концентрация внесенного антибиотика, г/кг							
		0,1	0,01	0,005	0,001	0,0005	0,0001	0,00005	0,00001
1	Стрептомицин	+	+	+	+	+	+/-	–	–
2	Неомицин	+	+	+	+	+	+/-	–	–
3	Гентамицин	+	+	+	+	+	+	+	+/-
4	Канамицин	+	+	+	+	+	+/-	–	–

**Таблица 4. Чувствительность метода определения антибиотиков различных групп в рыбе с использованием тест-культуры *Bacillus stearothermophilus***

*Table 4. Sensitivity of the method for determining antibiotics of various groups in fish using a test culture *Bacillus stearothermophilus**

№	Антибиотик	Концентрация внесенного антибиотика, г/кг							
		0,1	0,01	0,005	0,001	0,0005	0,0001	0,00005	0,00001
1	Линкомицин (линкозамиды)	+	+	+	+	+	+	–	–
2	Фуразолидон (нитрофураны)	+	+	+	+	+	+	–	–
3	Тиамфеникол (амфениколы)	+	+	+	–	–	–	–	–
4	Тилозин (макролиды)	+	+	+	+	+	+	–	–

Таким образом, полученные нами экспериментальные данные показывают, что метод микробиологического обнаружения антибиотиков с использованием тест-культуры *Bacillus stearothermophilus* позволяет определить более широкий спектр антибактериальных препаратов, чем указано в ГОСТ Р

55481-2013. Чувствительность для группы фторхинолонов составила 100 мкг/кг. Для группы цефалоспорины чувствительность была от 50 до 100 мкг/кг. Также разброс по чувствительности отмечен и для группы аминогликозидов: от 50 до 500 мкг/кг. Чувствительность для групп линкозамидов, нитрофуранов

и макролидов – 100 мкг/кг. По отношению к группе амфениколов метод малочувствителен (5000 мкг/кг). К преимуществам данного метода следует отнести, то что он достаточно недорог, доступен, а продолжительность анализа составляет всего 6...7 ч.

### Заключение

Из протестированных групп антибиотиков все проявили ингибирующую активность по отношению к *Geobacillus stearothermophilus* в различных концентрациях. При выявлении остаточных количеств антибактериальных веществ в рыбе надо

провести последующую идентификацию и количественное определение токсиканта с помощью хроматографии или биосенсорным методом. Метод достаточно быстр в исполнении и эффективен.

Работа выполнена в соответствии с Государственным заданием по теме: FGUG-2022-0008 «Научно обосновать и разработать новые методы, средства и технологии обеспечения устойчивого ветеринарно-санитарного благополучия животноводства».

Регистрационный номер НИОКТР в ЦИТИС 122042700106-1.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ганович Г.Г., Денисова Е.А., Бабунова В.С., Бровкина А.Н. Ускоренные методы мониторинга критически контрольных точек при производстве мясной и рыбной продукции на предприятиях, сертифицированных по системе ХАССП // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 98 (04).
2. ГОСТ Р 55481-2013 «Мясо и мясные продукты. Качественный метод определения остаточных количеств антибиотиков и других антимикробных химиотерапевтических веществ».
3. Енгашев В.Г., Грищенко Л.И., Гаврилин К.В. Лечение миксобактериозов осетровых рыб при их промышленном выращивании // Зооиндустрия. 2005. № 6 (64). С. 18-19.
4. Сатюкова Л.П., Голубев А.А., Селенгинская С.С. и др. Методы обнаружения антибиотиков в пищевых продуктах // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2020. № 3 (35). С. 384-391.
5. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011).
6. Шульгина Л.В., Якуш Е.В., Шульгин Ю.П. и др. Антибиотики в объектах аквакультуры и их экологическая значимость. Обзор // Известия ТИНРО. 2015. Т. 181. С. 216-230.
7. Cabello F.C., Godfrey H.P., Tomova A. et al. Antimicrobial use in aquaculture re-examined: its relevance to antimicrobial resistance and to animal and human health // Environ. Microbiol. 2013. Vol. 15(7). P. 1917-1942.

### REFERENCES

1. Ganovich G.G., Denisova E.A., Babunova V.S., Brovkina A.N. Uskorenyy'e metody' monitoringa kriticheski kontrol'ny'kh tochek pri proizvodstve myasnoy i ry'bnoy produkcii na predpriyatiyakh, sertifikirovanny'kh po sisteme KxASSP // Nauchny'j zhurnal KubGAU. 2014. № 98 (04).
2. GOST R 55481-2013 «Myaso i myasny'e produkty'. Kachestvenny'j metod opredeleniya ostatocny'kh kolichestv antibiotikov i drugix antimikrobnny'kh kximioterapevticheskix veshhestv».
3. Engashev V.G., Grishhenko L.I., Gavrilin K.V. Lechenie miksobakteriozov osetrovy'kh ry'b pri ikh industrial'nom vy'rashhivanii // Zooindustriya. 2005. № 6 (64). S. 18-19.
4. Satyukova L.P., Golubev A.A., Selenginskaya S.S. i dr. Metody' obnaruzheniya antibiotikov v pishhevy'kh produktakh // Rossijskij zhurnal «Problemy' veterinarnoj sanitarii, gigieny' i e'kologii». 2020. № 3 (35). S. 384-391.
5. Tekhnicheskij reglament Tamozhennogo soyuza «O bezopasnosti pishhevoj produkcii» (TR TS 021/2011).
6. Shul'gina L.V., Yakush E.V., Shul'gin Yu.P. i dr. Antibiotiki v ob'ektakh akvakul'tury' i ikh e'kologicheskaya znachimost'. Obzor // Izvestiya TINRO. 2015. T. 181. S. 216-230.
7. Cabello F.C., Godfrey H.P., Tomova A. et al. Antimicrobial use in aquaculture re-examined: its relevance to antimicrobial resistance and to animal and human health // Environ. Microbiol. 2013. Vol. 15(7). P. 1917-1942.

### Информация об авторах

Бабунова В.С. – канд. вет. наук, ведущий научный сотрудник.

Осипова И.С. – канд. вет. наук, ведущий научный сотрудник.

Денисова Е.А. – д-р биол. наук, главный научный сотрудник.

Горяинова Г.М. – канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник.

Арсеньева Л.В. – канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник.

Попов П.А. – д-р вет. наук, руководитель института.

### **Information about the authors**

Babunova V. – Cand. Vet. Sci., Leading scientific researcher.

Osipova I. – Cand. Vet. Sci., Leading scientific researcher.

Denisova E. – Doc. Biol. Sci., Chief researcher.

Goryainova G. – Cand. Biol. Sci., leading scientific researcher.

Arsenyeva L. – Cand. Biol. Sci., leading scientific researcher.

Popov P. – Dr. Vet. Sci., Head of the Institute.

### **Вклад авторов**

Бабунова В.С. – проведение экспериментов и учет результатов, обобщение полученных данных, написание статьи.

Осипова И.С. – проведение экспериментов и учет результатов, обобщение полученных данных.

Денисова Е.А. – проведение экспериментов и учет результатов, обобщение полученных данных.

Горяинова Г. М. – проведение экспериментов и учет результатов, обобщение полученных данных.

Арсеньева Л. В. – проведение экспериментов и учет результатов, обобщение полученных данных.

Попов П.А. – постановка цели, определение задач исследований.

### **Contribution of the authors**

Babunova V. – conducting of experiments, accounting for results, generalization of the received data.

Osipova I. – conducting of experiments, accounting for results, generalization of the received data.

Denisova E. – conducting of experiments, accounting for results, generalization of the received data, writing an article.

Goryainova G. – aim of work.

Arsenyeva L. – conducting of experiments, accounting for results, generalization of the received data.

Popov P. – setting the goal of the work, defining research objective.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 10.10.2023. одобрена после рецензирования 20.11.2023. Дата опубликования 28.03.2024.

The article was submitted 10.10.2023. approved after reviewing 20.11.2023. Date of publication 28.03.2024.

Научная статья  
УДК: 637.07;637.073.051  
doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401007  
EDN: COJENM

## ПОТЕНЦИАЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ В СРЕДНЕМ ДИАПАЗОНЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПИЩЕВОГО РЫБНОГО СЫРЬЯ

*Мария Алексеевна Белова<sup>1</sup>, Лада Евгеньевна Дахова<sup>2</sup>, Ирина Андреевна Хомякова<sup>3</sup>,  
Ольга Викторовна Новиченко<sup>4</sup>, Ромдан Каруи<sup>5</sup>,  
Михаил Николаевич Кутузов<sup>6</sup>, Дарья Дмитриевна Вилкова<sup>7</sup>*

<sup>1,2,3,4,7</sup> *Череповецкий государственный университет,  
Череповец 162600, Российская Федерация*

<sup>4</sup> *Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева,  
Астрахань 414056, Российская Федерация*

<sup>5</sup> *Университет Артуа, ЕА 7394, ИШВ-Институт Шарль Виоллетт  
F-62300, Аррас 62000, Франция*

<sup>6</sup> *МиД Биотех, Череповец 162600, Российская Федерация*

<sup>1</sup> mabelova@chsu.ru, 0009-0008-6466-3854

<sup>2</sup> ladadakhova@mail.ru

<sup>3</sup> khomyakova\_02080307395@mail.ru

<sup>4</sup> ollevi@bk.ru, 0000-0002-4282-9728

<sup>5</sup> romdhane.karoui@univ-artois.fr

<sup>6</sup> kutuzov35@gmail.com, 0000-0002-1330-9782

<sup>7</sup> ddvilkova@chsu.ru, 0000-0002-2869-8709

**Аннотация.** Использование инфракрасной спектроскопии в среднем диапазоне с преобразованием Фурье позволяет изучить качество рыбного сырья. С помощью этого измерительного метода можно определить окислительные процессы липидов, содержание воды и деградацию белков пищевого рыбного сырья. Метод позволяет различить свежие, охлажденные и замороженные/размороженные образцы севрюги, что свидетельствует о перспективности применения инструментальных спектральных приборов для аутентификации рыбных продуктов.

**Ключевые слова:** инфракрасная спектроскопия, оценка качества, рыбное сырье, заморозка, хранение

**Для цитирования:** Белова М.А., Дахова Л.Е., Хомякова И.А., Новиченко О.В., Каруи Р., Кутузов М.Н., Вилкова Д.Д. Потенциал использования инфракрасной спектроскопии в среднем диапазоне для оценки качества пищевого рыбного сырья // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2024. № 1 (49). С. 47–53.

doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401007

EDN: COJENM

Original article

## POTENTIAL OF MID INFRARED SPECTROSCOPY TO ASSESS THE QUALITY OF FOOD FISH RAW MATERIALS

*Maria A. Belova<sup>1</sup>, Lada E. Dakhova<sup>2</sup>, Irina A. Khomyakova<sup>3</sup>, Olga V. Novichenko<sup>4</sup>,  
Romdhane Karoui<sup>5</sup>, Mikhail N. Kutuzov<sup>6</sup>, Daria D. Vilkova<sup>7</sup>*

<sup>1,2,3,4,7</sup> Cherepovets State University, Cherepovets 162600, Russian Federation

<sup>4</sup> Astrakhan State University name of V.N. Tatishchev,  
Astrakhan 414056, Russian Federation

<sup>5</sup> University of Artois, EA 7394, ICV-Institut Charles Viollette  
F-62300, Arras 62000, France

<sup>6</sup> MiD Biotech, Cherepovets 162600, Russian Federation

<sup>1</sup> mabelova@chsu.ru, 0009-0008-6466-3854

<sup>2</sup> ladadakhova@mail.ru

<sup>3</sup> khomyakova\_02080307395@mail.ru

<sup>4</sup> ollevi@bk.ru, 0000-0002-4282-9728

<sup>5</sup> romdhane.karoui@univ-artois.fr

<sup>6</sup> kutuzov35@gmail.com, 0000-0002-1330-9782

<sup>7</sup> ddvilkova@chsu.ru, 0000-0002-2869-8709

**Abstract.** The application of mid infrared spectroscopy with Fourier-transform provide to determine the quality of fish raw materials. This method could be noted lipid oxidation, water content and protein degradation of fish food raw materials. Mid-infrared spectroscopy as a new tool for the evaluation of fish freshness might to distinguish between fresh, chilled and frozen-thawed sevruга sturgeon samples. This allows to proposed this tool for authentication of fish and fish products.

**Keywords:** mid-infrared spectroscopy, quality, fish raw materials, frozen, storage

**For citation:** Belova M.A, Dakhova L.E., Khomyakova I.A., Novichenko O.V., Karoui R., Kutuzov M.N., Vilkova D.D. Potential of mid infrared spectroscopy to assess the quality of food fish raw materials // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2024. №. 1 (49). P. 47–53 (In Russ.). doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401007  
EDN: COJENM

### Введение

В последнее время внимание ученых привлекает спектральное оборудование. Его все чаще используют для оценки качества, определения фальсификации и аутентификации продуктов питания. Это объясняется современным подходом к изучению состояния пищевого сырья с использованием аналитического оборудования совместно с хемометрическим анализом (математическая обработка полученных данных) [1]. Несомненно, есть и другое объяснение его широкого применения – эти методы являются быстрыми, относительно недорогими, экологически безопасными и предоставляют большой объем информации всего за одно измерение. Более того, спектроскопические методы обычно не требуют подготовки проб и позволяют избежать механического и химического разрушения образца [2]. Среди прочих выделяют инфракрасную спектроскопию в среднем диапазоне с преобразованием Фурье (ИК-Фурье). Метод основан на микроскопическом взаимодействии инфракрасного света с химическим веществом посредством процесса поглощения и, в результате, дает набор диапазонов – спектров,

уникальных для химического вещества, который называется молекулярным отпечатком [3].

Пищевая безопасность имеет огромное стратегическое значение, а ее обеспечение регулируется на государственном уровне. Особое значение имеет определение качества пищевого рыбного сырья, поскольку этот вид продукции относится к скоропортящимся, подвержен быстрой контаминации и окислению из-за нарушений условий хранения. Само понятие «качество рыбы» – комплексное понятие, поскольку на него влияет несколько факторов, таких как вид, возраст, биохимический состав, район вылова, сезон вылова, кормовой состав [4].

Рыба и морепродукты играют важную роль в питательном и сбалансированном рационе, и их потребление уже давно связано с рядом преимуществ для здоровья человека. Действительно, эти продукты содержат ряд питательных веществ, включая высокоэффективный белок, длинноцепочечные полиненасыщенные жирные кислоты омега-3, такие как эйкозапентаеновая и докозагексаеновая кислоты, а также витамины и минералы [1].

Общий объем потребления рыбы и рыбной продукции в мире на протяжении последних не-



скольких десятилетий последовательно увеличивается. По данным ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций), в 2020 г. сектор рыболовства и аквакультуры значительно вырос, а общий объем производства, рынка и потребления рыбы достиг рекордного уровня [5].

Чтобы сохранить качество рыбы и продлить срок ее хранения, можно использовать различные способы, включая охлаждение, замораживание, засолку, копчение и др.

Холодильное хранение – это наиболее эффективный метод сохранения качества рыбы и рыбной продукции в течение длительного периода. При низких температурах подавляется рост микроорганизмов, снижается активность ферментов, в результате срок хранения рыбы и рыбопродуктов продлевается. Однако во время транспортировки и хранения рыба и рыбопродукты могут подвергаться колебаниям температуры, что приводит к множественным циклам заморажива-

ния–оттаивания перед употреблением и, как следствие, ведет к снижению их качества.

Кроме того, рыба, подвергнутая циклу замораживания–оттаивания, может продаваться как ранее незамороженная. Аутентификация рыбы важна для правильной маркировки продукции, чему способствуют нормативные меры контроля качества. Как известно, качество рыбы и рыбной продукции во многом зависит от исходной свежести сырья [2].

Цель настоящего исследования – изучить потенциал ИК-Фурье спектроскопии в среднем диапазоне для оценки качества пищевого рыбного сырья.

### *Материалы и методы*

В качестве пищевого рыбного сырья использовали рыбные стейки севрюги (рис. 1). Образцы были разделены на три группы: группа I – свежие образцы, группа II – замороженные/размороженные с последующим охлаждением, группа III – предварительно охлажденные образцы с последующим замораживанием/размораживанием.



*Рис 1. Образцы севрюги  
Fig 1. Samples of sevruga sturgeon*

Сканирование спектров проводили при комнатной температуре (20°C) в диапазоне 4000...700 см<sup>-1</sup> с разрешением 4 см<sup>-1</sup> с помощью Фурье-спектрометра IRTaser-100. Приставка НПВО была изготовлена из кристалла ZnSe, имеющего угол падения 45° и полное отражение n=10.

При измерении прилагали легкое надавливание, обеспечивающее хороший контакт между кристаллом и образцом. Для каждой группы хранения получали три спектра. Перед каждым измерением спектр кристалла ZnSe записывали и использовали в качестве опорного спектра. Между различными образ-

цами севрюги кристалл тщательно очищали с помощью этанола и дистиллированной воды. Обработка спектров и график были выполнены в XLSTAT 2016 (Addinsoft SARL USA, New York, NY, USA).

### *Результаты исследований и обсуждение*

Полосы поглощения, наблюдаемые в диапазоне (4000...700 см<sup>-1</sup>), связаны с валентными колебаниями функциональных групп молекулы, и каждое химическое соединение в составе рыбы может вносить вклад в спектр поглощения.

На рисунке 2 показаны полосы поглощения  $\sim 1156$ ,  $1397$ ,  $1548$ ,  $1641$ ,  $1742$ ,  $2854$ ,  $2926$ ,  $3265$  и  $3355$   $\text{cm}^{-1}$  на образцах севрюги в первый день для групп I, II и III. Большая часть спектральной информации располагалась в трех диапазонах волновых чисел:  $3000\text{--}2800$   $\text{cm}^{-1}$ ,  $1700\text{--}1500$   $\text{cm}^{-1}$  и  $1500\text{--}900$   $\text{cm}^{-1}$  и может быть использована для изучения влияния сырья на изменение качества образцов севрюги. Спектры в области  $1500\text{--}900$   $\text{cm}^{-1}$  для образцов севрюги известны как область отпечатков пальцев и относятся к растяжению C–C и C–O [6,7].

Полосы поглощения  $\sim 1156$  и  $1397$   $\text{cm}^{-1}$  указывают на самое высокое поглощение для образцов группы II. Полоса, расположенная  $\sim 1156$   $\text{cm}^{-1}$ , характерна для метиленового ( $-\text{CH}_2$ ) изгиба липидов и валентных колебаний C–O. Для этой полосы наибольшее поглощение наблюдалось для замороженной/размороженной группы с последующим охлаждением. Пик  $\sim 1397$   $\text{cm}^{-1}$  может быть приписан карбоксилатному симметричному растяжению группы  $\text{COO}^-$ .

Полоса Амида I, расположенная  $\sim 1650$   $\text{cm}^{-1}$ , и полоса Амида II, расположенная  $\sim 1550$   $\text{cm}^{-1}$ , ха-

рактеризуют валентное колебание C=O и деформационное колебание N–H, соответственно.

Замороженные и размороженные образцы группы II продемонстрировали самое высокое поглощение при  $1548$   $\text{cm}^{-1}$ , тогда как группа III продемонстрировала самое низкое поглощение при  $1641$   $\text{cm}^{-1}$ , относительно свежих образцов группы I.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что свежесть сырья и срок хранения вызывают некоторые изменения в структуре белка. Полоса, расположенная  $\sim 1742$   $\text{cm}^{-1}$ , показала максимальное поглощение для образцов группы II. Эта область связана с карбонилем (C=O) сложноэфирной группы и образованием гидропероксидов при окислении липидов рыб [6].

Область, расположенная между  $3000\text{--}2800$   $\text{cm}^{-1}$ , соответствует C–H связыванию метила и метилена жирной кислоты. Сильные полосы  $\sim 2854$  и  $2926$   $\text{cm}^{-1}$  соответствовали  $\text{CH}_2$  симметричному и асимметричному растяжению липидов соответственно. На рисунке 2 показано существенное отличие образцов группы II (замороженных и размороженных, и далее охлажденных) от двух других.

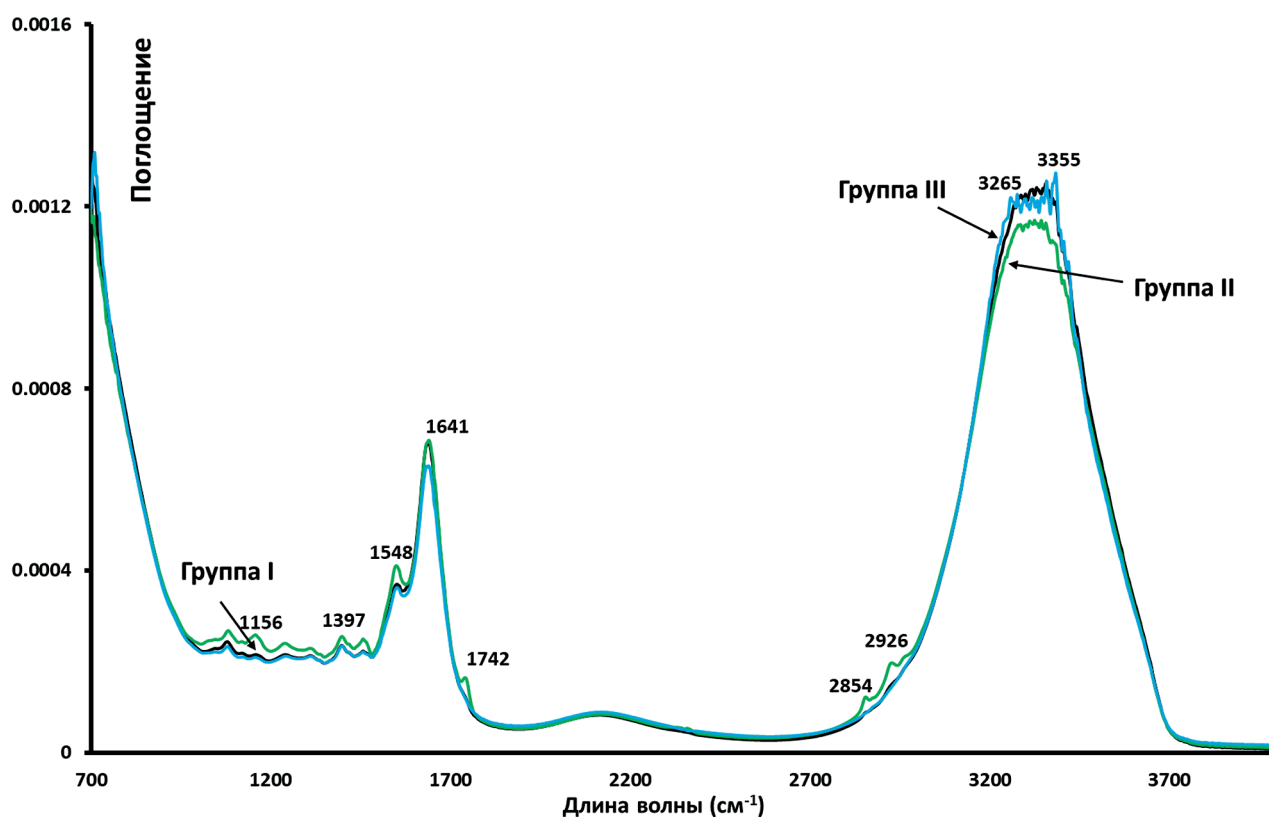


Рис. 2. Нормализованные спектры севрюги  
Fig. 2. Normalized spectra of sevruka sturgeon

Отличие образцов группы II от других исследованных образцов можно объяснить кристаллизацией липидов образцов во время хранения. Полоса, расположенная около  $\sim 3265 \text{ см}^{-1}$ , может быть связана с растяжением N–H (амид А) белков, которые показали наименьшее поглощение для группы II. Наблюдаемый пик  $\sim 3355 \text{ см}^{-1}$  обусловлен растяжением O–H воды, где наибольшее поглощение отмечено для группы свежих образцов (группа I), а наименьшее – для группы II.

Все это указывает на то, что процессы хранения так или иначе влияют на качество стейков севрюги. Даже за небольшие сроки возникают изменения, происходящие на молекулярном уровне, которые можно отметить только с помощью измерительных приборов.

### Заключение

Общественный интерес к качеству продуктов питания и методам производства значительно возрос за последние десятилетия отчасти из-за изменений в привычках питания, поведении потребителей, а также растущей индустриализации и глобализации цепочек поставок продуктов питания.

Качество в основном определяют с использованием только микробиологических, биохимических и физико-химических методов, результаты которых зачастую используют как «входной контроль». Однако сложно определить качество именно так, чтобы удовлетворить контролирующие органы и предпочтения потребителей.

Использование ИК-Фурье спектроскопии в среднем диапазоне позволяет на самых ранних этапах хранения оценить качество рыбного сырья и определить возможность нарушения режимов хранения образцов. Это могут быть процесс замораживания и размораживания, а также предварительное хранение в охлажденном состоянии даже незначительное время. В дальнейшем данные исследования позволят провести аутентификацию пищевого рыбного сырья.

Исследование выполнено за счет 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».

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Vilkova D.D., Chene C., Kondratenko E.I. & Karoui R. A Comprehensive Review on the Assessment of the Quality and Authenticity of the Sturgeon Species by Different Analytical Techniques. Food Control. 2021. 133, 108648. doi:10.1016/j.foodcont.2021.108648.*
2. *Hassoun A. & Karoui R. Quality Evaluation of Fish and Other Seafood by Traditional and Nondestructive Instrumental Methods: Advantages and Limitations. Crit Rev Food Sci Nutr. 2017. 57. 1976–1998. doi:10.1080/10408398.2015.1047926.*
3. *Karoui R. Spectroscopic Technique: Mid-Infrared (MIR) and Fourier Transform Mid-Infrared (FT-MIR) Spectroscopies; 2nd ed. Elsevier Inc. 2018. ISBN 9780128142646.*
4. *Ottavian M., Fasolato L., Facco P. & Barolo M. Foodstuff Authentication from Spectral Data : Toward a Species-Independent Discrimination between Fresh and Frozen – Thawed Fish Samples. J Food Eng. 2013. 119. 765–775. doi:10.1016/j.jfoodeng.2013.07.005.*
5. *FAO The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in Action. 2020. ISBN 9789251326923.*
6. *Hernández-Martínez M., Gallardo-Velázquez T., Osorio-Revilla G., Almaraz-Abarca N., Ponce-Mendoza A. & Vásquez-Murrieta M.S. Prediction of Total Fat, Fatty Acid Composition and Nutritional Parameters in Fish Fillets Using MID-FTIR Spectroscopy and Chemometrics. LWT – Food Science and Technology, 2013. 52. 12–20. doi:10.1016/j.lwt.2013.01.001.*
7. *Paradkar M.M., Sivakesava S. & Irudayaraj J. Discrimination and Classification of Adulterants in Maple Syrup with the Use of Infrared Spectroscopic Techniques. J Sci Food Agric. 2003. 83. 714–721. doi:10.1002/jsfa.1332.*

### REFERENCES

1. *Vilkova D.D., Chene C., Kondratenko E.I. & Karoui R. A Comprehensive Review on the Assessment of the Quality and Authenticity of the Sturgeon Species by Different Analytical Techniques. Food Control. 2021. 133, 108648. doi:10.1016/j.foodcont.2021.108648.*

- Hassoun A. & Karoui R. Quality Evaluation of Fish and Other Seafood by Traditional and Nondestructive Instrumental Methods: Advantages and Limitations. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2017. 57. 1976–1998. doi:10.1080/10408398.2015.1047926.
- Karoui R. *Spectroscopic Technique: Mid-Infrared (MIR) and Fourier Transform Mid-Infrared (FT-MIR) Spectroscopies*; 2nd ed. Elsevier Inc. 2018. ISBN 9780128142646.
- Ottavian M., Fasolato L., Facco P. & Barolo M. Foodstuff Authentication from Spectral Data : Toward a Species-Independent Discrimination between Fresh and Frozen – Thawed Fish Samples. *J Food Eng.* 2013. 119. 765–775. doi:10.1016/j.jfoodeng.2013.07.005.
- FAO The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in Action. 2020. ISBN 9789251326923.
- Hernández-Martínez M., Gallardo-Velázquez T., Osorio-Revilla G., Almaraz-Abarca N., Ponce-Mendoza A. & Vásquez-Murrieta M.S. Prediction of Total Fat, Fatty Acid Composition and Nutritional Parameters in Fish Fillets Using MID-FTIR Spectroscopy and Chemometrics. *LWT - Food Science and Technology*, 2013. 52. 12–20. doi:10.1016/j.lwt.2013.01.001.
- Paradkar M.M., Sivakesava S. & Irudayaraj J. Discrimination and Classification of Adulterants in Maple Syrup with the Use of Infrared Spectroscopic Techniques. *J Sci Food Agric.* 2003. 83. 714–721. doi:10.1002/jsfa.1332.

### Информация об авторах

Белова М.А. – магистрант.

Дахова Л.Е. – студентка.

Хомякова И.А. – студентка.

Новиченко О.В. – канд. тех. наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры.

Каруи Р. – проф., директор института.

Кутузов М.Н. – исполнительный директор.

Вилкова Д.Д. – PhD инженер биологических систем, научный сотрудник, руководитель лаборатории.

### Information about the authors

Belova M.A. – graduate student.

Dakhova L.E. – student.

Khomyakova I.A. – student.

Novichenko O.V. – Cand. Tech. Sci., Senior Researcher, Associate Professor.

Karoui R. – Professor, Director of ICV-Institute.

Kutuzov M.N. – исполнительный директор.

Vilkova D.D. – PhD of Engineering of Biological Functions, Researcher of the Department of Biology, Head of the Laboratory of Applied Biotechnology.

### Вклад авторов

Белова М.А. – проведение экспериментов, написание отдельных разделов.

Дахова Л.Е. – проведение экспериментов, написание отдельных разделов.

Хомякова И.А. – проведение экспериментов, написание отдельных разделов.

Новиченко О.В. – написание отдельных разделов, заключение, управление проектом.

Каруи Р. – концептуализация, методология.

Кутузов М.Н. – проведение экспериментов, написание отдельных разделов.

Вилкова Д.Д. – постановка цели работы, проведение экспериментов, написание отдельных разделов, заключение, управление проектом.

### Contribution of the authors

Belova M.A. – conducting experiments, writing the separate sections of the article.

Dakhova L.E. – conducting experiments, writing the separate sections of the article.

Khomyakova I.A. – conducting experiments, writing the separate sections of the article.

Novichenko O.V. – writing the separate sections of the article, conclusion, project administration.

Karoui R. – conceptualization, methodology.

Kutuzov M.N. – conducting experiments, writing the separate sections of the article.

Vilkova D.D. – aim of the work, conducting experiments, writing the separate sections of the article, conclusion, project administration.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 24.09.2023; одобрена после рецензирования 24.10.2023. Дата опубликования 28.03.2024.

The article was submitted 24.09.2023; approved after reviewing 24.10.2023. Date of publication 28.03.2024.

Научная статья  
УДК 637.146:57.086  
doi: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202401008  
EDN: DENXCP

## ГИСТОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ИНДЕНТИФИКАЦИИ КАРРАГИНАНА В ЙОГУРТЕ

*Людмила Васильевна Резниченко<sup>1</sup>, Ирина Олеговна Диденко<sup>2</sup>,  
Алексей Александрович Резниченко<sup>3</sup>, Сергей Борисович Носков<sup>4</sup>*

<sup>1,2,3,4</sup> Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина,  
Белгород 308503, Российская Федерация

<sup>1</sup> reznichenko6531@gmail.com

<sup>2</sup> patanatom-otdel@yandex.ru

<sup>3</sup> reznichenko6531@gmail.com

<sup>4</sup> patanatom-otdel@yandex.ru

**Аннотация** Одним из распространенных кисломолочных продуктов, спрос на который неизменно находится на высоком уровне, является йогурт. В связи с большой востребованностью данного вида продукта существует значительное количество йогуртов, изготовленных с нарушением нормативов производства, в частности, с внесением фальсифицирующих добавок. Несомненно, приносящими пользу организму можно считать только те продукты, которые были изготовлены без добавок посторонних компонентов.

Целью данной работы являлась идентификация постороннего компонента – каррагинана, изготовленного из различных видов красных водорослей (класс *Rhodophyceae*), в йогурте, а также разработка наиболее дешевого и быстрого метода, позволяющего получать достоверные результаты.

**Ключевые слова:** йогурт, кисломолочный продукт, каррагинан, фальсифицированный продукт, добавки, гистологическое исследование

**Для цитирования:** Резниченко Л.В., Диденко И.О., Резниченко А.А., Носков С.Б. Гистологический метод индентификации каррагинана в йогурте // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2024. № 1(49). С. 54–58.

doi: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202401008

EDN: DENXCP

Original article

## HISTOLOGICAL METHOD OF IDENTIFICATION OF THE CARRAGEENAN IN YOGURT

*Lyudmila V. Reznichenko<sup>1</sup>, Irina O. Didenko<sup>2</sup>, Alexey A. Reznichenko<sup>3</sup>, Sergey B. Noskov<sup>4</sup>*

<sup>1,2,3,4</sup> Belgorod State Agrarian University of V.Ya. Gorin,  
Belgorod 308503, Russian Federation

<sup>1</sup> reznichenko6531@gmail.com

<sup>2</sup> patanatom-otdel@yandex.ru

<sup>3</sup> reznichenko6531@gmail.com

<sup>4</sup> patanatom-otdel@yandex.ru

**Abstract.** One of the fermented milk products, the demand for which is always at a high level, is yogurt. Due to the high demand for this type of product, there is a significant number of yogurts made

in violation of production standards, in particular with the introduction of adulterating additives. Undoubtedly, only those products made free of extraneous components can be considered beneficial.

The purpose of this work is to identify an extraneous component such as carrageenan, made from various types of red algae (class *Rhodophyceae*) in yogurt, as well as to develop the cheap and the most time consuming method to obtain reliable results.

**Keywords:** yogurt, fermented milk product, carrageenan, falsified product, additives, histology

**For citation:** Reznichenko L.V., Didenko I.O., Reznichenko A.A., Noskov S.B. Histological method of identification of the carrageenan in yogurt // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2024. № 1 (49). P. 54–58 (In Russ.).

doi: 10.36871/vet.san.hygiene.ecol.202401008

EDN: DEHXCP

### Введение

Потребление кисломолочных продуктов, не содержащих добавок инородных компонентов, безусловно оказывает положительное влияние на организм человека. Добавки вносят с целью улучшить структуру йогурта, в частности придать ему густую консистенцию и создать более вязкую структуру [1]. Именно эти качества появляются у низкосортного кисломолочного продукта жидкой консистенции при внесении каррагинана.

Каррагинан, изготавливаемый из водорослей различных классов, по химической структуре относится к полисахаридам. В зависимости от химических свойств различают несколько видов каррагинанов: каппа, йота и лямбда.

Гистологическим исследованием можно установить степень очистки использованного каррагинана: в очищенных каррагинанах содержание частиц со сложной внутренней организацией достаточно низкое, в то время как в полуочищенных оно существенно выше и характеризуется участками крупной базофильной зернистости или наличием множественных округло-овальных кольцевых образований с отверстиями [2]. При идентификации каррагинана обоих видов легко сделать вывод о немолочном происхождении данного компонента в связи со схожестью его строения с таковым растительной клетки.

Поскольку как в отечественной, так и зарубежной литературе отсутствует четкое мнение о несомненной пользе или вреде каррагинана для организма человека, а также с целью удалить с рынка некачественные густые по консистенции йогурты, фальсифицированные гелеобразователями, в частности каррагинаном, необходимо разработать не требующий больших затрат, несложный в исполнении и позволяющий быстро получить результат метод идентификации каррагинана [3]. Для этих целей был выбран метод идентификации состава мясопродуктов, адаптированный для ис-

следования значительно отличающихся по консистенции продуктов из молока.

Цель настоящей работы – разработать дешевый, быстрый в исполнении метод, позволяющий получать достоверные результаты.

Для выполнения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить способы подготовки каррагинана перед внесением в молочный продукт (в зависимости от его химического строения и функциональных свойств использовать продукты с различной температурой: от прохладных до горячих);
- внести каррагинан в соответствии с технологией его использования в приобретенный промышленно произведенный йогурт без заявленного производителем на этикетке использования загустителей;
- подготовить срезы «чистого» и искусственно фальсифицированного продуктов для проведения сравнительного исследования;
- при микроскопии сравнить структуру «чистого» и искусственно фальсифицированного продуктов после окрашивания гистологическими красителями.

### Материал и методы

Для испытаний были использованы йогурты промышленного производства: без внесения добавок и с внесением добавки каррагинан.

Опытным путем было установлено, что наиболее удобным для идентификации является внесение в 90 г йогурта навески каррагинана массой 5 г, предварительно добавленного в 10 г йогурта комнатной температуры (приблизительно 22°C) и перемешанного в течение 5 мин.

Оба продукта термостатировали при температуре 40°C в течение часа для лучшего набухания каррагинана. После охлаждения до комнатной

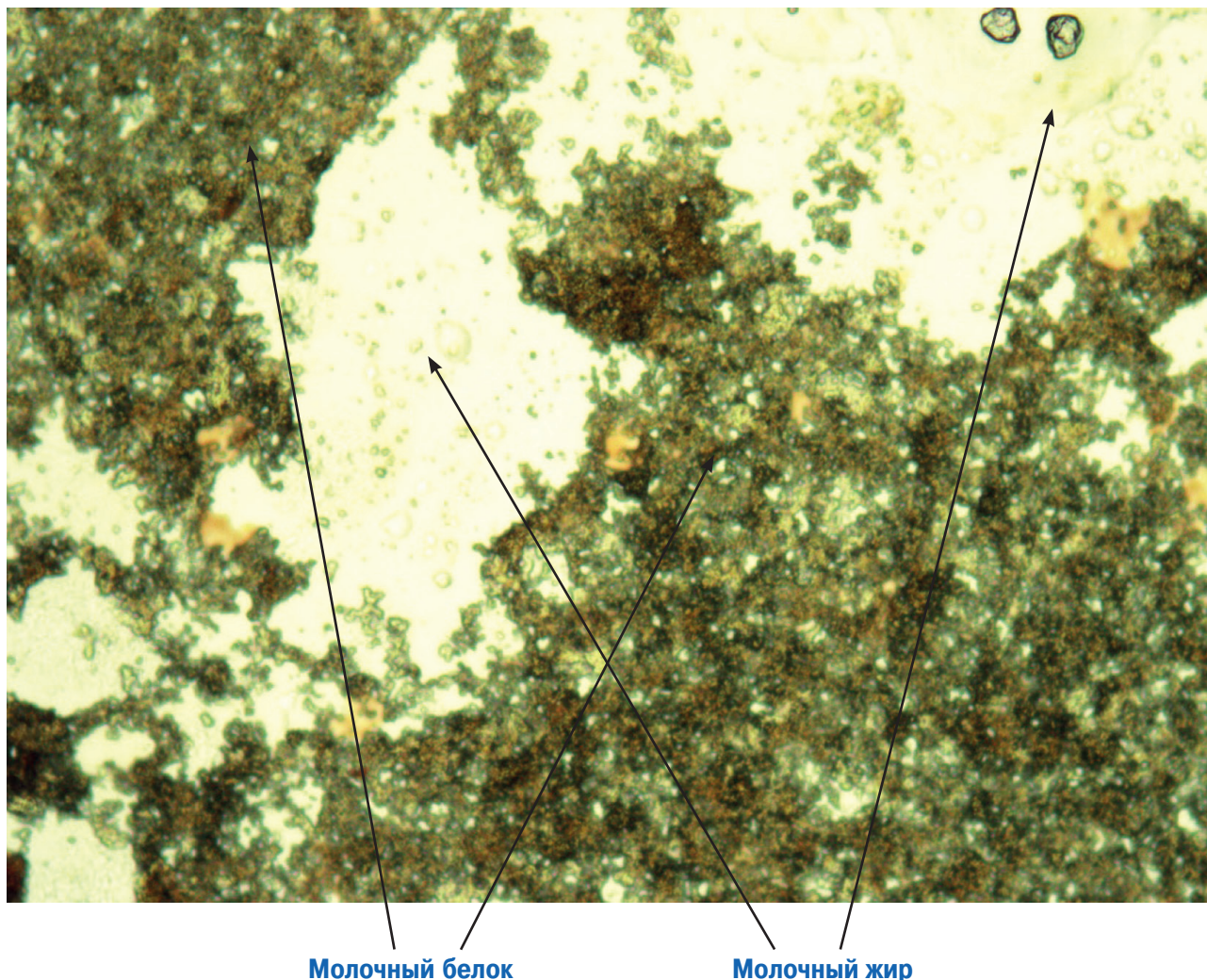
температуры из обоих образцов были изготовлены гистологические срезы.

### **Результаты исследований и обсуждение**

Результаты исследований каждой из проб: контрольной – без внесения каррагинана и опытной – искусственно фальсифицированной, представлены на рисунках 1 и 2.

На рисунке 1 видно, что натуральный йогурт не содержит никаких посторонних добавок: видны молочный белок и жир, характерные для натурального молочного продукта.

На рисунке 2 видно, что, помимо натуральных составляющих продукта (белок и жир), в йогурте содержится посторонняя примесь в виде бесформенной глыбы коричневого цвета, которая и является каррагинаном.



*Рис. 1. Гистологический срез натурального йогурта (контрольная проба).  
Окраска раствором Люголя. x100*

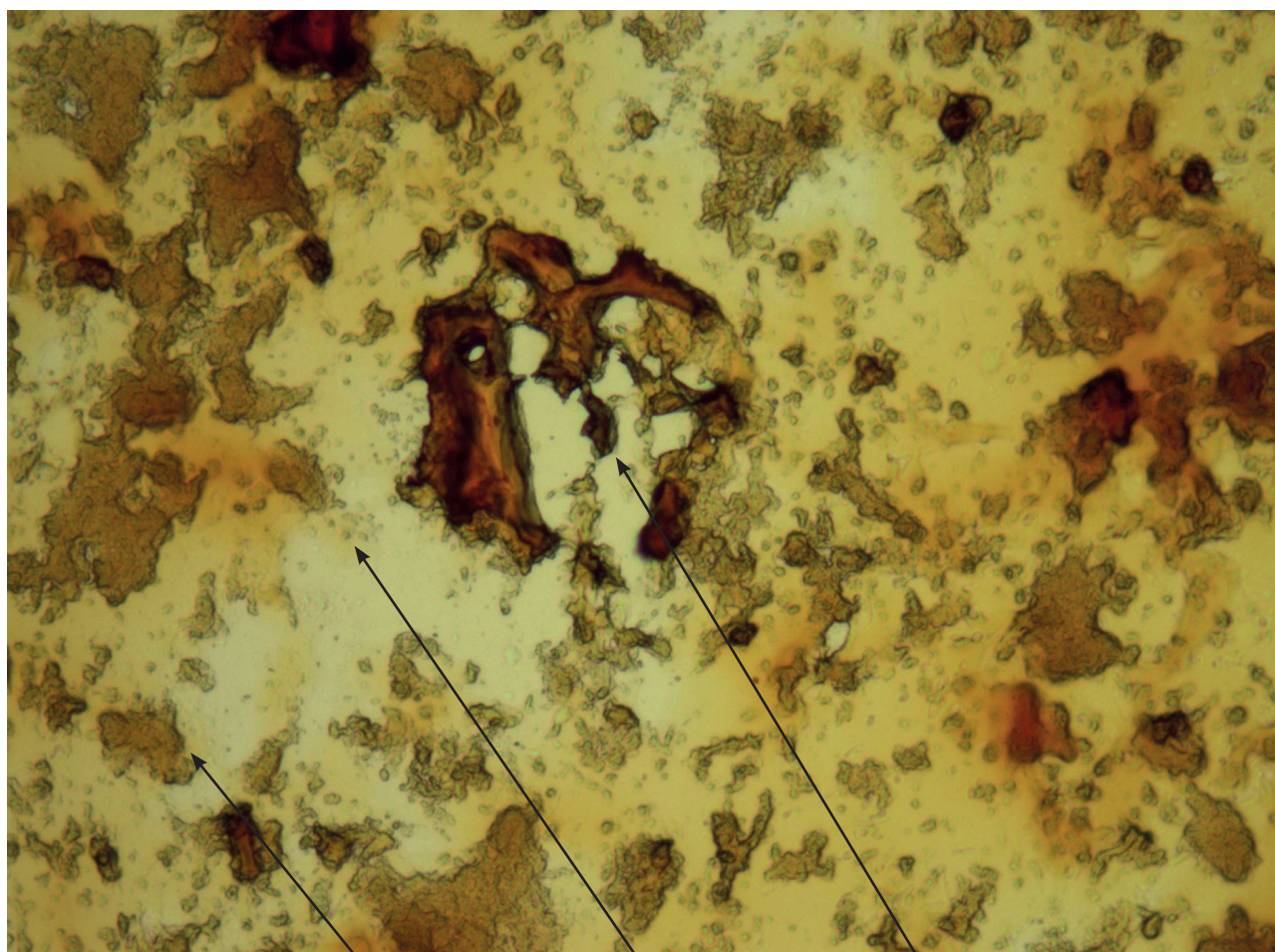
*Fig 1. Histological section of natural yogurt (control sample).  
Painting with Lugol's solution. x100*

### **Заключение**

Применение каррагинана для улучшения органолептических свойств продукта оправдано только при нанесении соответствующей маркировки, которая позволит покупателю сделать выбор при приобретении данного вида молочного продукта

в соответствии с личным отношением к продуктам из водорослей. Модификацию метода гистологической идентификации состава мясopодуKтов, адаптированного для исследования йогурта, можно успешно применять для выявления фальсификаций гелеобразователями (каррагинан).





**Молочный белок**

**Молочный жир**

**Каррагинан**

*Рис.2. Гистологический срез йогурта, фальсифицированного каррагинаном (вторая опытная проба).  
Окраска раствором Люголя. x100*

*Fig 2. Histological section of yogurt adulterated with carrageenan (second experimental sample).  
Painting with Lugol's solution. x100*

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Губина-Вакулик Г.А., Ткаченко А.С., Орлова М.А. Морфологическое состояние тонкого кишечника при длительном употреблении пищевой добавки каррагинана // Вюн. проблем биологии і медицини. 2014. Т. 3. вип. 2. С. 252-257.
2. Заболотных М.В. Качество и безопасность сырья и пищевых продуктов в современных условиях // Вестн. Ом. гос. аграр. ун-та. 2014. № 3 (15). С. 29-32.
3. Коваленко Д.Н. Фальсификация молока и молочных продуктов // Переработка молока. 2011. № 3. С. 8-11.
4. Серажутдинова Л.Д., Малых М.А. и др. Идентификация молочной продукции: проблемы и решения // Методы оценки соответствия. 2013. № 1. С. 22-25.
5. Damage and regeneration of small intestinal enterocytes under the influence of carrageenan induces chronic enteritis / G. I. Gubina-Vakyulyk [et al.] // Comp. Clin. Path. 2015. Nov. Vol. 24. N 6. P. 1473-1477.
6. Tailoring kappa/iota-hybrid carrageenan from *Mastocarpus stellatus* with desired gel quality through pre-extraction alkali treatment / G. Azevedo [et al.] // Food Hydrocoll. 2013. May. Vol. 31. N 1. P. 94-102.
7. ГОСТ Р 51331-99 «Продукты молочные. Йогурты. Общие технические условия».
8. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».
9. Федеральный закон Российской Федерации от 12 июня 2008 г. «Технический регламент на молоко и молочную продукцию», № 88-ФЗ.

## REFERENCES

1. Gubina-Vakulik G.A., Tkachenko A.S., Orlova M.A. Morfologicheskoe sostoyanie tonkogo kishechnika pri dlitel'nom upotreblenii pishhevoj dobavki karraginana // Vyun. problem byulogi i` mediczini. 2014. T. 3. vip. 2. S. 252-257.
2. Zabolotny`kx M.V. Kachestvo i bezopasnost` sy`r`ya i pishhevy`kx produktov v sovremenny`kx usloviyax // Vestn. Om. gos. agrar. un-ta. 2014. № 3 (15). S. 29-32.
3. Kovalenko D.N. Fal`sifikacziya moloka i molochny`kx produktov // Pererabotka moloka. 2011. № 3. S. 8-11.
4. Serazhutdinova L.D., Maly`kx M.A. i dr. Identifikacziya molochnoj produkczii: problemy` i resheniya // Metody` ocenki sootvetstviya. 2013. № 1. S. 22-25.
5. Damage and regeneration of small intestinal enterocytes under the influence of carrageenan induces chronic enteritis / G. I. Gubina-Vakyulyk [et al.] // Comp. Clin. Path. 2015. Nov. Vol. 24. N 6. P. 1473-1477.
6. Tailoring kappa/iota-hybrid carrageenan from Mastocarpus stellatus with desired gel quality through pre-extraction alkali treatment / G. Azevedo [et al.] // Food Hydrocoll. 2013. May. Vol. 31. N 1. P. 94-102.
7. GOST R 51331-99 «Produkty` molochny`e. Jogurty`. Obshhie tekhnicheskie usloviya».
8. Tekhnicheskij reglament Tamozhennogo soyuza TR TS 021/2011 «O bezopasnosti pishhevoj produkczii».
9. Federal'ny`j zakon Rossijskoj Federaczii ot 12 iyunya 2008 g. «Tekhnicheskij reglament na moloko i molochnuyu produkcziyu», № 88-FZ.

### Информация об авторах

Резниченко Л.В. – д-р вет. наук, профессор, профессор кафедры.  
Диденко И.О. – аспирантка.  
Резниченко А.А. – канд. вет. наук, преподаватель кафедры.  
Носков С.Б. – д-р вет. наук, профессор, профессор кафедры.

### Information about the authors

Reznichenko L.V. – Dr. Vet. Sci., prof., Department professor.  
Didenko I.O. – Postgraduate student.  
Reznichenko A.A. – Cand. Vet. Sci., lecturer of the Department.  
Noskov S.B. – Dr. Vet. Sci., prof., Department professor.

### Вклад авторов

Резниченко Л.В. – общее руководство, постановка цели работы.  
Диденко И.О. – проведение экспериментов, написание статьи.  
Резниченко А.А. – проведение экспериментов, написание статьи.  
Носков С.Б. – введение, проведение экспериментов, заключение.

### Contribution of the authors

Reznichenko L.V. – general management, setting the goal of the work.  
Didenko I.O. – conducting experiments, writing an article.  
Reznichenko A.A. – conducting experiments, writing an article.  
Noskov S.B. – introduction, conducting experiments, conclusion.

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

Статья поступила в редакцию 12.09.2023; одобрена после рецензирования 16.10.2023. Дата опубликования 28.03.2024.

The article was submitted 12.09.2023; approved after reviewing 16.10.2023. Date of publication 28.03.2024.

Научная статья  
УДК 636:085.3/619:.992.28  
doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401009  
EDN: DNGJNK

## МИКОБИОТА КОРМОВ ИЗ СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

*Елена Алексеевна Пирязева<sup>1</sup>, Елена Владимировна Зотова<sup>2</sup>,  
Галина Михайловна Горяинова<sup>3</sup>, София Викторовна Ермоленко<sup>4</sup>*

<sup>1,2,3</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии,  
гигиены и экологии – филиал ФНЦ ВИЭВ РАН*

*Москва 123022, Российская Федерация, E-mail: vniivshe@mail.ru*

<sup>4</sup> *Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ),  
Москва 125080, Российская Федерация*

<sup>1</sup> piryazeva01@yandex.ru

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

<sup>4</sup> s.volkova05@yandex.ru

**Аннотация.** В статье приведены данные о составе поверхностной и субэпидермальной микобиоты пяти проб кормовых культур из Смоленской области: зерна овса, ржи, бобов гороха, семян подсолнечника и горчицы. Исследование показало, что в поверхностных частях доминировали преимущественно представители рода *Penicillium*, в глубинных – темноокрашенные гифомицеты.

**Ключевые слова:** Смоленская область, микобиота, корма

**Для цитирования:** Пирязева Е.А., Зотова Е.В., Горяинова Г.М., Ермоленко С.В. Ми-кобиота кормов из Смоленской области // Российский журнал «Проблемы ветеринарной са-нитарии, гигиены и экологии». 2024. № 1 (49). С. 59–63. doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401009  
EDN: DNGJNK

Original article

## MYCOBIOTA OF FEED FROM SMOLENSK REGION

*Elena A. Piryazeva<sup>1</sup>, Elena V. Zotova<sup>2</sup>,  
Galina M. Goryainova<sup>3</sup>, Sofia V. Ermolenko<sup>4</sup>*

<sup>1,2,3</sup> *All-Russian Research Institute of 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>4</sup> *Russian Biotechnological University (BIOTECH University),  
Moscow 125080, Russian Federation*

<sup>1</sup> piryazeva01@yandex.ru

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

<sup>4</sup> s.volkova05@yandex.ru

**Abstract.** The article presents data on the composition of the surface and subepidermal mycobiota of five samples of forage crops from Smolensk region: grains of oats, rye, pea beans, sunflower seeds and mustard. The study showed that *Penicillium* dominated in the surface parts, and Dematiaceous hyphomycetes dominated in the deep parts.

**Keywords:** Smolensk region, mycobiota, feed

**For citation:** Piryazeva E.A., Zotova E.V., Goryainova G.M., Ermolenko S.V. Mycobiota of feed from Smolensk region // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2024. № 1 (49). P. 59–63 (In Russ.). doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401009  
EDN: DNGJNK

### **Введение**

Современное сельское хозяйство сталкивается с постоянно растущими вызовами в области безопасности и качества продукции. Одним из ключевых аспектов обеспечения безопасности и качества продукции животноводства является контроль качества кормов, поступающих в рационы животных. Особое значение приобретает анализ санитарно-микологических показателей, поскольку микроорганизмы, присутствующие в кормовых ресурсах, могут оказывать непосредственное воздействие на здоровье и продуктивность животных [1].

Корма, пораженные грибами, могут стать источником серьезных и, в отдельных случаях, массовых отравлений сельскохозяйственных животных – микотоксикозов – ввиду присутствия в них микотоксинов, представляющих собой продукты метаболизма микроскопических грибов. Среди таких заболеваний особый интерес вызывают эрготизм, стахиботриотоксикоз, дендродохиотоксикоз, фузариотоксикоз и др. Различные виды грибов могут заражать как живые растения во время их роста, так и заготовленные запасы кормов при хранении [2, 3].

Смоленская область, обладая обширными земельными ресурсами, играет важную роль в аграрной сфере региона и страны в целом. Оценка пораженности грибами кормовых культур представляет собой актуальную проблему с точки зрения обеспечения качественного кормового сырья для животноводства.

Цель наших исследований – изучить поверхностную и субэпидермальную микобиоту проб зерна злаковых, бобовых и семян масличных культур, выращенных в Смоленской области.

### **Материалы и методы**

Исследования проводили в лаборатории микотоксикологии и санитарии кормов ВНИИВСГЭ – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН.

Всего микологическому анализу подвергнуто пять проб, в том числе зерно ржи, овса; бобы гороха, а также семена подсолнечника и горчицы

урожая 2023 г. Исследование включало первичное выделение грибов и их родовую идентификацию.

Для определения субэпидермальной микобиоты использовали метод прямого посева предварительно продезинфицированных зерен (100 шт. от каждой пробы) на поверхность агара Чапека–Докса с желчью и антибиотиками в чашки Петри [4]. Поверхностную микобиоту выявляли путем высева последовательных серийных разведений измельченных зерен в чашки Петри, содержащие тот же агар [5]. Посевы инкубировали при температуре 23...25°C в течение 7...10 сут, затем учитывали выросшие колонии. Родовую идентификацию проводили в соответствии с пособиями по определению грибов [6, 7].

Степень пораженности грибами глубинных частей зерен каждой пробы выражали в процентах, а поверхностных – в колониеобразующих единицах (КОЕ/г), в связи с чем возможно провести лишь качественное сравнение грибов, заселяющих указанные части зерен.

### **Результаты исследований и обсуждение**

Согласно данным таблицы наибольшая пораженность грибами поверхности зерен выявлена у зерна овса – 4700 КОЕ/г, а субэпидермальных частей – у семян подсолнечника – 100%, так же высокой она была и у зерен овса – 86%; наименьшая – у семян горчицы – 150 КОЕ/г и 3% соответственно, кроме того, невысокий уровень контаминации микромицетами зарегистрирован у зерен ржи – 370 КОЕ/г и 17%.

У бобов гороха отмечена средняя пораженность (40%) субэпидермальных частей и относительно высокая (1800 КОЕ/г) поверхности, в то время как у семян подсолнечника наблюдалась обратная картина — 100%-я контаминация внутренних частей семян и 510 КОЕ/г – поверхности.

Чаще всего, за исключением зерен ржи, где основным контаминантом служили дрожжи и дрожжеподобные грибы, в составе поверхностной микобиоты доминировали пенициллы, обнаруженные во всех исследованных пробах, также во всех

Таблица. Микобиота зерна злаковых и масличных культур из Смоленской области

Table. Mycobiota of cereal grains and oilseeds from Smolensk region

Вид корма	Микобиота				
	поверхностная			субэпидермальная	
	род	степень контаминации, КОЕ/г	ОЧГ, КОЕ/г	род	степень контаминации, %
Зерно овса	<i>Cladosporium</i> spp.	200	4700	Темноокрашенные гифомицеты Стерильные зерна	86 10
	<i>Penicillium</i> spp.	3600			
	<i>Aspergillus</i> sp.	900			
Зерно ржи	<i>Penicillium</i> spp.	80	370	Темноокрашенные гифомицеты Стерильные зерна	17 73
	<i>Cladosporium</i> spp.	30			
	<i>Alternaria</i> spp.	90			
	Дрожжи	170			
Бобы гороха	<i>Penicillium</i> spp.	1590	1800	Темноокрашенные гифомицеты <i>Penicillium</i> sp. Стерильные зерна	38 2 60
	<i>Cladosporium</i> spp.	90			
	Дрожжи	120			
Семена подсолнечника	<i>Penicillium</i> spp.	400	510	Темноокрашенные гифомицеты <i>Fusarium</i> sp. <i>Rhizopus</i> sp.	95 2 3
	<i>Aspergillus</i> spp.	80			
	<i>Fusarium</i> spp.	30			
Семена горчицы	<i>Penicillium</i> spp.	60	150	Темноокрашенные гифомицеты Стерильные зерна	3 97
	<i>Aspergillus</i> sp.	10			
	<i>Alternaria</i> spp.	60			
	<i>Cladosporium</i> sp.	10			
	<i>Nigrospora</i> sp.	10			

пробах, кроме семян подсолнечника, выявляли представителей темноокрашенных гифомицетов, к которым относятся, в частности, виды родов *Alternaria*, *Cladosporium*, *Nigrospora*, при этом в семенах горчицы этих грибов в сумме было больше, чем пенициллов; реже (в трех пробах – зерно овса, семена подсолнечника и горчицы) присутствовали аспергиллы, в двух пробах регистрировали дрожжи, помимо вышеуказанной пробы зерна ржи, они выявлены также в бобах гороха; только в семенах подсолнечника обнаружены фузарии.

В составе субэпидермальной микобиоты абсолютными доминантами являлись темноокрашенные гифомицеты, прежде всего *Alternaria*, процент пораженности этими грибами значительно варьировался – от 3% (семена горчицы) до 95% (семена подсолнечника). Кроме того, внутри бобов гороха слабо присутствовали пенициллы (2%), а в семенах подсолнечника – фузарии (2%) и *Rhizopus* (3%).

В целом по результатам исследования можно заключить, что зерно, бобы и семена являются свежубранными, поскольку в составе их субэпидермальной микобиоты преобладают представители «полевой» микобиоты, к которой относятся грибы, такие как *Alternaria*, *Cladosporium*, *Nigrospora*, *Fu-*

*sarium*, развивающиеся во время вегетации растений. Однако большинство вышеуказанных грибов, особенно при проникновении их в глубинные части зерен, способны образовывать микотоксины, оказывающие негативное влияние на санитарное состояние корма. Помимо этого, на поверхности зерен присутствуют, пока еще не в значительных количествах, пенициллы и аспергиллы, относящиеся к «плесеням хранения», которые при наличии благоприятных условий, таких как повышенные влажность и температура, способны интенсивно развиваться, успешно конкурируя с «полевыми» грибами, и тем самым вносить свой вклад в контаминацию кормов грибами и микотоксинами.

Важно подчеркнуть, что регулярный санитарно-микологический контроль кормовых культур не только способствует минимизации рисков для здоровья животных, но и содействует обеспечению высокого качества продукции животноводства. Предотвращение загрязнения кормов грибами также оказывает положительное воздействие на экономические показатели сельского хозяйства, поскольку уменьшаются потери продуктивности животных и снижаются расходы на ветеринарные мероприятия. Кроме того, микологическая оценка

позволяет выявить различия в уровнях поражения разных видов кормовых культур, что обеспечивает основу для принятия дифференцированных мер по агротехнике и защите растений.

Изучение поверхностной и субэпидермальной микобиоты позволяет сотрудникам, контролирующим санитарное качество зерна и кормов, своевременно принимать меры по предотвращению их порчи.

Работа выполнена в соответствии с Государственным заданием по теме: FGUG-2022-0008 «Научно обосновать и разработать новые методы, средства и технологии обеспечения устойчивого ветеринарно-санитарного благополучия животноводства».

Регистрационный номер НИОКТР в ЦИТИС 122042700106-1.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бажов Г.М. Кормовые отравления животных. Причины, симптомы, лечение. С-Пб.: Лань, 2021.
2. Кононенко Г.П., Пирязева Е.А., Буркин А.А., Зотова Е.В. Риски накопления микотоксинов при контаминации агропродукции грибами рода *Aspergillus* секций *Aspergillus* и *Flavi* // Успехи медицинской микологии. Т. 23. М.: Национальная академия микологии, 2022. С. 266-269.
3. Кононенко Г.П., Пирязева Е.А., Буркин А.А. Интенсивность токсинообразования *Penicillium roqueforti*, *P. brevicompactum*, *P. chrysogenum* на зерновых субстратах // Микология и фитопатология. 2021. Т. 55. № 4. С. 285-290.
4. Методические рекомендации по выделению и количественному учету микроскопических грибов в зерне. Утв. Отделением ветеринарной медицины РАСХН 27.10.2006 г.
5. Методические указания по выделению и количественному учету микроскопических грибов в кормах, кормовых добавках и сырье для производства кормов. Утв. ДВ МСХ РФ 14.07.2003 г.
6. Пидопличко Н.М. Грибная флора грубых кормов. Киев: Изд-во Академии наук УССР, 1953. 486 с.
7. Методические рекомендации по идентификации основных видов патогенных и токсигенных микроскопических грибов в кормах. Утв. Отделением ветеринарной медицины РАСХН 23.10. 2008 г.

## REFERENCES

1. Bzhov G.M. Kormovy`e otravleniya zhiivotny`kh. Prichiny`, simptomny`, lechenie. S-Pb.: Lan`, 2021.
2. Kononenko G.P., Piryazeva E.A., Burkin A.A., Zotova E.V. Riski nakopleniya mikotoksinov pri kontaminaczii agroprodukczii gribami roda *Aspergillus* sekczij *Aspergillus* i *Flavi* // Uspekxi mediczinskoj mikologii. T. 23. M.: Naczional`naya akademiya mikologii, 2022. S. 266-269.
3. Kononenko G.P., Piryazeva E.A., Burkin A.A. Intensivnost` toksinoobrazovaniya *Penicillium roqueforti*, *P. brevi`compactum*, *P. chrysogenum* na zernovy`kh substratakh // Mikologiya i fitopatologiya. 2021. T. 55. № 4. S. 285-290.
4. Metodicheskie rekomendaczii po vy`deleniyu i kolichestvennomu uchetu mikroskopicheskikh gribov v zerne. Utv. Otdeleniem veterinarnoj medicziny` RASKXN 27.10.2006 g.
5. Metodicheskie ukazaniya po vy`deleniyu i kolichestvennomu uchetu mikroskopicheskikh gribov v kormakh, kormovy`kh dobavkakh i sy`r`e dlya proizvodstva kormov. Utv. DV MSKX RF 14.07.2003 g.
6. Pidoplichko N.M. Gribnaya flora grubuy`kh kormov. Kiev: Izd-vo Akademii nauk USSR, 1953. 486 s.
7. Metodicheskie rekomendaczii po identifikaczii osnovny`kh vidov patogenny`kh i toksigenny`kh mikroskopicheskikh gribov v kormakh. Utv. Otdeleniem veterinarnoj medicziny` RASKXN 23.10. 2008 g.

## Информация об авторах

Пирязева Е.А. – канд. биол. наук, старший научный сотрудник.

Зотова Е.В. – канд. вет. наук, старший научный сотрудник.

Горяинова Г.М. – канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник.

Ермоленко С.В. – студентка.

## Information about the authors

Piryazeva E.A. – Cand. Biol. Sci., Senior researcher.

Zotova E.V. – Cand. Vet. Sci., Senior researcher.

Goryainova G. – Cand. Biol. Sci., leading scientific researcher.

Yermolenko S.V. – student.

### **Вклад авторов**

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### **Contribution of the authors**

The authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 25.11.2023; одобрена после рецензирования 05.12.2023. Дата опубликования 28.03.2024.

The article was submitted 25.11.2023; approved after reviewing 05.12.2023. Date of publication 28.03.2024.

## САНИТАРНАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ SANITARY MICROBIOLOGY

Научная статья  
УДК 619:618.19-002:636.22/28  
doi: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202401010  
EDN: EJFTFH

### ВЛИЯНИЕ ИММУНИЗАЦИИ НА МИКРОБИОМ МОЛОКА КОРОВ

*Евгений Валерьевич Иванов<sup>1</sup>, Андрей Владимирович Капустин<sup>2</sup>,  
Наталья Николаевна Авдеевская<sup>3</sup>*

<sup>1,2</sup> *Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт  
экспериментальной ветеринарии им. К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко  
Российской академии наук,  
Москва 109428, Российская Федерация*

<sup>3</sup> *Вологодский филиал Федерального научного центра – Всероссийского  
научно-исследовательского института экспериментальной ветеринарии  
им. К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко Российской академии наук  
Вологда 160000, Российская Федерация*

<sup>1</sup> doctor2112@yandex.ru

<sup>2</sup> kapustin\_andrei@mail.ru

<sup>3</sup> Natali.Avduevskaya@mail.ru

**Аннотация.** В результате проведенных исследований 20 проб молока выявлено 84 изолята бактерий различных видов. Инцидентность выделения *S. aureus* составила 13,10% (11 изолятов), *E. coli* – 14,29% (12 изолятов), *S. dysgalactiae* – 9,52% (8 изолятов), *S. uberis* – 8,33% (7 изолятов), *S. agalactiae* и *S. pyogenes* – по 7,14% (по 6 изолятов), *K. pneumoniae* – 2,38% (2 изолята). Суммарная численность названных изолятов составляла 61,9% от общего количества выделенных бактерий. Таким образом, установили, что мастит коров вызван или осложнен микроорганизмами указанных видов. Проведен опыт по установлению влияния иммунизации коров с исследованием проб молока от животных опытной и контрольной групп (по 200 гол. в каждой), а также в сравнении с микробиомом молока от группы животных до вакцинации (20 гол.). В результате из молока коров опытной группы возбудителей инфекционных маститов перечисленных видов выявляли в 2,4 и 2,5 раза реже, чем в контрольной и группе животных до вакцинации. *S. dysgalactiae*, *S. uberis* и *K. pneumoniae* в опытной группе обнаружены не были, тогда как у животных до вакцинации в контрольной группе их количество составило 9,52, 8,33, 2,38 и 6,97, 4,65 и 9,30% соответственно. Культуры *S. aureus*, *S. agalactiae*, *S. pyogenes* и *E. coli* выделены во всех трех группах животных с наименьшим количеством изолятов *S. aureus*, *S. agalactiae* и *E. coli* в опытной группе – в 1,8, 2 и 2 раза реже, чем в группе животных до вакцинации, и в 1,1, 1,5 и 2,2 раза реже, чем в контрольной группе.

**Ключевые слова:** инфекционный мастит, микробиом молока, иммунитет, вакцина против маститов

**Для цитирования:** Иванов Е.В., Капустин А.В., Авдеевская Н.Н. Влияние иммунизации на микробиом молока коров // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2024. № 1 (49). С. 64–71. doi: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202401010.  
EDN: EJFTFH



Original article

## THE EFFECT OF IMMUNIZATION ON THE MICROBIOME OF COW'S MILK

*Evgeny V. Ivanov<sup>1</sup>, Andrey V. Kapustin<sup>2</sup>, Natalia N. Avduevskaya<sup>3</sup>*

<sup>1,2</sup> *Federal Scientific Center – All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K. I. Skryabin and Ya. R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences  
Moscow 109428, Russian Federation*

<sup>3</sup> *Vologda branch of Federal Scientific Center – All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K. I. Skryabin and Ya. R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences  
Vologda 160000, Russian Federation*

<sup>1</sup> doctor 2112@yandex.ru

<sup>2</sup> kapustin\_andrei@mail.ru

<sup>3</sup> Natali.Avduevskaya@mail.ru

**Abstract.** As a result of the conducted studies of 20 milk samples, 84 isolates of bacteria of various species were identified. The incidence of *S. aureus* isolation was 13.10% (11 isolates), *E. coli* 14.29% (12 isolates), *S. dysgalactiae* 9.52% (8 isolates), *S. uberis* – 8.33% (7 isolates), *S. agalactiae* and *S. pyogenes* 7.14% (6 isolates each), *K. pneumoniae* – 2.38% (2 isolates). The total number of these isolates was equal to 61.90% of the total number of isolated bacteria. Thus, it was established that cow mastitis is caused or complicated by microorganisms of these types of bacteria. An experiment was conducted to establish the effect of immunization of cows with the study of milk samples from animals of the experimental and control groups (200 heads each), as well as in comparison with the microbiome of milk from a group of animals before vaccination (20 heads). As a result, it was found that from the milk of cows of the experimental group, pathogens of infectious mastitis of the listed species are detected 2.4 and 2.5 times less often than in the control and group of animals before vaccination. *S. dysgalactiae*, *S. uberis* and *K. pneumoniae* were not detected in the experimental group, whereas in animals before vaccination and in the control group, their number was 9.52%, 8.33%, 2.38% and 6.97%, 4.65% and 9.30%, respectively. Cultures of *S. aureus*, *S. agalactiae*, *S. pyogenes* and *E. coli* were isolated in all three groups of animals with the smallest number of isolates of *S. aureus*, *S. agalactiae* and *E. coli* in the experimental group – 1.8, 2.0 and 2.0 times less than in the group of animals before vaccination and 1.1, 1.5 and 2.2 times less than in the control group.

**Keywords:** infectious mastitis, milk microbiome, immunity, vaccine against mastitis

**For citation:** Ivanov E.V., Kapustin A.V., Avduevskaya N.N. The effect of immunization on the microbiome of cow's milk // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2024. № 1 (49). P. 64–71 (In Russ.). doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401010 EDN: EJFTFH

### Введение

Маститы коров представляет собой одну из причин, значительно снижающих количество получаемого молока и резко ухудшающих его качество [11]. В настоящее время установлено, что из секрета вымени коров, больных маститом, может быть выделено свыше 100 видов различных микроорганизмов, более половины которых относятся к патогенным стафилококкам и стрептококкам. Также в молоке часто обнаруживают микоплазмы, грибы, эшерихии, клебсиеллы и другие бактерии [2, 10].

В системе мероприятий, направленных на ликвидацию мастита, наряду со своевременной

диагностикой, особое внимание уделяется всесторонней профилактике [2]. Разработка и внедрение эффективной вакцины в целях специфической профилактики воспаления вымени у коров позволяет снизить заболеваемость животных маститом на фермах и, тем самым, повысить качество молока и рентабельность его производства [1, 8]. Вакцинация способствует выработке у животного активного иммунитета к возбудителям болезни в результате активации В-лимфоцитов, которые сохраняют информацию об антигене и обеспечивают быстрый иммунный ответ, не давая инфекции развиться, а животному заболеть [9].

В последние годы в Российской Федерации для борьбы с маститами у коров использовали моно- и ассоциированные вакцины иностранного производства: Стартвак, Мастивак, UBAC и Джей-Вак. В своем составе большинство из них содержат инактивированные антигены бактерий *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Escherichia coli*, *Arcanobacterium pyogenes*, *Klebsiella pneumonia*, *Mycoplasma pneumonia* [10].

Иммунизация коров вакциной Мастивак, в состав которой входят различные бактерии, в том числе стафилококки вида *S. aureus*, индуцирует у клинически здоровых животных образование антител к широкому спектру стафилококковых энтеротоксинов SEA, SEB, SEC, SED, SEE, SEG, SEH, SEI и TSST [5].

Отмечено, что применение вакцины Стартвак способствовало снижению уровня *S. aureus* и коагулазонегативных стафилококков в молоке коров. Так, до вакцинации уровень *S. aureus* и коагулазонегативных стафилококков составлял 73,33 и 53,33%, а через 6 мес после первой вакцинации он снизился до 26,67 и 33,33% соответственно [4].

Вакцинация Стартвак в другом хозяйстве также способствовала снижению уровня микроорганизмов в пробах молока коров. До применения вакцины основными микроорганизмами по частоте обнаружения в образцах секрета вымени коров были *S. aureus* в 29,42% случаев и *Streptococcus* spp. в 23,53% случаев, а через полгода после вакцинации Стартвак из молока маститных коров чаще стали выделять *Enterococcus faecium* (20%), *S. aureus* (17,3%), *Streptococcus* spp. (17,3%) [3].

Указанные данные свидетельствуют о влиянии иммунопрофилактики на снижение уровня микроорганизмов в молоке коров, что способствует увеличению производства молока и повышению эффективности молочного скотоводства.

### Материалы и методы

Предварительно, для определения этиологической структуры и идентификации патогенов, циркулирующих в сельскохозяйственном предприятии, исследовали образцы молока от больного маститом поголовья крупного рогатого скота (n=20).

В дальнейшем, с целью определить влияние иммунизации на микробиом молока, мы сформировали две группы сухостойных животных (n=200). Животных первой группы подвергали двукратной иммунизации испытуемым препара-

том, а второй группе вводили препарат плацебо (физиологический раствор в сопоставимом объеме). Следует отметить, что животные, от которых исследовали молоко в начале опыта, были пролечены антибактериальными препаратами, которые потом, в эксперименте, не использовали. Испытуемым препаратом служила вакцина против инфекционных маститов и эндометритов коров инактивированная «КОМБОВАК-ЭНДОМАСТ», содержащая протективные антигены *E. coli*, *S. aureus*, *S. agalactiae*, *S. dysgalactiae*, *S. uberis*, *S. pyogenes*, *K. pneumoniae* не менее  $3,5 \cdot 10^9$  КОЕ каждого штамма в иммунизирующей дозе.

От коров с явными клиническими признаками мастита из каждой группы отбирали пробы молока для проведения бактериологического исследования. Молоко собирали в объединенные пробы из всех четырех долей вымени каждого животного.

Бактериологические исследования молока проводили в соответствии с «Методическими указаниями по бактериологическому исследованию молока и секрета вымени коров» [7].

Видовую идентификацию микроорганизмов проводили с использованием метода масс-спектрометрии (Maldi-Tof) согласно «Методическим указаниям по идентификации микроорганизмов с применением масс-спектрометра MALDI Biotyper при исследовании продовольственного сырья и пищевых продуктов» (одобрены НТС Россельхознадзора от 03.04.2014 г.).

Математическую обработку полученных результатов проводили с помощью методического руководства «Биометрическая обработка лабораторных, клинических и эпизоотологических данных» [6].

### Результаты исследования и обсуждение

В результате проведенных исследований до начала иммунизации коров из 20 проб молока выявлено 84 изолята бактерий различных видов. Из них инцидентность выделения *S. aureus* составила 13,1% (11 изолятов), *E. coli* – 14,29% (12 изолятов), *S. dysgalactiae* – 9,52% (8 изолятов), *S. uberis* – 8,33% (7 изолятов), *S. agalactiae* и *S. pyogenes* по 7,14% (по 6 изолятов), *K. pneumoniae* – 2,38% (2 изолята). Суммарная численность указанных изолятов составляла 61,9% от общего количества выделенных бактерий. Таким образом, установили, что мастит коров вызван микроорганизмами, видовая принадлежность которых представлена указанными выше бактериями.

Иммунизацию коров проводили в соответствии с инструкцией, двукратно в сухостойный период, препарат вводили подкожно в дозе 3 см<sup>3</sup>, с соблюдением правил асептики.

Далее мы исследовали образцы молока от животных опытной и контрольной групп. Полученные результаты от коров опытной группы приведены в таблице 1.

**Таблица 1. Структура бактериальных агентов, выделенных из молока коров с клинико-морфологическим проявлением маститов после иммунизации**

*Table 1. Structure of bacterial agents isolated from milk of cows with clinical and morphological manifestation of mastitis after immunization*

№	Номер животного	Результат исследования	Встречаемость вида бактерий от 28 выделенных культур, %
1	1166	<i>Aerococcus viridans</i> <i>Enterococcus hirae</i> <i>Lactococcus lactis</i>	14,29 10,71 10,71
2	1366	<i>Streptococcus pyogenes</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Escherichia coli</i>	7,14 7,14 7,14
3	1388	<i>Lactococcus lactis</i> <i>Staphylococcus xylosum</i> <i>Enterococcus hirae</i>	10,71 7,14 10,71
4	1312	<i>Aerococcus viridans</i> <i>Candida kefir</i>	14,29 3,57
5	1374	<i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>Streptococcus parauberis</i>	3,57 7,14
6	914	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	3,57
7	918	<i>Aerococcus viridans</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Corynebacterium glutamicum</i>	14,29 7,14 3,57
8	900	<i>Enterococcus hirae</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Streptococcus agalactiae</i> <i>Klebsiella oxytoca</i>	10,71 7,14 3,57 3,57
9	1006	<i>Streptococcus pyogenes</i> <i>Streptococcus parauberis</i> <i>Lactococcus lactis</i> <i>Enterobacter amnigenus</i>	7,14 7,14 10,71 3,57
10	1060	<i>Aerococcus viridans</i> <i>Enterococcus casseliflavus</i> <i>Staphylococcus xylosum</i>	14,29 3,57 7,14

Согласно данным, отраженным в таблице 1, от вакцинированных коров было выделено 28 изолятов бактерий, относящихся к различным видам. Инцидентность выделения бактерий вида *A. viridans* составила 14,29%, *E. hirae* и *L. lactis* по 10,71%, *E. coli*, *S. aureus*, *S. xylosum*, *S. parauberis*, *S. pyogenes* по 7,14%, *C. glutamicum*, *E. amnigenus*, *E. casseliflavus*, *K. oxytoca*, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa*, *C. kefir* и *S. agalactiae* по 3,57% соответственно.

Результаты бактериологического исследования молока животных контрольной группы представлены в таблице 2.

Согласно данным таблицы 2 от животных с клиническими признаками мастита было выделено 43 изолята бактерий, среди которых инцидентность выделения *E. coli* составила 16,28%, *A. viridans* и *S. aureus* – 11,63%, *K. pneumoniae* – 9,3%, *S. dysgalactiae*, *S. pyogenes* и *S. parauberis* – по 6,98%, *S. uberis*, *S. agalactiae* и *E. hirae* – по 4,65%, *L. Lactis*, *B. cereus*, *M. luteus*, *S. cohnii*, *C. glutamicum*, *S. vitulinus*, *E. faecium* по 2,33% соответственно от общей структуры выделенных микроорганизмов.

При сравнении изолятов, выделенных от животных опытной и контрольной групп до вакцинации, установили, что в опытной группе количество

Таблица 2. Результаты бактериологического исследования молока от коров группы плацебо (физиологический раствор)

Table 2. The results of a bacteriological study of milk from cows of the placebo group (saline solution)

№	Номер животного	Результат исследования	Встречаемость вида бактерий от 43 выделенных культур, %
1	916	Escherichia coli Klebsiella pneumoniae Aerococcus viridans Micrococcus luteus Streptococcus dysgalactiae	16,28 9,30 11,63 2,33 6,98
2	1276	Aerococcus viridans Streptococcus parauberis Staphylococcus aureus Escherichia coli Streptococcus uberis	11,63 6,98 11,63 16,28 4,65
3	1268	Staphylococcus aureus Staphylococcus cohnii Escherichia coli	11,63 2,33 16,28
4	1218	Streptococcus pyogenes Aerococcus viridans Bacillus cereus Escherichia coli Streptococcus agalactiae	6,98 11,63 2,33 16,28 4,65
5	1314	Klebsiella pneumoniae Streptococcus parauberis Corynebacterium glutamicum Staphylococcus vitulinus	9,30 6,98 2,33 2,33
6	1172	Streptococcus parauberis Enterococcus hirae Escherichia coli Staphylococcus aureus Lactococcus lactis Streptococcus pyogenes	6,98 4,65 16,28 11,63 2,33 6,98
7	1188	Aerococcus viridans Escherichia coli Klebsiella pneumoniae Staphylococcus aureus Streptococcus uberis	11,63 16,28 9,30 11,63 4,65
8	1286	Streptococcus agalactiae Streptococcus pyogenes Escherichia coli Streptococcus dysgalactiae	4,65 6,98 16,28 6,98
9	1244	Staphylococcus aureus Enterococcus faecium Streptococcus dysgalactiae	11,63 2,33 6,98
10	1118	Aerococcus viridans Klebsiella pneumoniae Enterococcus hirae	11,63 9,30 4,65

культур, входящих в состав испытуемой вакцины, было в 2,4 и в 2,5 раза ниже, чем в контрольной и группе животных до вакцинации (табл. 3).

Данные таблицы 3 свидетельствуют, что такие изоляты, как *S. dysgalactiae*, *S. uberis* и *K.*

*pneumonia*, в опытной группе обнаружены не были (0/0), тогда как у животных до вакцинации и в контрольной группе их количество составило 9,52, 8,33, 2,38 и 6,97, 4,65, 9,30% соответственно. Культуры *S. aureus*, *S. agalactiae*, *S. pyogenes*

Таблица 3. Сравнительный анализ изолятов, выделенных от животных до вакцинации и животных опытной и контрольной групп

Table 3. Comparative analysis of isolates isolated from animals before vaccination and animals of experimental and control groups

Изоляты	До вакцинации (84 изолята)		Опытная группа (28 изолятов)		Контрольная группа (43 изолята)	
	кол-во, %	инфициро- ванность животных%	кол-во, %	инфициро- ванность животных%	кол-во, %	инфициро- ванность животных, %
<i>S. aureus</i>	11 / 13,10	55,0	2 / 7,14	20,0	5 / 11,62	50,0
<i>S. agalactiae</i>	6 / 7,14	30,0	1 / 3,57	10,0	2 / 4,65	20,0
<i>S. dysgalactiae</i>	8 / 9,52	40,0	0 / 0	0	3 / 6,97	30,0
<i>S. uberis</i>	7 / 8,33	35,0	0 / 0	0	2 / 4,65	20,0
<i>S. pyogenes</i>	6 / 7,14	30,0	2 / 7,14	20,0	3 / 6,97	30,0
<i>E. coli</i>	12 / 14,29	60,0	2 / 7,14	20,0	7 / 16,27	70,0
<i>K. pneumoniae</i>	2 / 2,38	10,0	0 / 0	0	4 / 9,30	40,0
Всего:	52 / 61,90	260,0	7 / 25,0	70,0	26 / 60,46	260,0

и *E. coli* выделены во всех трех группах животных с наименьшим количеством изолятов *S. aureus*, *S. agalactiae* и *E. coli* в опытной группе – в 1,8, 2 и 2 раза реже, чем в группе животных до вакцинации и в 1,1, 1,5 и 2,2 раза реже, чем в контрольной группе. Изоляты *S. pyogenes* обнаружены в равном соотношении в группе животных до вакцинации и в опытной группе (по 7,14%), в контрольной группе их количество было в 1,0 раза ниже.

Процент инфицированности животных указанными микроорганизмами был ниже в опытной группе по сравнению с группой животных до вакцинации и контрольной группой: *S. aureus* в 2,7 и 2,5 раза, *S. agalactiae* в 3 и 2 раза, *S. pyogenes* в 1,5 раза, *E. coli* в 3 и 3,5 раза. Инфицированность иммунизированных животных *S. dysgalactiae*, *S. uberis* и *K. pneumoniae* достигла нулевых значений, в группе животных до вакцинации и контрольной группе этот показатель составил 40, 35 и 10 % и 30, 20, и 40% соответственно.

### Заключение

В результате опыта было установлено, что мастит коров чаще всего вызывают бактерии

*S. aureus*, *E. coli*, *S. dysgalactiae*, *S. uberis*, *S. agalactiae*, *S. pyogenes* и *K. pneumoniae*. Так, из 84 изолятов микроорганизмов 61,9% составляли бактерии указанных видов.

Проведенные бактериологические исследования показали, что двукратное применение препарата «КОМБОВАК-ЭНДОМАСТ» индуцирует у животных выработку иммунитета высокой степени напряженности к *S. aureus*, *E. coli*, *S. dysgalactiae*, *S. pyogenes*, *S. agalactiae*, *K. pneumoniae*, в значительной степени влияет на видовой состав микробиома молочной железы коров с клиническим проявлением мастита. Так, двукратная иммунизация животных позволила снизить инфицированность *S. aureus* в 2,7 и 2,5 раза, *S. agalactiae* в 3 и 2 раза, *S. pyogenes* в 1,5 раза, *E. coli* в 3 и 3,5 раза. Также иммунизация полностью предотвратила распространенность таких возбудителей, как *S. dysgalactiae*, *S. uberis* и *K. pneumoniae*, выявляемость которых в молоке иммунизированных животных достигла нулевых значений, тогда как в группе животных до вакцинации плацебо данные возбудители были обнаружены.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Вареников М.В., Ташланов В.В., Морозов И.А. Профилактика мастита – высокая рентабельность молочного производства // Молочное и мясное скотоводство. 2014. № 8. С. 32-35.
2. Демидова Л.Д. Ветеринарно-санитарные аспекты борьбы с маститом коров и повышение санитарного качества молока. Автореф. дисс... д-ра вет. наук. ВНИИ вет. санитарии, гигиены и экологии. М., 1997.

3. Исакова М.Н., Сивкова У.В., Ряпосова М.В. и др. Показатели качества молока высокопродуктивных коров на фоне применения противомаститной вакцины // Ветеринария сегодня. 2020. № 4 (35). С. 255-260.
4. Климова Л.А., Ряпосова М.В., Шкуратова И.А. и др. Опыт применения вакцины Стартвак в ООО «Некрасово-1» Свердловской области // Ветеринария. 2014. № 9. С. 34-37.
5. Лоскутова И.В., Щанникова М.П., Фурсова К.К. и др. Выявление антител, специфичных к энтеротоксинам стафилококков, в сыворотке крови и молозиве коров // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 6. С. 1273-1278.
6. Маринин Е.А. Биометрическая обработка лабораторных, клинических и эпизоотологических данных. Методическое руководство. Новочеркасск: СКЗНИВИ, 1980. 38 с.
7. Методические указания по бактериологическому исследованию молока и секрета вымени коров. Утв. Главным управлением ветеринарии МСХ СССР, 1983. 14 с.
8. Павленко О.Б., Плюхина И.С. Эффективность применения вакцины Стартвак (Startvac) при мастите коров // В сб.: Теория и практика инновационных технологий в АПК. Материалы национальной научно-практической конференции. Воронеж, 2023. С. 40-45.
9. Пеперс С. Вакцинация коров против мастита // Ветеринария. 2018. № 11. С. 10-13.
10. Спиридонов Г.Н., Махмутов А.Ф., Дуплева Л.Ш. и др. Специфические средства профилактики маститов у коров, используемые в Российской Федерации // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2023. Т. 254. № 2. С. 251-256.
11. Фирсов Г.М. Видовой состав микрофлоры секрета вымени коров при субклиническом мастите // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2008. № 2 (10). С. 91-94.

## REFERENCES

1. Varenikov M.V., Tashlanov V.V., Morozov I.A. Profilaktika mastita – vy`sokaya rentabel`nost` molochnogo proizvodstva // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2014. № 8. S. 32-35.
2. Demidova L.D. Veterinarno-sanitarny`e aspekty` bor`by` s mastitom korov i povy`shenie sanitarnogo kachestva moloka. Avtoref. disc... d-ra vet. nauk. VNII vet. sanitarii, gigieny` i e`kologii. M., 1997.
3. Isakova M.N., Sivkova U.V., Ryaposova M.V. i dr. Pokazateli kachestva moloka vy`sokoproduktivny`kh korov na fone primeneniya protivomastitnoj vakeziny` // Veterinariya segodnya. 2020. № 4 (35). S. 255-260.
4. Klimova L.A., Ryaposova M.V., Shkuratova I.A. i dr. Opy`t primeneniya vakeziny` Startvak v ООО «Nekrasovo-1» Sverdlovskoj oblasti // Veterinariya. 2014. № 9. S. 34-37.
5. Loskutova I.V., SHHannikova M.P., Fursova K.K. i dr. Vy`yavlenie antitel, speczifichny`kh k e`nterotoksinam stafilokokkov, v sy`vorotke krovi i molozive korov // Sel`skokhozyajstvennaya biologiya. 2017. T. 52. № 6. S. 1273-1278.
6. Marinin E.A. Biometricheskaya obrabotka laboratorny`kh, klinicheskikh i e`pizootologicheskikh danny`kh. Metodicheskoe rukovodstvo. Novoчерkassk: SKZNIVI, 1980. 38 s.
7. Metodicheskie ukazaniya po bakteriologicheskomu issledovaniyu moloka i sekreta vy`meni korov. Utv. Glavny`m upravleniem veterinarii MSKX SSSR, 1983. 14 s.
8. Pavlenko O.B., Plyukhina I.S. E`ffektivnost` primeneniya vakeziny` Startvak (Startvac) pri mastite korov // V sb.: Teoriya i praktika innovacionny`kh tekhnologij v APK. Materialy` naczional`noj nauchno-prakticheskoy konferenczii. Voronezh, 2023. S. 40-45.
9. Pepers S. Vakezinacziya korov protiv mastita // Veterinariya. 2018. № 11. S. 10-13.
10. Spiridonov G.N., Makxmutov A.F., Dupleva L.SH. i dr. Speczificheskie sredstva profilaktiki mastitov u korov, ispol`zuemy`e v Rossijskoj Federaczii // Ucheny`e zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj medicziny` im. N.E`. Baumana. 2023. T. 254. № 2. S. 251-256.
11. Firsov G.M. Vidovoj sostav mikroflory` sekreta vy`meni korov pri subklinicheskom mastite // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vy`sshee professional`noe obrazovanie. 2008. № 2 (10). S. 91-94.

## Информация об авторах

Иванов Е.В. – канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник.

Капустин А.В. – д-р биол. наук, заместитель директора по научной работе.

Авдеевская Н.Н. – научный сотрудник, соискатель ученой степени канд. биол. наук.

### Information about the author

Ivanov E.V. – cand. biol. sci., senior researcher.

Kapustin A.V. – Dr. of biological sciences, deputy director for scientific work.

Avduevskaya N.N. – researcher, candidate of the degree of candidate of biology science.

### Вклад авторов

Иванов Е.В. – участие в проведении экспериментов, сбор литературных источников, написание статьи.

Капустин А.В. – определение цели работы, анализ результатов экспериментов, написание статьи.

Авдеевская Н.Н. – участие в проведении экспериментов, сбор литературных источников, написание статьи.

### Contribution of the authors

Ivanov E.V. – participation in conducting experiments, collecting literary sources, writing an article.

Kapustin A.V. – determination of the purpose of the work, analysis of experimental results, writing an article.

Avduevskaya N.N. – participation in conducting experiments, collecting literary sources, writing an article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 12.10.2023. одобрена после рецензирования 31.10.2023. Дата опубликования 28.03.2024.

The article was submitted 12.10.2023. approved after reviewing 31.10.2023. Date of publication 28.03.2024

Научная статья  
УДК 579.6; 615.326  
doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401011  
EDN: ERDTRK

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СМЕКТИТА ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОБИОТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ *LACTOCOCCUS LACTIS* SSP. *LACTIS*

Елена Владимировна Сорокина<sup>1</sup>, Сария Дженовна Дбар<sup>2</sup>,  
Лидия Григорьевна Стоянова<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
Москва 119234, Российская Федерация

<sup>3</sup> stoyanovamsu@mail.ru

**Аннотация.** Проведены исследования по разработке эффективного способа сохранности пробиотических свойств *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* штамма 194, выделенного из молока в Бурятии (Россия). Сравнивали влияние четырех защитных сред, добавляемых перед замораживанием: NaCl, обезжиренное молоко, 10%-я сахароза +5%-й желатин и смектит в концентрациях 1, 5 и 10% как криопротектор. У лиофилизированных бактерий изучали физиологические и пробиотические свойства: выживаемость, скорость образования молочного сгустка, образование молочной кислоты и антимикробную активность сразу после восстановления, и в ряде пассажей после длительного хранения. Токсикологическим методом подобраны оптимальные концентрации смектита, а с использованием электронной микроскопии определены размеры частиц, морфология поверхности клеток лактококков в его присутствии. Установлено, что наиболее эффективным методом сохранения пробиотических свойств молочнокислых бактерий является лиофилизация с добавлением 5% смектита, что позволило обеспечить высокую выживаемость клеток в первом пассаже и сохранить количество бактерий и их пробиотический потенциал после длительного хранения.

**Ключевые слова:** *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, антимикробная активность, лиофилизация, смектит, криопротектор, хранение

**Для цитирования:** Сорокина Е.В., Дбар С.Д., Стоянова Л.Г. Использование смектита для эффективности пробиотических свойств *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2024. № 1 (49). С. 72–78.

doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401011  
EDN: ERDTRK

Original article

## USING SMECTITE TO PRESERVE PROBIOTIC PROPERTIES *LACTOCOCCUS LACTIS* SSP. *LACTIS*

Elena V. Sorokina<sup>1</sup>, Saria D. Dbar<sup>2</sup>, Lidia G. Stoyanova<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Lomonosov Moscow State University,  
Moscow 119234, Russian Federation

<sup>3</sup> stoyanovamsu@mail.ru

**Abstract.** Research has been conducted to develop an effective method for preserving the probiotic properties of *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* strain 194, isolated from milk in Buryatia (Russia). The effect of 4 protective media added before freezing was compared: NaCl, skim milk, 10% sucrose+5%



gelatin and smectite at concentrations of 1, 5 and 10% as a cryoprotectant. Physiological and probiotic properties: survival rate, rate of milk clot formation, lactic acid formation and antimicrobial activity were studied in lyophilized bacteria immediately after reconstitution, as well as in a number of passages after long-term storage. Optimal concentrations of smectite were selected using a toxicological method, and particle sizes and the morphology of the surface of lactococcal cells in the presence of a cryoprotector were determined using electron microscopy. It was found that the most effective method of preserving the probiotic properties of lactic acid bacteria is lyophilization with the addition of 5% smectite, which ensured high cell survival in the first passage and preserved the number of bacteria and their probiotic potential after long-term storage.

**Keywords:** *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, antimicrobial activity, cryoprotectants, lyophilization, smectite, storage

**For citation:** Sorokina E.V., Dbar S.D., Stoyanova L.G. Using smectite to preserve probiotic properties *Lactococcus lactis* ssp. *Lactis* // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2024. №. 1 (49). P. 72–78 (In Russ.). doi: 10.36871/vet.san.hygiene.ecol.202401011 EDN: ERDTRK

### Введение

Известно благоприятное взаимодействие бактериальных клеток с частицами глинистых минералов, которые меньше самих бактериальных клеток. Бактерии выступают как живой катализатор геохимического круговорота глинистых минералов. Эти частицы и бактериальные клетки часто образуют прочные агрегаты с частицами смектиновой (монтморилонитовая) глины, которая влияет на дыхательную активность микроорганизмов. По мере увеличения концентрации этих минералов дыхательная активность бактериальных клеток увеличивается [2, 4]. Молочнокислые бактерии (МКБ) представляют особый интерес как пробиотические корректоры микробиоты кишечника, они имеют статус GRAS (абсолютно нетоксичны) и ряд преимуществ перед другими бактериями благодаря высокой скорости роста, способствуют нормализации работы пищеварительного тракта. В результате ферментации лактоза превращается в молочную кислоту, поэтому большинство людей с дефицитом лактозы способны нормально переносить кисломолочные продукты [9]. Ранее было показано, что при периодических пересевах лактококков количество жизнеспособных клеток становится на три порядка ниже, чем при хранении этих культур в лиофильном состоянии [10]. Криопротекторы защищают клетки, взаимодействуя с фосфолипидами мембран и, следовательно, преобладают при фазовом переходе свободной воды в процессе лиофилизации [5]. Желатин и углеводы в высоких концентрациях также используют как метод защиты при лиофилизации и иммобилизации бактерий [10, 12].

Смектит как натуральный продукт, представляющий смесь природных неметаллических минералов, повышает защитные свойства клеточной стенки микробов и их устойчивость к действию вредных факторов [4].

Цель работы – показать эффективность использования смектита как криопротектора и иммобилизующего компонента для лиофилизации пробиотического штамма *L. lactis* ssp. *lactis*.

### Материалы и методы

В работе был использован природный бактериоцинопродуцирующий *L. lactis* ssp. *lactis* штамм 194, выделенный из коровьего молока в Бурятии (GenBank DQ 255954) с активностью по низину [11].

Сравнивали влияние четырех защитных сред, добавляемых перед замораживанием: стерильный физиологический раствор, обезжиренное молоко, 10%-й глюкозы + 5%-го желатина и смектит в разных концентрациях 1, 5 и 10%.

Образцы разливали в стерильные пенициллиновые флаконы слоем толщиной 2 мл. Бактерии *L. lactis* ssp. *lactis* замораживали при температуре  $-80^{\circ}\text{C}$  на вакуумной установке LABCONCO (США) с глубиной вакуума 4,3 Па и температурой конденсатора  $-52^{\circ}\text{C}$  [4].

**Восстановление культур.** Во флакон с лиофилизированными клетками добавляли 1 мл стерильной воды, затем через 60 мин пересевали 0,5 мл из флакона в 10 мл обрат (обеззараженного молока), после чего инкубировали в термостате при температуре  $30^{\circ}\text{C}$  до образования плотного сгустка (от 6 до 24 ч). Далее бактерии из обрат пересевали в посевную среду, приготовленную на

водопроводной воде с добавлением, г/л: дрожжевого экстракта – 10 и глюкозы – 10 (рН 6,8). Посевной материал в количестве 5% вносили в биосинтетическую среду следующего состава, г/л:  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 20;  $\text{NaCl}$  – 2;  $\text{MgSO}_4$  – 0,2; дрожжевой экстракт – 20; рН 6,8...7,0 [8].

Динамику роста бактерий определяли в жидкой биосинтетической среде в течение 24 ч с интервалом 1 ч при длине волны 590 нм на устройстве МФУ CLARIOSTAR BMG labtech (Германия) в планшетах с установленным режимом в объеме 1 мл, при температуре 28°C.

Кислотообразующую активность бактерий определяли потенциометрически на рН-метре и по титруемой кислотности с использованием 0,1 М раствора натрия гидроксида с фенолфталеином до появления стойкого слабо-розового окрашивания. Кислотность выражали в градусах Тернера (°Т) и вычисляли по  $T = A \cdot K \cdot 10$ , где: А – количество миллилитров 0,1 М раствора натрия гидроксида, пошедшее на титрование 10 мл исследуемой микробной суспензии, [1].

Спектр антимикробного действия определяли на разные группы микроорганизмов методом диффузии в агар с измерением зоны подавления роста трех тест-культур (в миллиметрах): *Escherichia coli* – представитель грамотрицательных бактерий, *Staphylococcus aureus* – грамположительных бактерий и дрожжи *Candida albicans*. Бактерии выращивали на среде МПА при температуре 37°C, дрожжи – на среде Сабуро при 28°C в течение 24 ч [9]. Контролем служил нистатин с антибактериальной активностью 84, 107 и 357 ед/мл [8, 9].

Экстракцию антимикробных компонентов проводили смесью ацетон:уксусная кислота:вода в соотношении 4:1:5, нейтрализовали фосфатным буфером с рН 5,5.

Оценку интегральной токсичности и подбор эффективных концентраций криопротектора проводили с использованием штамм *Escherichia coli* K12 TGI с созданным встроенным lux-опероном из *Aliivibrio fischer* (тест-система «Эколюм»). Интенсивность свечения бактерий (имп/с) контрольного и опытного образцов регистрировали одновременно на люминометре Luminometer производства компании BioOrbit (Германия). Оценивали токсичность исследуемых веществ по снижению интенсивности люминесценции клеток биосенсора. Индекс токсичности (Т) образцов определяли по формуле:  $T = (I_k - I) / I_k$ , где  $I_k$  и  $I$  – интенсивность свечения контрольного и опытного образцов [7].

Электронно-микроскопические исследования комплексов лактококков со смектитом проводили с помощью электронного сканирующего микроскопа JSM-6380LV JEOL (Япония) с системой микроанализа INCA 250.

Обработку всех полученных результатов проводили в программе Excel Microsoft Office. Достоверность различий соответствовала  $p < 0,05$ , составила не более 5%.

### Результаты исследований и обсуждение

Один из важных этапов создания пробиотиков – выбор подходящего носителя, свойства которого определяют степень защиты микроорганизмов от воздействия биологических жидкостей желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), а также сохранение свойств при длительном хранении [2, 12]. Требования, предъявляемые к сорбентам, используемым в условиях производства лекарственных форм, являются высокая биологическая стойкость, сорбционная емкость, достаточная проницаемость для субстратов, пористость, отсутствие токсичности, доступность и экономичность [4].

На первом этапе проводили биотестирование самого штамма и сред лиофилизации. При экспресс-исследовании отмечена стимуляция свечения клеток биотеста относительно контроля. Индекс токсичности не менялся во времени и был с отрицательным знаком  $T = -8$ , что указывает на безопасность использования данного штамма. По интенсивности свечения биотеста подобран диапазон эффективных нетоксичных концентраций криопротектора от 1 до 10% (табл. 1).

Индекс токсичности криопротектора при концентрациях 1 и 5% был с отрицательным знаком, наблюдалась стимуляция люминесцентной системы биотеста, указывая на отсутствие токсического действия. Концентрация смектита 10% давала небольшую токсичность в пределах нормы [3]. Можно предположить, что применение данного природного минерального сорбента способно не только освободить среду от балластных и токсичных веществ, сорбируя их, но и обогащать ее полезными минералами. В дальнейшем в экспериментах при лиофилизации использовали смектит в концентрации 5%.

На втором этапе работы оценили жизнеспособность клеток сразу после лиофилизации и через 1 год хранения. В таблице 2 представлены результаты исследования влияния лиофилизации на выживаемость штамма *L. lactis ssp. lactis*.

**Таблица 1. Оценка биологической активности сред с помощью люминесцентного теста «Эколюм» по интенсивности свечения и определение индекса токсичности**

Table 1. Estimation of biological activity of media by means of luminescent test «Ecolum» by intensity of glow and determination of toxicity index

Защитные среды	Интенсивность свечения биотеста 30 мин	Индекс токсичности
Контроль	243 ±12	–
Обрат	1520±76	–5,25
NaCl	634±32	–1,6
Глюкоза+желатин	500±25	–1,1
Смектит 1%	376,3±16	–0,6
Смектит 5%	753±10	–2,1
Смектит 10%	150±28	0,4

Результаты свидетельствуют, что при лиофилизации число жизнеспособных клеток изменяется по-разному. Сразу же после лиофилизации выживаемость штамма была максимальной при использовании обезжиренного молока и смектита – снизилась на 20 и 25% соответственно.

Через 12 мес хранения сохранение жизнеспособности клеток в процессе лиофилизации обусловлено как начальной высокой концентрацией клеток, так и присутствием в среде криопротектора. Образец штамма, высушенный в обрате как защитной среде, сохранил 75% жизнеспособных клеток, а в присутствии смектита – 83%, что соответствует требованиям к пробиотикам и биологически активным добавкам (БАД) [6]. Аналогичная ситуация была и с молокосвертывающей способностью (С-активностью) лактококков. Время образования плотного молочного

сгустка при культивировании восстановленной культуры составило 10 ч при использовании криопротектора смектита, 12 ч при высушивании в обрате, 24...25 ч в среде с глюкозой в сочетании с желатином и в физрастворе. Хранение лактококков, лиофильно высушенных без криопротекторов, в течение 12 мес снизило кислотообразующую активность на 60%, а с добавлением смектита кислотообразование снизилось не более чем на 3...10%.

Рост и развитие штамма 194 после 12 мес хранения представлены рисунке 1. Процесс развития сопровождается снижением pH, что коррелировало с накоплением молочной кислоты как основного метаболита сбраживания углеводов мезофильными гомоферментативными лактококками, к которым относятся *L. lactis* ssp. *lactis*. Общая титруемая кислотность при культивировании *L. lactis* ssp. *lactis* в биосинтетической среде составляла изначально 90 °Т, после лиофилизации этот показатель сохранялся на уровне 80...90 °Т.

При пересеве бактерий, высушенных с добавлением смектита, в жидкую среду через 10 ч наблюдался активный рост, подтверждаемый интенсивным равномерным помутнением среды и кислотообразованием (рис. 1).

Были изучены спектры антимикробного действия всех штамма *L. lactis* ssp. *lactis* после лиофилизации через 12 мес хранения. Для лактококка, высушенного в обрате, антибактериальная активность была выше на тест-культуру *S. aureus*, чем у этой же культуры на *E. coli*. Добавление 5% смектита перед лиофилизацией повысило бактерицидную активность штамма, и активность его после 12 мес хранения осталась на прежнем уровне.

Для изучения антимикотической активности использовали *Candida albicans*. Контролем служил нистатин с антибактериальной активностью 84, 107 и 357 ед/мл [8]. Было установлено, что криопротектор смектит незначительно (на 5%) повы-

**Таблица 2. Оценка жизнеспособности *L. lactis* ssp. *lactis* (p≤0,05)**

Table 2. Assessment of the viability *L. lactis* ssp. *lactis* (p≤0,05)

Варианты сред	Число колоний после восстановления, КОЕ/мл			Срок образования сгустка после пассажей, ч
	до лиофилизации	после лиофилизации	после хранения в течение 1 года	
Обрат	2,0 • 10 <sup>8</sup>	1,6 • 10 <sup>8</sup>	1,2 • 10 <sup>7</sup>	12
NaCl	1,9 • 10 <sup>8</sup>	8,6 • 10 <sup>7</sup>	6,4 • 10 <sup>6</sup>	25
Глюкоза+ желатин	1,9 • 10 <sup>9</sup>	8,0 • 10 <sup>8</sup>	1,0 • 10 <sup>6</sup>	24
Смектит 5%	2,4 • 10 <sup>8</sup>	1,8 • 10 <sup>8</sup>	1,5 • 10 <sup>8</sup>	10

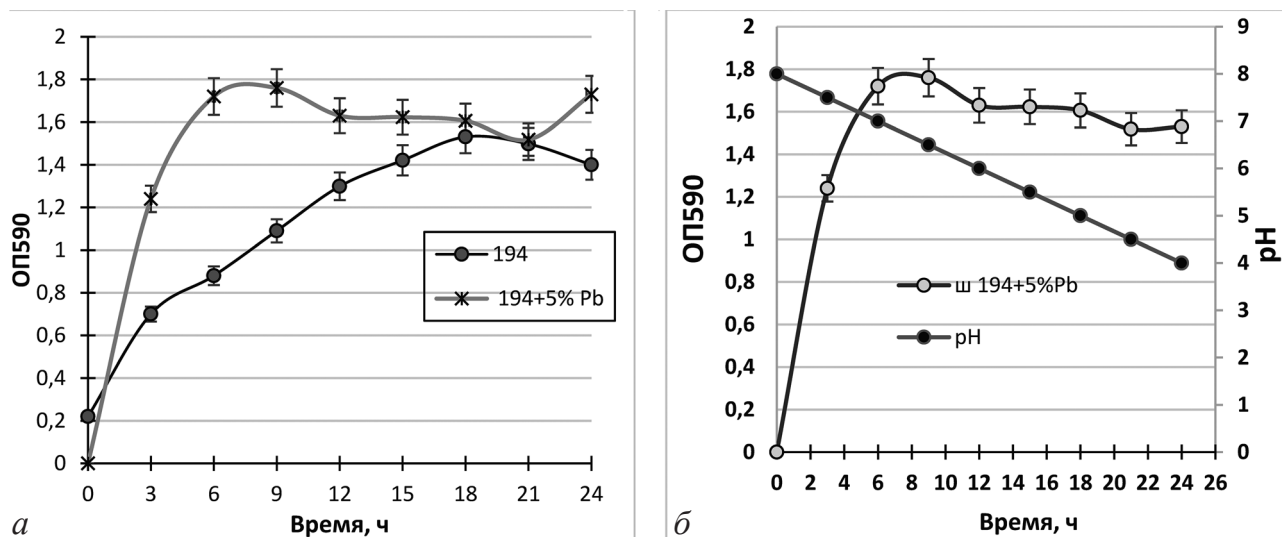


Рис. 1. Динамика роста лиофилизированных с 5%-м криопротектором смектитом и без него *L. lactis* ssp. *lactis* 194 при культивировании в жидкой биосинтетической среде:  
 а – рост штамма 194 со смектитом и без него после восстановления (первый пассаж);  
 б – рост и изменение pH лиофилизированного со смектитом штамма 194 через 12 мес хранения  
 Fig. 1. Growth dynamics of lyophilized with 5% cryoprotective smectite and without *L. lactis* ssp. *lactis* 194 when cultivated in a liquid biosynthetic medium:  
 а – growth of strain 194 with smectite and without recovery (first passage);  
 б – growth and change of pH of lyophilized strain 194 with smectite after 12 months of storage

шал антимикотическую активность *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, и она оставалась стабильной при хранении.

Морфологическое изучение лактококков, лиофилизированных с 5% смектитом с помощью электронного сканирующего микроскопа (рис. 2), показало, что произошла агломерация клеток (спекание клеток с частицами). В поле зрения видны одиночные клетки лактококков и собранные в короткие цепочки (средний размер  $0,4 \times 1,4$  мкм), что характерно для *L. lactis* ssp. *lactis* [11].

Электронно-микроскопические исследования показали, что разработанный режим сублимации позволяет получить сухой препарат, физические свойства которого (внешний вид, макроструктура, срок регидратации) приближены к анало-

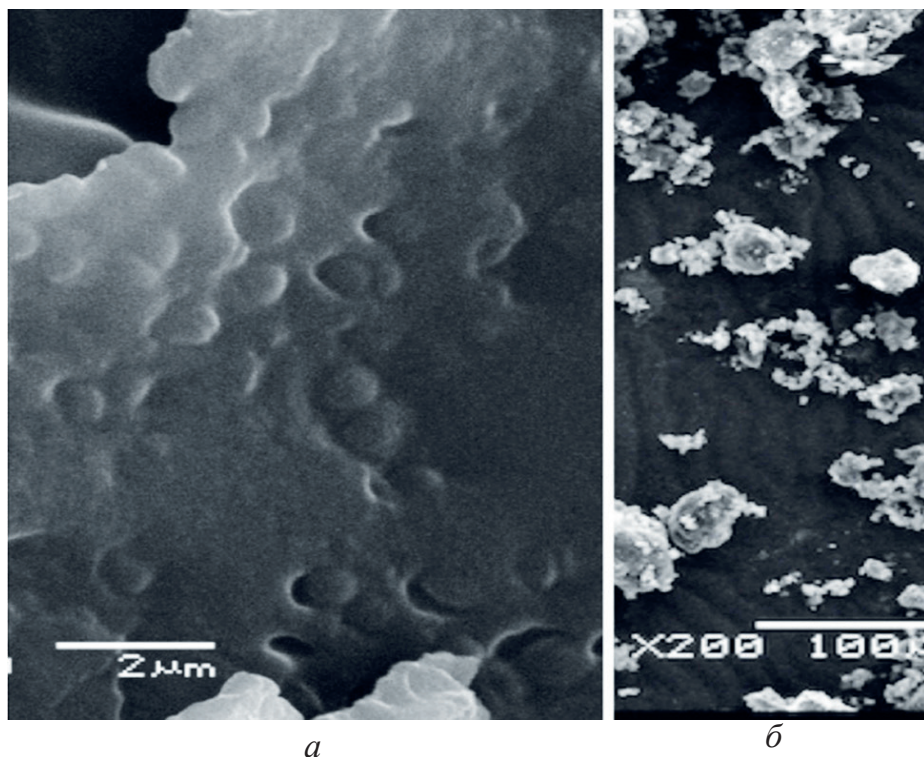


Рис. 2. Вид *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* штамма 194, лиофилизированного со смектитом (а) в сравнении с незагруженными смектитом клетками (б).  
 Fig. 2. Species *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* of strain 194, lyophilized with smectite (а) versus unloaded smectite (б).

гичным параметрам коммерческих биологически активных добавок с пробиотическим потенциалом [6].

### Заключение

Следовательно, в результате проведенных исследований был сконструирован новый биологи-

чески активный препарат, в качестве стартерных культур которого использованы штамм лактококков 194, иммобилизованный на сорбенте-носителе смектите. Исследования проводили без использования животных и без привлечения людей в качестве испытуемых.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р 54669-2011. Молоко и продукты переработки. [internet-law.ru/gosts/gost/52065](http://internet-law.ru/gosts/gost/52065)
2. Ефремова К.А., Столбова М.Г. К вопросу устойчивости иммобилизованных бифидобактерий к биологическим жидкостям // Вестн. Перм. гос. фармацевт. акад. 2012. V1. № 9. С. 225-227.
3. Зарубина А.П., Лукашев Е.П., Деев Л.И. и др. Биотестирование биологических эффектов одностенных углеродных нанотрубок с использованием тест-системы люминесцентных бактерий // Российские нанотехнологии. 2009. Т. 4. № 11–12. С. 152-155.
4. Наймарк Е.Б., Ерошев-Шак В.А., Чижикова Н.П., Компанцева Е.И. Взаимодействие глинистых минералов с микроорганизмами: обзор экспериментальных данных // Ж. общ. биологии. 2009. Т. 70. № 2. С. 155-167.
5. Охупкина В.Ю., Шабалин Б.А. Методы поддержания микробных культур. Часть 1. Криоконсервация // Теоретическая и прикладная экология. 2009. № 1. С. 18-26.
6. СанПиН 2.3.2.1290–03 «Гигиенические требования к организации производства и оборота биологически активных добавок к пище (БАД)» М.2003.
7. Сорокина Е.В., Зарубина А.П. Биотестирование с использованием бактериального люминесцентного теста: достоинства и усовершенствования метода // Успехи соврем. биол. 2017. Т. 137. № 6. С. 613-620.
8. Сорокина Е.В., Стоянов И.А., Абдуллаева А.М., Стоянова Л.Г. Многофункциональные свойства пробиотических штаммов *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* // Успехи соврем. биол. 2022. Т. 142. № 1. С. 1-12.
9. Стоянова Л.Г. Выделение и идентификация молочнокислых бактерий *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* с антимикробным действием // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2017. № 5. С. 41-617.
10. Стоянова Л.Г., Аркадьева З.А. Сравнение способов хранения молочнокислых бактерий // Микробиология. 2000. Т. 69. № 1. С. 98-104.
11. Стоянова Л.Г., Сульtimoва Т.Д., Нетрусов А.И. Установление таксономического положения новых бактериоцинопродуцирующих штаммов *Lactococcus lactis* // Вестн. Моск. ун-та. Серия 16: Биология. 2008. № 4. С. 154-157.
12. Chua A., Tran T.T., Pu S., et al. Lyophilization of Curcumin-Albumin Nanoplex with Sucrose as Cryoprotectant: Aqueous Reconstitution, Dissolution, Kinetic Solubility, and Physicochemical Stability // Int J. Mol. Sci. 2022. V. 23. № 19. 11731. doi: 10.3390/ijms231911731.

## REFERENCE

1. GOST R 54669-2011. Moloko i produkty` pererabotki. i`nternet-law.ru/gosts/gost/52065
2. Efremova K.A., Stolbova M.G. K voprosu ustojchivosti immobilizovanny`kx bifidobakterij k biologicheskim zhidkostyam // Vestn. Perm. gos. farmacz. akad. 2012. V1. № 9. С. 225-227.
3. Zarubina A.P., Lukashev E.P., Deev L.I., i dr. Biotestirovanie biologicheskikx e`ffektov odnostenny`kx uglerodny`kx nanotrubok s ispol`zovaniem test-sistemy` lyuminescentny`kx bakterij // Rossijskie nanotekhnologii. 2009. T. 4. № 11–12. С. 152-155.
4. Najmark E.B., Eroshhev-SHak V.A., SHizhikova N.P., Kompanczeva E.I. Vzaimodejstvie glinisty`kx mineralov s mikroorganizmami: obzor e`ksperimental`ny`kx danny`kx // ZH. obshh. biologii. 2009. T. 70. № 2. С. 155-167.
5. Okhupkina V.YU., SHabalin B.A. Metody` podderzhaniya mikrobny`kx kul`tur. SHast` 1. Kriokonservacziya // Teoreticheskaya i prikladnaya e`kologiya. 2009. №. 1. С. 18-26.
6. SanPiN 2.3.2.1290–03 «Gigienicheskie trebovaniya k organizaczii proizvodstva i oborota biologicheskii aktivny`kx dobavok k pishhe (BAD)» M.2003.
7. Sorokina E.V., Zarubina A.P. Biotestirovanie s ispol`zovaniem bakterial`nogo lyuminescentnogo testa: dostoinstva i usovershenstvovaniya metoda // Uspekxi sovrem. biol. 2017. T. 137. № 6. С. 613-620.
8. Sorokina E.V., Stoyanov I.A., Abdullaeva A.M., Stoyanova L.G. Mnogofunkczional`ny`e svojstva probioticheskikx shtammov *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* // Uspekxi sovrem. biol. 2022. T. 142. № 1. С. 1-12.

9. Stoyanova L.G. Vy'delenie i identifikacziya molochnokisly'kx bakterij Lactococcus lactis subsp. lactis s antimikrobnym dejstviem // Izvestiya Timiryazevskoj sel'skokhozyajstvennoj akademii. 2017. № 5. С. 41-617.
10. Stoyanova L.G., Arkad'eva Z.A. Sravnenie sposobov kxraneniya molochnokisly'kx bakterij // Mikrobiologiya. 2000. Т. 69. № 1. С. 98-104.
11. Stoyanova L.G., Sul'timova T.D., Netrusov A.I. Ustanovlenie taksonomicheskogo polozheniya novy'kx bakterioczin-producziruyushhikx shtammov Latococcus lactis // Vestn. Mosk. un-ta. Seriya 16: Biologiya. 2008. № 4. С.154-157.
12. Chua A., Tran T.T., Pu S., et al. Lyophilization of Curcumin-Albumin Nanoplex with Sucrose as Cryoprotectant: Aqueous Reconstitution, Dissolution, Kinetic Solubility, and Physicochemical Stability // Int J. Mol.Sci. 2022. V. 23. № 19. 11731. doi: 10.3390/ijms231911731.

### **Информация об авторах**

Стоянова Л.Г. – д-р биол. наук, ведущий научный сотрудник.

Сорокина Е.В. – канд. биол. наук, научный сотрудник.

Дбар С.Д. – аспирантка.

### **Information about the authors**

Stoyanova L.G. – Dr. Biol. Sci., Leading Researcher.

Sorokina E.V. – Cand. Biol. Sci., Research associate.

S.D. Dbar – graduate student.

### **Вклад авторов**

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### **Contribution of the authors**

The authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 09.10.2023; одобрена после рецензирования 23.10.2023. Дата опубликования 28.03.2024.

The article was submitted 09.10.2023; approved after reviewing 23.10.2023. Date of publication 28.03.2024.

ЭКОЛОГИЯ  
ECOLOGY

Научная статья  
УДК 619:579  
doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401012  
EDN: FECRGF

**САНИТАРНО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ  
КАЧЕСТВА ВОДЫ ПРУДОВ ТЕРЛЕЦКОГО ПАРКА  
ГОРОДА МОСКВЫ**

*Елизавета Тимуровна Хадаева<sup>1</sup>, Валерия Сергеевна Тюменцева<sup>2</sup>,  
Вероника Сергеевна Бабунова<sup>3</sup>*

<sup>1,2,3</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии,  
гигиены и экологии – филиал ФНЦ ВИЭВ РАН*

*Москва 123022, Российская Федерация, E-mail: vniivshe@mail.ru*

<sup>1</sup> *Московский городской педагогический университет  
Москва 129226, Российская Федерация*

<sup>1</sup> elizabethadaeva@gmail.com

<sup>2</sup> 89296712838v@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6891-1113>

<sup>3</sup> veronikavniivs@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5506-9337>

**Аннотация.** В статье представлены результаты изучения санитарно-микробиологического состояния трех прудов Терлецкого парка. Проведены микробиологические исследования на наличие санитарно-показательных микроорганизмов. Были обнаружены БГКП, *Salmonella* spp. и *Clostridium* spp. Полученные данные говорят о фекальном загрязнении водоемов. Согласно категориям степени бактериальной обсемененности данные пруды, по полученным результатам, относятся ко второй категории – загрязненные водоемы.

**Ключевые слова:** Терлецкие пруды, БГКП, санитарно-показательные микроорганизмы, сальмонеллы, сульфитредуцирующие микроорганизмы, клостридии

**Для цитирования:** Хадаева Е.Т., Тюменцева В.С., Бабунова В.С. Санитарно-микробиологические показатели качества воды прудов Терлецкого парка города Москвы // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2024. № 1 (49). С. 79–85. doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401012  
EDN: FECRGF

Original article

**SANITARY AND MICROBIOLOGICAL INDICATORS OF WATER QUALITY  
OF PONDS OF TERLETSKIY PARK OF MOSCOW**

*Elizaveta T. Khadaeva<sup>1</sup>, Valeriya S. Tyumentseva<sup>2</sup>, Veronica S. Babunova<sup>3</sup>*

<sup>1,2,3</sup> *All-Russian Research Institute of 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> Moscow City Pedagogical University,  
Moscow, 129226, Russian Federation

<sup>1</sup> elizabethadaeva@gmail.com

<sup>2</sup> 89296712838v@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6891-1113>

<sup>3</sup> veronikavniivs@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5506-9337>

**Abstract.** The article presents the results of a study of the sanitary and microbiological condition of three ponds in Terletskiy Park. Microbiological studies were carried out to determine the presence of sanitary indicative microorganisms. Coliforms, *Salmonella* spp. and *Clostridium* spp. were detected. The obtained data indicate fecal contamination of reservoirs. According to the categories of the degree of bacterial contamination, these ponds, due to the obtained results, belong to the second category – polluted reservoirs.

**Keywords:** Terletskiy ponds, coliforms, sanitary indicator microorganisms, salmonella, sulfite-reducing microorganisms, clostridia

**For citation:** Khadaeva E.T., Tyumentseva V.S., Babunova V.S. Sanitary and microbiological indicators of water quality of ponds of Terletskiy park of Moscow // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2024. № 1 (49). P. 79–86 (In Russ.).

doi: 10.36871/vet.san.hygiene.ecol.202401012

EDN: FECRGF

### Введение

Терлецкий парк расположен в зоне жилой застройки Восточного округа города Москва и испытывает большую антропогенную нагрузку. На территории данного парка находится несколько прудов. Терлецкие пруды служат местом обитания разнообразных видов животных, птиц, растений, которые играют важную роль в поддержании их экологического равновесия. Вода открытых водоемов представляет собой питательную среду для многих микроорганизмов, так как в нее попадают способствующие их росту и размножению органические соединения [8, 11].

Развитие человечества сопряжено со стремительным поглощением природных ресурсов, часто без возможности их восстановления. Нарушения в природных водных экосистемах, вызванные деятельностью человека, приводят к дестабилизации таких сообществ и смене видов, часто к развитию водорослей и последующему отравлению воды прудов. Загрязнение воды промышленными и бытовыми отходами, антигололедными реагентами, засорение береговой зоны приводят к нарушению микробиологического баланса. В воде появляются бактерии, опасные для человека. Поэтому вопросы экологического мониторинга качества воды малых водоемов, сохранения и улучшения их состояния являются одной из первоочередных задач обустройства городской территории Москвы [3, 9].

Важно отметить, что микроорганизмы играют ключевую роль в поддержании здоровья водоема.

Они участвуют в процессах биохимического цикла, таких как разложение органических веществ и регулирование содержания кислорода в воде. Однако нарушение баланса микроорганизмов приведет к появлению водорослей и цветению воды, что, в свою очередь, служит причиной гибели рыб и других водных организмов. Снижение численности рыб также может привести к разбалансировке микробиологической системы, поскольку рыбы служат естественными регуляторами численности микроорганизмов многих видов.

Таким образом, большое значение для санитарной оценки городских прудов имеет мониторинг патогенной микрофлоры, присутствующей в воде [10].

### Материалы и методы

Исследовали образцы воды, отобранной из разных частей трех прудов Терлецкого парка г. Москвы: Западного (Утиног) пруда (№ 1), Юго-Западного (№ 2) и Юго-Восточного (№ 3). Образцы отбирали объемом 1 л в стерильные банки. Пробы исследовали не позднее чем через 2 ч после отбора.

Общее микробное число (ОМЧ) определяли согласно методическим указаниям по санитарно-бактериологической оценке рыбохозяйственных водоемов, поскольку МУК 4.2.1884-04 не содержит методик выявления данного показателя [2]. В шесть пробирок со стерильным физиологическим раствором вносили по 1 мл исследуемой воды. Из каждой пробы и разведений производили посев на две



чашки Петри параллельно и термостатировали при температуре 27°C в течение 5 сут.

Для выявления бактерий группы кишечных палочек по 1 мл воды вносили в среду Кесслера и термостатировали при температуре 43°C в течение 4 ч. Если отмечали видимое газообразование, делали пересев на дифференциальную среду Эндо и снова инкубировали в термостате при температуре 37°C в течение 24...48 ч.

Также определяли наличие в образцах воды из изучаемых водоемов бактерий группы *Salmonella* spp. Для этого вносили необходимый объем воды в магниевую среду, термостатировали в течение 20 ч при температуре 37°C. После помутнения среды петлей переносили на висмут-сульфитный агар. Чашки с посевами инкубировали 24 ч при температуре 37°C [4...6].

Колонии микроорганизмов окрашивали по Граму и микроскопировали на микроскопе СХ-43 Olympus. Фотографировали мазки с помощью камеры к микроскопу.

### Результаты исследований и обсуждение

Показатель общего микробного числа (ОМЧ) позволяет получить представление о бактериальном загрязнении воды с учетом сапрофитной микрофлоры. Этот показатель возрастает при поступлении в воду поверхностных, ливневых стоков, бытовых сточных вод. На данном этапе работы были изучены образцы воды в летний и осенний сезоны. Общее микробное число в изучаемых водоемах представлено в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Общее микробное число в летний период (июль 2023 г.)

Table 1. Total microbial number in summer (July 2023)

Номер пробы	Разведения/количество колоний КОЕ/мл							Допустимый предел бактериальной обсемененности, КОЕ/мл
	1	2	3	4	5	6	Итого	
№ 1	200	90	45	15	0	0	5,1 • 10 <sup>4</sup>	103...105
№ 2	405	375	250	120	78	0	1,8 • 10 <sup>6</sup>	
№ 3	375	306	275	150	62	0	1,6 • 10 <sup>6</sup>	

Таблица 2. Общее микробное число в осенний период (сентябрь 2023 г.)

Table 2. Total microbial number in autumn (September 2023)

Номер пробы	Разведения / количество колоний КОЕ/мл							Допустимый предел бактериальной обсемененности, КОЕ/мл
	1	2	3	4	5	6	Итого	
№ 1	306	226	129	0	0	0	5,1 • 10 <sup>4</sup>	10 <sup>3</sup> ...10 <sup>5</sup>
№ 2	375	315	175	65	0	0	2,1 • 10 <sup>5</sup>	
№ 3	310	306	150	37	0	0	1,3 • 10 <sup>5</sup>	

ОМЧ определяли методом десятикратных разведений и прямым посевом на питательные среды из общей пробы воды. По результатам отмечено превышение нормы в летний период в Юго-Западном (№ 2) и Юго-Восточном (№ 3) прудах. Установлено количественное уменьшение микробиоты водоемов со сменой времени года/сезона.

При окрашивании мазков были обнаружены грамтрицательные и грамположительные кокки, а также грамтрицательные палочки.

Результаты определения санитарно-показательных микроорганизмов – бактерий группы кишечной палочки (БГКП) приведены в таблице 3.

Большинство штаммов *E. coli* (лактозоположительные энтеробактерии) на питательной среде Эндо растут в виде колоний от розового до мали-

нового цвета с металлическим блеском или без него. Также большое значение для идентификации энтеробактерий имеет способность сбраживать лактозу, сопровождающаяся газообразованием, что обусловлено наличием у них β-галактозидазы. Газообразующие бактерии родов *Escherichia* и *Enterobacter* отличаются по этому признаку от безвредных микроорганизмов группы *Shigella* и *Salmonella*, которые могут сбраживать лактозу, но без выделения газа [7]. Согласно полученным данным в большинстве проб были зафиксированы газообразование и рост темно-красных колоний с характерным металлическим блеском, т.е. в большинстве проб выявлены представители БГКП. Таким образом, так как бактерии группы кишечных палочек являются санитарно-показа-

Таблица 3. Обнаружение бактерий группы БГКП в летний и осенний периоды  
 Table 3. Detection of coliforms in summer and autumn

Номер пробы	Сезон года	Среда Кесслера	Среда Эндо
№ 1	Лето	Газообразование	Темно-красные колонии с металлическим блеском
№ 2	-«-	-«-	То же
№ 3	-«-	-«-	-«-
№ 1	Осень	–	–
№ 2	-«-	Газообразование	Темно-красные колонии с металлическим блеском
№ 3	-«-	–	–

тельными микроорганизмами, то их наличие свидетельствует о фекальном загрязнении и, соответственно, о возможной контаминации воды патогенными микроорганизмами этой группы.

Также на одной из чашек (пруд № 2) был обнаружен рост колоний бледно-розового цвета, что говорит о росте не ферментирующих лактозу

микроорганизмов. Рост колоний на чашках Петри представлен на рисунке 1, микрофотографии этих колоний – на рисунке 2. В обоих случаях были обнаружены грамотрицательные бактерии.

Также в образцах воды определяли наличие представителей группы *Salmonella* spp., так как территория водоемов заселена водоплавающей птицей. Полученные результаты представлены в таблице 4.

На висмут-сульфитном агаре почти все сальмонеллы образуют черные колонии с металлическим блеском. Исключение составляют *S. paratyphi A* и некоторые другие серовары, которые образуют на данной среде серовато-зеленые с темным центром или коричневые колонии [7]. В исследуемых образцах воды прудов, кроме характерных для *Salmonella* spp. черных колоний, были выделены и зеленые колонии с темно-зеленым центром. Таким образом, можно сказать, что в воде прудов обнаружены различные виды сальмонелл.

Также нами были проведены исследования на наличие анаэробных микроорганизмов в воде. На среде Китта–Тароцци было выявлено диффузное помутнение, на среде Вильсона–Блера обнаружены колонии черного цвета, что указывает на наличие в воде сульфитредуцирующих микроорганизмов. При последующем микропипировании мазков обнаружи-

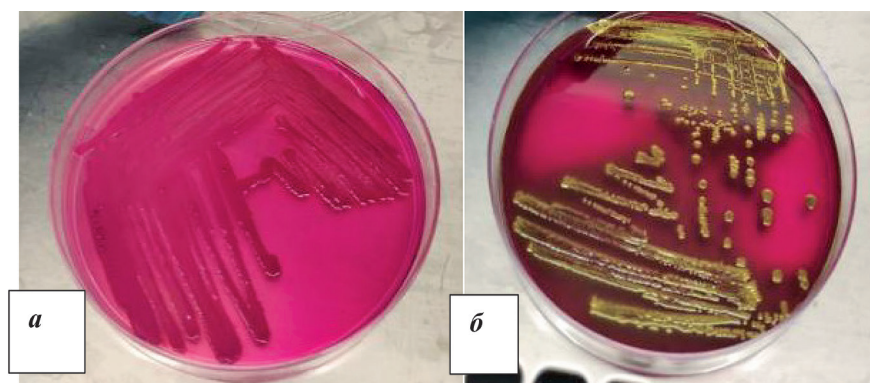


Рис. 1. Рост колоний на среде Эндо: а – колонии бледно-розового цвета; б – темно-красные колонии с металлическим блеском

Fig. 1. Growth of colonies on Endo medium: a – colonies, pale pink; б – dark red colonies with a metallic sheen

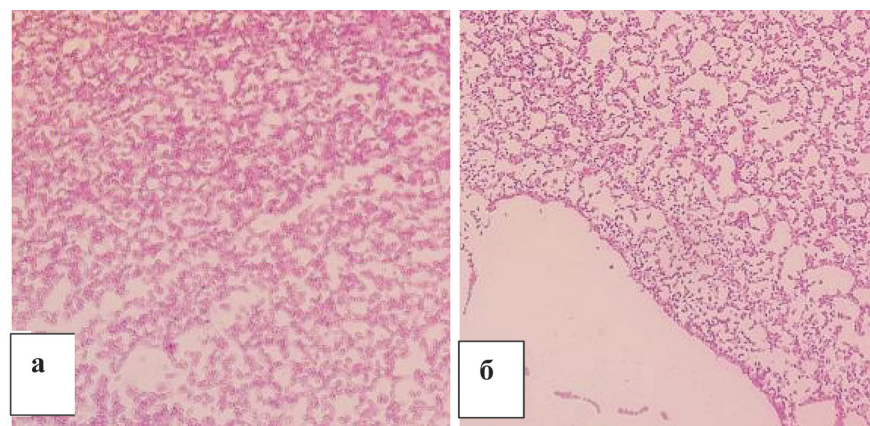


Рис. 2. Микроскопия мазка: а – бледно-розовые колонии; б – колонии с металлическим блеском

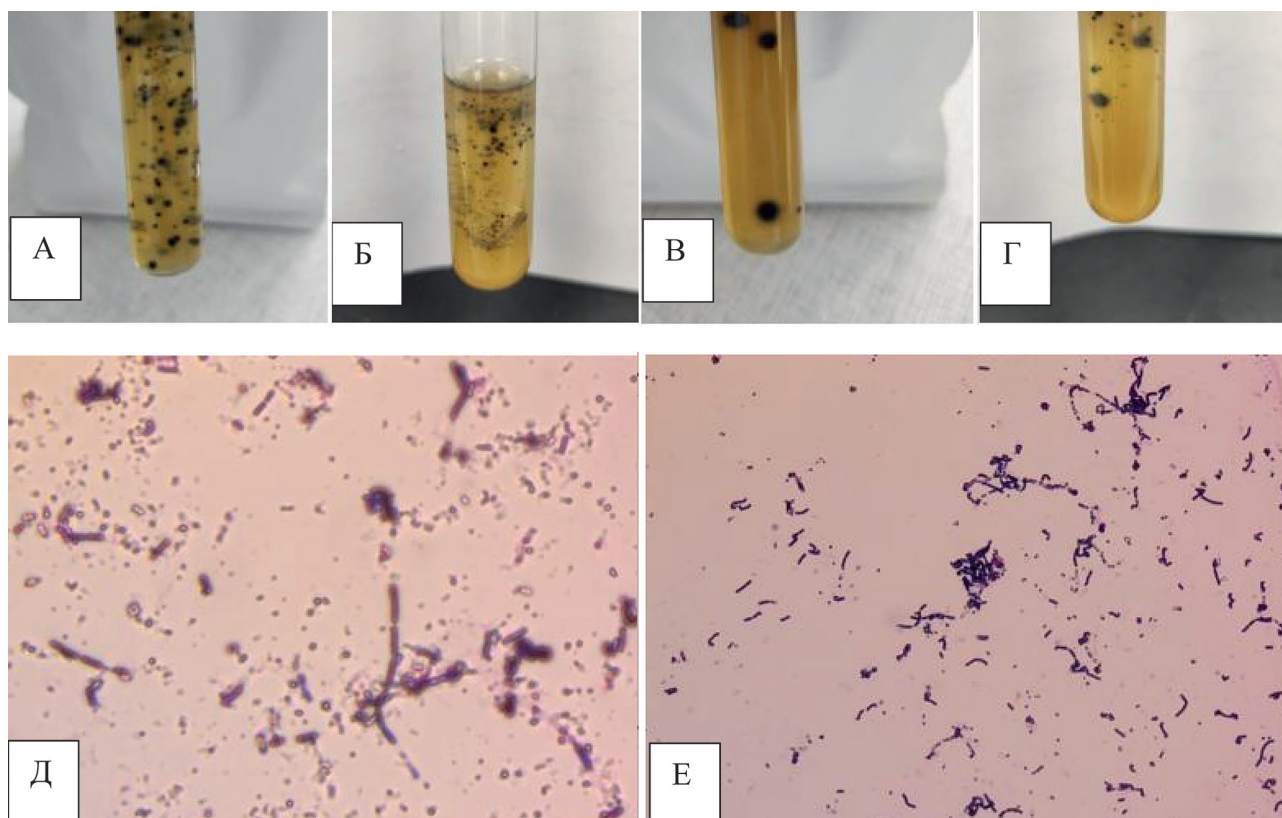
Fig. 2. Microscopy of smear: a – pale pink colonies; б – colonies with metallic sheen

**Таблица 4. Обнаружение сальмонелл в образцах воды Терлецких прудов**  
Table 4. Detection of salmonella in water samples of Terletskiy ponds

Номер пробы	Сезон года	Магниева среда	Висмут-сульфитный агар
№ 1	Лето	Помутнение среды	Круглые черные колонии с металлическим блеском
№ 2	-«-	То же	То же
№ 3	-«-	-«-	-«-
№ 1	Осень	-«-	-«-
№ 2	-«-	-«-	-«-
№ 3	-«-	-	-

ли палочки с субтерминально расположенными спорами, напоминающие теннисные ракетки [4]. Сульфитредуцирующие клостридии представляют собой грамположительные спорообразующие палочки крупного размера. Полученные данные представлены на рисунке 3. Таким образом, основываясь на результатах микроскопии, можно говорить о том, что в воде находятся микроорганизмы группы *Clostridium* spp. В Российской Федерации количественный учет грамположительных спорообразующих бактерий ведется

при проведении санитарных исследований воды в открытых водоемах. Эти анаэробные бактерии обычно присутствует в экскрементах человека и животных. Терлецкие пруды населяют множество видов водоплавающих птиц (речная крачка, утки, кряквы, огари, чомга и др.) [8]. Исключить попадание фекалий человека в пруды также нельзя, так как люди загорают на берегу прудов, купаются, ловят рыбу. На берегу одного из прудов расположена лодочная станция. К сожалению, согласно полученным результатам, в образцах воды трех



**Рис. 3.** Рост колоний на среде Вильсона–Блера: А – в летний период (пруд № 2); Б – в летний период (пруд № 3); В – в осенний период (пруд № 3); Г – в осенний период (пруд № 2); Д, Е – микроскопия выделенных колоний  
**Fig. 3.** Growth of colonies on Wilson–Blair medium: А – in summer (pond №2); Б – in summer (pond № 3); В – in autumn (pond № 3); Г – in autumn (pond № 2); Д, Е – microscopy of isolated colonies

прудов Терлецкого парка микроорганизмы данной группы были обнаружены. Такие бактерии могут относиться к показателям биологического загрязнения воды. Известно также, что наличие в воде микроорганизмов вида *Clostridium* spp. может свидетельствовать о возможном присутствии цист и ооцист простейших, яиц гельминтов [10].

### Заключение

Пруды, расположенные в городское черте, отличаются от естественных водоемов: они чаще всего мелководные, эвтрофированные и испытывают большую антропогенную нагрузку. Сбор данных по микробиологическим показателям состояния воды водоемов необходим, поскольку они помогают разрабатывать природоохранные мероприятия и обеспечивать экологическое благополучие природного комплекса в черте города.

Все полученные данные свидетельствуют о наличии большого количества микроорганизмов в воде трех прудов Терлецкого парка. Практически во всех пробах выявлены представители санитарно-показательных микроорганизмов: БГКП и *Clostridium* spp., а также *Salmonella* spp. Полученные

результаты подтверждают фекальное загрязнение данных водоемов. Следует учитывать тот факт, что споры клостридий могут сохраняться долгое время, поэтому этот микробиологический показатель, как и наличие БГКП, свидетельствует о наличии давнего загрязнения водоемов. Поэтому в таких прудах запрещено купаться и тем более использовать такую воду в качестве питьевой.

Наиболее вероятное число микроорганизмов на 100 мл воды в летний период для всех прудов определено как более 24 000 КОЕ/мл, в осенний период – более 7000 КОЕ/мл [1]. Согласно категориям степени бактериальной обсемененности, данные пруды, по полученным результатам, можно отнести ко второй категории – загрязненным водоемам, так как ОМЧ находится в пределах  $10^5$  КОЕ/мл [2].

Работа выполнена в соответствии с Государственным заданием по теме: FGUG-2022-0008 «Научно обосновать и разработать новые методы, средства и технологии обеспечения устойчивого ветеринарно-санитарного благополучия животноводства».

Регистрационный номер НИОКТР в ЦИТИС 122042700106-1.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. МУК 4.2.1884-04 «Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов: Методические указания». М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005. 75 с.
2. Методические указания по санитарно- бактериологической оценке рыбохозяйственных водоемов. Указание. Министерство здравоохранения РФ. 27.09.99 13-4-2/1742.
3. Кривицкий С.В. Использование инновационных технологий в природоохранной деятельности // Природо-обустройство. 2008. № 1. С. 30-33.
4. Кольчев, Н.М. Госманов Р.Г. Ветеринарная микробиология и микология: учебник. С.-Пб.: Лань, 2022. 624 с.
5. Вилкова Е.А., Ильина Н.А., Касаткина Н.М. Основы микробиологии и экологии микроорганизмов: учебное пособие. Ульяновск: УлГПУ им. И.Н. Ульянова, 2016. 140 с.
6. Сахарова О.В., Сахарова Т.Г. Водная микробиология. С.-Пб.: Лань, 2023. 260 с.
7. Шепелин А.П., Дятлов И.А. Питательные среды для энтеробактерий. М.: Династия, 2017. 232 с.
8. Захарова Н.Ю., Подвинцева С.Ю. Редкие виды птиц Терлецкого лесопарка // Вестник МГПУ, Серия «Естественные науки», 2021. С 8-17.
9. Романов Э.В., Лелецкий А.В. Цветение водоемов: причины и последствия // Достижения науки и образования. 2019. С.6-7.
10. Игнатьева Л.П., Потапова М.О. Критерии качества воды поверхностных и подземных источников. Эколого-гигиеническая оценка качества питьевой воды, воды водоемов. Учебное пособие. ГБОУ ВПО ИГМУ Минздрава России. Иркутск : ИГМУ, 2014. 20 с.
11. Морохотова В.С., Ляхова О.Л., Смагина Т.В. Микробиологическое исследование воды и его необходимость // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука и образование в современном мире: методология, теория и практика»: Интернет-портал. – URL: <https://emc21.ru/stati-ii-vserossijskaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-nauka-i-obrazovanie-v-sovremennom-mire-metodologiya-teoriya-i-praktika-rints>

## REFERENCES

1. МУК 4.2.1884-04 «Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов: Методические указания». М.: Федеральны́й центр гигиены́ и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005. 75 с.
2. Методические указания по санитарно-бактериологической оценке рыбоводных водоемов. Указание. Министерство здравоохранения РФ. 27.09.99 13-4-2/1742.
3. Kriviczkij S.V. Ispol'zovanie innovacionny'kh tekhnologij v prirodoobustrojstve // Prirodoobustrojstvo. 2008. № 1. S. 30-33.
4. Koly'chev, N.M. Gosmanov R.G. Veterinarnaya mikrobiologiya i mikologiya: uchebnik S.-Pb.: Lan', 2022. 624 c.
5. Vilkova E.A., Il'ina N.A., Kasatkina N.M. Osnovy' mikrobiologii i e'kologii mikroorganizmov: uchebnoe posobie. Ul'yanovsk: UIGPU im. I.N. Ul'yanova, 2016. 140 s.
6. Sakharova O.V., Sakharova T.G. Vodnaya mikrobiologiya. S.-Pb.: Lan', 2023. 260 s.
7. Shepelin A.P., Dyatlov I.A. Pitatel'ny'e sredy' dlya e'nterobakterij. M.: Dinastiya, 2017. 232 s.
8. Zakharova N.Yu., Podvinczeva S.Yu. Redkie vidy' pticz Terleczkogo lesoparka // Vestnik MGPU, Seriya «Estestvenny'e nauki», 2021. S 8-17.
9. Romanov E'.V., Leleczkij A.V. CZvetenie vodoemov: prichiny' i posledstviya // Dostizheniya nauki i obrazovaniya. 2019. S.6-7.
10. Ignat'eva L.P., Potapova M.O. Kriterii kachestva vody' poverkhnostny'kh i podzemny'kh istochnikov. E'kologo-gigienicheskaya ocenka kachestva pit'evoj vody', vody' vodoemov. Uchebnoe posobie. GBOU VPO IGMU Minzdrava Rossii. Irkutsk : IGMU, 2014. 20 s.
11. Morokhotova V.S., Lyakxova O.L., Smagina T.V. Mikrobiologicheskoe issledovanie vody' i ego neobkxodimost' // Materialy' II' Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferenczii «Nauka i obrazovanie v sovremennom mire: metodologiya, teoriya i praktika»: Internet-portal. – URL: <https://emc21.ru/stati-ii-vserossijskaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-nauka-i-obrazovanie-v-sovremennom-mire-metodologiya-teoriya-i-praktika-rints>

### Информация об авторах

Хадаева Е.Т. – студентка V курса, лаборант-исследователь.  
Тюменцева В.С. – научный сотрудник, аспирантка.  
Бабунова В.С. – канд. вет. наук, ведущий научный сотрудник.

### Information about the authors

Khadaeva E.T. – 5th year student, research assistant.  
Tyumentseva V.S. – researcher, graduate student.  
Babunova V. – Cand. Vet. Sci., leading scientific researcher.

### Вклад авторов

Хадаева Е.Т. – организация, планирование и проведение экспериментов, обработка данных, написание статьи.  
Тюменцева В.С. – проведение испытаний, учет результатов, написание статьи.  
Бабунова В.С. – научно-методическое руководство, редактирование статьи.

### Contribution of the authors

Khadaeva E.T. – organizing, planning and conducting experiments, data processing, writing an article.  
Tyumentseva V.S. – conducting experiments, accounting for results, writing an article.  
Babunova V. – scientific and methodological guidance, editing an article.

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

Статья поступила в редакцию 27.11.2023; одобрена после рецензирования 04.12.2023. Дата опубликования 28.03.2024.

The article was submitted 27.11.2023; approved after reviewing 04.12.2023. Date of publication 28.03.2024.

## ЗООГИГИЕНА ZOOHYGIENE

Научная статья  
УДК 619:539.16.04:636.32/.38  
doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401013  
EDN: DZCTJQ

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАДИАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

*Владимир Григорьевич Тюрин<sup>1</sup>, Владимир Григорьевич Семенов<sup>2</sup>,  
Ягафар Мубаракзянович Курбангалеев<sup>3</sup>, Константин Николаевич Вагин<sup>4</sup>,  
Тимур Рафикович Гайнутдинов<sup>5</sup>, Чолпонкул Кыдырмышевич Авылов<sup>6</sup>*

<sup>1</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии,  
гигиены и экологии – филиал ФНЦ ВИЭВ РАН*

*Москва 123022, Российская Федерация, E-mail: vniivshe@mail.ru*

<sup>1</sup> *Московская государственная академия ветеринарной медицины  
и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина,  
Москва 109472, Российская Федерация*

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

<sup>3, 4, 5</sup> *Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности,  
Казань 420075, Республика Татарстан, Российская Федерация*

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

<sup>1</sup> [potyemkina@mail.ru](mailto:potyemkina@mail.ru), <http://orcid.org/0000000201539775>

<sup>2</sup> [semenov\\_v.g@list.ru](mailto:semenov_v.g@list.ru), <http://orcid.org/0000-0002-0349-5825>

<sup>3</sup> [yag72@ya.ru](mailto:yag72@ya.ru), <http://orcid.org/0000-0003-3652-1978>

<sup>4</sup> [kostya9938@yandex.ru](mailto:kostya9938@yandex.ru), <http://orcid.org/0000-0003-4396-614X>

<sup>5</sup> [gtr\\_timur@mail.ru](mailto:gtr_timur@mail.ru), <http://orcid.org/0000-0003-3832-883X>

<sup>6</sup> [AvylovCK@mgupp.ru](mailto:AvylovCK@mgupp.ru)

**Аннотация.** Опыты проведены на валухах тонкорунных овец породы Прекос в условиях овцеводческого хозяйства. Ягнят первых трех опытных групп в возрасте соответственно 1, 2 и 3 мес подвергали однократному внешнему гамма-облучению в дозе 0,4 Гр на гамма-установке «Пума». Животные четвертой группы служили контролем и облучению не подвергались. Полученные данные свидетельствуют о том, что однократное облучение ягнят в дозе 0,4 Гр приводило к значительному повышению интенсивности их роста, мясной и шерстной продуктивности, выживаемости, естественной длины шерстных волокон, повышению устойчивости к треску лицевого слоя кожи и прочности кожной ткани выделанных и облагороженных овчин-полуфабрикатов по сравнению с контрольными аналогами.

**Ключевые слова:** радиационные технологии, овцы, продуктивность, качество продукции

**Для цитирования:** Тюрин В.Г., Семенов В.Г., Курбангалеев Я.М., Вагин К.Н., Гайнутдинов Т.Р., Авылов Ч.К. Использование радиационных технологий в животноводстве // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2024. № 1 (49). С. 86–93. doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401013  
EDN: DZCTJQ

USE OF RADIATION TECHNOLOGIES  
IN ANIMAL HUSBANDRY

Vladimir G. Tyurin<sup>1</sup>, Vladimir G. Semenov<sup>2</sup>, Yagafar M. Kurbangaleev<sup>3</sup>, Konstantin N. Vagin<sup>4</sup>,  
Timur R. Gaynutdinov<sup>5</sup>, Cholponkul K. Avylov<sup>6</sup>

<sup>1</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> Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –  
MBA named after K.I. Scriabin,  
Moscow 109472, Russian Federation

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

<sup>3, 4, 5</sup> Federal Center for toxicological, radiation and biological safety,  
Kazan 420075, Republic of Tatarstan, Russian Federation

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

<sup>1</sup> potyemkina@mail.ru, <http://orcid.org/0000000201539775>

<sup>2</sup> semenov\_v.g@list.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0349-5825>

<sup>3</sup> yag72@ya.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3652-1978>

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

<sup>5</sup> gtr\_timur@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3832-883X>

<sup>6</sup> AvylovCK@mgupp.ru

**Abstract.** Experiments were carried out on the boulders of fine-wooled sheep of the Prekos breed in the conditions of the sheep farm. Lambs of the first three experimental groups aged, respectively, 1, 2 and 3 months were subjected to a single external gamma radiation at a dose of 0.4 Gy at the Gamma installation «Puma». Animals of the fourth group served as control and were not subjected to radiation. The data obtained indicate that a single radiation of lambs at a dose of 0.4 Gy led to a significant increase in intensity of their growth, meat, wool productivity, survival, natural length of wool fibers, increased resistance to cod of the facial layer of the skin and the strength of the skin tissue of manufactured and ennobled sheepskin semi-finished products compared to control analogues.

**Keywords:** radiation technologies, sheep, productivity, product quality

**For citation:** Tyurin V.G., Semenov V.G., Kurbangaleev Y.M., Vagin K.N., Gaynutdinov T.R., Avylov Ch.K. Use of radiation technologies in animal husbandry // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2024. № 1 (49). P. 86–93 (In Russ.).

doi: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202401013

EDN: DZCTJQ

### Введение

Результаты опытов по использованию малых доз ионизирующих излучений в растениеводстве, птицеводстве и звероводстве, проведенные в нашей стране и за рубежом, указывают на их стимулирующее действие, повышение урожайности растений и продуктивности животных [10, 14, 15].

Одним из примеров стимулирующего действия малых доз ионизирующих излучений является повышение шерстной продуктивности, качества

шерсти и овчин, в частности повышение крепости связи шерстных волокон с кожей, а также густоты шерстного покрова [12]. Большое количество заготовленных овчин бракуют из-за их неудовлетворительного качества, например теклости шерсти, неравномерности тонины шерсти, треска и отслаивания лицевого слоя кожи [21].

Установлено, что ежедневное (в течение 30 сут) введение внутрь 6-месячным ягнятам йода-131 в дозе 1,5 мкКюри/кг приводит к некоторому уси-

лению гемопоэза, повышению функциональной активности щитовидной железы по сравнению с контролем в первые 9 мес после воздействия. При исследовании кожного и шерстного покрова животных обнаружен стимулирующий эффект радиойода на развитие волосяных фолликулов и рост шерстных волокон по сравнению с контролем; настриг шерсти при этом был на 32...34% выше, чем в контроле [16].

Действие сублетальных доз приводит к незначительному кратковременному обратимому снижению мясной продуктивности и воспроизводительных качеств животных [5, 13, 20].

Однако влияние малых доз ионизирующих излучений в животноводстве изучено сравнительно в меньшей степени, чем в растениеводстве.

В связи с этим целью настоящих исследований стало изучение влияния радиационных технологий на продуктивность и улучшение качества выходной продукции овец.

### **Материалы и методы**

Опыты проведены в условиях овцеводческого хозяйства на 80 ягнятах баранчиках-кастрах тонкорунной породы овец Прекос. Ягнята были разделены на 4 группы по 20 гол. в каждой по принципу аналогов. Ягнят первых трех опытных групп в возрасте соответственно 1, 2 и 3 мес подвергали однократному внешнему гамма-облучению на установке «Пума» с источником цезий-137. Во всех опытных группах доза облучения составляла 0,4 Гр, а мощность дозы – 1,07 мГр/с. Разница между группами заключалась в возрасте ягнят на момент облучения. Животные четвертой группы служили контролем и облучению не подвергались. До 5-месячного возраста ягнят содержали совместно с матерями. Стрижку животных производили в возрасте 7 мес, а убой животных на мясокомбинате – в возрасте 9 мес.

Консервирование, выделку и облагораживание овчин и изучение физико-механических свойств овчин-полуфабрикатов: толщину кожной ткани, нагрузку при треске лицевого слоя овчин, удлинение, предел прочности кожной ткани, наличие теклости шерсти и плешин на консервированных, а также выделанных овчинах проводили в центральной лаборатории мехового объединения «Мелита» по общепринятым в отрасли методикам.

Шерсть исследовали перед стрижкой в мае. Определение тонины, длины, прочности шерстного волокна и содержание жира в шерсти проводили по действующим «Инструктивным указаниям по определению качества невытой шерсти» [9].

Среднюю тонины определяли на микроскопических препаратах с помощью окуляр-линейки по 400 промерам с каждого образца шерсти. Измерению подвергали все волокна подряд и без повторения. Тонины шерсти выражали в микрометрах.

Естественную длину шерсти измеряли с помощью линейки с точностью до 0,1 см. Истинную длину шерсти определяли на приборе марки ФМ-04 (Венгрия), измеряя по 200 волокон с каждого образца. Естественную и истинную длину шерсти выражали в сантиметрах.

Прочность шерсти определяли по пучку на динамометре серии ДШ-3М в километрах разрывной длины, путем испытания 50 пучков шерстных волокон, приготовленных с того участка штапеля, на котором определяли тонины шерстного волокна.

Определение шерстного жира производили на аппарате Сокслета. При этом процент жира вычисляли в расчете к массе чистой необезжиренной шерсти.

Кожу подвергали гистологическому исследованию. Биопсию кожи для гистологических исследований выполняли в области бока за лопаткой по методике Н.А. Диомидовой [6].

Поскольку структура кожи подвержена возрастным и сезонным изменениям, пробы кожи животных опытных и контрольной групп отбирали в определенное время года – в августе. Делали вертикальные и горизонтальные срезы толщиной 15...25 мкм. Горизонтальные срезы проводили на уровне расположения сальных желез. Окрашивали срезы гематоксилином и эозином.

Толщину слоев кожи, длину и ширину сальных желез определяли по методике Н.А. Диомидовой [7]. Количество первичных, вторичных и зачаточных фолликулов на 1 мм<sup>2</sup> кожи, диаметр первичных и вторичных шерстных фолликулов на уровне сальных желез определяли по методике Н.А. Диомидовой, Е.П. Панфиловой и Е.Е. Суслиной [8]. При этом диаметр первичных и вторичных фолликулов определяли по 50 фолликулам каждого вида и среднюю плотность фолликулов – по 10 полям зрения. Остальные микроскопические измерения проводили по 25 промерам на каждом образце кожи.

Отношение вторичных фолликулов к первичным находили по формуле:

$$K = \frac{ВФ + 3Ф}{ПФ},$$

где: ВФ – развитые вторичные фолликулы; 3Ф – зачаточные вторичные фолликулы; ПФ – первичные фолликулы.



Характеристика использованной оптической системы микроскопа МБИ-1: одно деление окуляр-линзы равнялось при увеличении 7x8 – 14 мкм, при увеличении 7x40 – 2,875 мкм; площадь поля зрения при увеличении 7x8 составляла 2,01 мм<sup>2</sup>.

Мясо облученных и контрольных баранчиков исследовали по органолептическим (ГОСТ 7269-79) [2], биохимическим, микроскопическим (ГОСТ 23392-78) [3], бактериологическим (ГОСТ 21237-75) [4] показателям, а также по показателям, предусмотренным «Правилами ветеринарного осмотра убойных животных и ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясных продуктов» [21]. Биологическую полноценность мяса определяли по росто-весовому методу [1] на крысятах-отъемышах.

### *Результаты исследований и обсуждение*

Установлено, что за период исследований облученные животные отличались хорошей подвижностью и опрятным состоянием шерстного покрова. Показатели периферической крови находились в пределах физиологических норм. В отдельные сроки отмечена тенденция к повышению содержания эритроцитов, лейкоцитов, гемоглобина и общего белка по сравнению с контролем.

Облучение ягнят в дозе 0,4 Гр приводило к значительному повышению интенсивности их роста. Живая масса баранчиков опытных групп за период исследований (до 9-месячного возраста) была в 1-й группе на 6...9,7%, во 2-й – на 5,8...9,8%, в 3-й – на 11,1...11,8% выше ( $P < 0,05$ ), чем в контрольной группе.

Выживаемость за 9 мес исследования составила в 1-й группе 100%, во 2-й – 91,7%, в 3-й – 100%, в 4-й – 91,7%. В связи с этим живая масса в расчете на одного взятого в опыт ягненка к 9-месячному возрасту превышала этот показатель в контрольной группе соответственно на 19,8; 5,9 и 29,1%.

У облученных баранчиков в различные сроки после облучения отмечено закономерное повышение показателей естественной резистентности организма по сравнению с контролем.

В результате исследований гормональной активности щитовидной железы установлено значительное снижение содержания трийодтиронина и тироксина в сыворотке крови ягнят с возрастом как в контрольной, так и опытных группах ( $P > 0,05$ ). В 4,5-месячном возрасте, т.е. через 3,5; 2,5 и 0,5 мес после облучения, у облученных баранчиков уро-

вень этих гормонов несколько повысился ( $P > 0,05$ ) по сравнению таковым у контрольных животных.

Концентрация иммунореактивного инсулина в сыворотке крови с возрастом несколько повышалась ( $P > 0,05$ ) как в опытных, так и в контрольной группах. При этом у животных 2-й и 3-й групп уровень этого гормона незначительно превышал таковой у контрольных аналогов ( $P > 0,05$ ). Повышение концентрации гормонов щитовидной и поджелудочной желез у облученных животных указывает на повышение интенсивности обменных процессов у них по сравнению с контрольными аналогами.

Исследование качества шерсти и шерстной продуктивности баранчиков показало, что у облученных животных снижается теклость шерсти (за счет повышения прочности связи шерсти с кожей) по сравнению с контрольными аналогами. Так, число баранчиков с пороком теклости шерсти в опытных группах было меньше по сравнению с контрольными в возрасте 4,5 мес на 24...47%, а в возрасте 9 мес – на 28...50%. Количество овчин с поредением шерсти в опытных группах было после консервирования на 14...25%, а после выделки на 14...15% меньше, чем в контрольной.

Естественная длина шерстных волокон у облученных баранчиков была в возрасте 5 мес на 3,6...8,9%, а в возрасте 7 мес на 3,1...4,6% выше, чем у контрольных аналогов ( $P > 0,05$ ).

Существенного изменения тонины, блеска шерстных волокон и содержания шерстного жира у облученных ягнят не обнаружено.

Настриг шерсти в оригинале у баранчиков опытных групп в 7-месячном возрасте на 7,2...10% выше, чем у животных контрольной группы.

При исследовании выделанных и облагороженных овчин-полуфабрикатов в опытных группах установлено повышение устойчивости к треску лицевого слоя кожи на 41,3...86,6%, прочности кожной ткани на 12,9...31,2% по сравнению с контрольной.

При гистологических исследованиях кожи у животных опытных групп отмечена тенденция к повышению густоты волосяных фолликулов с шерстным волокном за счет развития зачаточных фолликулов, увеличение их диаметра и толщины pilarного слоя кожи по сравнению с контролем.

По органолептическим, биохимическим, микроскопическим, бактериологическим показателям мясо облученных баранчиков не отличалось от мяса контрольных аналогов и соответствовало требованиям ГОСТ 7269-79, ГОСТ 23392-78,

ГОСТ 21237-75 и «Правил ветсанэкспертизы» для доброкачественного мяса.

Результаты биопробы мяса, проведенной по росто-весовому методу на крысятах-отъемышах, свидетельствовали о биологической полноценности и безвредности мяса радиостимулированных животных. Клинико-гематологические показатели, а также живая масса и масса внутренних органов крысят опытных групп после 30-суточного скармливания мяса облученных ягнят существенно не отличались от таковых в контрольной группе.

Результаты опытов показали, что однократное внешнее гамма-облучение ягнят 1, 2 и 3-месячного возраста в дозе 0,4 Гр приводит к значительному повышению интенсивности их роста, выживаемости, а также показателей естественной резистентности организма по сравнению с контролем.

Повышение концентрации гормонов щитовидной и поджелудочной желез у облученных животных указывает на интенсификацию обменных процессов в организме и стимуляцию развития шерстного покрова у этих животных по сравнению с контрольными аналогами.

У облученных животных снижается теклость шерсти (за счет повышения прочности связи шерсти с кожей) по сравнению с контрольными аналогами. После консервирования, а также после выделки теклость шерсти на овчинах не обнаруживалась, но наблюдалось поредение шерсти. Количество овчин с поредением шерсти в опытных группах было после консервирования на 14...25%, а после выделки на 14...15% меньше, чем в контрольной.

Настриг шерсти в оригинале у баранчиков опытных групп в 7-месячном возрасте был на 7,2...10% выше, чем у животных контрольной группы.

При исследовании выделанных и облагороженных овчин-полуфабрикатов в опытных группах установлено повышение толщины кожной ткани на 2,3...20%, устойчивости к треску лицевого слоя кожи на 41,3...79,3% и предела прочности кожной ткани на 12,9...31,2% по сравнению с контрольной.

При гистологических исследованиях кожи у животных опытных групп отмечена тенденция к повышению густоты волосяных фолликулов с шерстным волокном за счет превращения зачаточных фолликулов в развитые вторичные волосяные фолликулы с шерстным волокном, увеличения их диаметра и толщины pilarного слоя кожи по сравнению с контролем.

### Заключение

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что однократное воздействие на ягнят гамма-излучения в дозе 0,4 Гр приводит к усилению их роста и развития, повышению мясной, шерстной продуктивности и выживаемости молодняка овец, а также улучшению физико-технологических качеств шерсти и овчин. У облученных животных повышаются уровни трийодтиронина, тироксина и иммунореактивного инсулина в сыворотке крови, снижается теклость шерсти за счет повышения прочности связи шерсти с кожей, повышается густота волосяных фолликулов с шерстным волокном за счет развития зачаточных фолликулов, увеличиваются их диаметр и толщина pilarного слоя кожи, естественная длина шерстных волокон, повышаются устойчивость к треску лицевого слоя кожи и прочность кожной ткани выделанных и облагороженных овчин-полуфабрикатов по сравнению с контролем.

Несколько более выраженное повышение хозяйственно-полезных качеств молодняка овец наблюдалось в 3-й группе, в которой облучение ягнят проводили в возрасте 3 мес.

Работа выполнена в соответствии с Государственным заданием по теме: FGUG-2022-0008 «Научно обосновать и разработать новые методы, средства и технологии обеспечения устойчивого ветеринарно-санитарного благополучия животноводства».

Регистрационный номер НИОКТР в ЦИТИС 122042700106-1.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бельский Н.Г., Шаблий В.Я., Игнатьев А.Д. и др. Методические рекомендации по биологической оценке продуктов питания. М.: ВАСХНИЛ. 1973.
2. ГОСТ 7269-79.-2079. Мясо. Методы отбора образцов и органолептические методы определения свежести мяса / Мясо и мясные продукты. М.: Изд. стандартов. 1980.
3. ГОСТ 23392-78.-2078.-1078. Мясо. Методы биохимического микроскопического анализа свежести мяса. М.: Изд. стандартов. 1980. С. 8-12.

4. ГОСТ 21237-75.–1075. Мясо. Методы бактериологического анализа / Мясо и мясные продукты. М.: Изд. стандартов.1980. С. 13-57.
5. Губарева О.С. Мясная продуктивность и воспроизводительные функции облученных телок и овец // Ядерно-физические исследования и технологии в сельском хозяйстве: Мат. науч.-практ. конф., посв. 50-летию ФГБНУ ВНИИ радиологии и агроэкологии. Обнинск. 2020. С. 54-57.
6. Диомидова Н.А. Применение гистологического метода в изучении шерстной продуктивности овец // Известия отделения естественных наук АН Таджикской ССР. 1955. С. 123-145.
7. Диомидова Н.А. Применение гистологического метода в изучении онтогенеза кожи и волосяных фолликулов // Труды И.М.Ж. 1957. С. 48-51.
8. Диомидова Н.А., Панфилова Е.П., Суслина Е.Е. Методика изучения волосяных фолликулов у овец. М. 1966.
9. Инструктивные указания по определению качества немывтой шерсти. М. 1961. 110 с.
10. Киришин В.А., Черемухин В.И., Верхолетов В.А. и др. Производственный опыт использования малых доз рентгеновских лучей для стимуляции роста и развития цыплят в совхозах ТАССР: Мат. Всесоюз. науч. конф. М. 1968. С. 211-212.
11. Киришин В.А., Григорьев Н.В., Пастухов А.М. и др. Влияние малых доз рентгеновского и гамма-облучения на рост и развитие поросят: Мат. науч.-координац. совещания по использованию ионизирующих излучений для стимуляции роста и повышения продуктивности с.-х. животных. Казань. 1983. С. 29-30.
12. Киришин В.А., Курбангалеев Я.М., Ишимухаметов К.Т. Использование ионизирующей радиации для повышения хозяйственно-полезных качеств овец // Теоретические и практические вопросы ветеринарии и зоотехнии: Тезисы докладов Республиканской научно-производственной конференции. Казань. 1989. С. 117.
13. Конюхов Г.В., Курбангалеев Я.М., Шигапова Г.З. Влияние облученного зерна на воспроизводительную функцию белых крыс: Мат. 7-го съезда по радиационным исследованиям. М. 2014. С. 414.
14. Кузин А.М., Костин И.Г., Шерицунова Л.Г. и др. Об использовании ионизирующей радиации в птицеводстве // Радиобиология. 1963. Т. 3. Вып. 2. С. 311-316.
15. Кузин А.М., Каушанский Д.А. Прикладная радиобиология. М.: Атомиздат. 1981.
16. Курбангалеев Я.М., Верхолетов В.А. Шерстная продуктивность овец при инкорпорации малых доз радиойода: Мат. науч.-коорд. совещания по использованию ионизирующих излучений для стимуляции роста и повышения продуктивности с.-х. животных. Казань, 1983. С. 31-32.
17. Kurbangaleev Y.M., Konyukhov G.V., Nizamov R.N. et al. Influence of radiation various doses on food products and feeds // KeiEngineeringMaterialsISSN: 1662-9795. Vol. 781, 2018. PP 190-194.
18. Низамов Р.Н., Уваев В.В., Василевский Н.М. и др. Методические рекомендации по гамма-облучению различных видов продукции и сырья растительного и животного происхождения // «Секция зоотехнии и ветеринарии» отделения с.х. наук РАН. М. 2020.
19. Пасечник Н.М., Калинин В.В. Контроль прочности сырья на различных этапах производства меховых овчин / Структура, товарно-технологические свойства, улучшение качества и рациональное использование сырья и продуктов животноводства. М. 1985. 37 с.
20. Правила ветеринарного осмотра убойных животных и ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясных продуктов. М.: ВО Агрпромиздат.1988.

## REFERENCES

1. Belen`kij N.G., Shablij V.YA., Ignat`ev A.D. i dr. Metodicheskie rekomendaczii po biologicheskoy ocenke produktov pitaniya. М.: VASKXNIL. 1973.
2. GOST 7269-79.-2079. Myaso. Metody` otbora obrazczov i organolepticheskie metody` opredeleniya svezhesti myasa / Myaso i myasny`e produkty`. М.: Izd. standartov. 1980.
3. GOST 23392-78.-2078.-1078. Myaso. Metody` biokximicheskogo mikroskopicheskogo analiza svezhesti myasa. М.: Izd. standartov.1980. S. 8-12.
4. GOST 21237-75.–1075. Myaso. Metody` bakteriologicheskogo analiza / Myaso i myasny`e produkty`. М.: Izd. standartov.1980. S. 13-57.
5. Gubareva O.S. Myasnaya produktivnost` i vosproizvoditel`ny`e funkczii obluchenny`kx telok i ovezch // Yaderno-fizicheskie issledovaniya i tekhnologii v sel`skom kxozyajstve: Mat. nauch.-prakt. konf., posv. 50-letiyu FGBNU VNII radiologii i agro`kologii. Obninsk. 2020. S. 54-57.
6. Diomidova N.A. Primenenie gistologicheskogo metoda v izuchenii sherstnoj produktivnosti ovezch // Izvestiya otdeleniya estestvenny`kx nauk AN Tadjhikskoj SSR. 1955. S. 123-145.

7. Diomidova N.A. Primenenie gistologicheskogo metoda v izuchenii ontogeneza kozhi i volosyany`kx follikulov // Trudy` I.M.Zh. 1957. S. 48-51.
8. Diomidova N.A., Panfilova E.P., Suslina E.E. Metodika izucheniya volosyany`kx follikulov u ovez. M. 1966.
9. Instruktivny`e ukazaniya po opredeleniyu kachestva nemy`toj shersti. M. 1961. 110 s.
10. Kirshin V.A., Cheremukhin V.I., Verkholetov V.A. i dr. Proizvodstvenny`j opy`t ispol`zovaniya maly`kx doz rentgenovskikh luchey dlya stimulyaczii rosta i razvitiya chy`plyat v sovkhozakh TASSR: Mat. Vsesoyuz. nauch. konf. M. 1968. S. 211-212.
11. Kirshin V.A., Grigor`ev N.V., Pastukhov A.M. i dr. Vliyanie maly`kx doz rentgenovskogo i gamma-oblucheniya na rost i razvitie porosyat: Mat. nauch.-koordinacz. soveshhaniya po ispol`zovaniyu ioniziruyushhikh izlucheniij dlya stimulyaczii rosta i povy`sheniya produktivnosti s.-kx. zhivotny`kx. Kazan`. 1983. S. 29-30.
12. Kirshin V.A., Kurbangaleev Ya.M., Ishmukxametov K.T. Ispol`zovanie ioniziruyushhej radiaczii dlya povy`sheniya kxozyajstvenno-polezny`kx kachestv ovez // Teoreticheskie i prakticheskie voprosy` veterinarii i zootekxnii: Tezisy` dokladov Respublikanskoj nauchno-proizvodstvennoj konferenczii. Kazan`. 1989. S. 117.
13. Konyukhov G.V., Kurbangaleev Ya.M., SHigapova G.Z. Vliyanie obluchennogo zerna na vosproizvoditel`nyu funkcziju bely`kx kry`s: Mat. 7-go s`ezda po radiaczionny`m issledovaniyam. M. 2014. S. 414.
14. Kuzin A.M., Kostin I.G., SHershunova L.G. i dr. Ob ispol`zovanii ioniziruyushhej radiaczii v pticzevodstve // Radiobiologiya. 1963. T. 3. Vy`p. 2. S. 311-316.
15. Kuzin A.M., Kaushanskij D.A. Prikladnaya radiobiologiya. M.: Atomizdat. 1981.
16. Kurbangaleev Ya.M., Verkholetov V.A. SHERstnaya produktivnost` ovez pri inkorporaczii maly`kx doz radiojoda: Mat. nauch.-koord. soveshhaniya po ispol`zovaniyu ioniziruyushhikh izlucheniij dlya stimulyaczii rosta i povy`sheniya produktivnosti s.-kx. zhivotny`kx. Kazan`, 1983. S. 31-32.
17. Kurbangaleev Y.M., Konyukhov G.V., Nizamov R.N. i dr. Influence of radiation various doses on food products and feeds // KeiEngineeringMaterialsISSN: 1662-9795. Vol. 781, 2018. PP 190-194.
18. Nizamov R.N., Uvaev V.V., Vasilevskij N.M. i dr. Metodicheskie rekomendaczii po gamma-oblucheniyu razlichny`kx vidov produkczii i sy`r`ya rastitel`nogo i zhivotnogo proiskxozhdeniya // «Sekcziya zootekxnii i veterinarii» otdeleniya s.kx. nauk RAN. M. 2020.
19. Pasechnik N.M., Kalinin V.V. Kontrol` prochnosti sy`r`ya na razlichny`kx e`tapakh proizvodstva mekxovy`kx ovchin / Struktura, tovarno-tekhnologicheskie svoystva, uluchshenie kachestva i raczional`noe ispol`zovanie sy`r`ya i produktov zhivotnovodstva. M. 1985. 37 s.
20. Pravila veterinarnogo osmotra ubojny`kx zhivotny`kx i veterinarno-sanitarnoj e`kspertizy` myasa i myasny`kx produktov. M.: VO Agropromizdat. 1988.

## Информация об авторах

Тюрин В.Г. – д-р вет. наук, профессор, главный научный сотрудник.

Семенов В.Г. – д-р биол. наук, профессор, заведующий кафедрой.

Курбангалеев Я.М. – канд. биол. наук.

Вагин К.Н. – канд. биол. наук, заведующий лабораторией, старший научный сотрудник.

Гайнутдинов Т.Р. – канд. биол. наук, заведующий сектором, ведущий научный сотрудник.

Авылов Ч.К. – д-р вет. наук, профессор.

## Information about the authors

Tyurin V.G. – Doc. Vet. Sci., Prof., Chief researcher.

Semenov V.G. – Doc. Biol. Sci., Prof., Head of the Department of Morphology, Obstetrics and Therapy.

Kurbangaleev Ya.M. – Cand. Biol. Sci.

Vagin K.N. – Cand. Biol. Sci., Head of the Laboratory of Radiation Control and Technology, senior scientific researcher.

Gaynutdinov T.R. – Cand. Biol. Sci., Head of the Radiation Microbiology Sector of the Radiobiology Department, Leading Researcher.

Avylov Ch.K. – Doc. Vet. Sci., Prof.

### **Вклад авторов**

Тюрин В.Г. – определение цели и методов выполнения работы.

Семенов В.Г. – определение цели и методов выполнения работы.

Курбангалеев Я.М. – определение цели и методов выполнения работы, анализ литературных источников.

Вагин К.Н. – определение цели и методов выполнения работы, организация и участие в проведении экспериментов, анализ результатов экспериментов.

Гайнутдинов Т.Р. – организация и участие в проведении экспериментов, анализ результатов экспериментов.

Авылов Ч.К. – определение цели и методов выполнения работ.

### **Contribution of the authors**

Tyurin V.G. – aim and methods of work.

Semenov V.G. – aim and methods of work.

Kurbangaleev Ya.M. – aim and methods of work, analysis of literary sources.

Vagin K.N. – aim and methods of work, organization of experiments and conducting experiments, analysis of experimental results.

Gainutdinov T.R. – organization of experiments and conducting experiments, analysis of experimental results.

Avylov Ch.K. – aim and methods of work, editing the manuscript.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 29.09.2023.; одобрена после рецензирования 12.12.2023. Дата опубликования 28.03.2024.

The article was submitted 29.09.2023.; approved after reviewing 12.12.2023. Date of publication 28.03.2024.

## БИОБЕЗОПАСНОСТЬ

### BIOLOGICAL SAFETY

Обзорно-аналитическая статья  
УДК 631.95:504.064+57.08  
doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401014  
EDN: FPYVXC

## БИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЭКОТОКСИКАНТОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

*Борис Георгиевич Котегов<sup>1</sup>, Владимир Иванович Еремец<sup>2</sup>,  
Дарья Олеговна Расчетнова<sup>3</sup>*

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

<sup>2,3</sup> *Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической  
промышленности, пос. Биокомбината, г.о. Лосино-Петровский,  
Московская область 141142, Российская Федерация*

<sup>1</sup> rutilus@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0749-2899>

<sup>2</sup> VIEmec@yandex.ru

<sup>3</sup> dashenciya\_m@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7515-1693>

**Аннотация.** На основе анализа источников научной, нормативной и справочной литературы рассмотрены основные принципы, возможности и ограничения использования методов биотестирования для контроля содержания экотоксикантов в природных и искусственных средах. Приведены аргументы в пользу расширения сфер применения этих методов в сельском хозяйстве – как в природоохранном, так и в ветеринарно-санитарном аспекте. Обсуждены преимущества и недостатки использования различных живых объектов в качестве биотестов для оценки экотоксикологической опасности компонентов агропромышленной среды. Указаны некоторые перспективные направления развития методов биотестирования, предполагающие активное вовлечение современных клеточных технологий и молекулярного биомаркирования в практику экологического контроля в АПК.

**Ключевые слова:** биотестирование, сельское хозяйство, экотоксиканты, биологический контроль

**Для цитирования:** Котегов Б.Г., Еремец В.И., Расчетнова Д.О. Биологический контроль экотоксикантов в сельском хозяйстве: проблемы и перспективы использования методов биотестирования // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2024. №. 1 (49). С. 94–104. doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401014  
EDN: FPYVXC

Review article

## BIOLOGICAL CONTROL OF ECOTOXICANTS IN AGRICULTURE: PROBLEMS AND PROSPECTS OF USING BIOASSAY METHODS

*Boris G. Kotegov<sup>1</sup>, Vladimir I. Eremets<sup>2</sup>, Daria O. Raschetnova<sup>3</sup>*

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

<sup>2,3</sup> *All-Russian Research and Technological Institute of Biological Industry,  
Losino-Petrovsky Moscow region 141142, Russian Federation*

<sup>1</sup> rutilus@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0749-2899>

<sup>2</sup> VIEmec@yandex.ru

<sup>3</sup> dashenciya\_m@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7515-1693>

**Abstract.** Based on the analysis of sources of scientific, regulatory and reference literature, the main principles, possibilities and limitations of using bioassay methods for monitoring the content of ecotoxicants in natural and artificial environments are considered. Arguments are given in favor of expanding the scope of application of these methods in agriculture – both in the environmental and veterinary-sanitary aspects. The advantages and disadvantages of using various living objects as biotests for assessing the ecotoxicological hazard of components of the agro-industrial environment are discussed. Some promising directions for the development of bioassay methods are indicated, suggesting the active involvement of modern cellular technologies and molecular biomarking in the practice of environmental control in the agro-industrial complex.

**Keywords:** bioassay, agriculture, ecotoxicants, biological control

**For citation:** Kotegov B.G., Eremets V.I., Raschetnova D.O. Biological control of ecotoxicants in agriculture: problems and prospects of using bioassay methods // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2024. № 1 (49). P. 94–104 (In Russ.).  
doi: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202401014  
EDN: FPYVXC

### **Актуальность и основные принципы контроля экотоксикантов**

В современных условиях интенсивного развития промышленности с вовлечением в технологические процессы широкого спектра природных ресурсов и внедрением новых технологий искусственного синтеза увеличиваются риски возникновения негативных биологических эффектов взаимодействия человека, а также окружающих его домашних животных и культурных растений с активными химическими компонентами промышленной продукции, используемой в сельском хозяйстве. Кроме того, токсичные ксенобиотические отходы индустриального производства часто попадают в естественную среду и обуславливают неблагоприятные экологические последствия, вовлекаясь в биогеохимические циклы природных и антропогенных экосистем, в том числе и агроэкосистем [1, 20]. Как следствие, нарастает необходимость обеспечения экологической безопасности производства и переработки сельскохозяйственной продукции на всех стадиях – от разведения хозяйственно полезных организмов до изготовления и доставки пищевых продуктов потребителю. Важным аспектом этого является регулярный контроль содержания вредных хими-

ческих веществ в сельскохозяйственной и пищевой продукции, используемых кормах и кормовых добавках, ветеринарных препаратах и средствах защиты растений, удобрениях и мелиорантах, жидких и твердых отходах предприятий АПК, источниках сельскохозяйственного водоснабжения и в почвах агроландшафтов [2, 21].

В настоящее время определены и утверждены на федеральном уровне санитарно-гигиенические нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) для нескольких тысяч загрязняющих веществ, содержащихся в окружающей среде – в воздухе, водоемах и почвах [29]. Разработаны также гигиенические требования национальной безопасности для токсичных веществ, которые могут содержаться в продовольственном сырье и пищевых продуктах [30]. Аналогичные ветеринарные нормы существуют в отношении кормов и кормовых добавок для непродуктивных и сельскохозяйственных домашних животных [8, 22, 23]. В основе определения всех подобных нормативов лежит принцип сравнения концентраций отдельных веществ, выявленных в составе исследуемого образца среды или субстанции физико-химическими методами анализа, с критическими значениями, которые стандартизованы на том или ином

уровне санитарно-гигиенического и ветеринарно-санитарного контроля.

В свою очередь, критические значения концентраций, принятые за нормативные числовые значения, как правило, определяются расчетными (математическими) моделями типа «доза – эффект». В таких моделях за основу взяты результаты токсикологических экспериментов, проводимых на лабораторных животных [18, 19]. В частности, в экспериментальной медицинской токсикологии основным количественным подходом является выяснение на модельных видах животных и дальнейшее использование в расчетах значений летальных доз/концентраций (LD/LC) различных биологически активных химических веществ, используемых в составе лекарственных средств и подобных им препаратов, в первую очередь – полуметальной дозы LD<sub>50</sub> [45].

В настоящее время токсикологические методы исследований, которые по своей сути являются биологическими, все более активно используются не только для разработки санитарно-гигиенических нормативов экологического контроля, но и для реализации такого контроля, при этом они логично дополняют методы физико-химического анализа. Во многом это стало возможным благодаря внедрению в природоохранную практику методов анализа ответных реакций у небольших живых объектов, успешно культивируемых в искусственных условиях, и в то же время более короткоцикловых, плодovitых и чувствительных к воздействию вредных веществ, по сравнению с традиционными лабораторными видами млекопитающих. Например, представитель ветвистых ракообразных *Daphnia magna* Straus, 1820 используется для биологического тестирования химических свойств водной среды, начиная с первой половины XX в. [43, 49], когда во многих европейских странах стала интенсивно развиваться химическая промышленность, появилось множество новых искусственно созданных веществ, а в окружающей среде стали накапливаться токсичные отходы их производства.

#### **Возможности и ограничения использования методов биотестирования в сельском хозяйстве**

В широком аспекте биотестирование (bioassay, biotesting) можно рассматривать как группу методов оценки токсикологической безопасности природных сред, отходов производства и потребления,

а также производимой человеком химической и биологической продукции с использованием анализа ответных реакций живых объектов, содержащихся и разводимых *ex situ* – в стандартных лабораторных условиях. Для решения природоохранных задач методы биотестирования часто сочетают с методами биоиндикации, которые основаны на анализе не лабораторных, а природных живых объектов, постоянно обитающих в естественной среде (*in situ*) в составе популяций и биологических сообществ [3, 36]. Основная цель прикладных экологических исследований с использованием подобных методов состоит в том, чтобы по ответным реакциям живых организмов оперативно и с наименьшими затратами выяснить, насколько безопасен действующий комплекс физико-химических факторов окружающей среды для них самих и для человека, контактирующего с этой средой, без непосредственной оценки значений самих этих факторов. При этом для принятия оценочного решения о наличии/отсутствии токсической опасности важнее выявить и проанализировать негативные биологические последствия интегрального абиотического воздействия, а не конкретный состав или значения концентраций вредных химических веществ в тестируемой среде [4].

В экспериментальных медико-фармакологических исследованиях стандартные доклинические испытания на лабораторных животных различных биологически активных веществ, входящих в состав лекарственных препаратов, тоже являются биотестированием [13, 27]. Только в данном случае состав и значения химических факторов, действующих на испытуемые организмы, заранее известны. При этом оценочное решение о токсикологической безопасности лекарственного препарата принимают по различным биологическим критериям: морфологическим, физиологическим, гистологическим, цитологическим, биохимическим, генетическим [6]. Аналогичные испытания с использованием живых тест-объектов могут проводиться также при оценке токсикологической безопасности производимых продуктов питания и пищевых добавок, парфюмерно-косметических, гигиенических и моющих средств, алкогольной, текстильной, строительной и иной химической продукции, с которой так или иначе контактирует человек в своей повседневной жизни [9, 11, 12]. Кроме того, нужно учитывать, что некоторые биологически активные компоненты такой химической продукции после ее использования или ис-



течения срока годности могут оказаться в составе коммунально-бытовых сточных вод или твердых отходов потребления и, как следствие, попасть в окружающую среду в качестве загрязняющих веществ-ксенобиотиков. Исходя из этого, рекомендуется также оценивать экологическую безопасность химической продукции, производимой для различных нужд человека, тех же лекарственных средств, по отношению к живым компонентам таких природных сред, как вода и почва [41, 46].

В современном сельском хозяйстве необходимо учитывать и природоохранные, и медико-биологические аспекты потенциальной опасности экотоксикантов. Как следствие, именно в этой сфере хозяйственной деятельности востребованы наиболее разнообразные методы биотестирования и существует широкий спектр возможностей для их дальнейшего развития и совершенствования. Очевидно, что в ветеринарно-санитарном и экологическом контроле сельскохозяйственного производства эти методы не могут полностью заменить методы физико-химического анализа. Однако в силу меньших организационных и материально-технических затрат их все чаще рассматривают как скрининговые методы, приемлемые для быстрой первичной оценки токсической опасности химических сред, субстанций и продукции, и при этом они достаточно объективные. К тому же методы биотестирования обладают еще одним преимуществом, которое в ряде случаев может оказаться ключевым для принятия окончательного оценочного решения. Они позволяют провести интегральную оценку уровня безопасности какой-либо природной среды или искусственной субстанции, состоящей из разнообразных химических компонентов, с учетом всех эффектов их одновременного и комплексного воздействия на живые организмы: аддитивных, синергетических и антагонистических. С помощью методов физико-химического анализа, какими бы чувствительными они ни были и какой бы широкий спектр химических веществ не охватывали, этого добиться невозможно [4, 35].

Следует отметить, что использование на практике методов биотестирования имеет и свои ограничения, которые связаны в первую очередь с особенностями самих живых тест-объектов. Например, такие лабораторные животные, как мышевидные грызуны, с одной стороны, достаточно близки по своим физиологическим характеристикам к человеку и другим млекопитающим, что дает наибольшие основания для адекватной и однозначной

экстраполяции результатов токсикологических исследований с применением этих организмов в медицинских или ветеринарных аспектах. С другой стороны, их постоянное содержание и воспроизводство в искусственных условиях с целью проведения полноценных доклинических испытаний химических веществ, потенциально опасных для человека, – это более сложный и затратный процесс [27], по сравнению с разведением ряда короткоциклового видов беспозвоночных животных [28], которые также могут быть использованы в подобных целях. К тому же в соответствии с биоэтическим принципом «минимизации вреда» при проведении научных исследований в современной биологии и медицине наметился тренд на отказ от использования позвоночных животных в токсикологических экспериментах, подкрепленный международно-правовыми ограничениями [40].

Некоторые одноклеточные организмы (инфузории, микроводоросли) относительно несложно культивировать в искусственных условиях с учетом их размножения посредством бинарного деления и успешного роста в традиционно разводимых культурах на недорогих питательных средах. Это делает их весьма привлекательными для использования в различных лабораторных экспериментах, в том числе и экотоксикологических. В то же время чувствительность отдельных видов одноклеточных организмов к тем или иным экотоксикантам может значительно варьироваться [32, 44, 47]. Кроме того, высокий репродуктивный потенциал и молекулярно-генетические особенности таких организмов, особенно прокариотических, способствуют интенсивному протеканию в их популяциях микроэволюционных процессов, что повышает вероятность формирования у них устойчивости к негативным химическим воздействиям в культивируемых линиях [7, 50]. Также достаточно просто в лабораторных условиях разводить и некоторые виды/сорта однолетних покрытосеменных растений в целях дальнейшего использования их в биотестировании, однако в этом случае возникают объективные сложности в применении результатов экспериментов, полученных на растительных объектах, в отношении организмов человека и домашних животных. В то же время для анализа экологического состояния сельскохозяйственных почв и оценки экологической эффективности различных методов их ремедиации методы фитотестирования могут быть полезными и приоритетными в использовании [31].

Таким образом, для биологического контроля экотоксикантов в сельском хозяйстве логично использовать одновременно несколько методов биотестирования с подбором для каждого направления в системе такого контроля подходящего набора тест-объектов («батареи биотестов»). Однако значительное расширение спектра потенциальных биотестов на практике не всегда оправдано [24], так как нужно обеспечить для всех из них генетическую однородность, параллельный процесс культивирования и проведения экспериментов, сравнимость получаемых результатов и разработать адекватные и надежные критерии интегральной оценки. В конечном счете это может не только сопровождаться дополнительными материально-техническими затратами, но и ограничить возможности стандартизации используемых для биотестирования методических инструментов, контролируемых показателей и приборной базы с потерей однозначности оценки той или иной ситуации и, как следствие, с возникновением затруднений в принятии правильного решения.

#### **Перспективные направления развития методов биотестирования**

В последнее время по мере развития клеточных технологий, используемых в различных медико-биологических исследованиях, они становятся доступными и для внедрения в практику биотестирования. Применение подобных биотехнологий *in vitro* является эффективным дополнением, а в каких-то случаях и разумной альтернативой традиционным доклиническим испытаниям лекарственных средств и иных биологически активных химических субстанций *in vivo* с использованием лабораторных млекопитающих, позволяя минимизировать физиологический вред, наносимый ими организмам [13, 39]. Клеточные культуры позвоночных животных рассматриваются и как модельные тест-объекты для оценки качества окружающей природной среды, в первую очередь ее водного компонента [48]. Однако для более широкого использования клеточных технологий в биотестировании, особенно на уровне стандартизованных методов, необходимо решить ряд проблем, связанных не только с высокими материально-техническими затратами на специализированное сопровождение экспериментов, но и с особенностями самих искусственно создаваемых клеточных биотестов [35]. В первую очередь, речь идет о проблеме репликативного старения

делящихся клеток животных, а также об их высокой чувствительности к биологической контаминации. В то же время чувствительность ко многим токсикантам у клеток разного типа, относящихся к разным органам и тканям, даже у одного и того же организма животных, может существенно различаться [16]. Это приводит к определенным трудностям при выборе той или иной клеточной культуры для биотестирования, тем более, если предполагается рассматривать ее в качестве универсального тест-объекта. Поэтому пока на практике культуры клеток животных чаще используют для решения некоторых частных задач биотестирования, например для оценки цитотоксичности наноматериалов [25] или лечебно-профилактических ветеринарных препаратов [15]. В таких случаях, как правило, выбирают перевиваемые клеточные линии млекопитающих, которые уже рекомендовали себя как эффективные в смежных направлениях прикладных медико-биологических исследований, например в вирусологии [10].

Следует добавить, что в развитии современных методов биотестирования наблюдается тенденция к отказу от приоритетного использования для оценки токсической опасности природных сред и искусственных химических субстанций «классических» показателей токсичности, основанных на учете лишь летальных эффектов у лабораторных организмов в острых или хронических экспериментах, в частности по критерию LD<sub>50</sub> [51]. Более важным и показательным становится анализ сублетальных и нелетальных стрессовых эффектов токсического воздействия, которые рассматриваются как негативные и значимые, но при этом возникают под влиянием меньших концентраций токсиканта по сравнению с их летальными значениями. В подобных случаях наблюдаемые биологические эффекты могут сопоставляться с уровнями минимальных действующих и максимальных недействующих концентраций химических веществ (ЛОЕС и НОЕС) [42]. При таком подходе основная проблема объективной оценки токсической опасности состоит в определении комплекса ответных реакций испытуемых организмов, необходимого и достаточного для адекватного суждения о том, является ли тестируемое внешнее воздействие для этих организмов негативным и значимым или нет.

Чтобы решить данную проблему, необходимо грамотно обосновать выбор ответных реакций, предполагаемых к использованию в качестве

приоритетных тест-функций подопытных живых объектов. Этот выбор должен быть основан на таких критериях, как необратимость ответной реакции организма, ее чувствительность и специфичность по отношению к действию тех или иных групп токсикантов, простота и оперативность ее регистрации, а также объективность и однозначность ее интерпретации [14, 17, 24]. Те физиологические реакции и морфологические изменения организмов, которые усиливаются при повышении концентраций токсикантов в среде или доз направленного токсического действия, могут рассматриваться в качестве биомаркеров ухудшения их состояния и, как следствие, в первую очередь использоваться для экспериментального анализа при биотестировании [5, 38].

В настоящее время как биомаркеры, отражающие стрессорное влияние экотоксикантов, все чаще изучают биохимические показатели организмов, а именно содержание в них ряда метаболитических веществ, которое может повышаться при негативном воздействии внешних химических факторов [36, 37]. Как правило, изучение таких молекулярных биомаркеров стресса требует специальных химических методов анализа, а в ряде случаев сопровождается предварительным лишением жизни подопытных организмов. К тому же для адекватной оценки основные биохимические показатели, используемые в качестве биомаркеров, следует изучать одновременно в комплексе и параллельно во временной динамике и для каждого из них необходимо предварительно определить тот критический уровень, при котором подопытный организм переходит из адаптивного состояния эустресса в необратимое и неадаптивное состояние дистресса. Данные ограничения пока не способствуют широкому применению молекулярных биомаркеров в биотестировании, но в отдельных случаях использование подобных тест-функций может оказаться весьма полезным. Например, при специ-

фическом маркировании негативного воздействия определенных групп экотоксикантов с разными химическими свойствами или разными физиолого-биохимическими эффектами [5, 52].

### *Заключение*

Таким образом, спектр возможностей и направлений использования методов биотестирования для решения задач биологического контроля экотоксикантов в сельском хозяйстве достаточно широк. В то же время набор стандартизованных методик биотестирования, рекомендованных к практическому применению на основании действующих в Российской Федерации национальных и ведомственных нормативных актов, ограничен. В значительной степени он ориентирован на международные стандарты ISO, а также принципы международной Организации экономического сотрудничества и развития (OECD) по тестированию химических веществ с целью оценки их потенциального воздействия на здоровье человека и окружающую среду [26, 33, 34]. Считаем, что современный нормативно-методический потенциал, имеющийся в нашей стране и учитывающий международный опыт, в частности принципы надлежащей лабораторной практики (GLP), позволяет решать национально ориентированные задачи по обеспечению экологической безопасности в сфере сельского хозяйства. Однако при этом он требует постоянного совершенствования с учетом введения в агрокультуру все новых видов и форм живых организмов, расширения спектра применяемых агробiotехнологий и интенсивного использования в сфере АПК разнообразных искусственно синтезированных химических субстанций.

Работа выполнена в рамках Плана НИР ФГБНУ ВНИТИБП по Программе фундаментальных научных исследований в Российской Федерации, тема FGGS-2022-0002 (раздел 4).

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Агрэкология / Под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. М.: Колос, 2000. 536 с.
2. Агрэкология техногенно загрязненных ландшафтов / Под общ. ред. В.А. Черникова. М., Рязань: РГАТУ, 2013. 248 с.
3. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / Под ред. Р. Шуберта. М.: Мир. 1988. 350 с.
4. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / Под ред. О.П. Мелеховой, Е.И. Сарапульцевой. М.: Академия, 2010. 288 с.
5. Биомаркеры и оценка риска: концепции и принципы / Гигиенические критерии состояния окружающей среды, 155. Женева: ВОЗ, 1996. 96 с.

6. *Васильев А.Н.* Качественные доклинические исследования – необходимый этап разработки и внедрения в клиническую практику новых лекарственных препаратов // Антибиотики и химиотерапия. 2012. Т. 52. № 1-2. С. 41-49.
7. *Гапочка Л.Д.* Популяционные аспекты устойчивости цианобактерий и микроводорослей к токсическому фактору: автореф. дисс. ... д-р биол. наук. М.: МГУ. 1999. 64 с.
8. ГОСТ Р 55453-2022. Корма для непродуктивных животных. Общие технические условия. М.: Росс. ин-т станд., 2022. 28 с.
9. *Долгов В.А., Лавина С.А., Козак С.С., Никитченко Д.В.* Биотестирование продуктов, кормов и объектов окружающей среды // Вестник РУДН: Агрономия и животноводство. 2014. С. 69-78.
10. Животная клетка в культуре: методы и применение в биотехнологии / Под ред. Л.П. Дьяконова. М.: Спутник+, 2009. 656 с.
11. *Зарицкая Е.В., Полозова Е.В., Шилов В.В., Богачева А.С.* Современные альтернативные методы исследования, используемые для оценки безопасности продукции // Экология человека. 2017. № 3. С. 21-25.
12. *Ипатов В.И., Дмитриева А.Г., Прохоцкая В.Ю.* Оценка токсичности бумажных изделий, пищевых продуктов и грунта методом биотестирования с использованием микроводорослей // Поволжский экологический журнал. 2013. № 4. С. 394-401.
13. *Каркищенко Н.Н.* Классические и альтернативные модели в лекарственной токсикологии // Биомедицина. 2006. № 4. С. 5-23.
14. *Котегов Б.Г.* Организация биологического мониторинга в зоне влияния производственного объекта: методические указания. Ижевск: УдГУ, 2007. 32 с.
15. *Красочко П.А., Еремец В.И., Красочко И.А. и др.* Методические указания по определению токсичности лечебно-профилактических препаратов и их компонентов для животных на культурах клеток (тест цитотоксичности). Минск: РУП ИЭВ, 2021. 26 с.
16. *Куценко С.А.* Основы токсикологии. СПб.: Фолиант, 2004. 720 с.
17. *Ляшенко О.А.* Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды. СПб.: ГТУРП, 2012. 67 с.
18. МУ 2.1.5.720-98. Обоснование гигиенических нормативов химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения. М.: Минздрав РФ, 1999. 32 с.
19. Методические указания по установлению ориентировочно безопасных уровней воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны. М.: Минздрав СССР. 1985. 34 с.
20. Методы оценки устойчивости агроэкосистем при воздействии техногенных факторов / Отв. ред. С.А. Гераськин. Обнинск: ГНУ ВНИИСХРАЭ, 2009. 134 с.
21. *Мисун Л.В., Мисун И.Н., Гурина А.Н.* Экологическая безопасность на объектах АПК. Минск: БГАТУ, 2012. 216 с.
22. *Мотовилов К.Я., Булатов А.П., Позняковский В.М. и др.* Экспертиза кормов и кормовых добавок. СПб.: Лань, 2013. 560 с.
23. О безопасности кормов и кормовых добавок. Проект Тех. регламента Тамож. союза от 22.08.2011 г. № 1200083875. 57 с.
24. *Олькова А.С.* Разработка стратегии биотестирования водных сред с учетом многофакторности ответных реакций тест-организмов. Дисс. ... д-ра биол. наук. Киров: ВятГУ, 2020. 358 с.
25. *Прилепский А.Ю., Дроздов А.С., Богатырев В.А., Староверов С.А.* Методы работы с клеточными культурами и определение токсичности наноматериалов. СПб.: ИТМО, 2019. 43 с.
26. Р 1.2.3156-13. Оценка токсичности и опасности химических веществ и их смесей для здоровья человека. М.: ФЦГиЭ Роспотребнадзора, 2014. 639 с.
27. Руководство по лабораторным животным и альтернативным моделям в биомедицинских исследованиях / Под ред. Н.Н. Каркищенко, С.В. Грачева. М.: Профиль-2С, 2010. 358 с.
28. *Садчиков А.П.* Культивирование водных и наземных беспозвоночных (принципы и методы). М.: МАКС-Пресс, 2009. 272 с.
29. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. Утв. Постан. Глав. гос. сан. врача РФ от 28.01.2021 г. № 2. 1142 с.
30. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Утв. Постан. Глав. гос. сан. врача РФ от 14.11.2001 г. № 36. 462 с.
31. *Терехова В.А., Воронина Л.П., Николаева О.В. и др.* Применение фитотестирования для решения задач экологического почвоведения // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2016. № 3. С. 37-41.
32. *Филленко О.Ф., Михеева И.В.* Основы водной токсикологии. М.: Колос, 2007. 144 с.

33. Фомин Г.С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. М.: Протектор, 2000. 838 с.
34. Фомин Г.С. Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам. М.: Протектор, 2001. 299 с.
35. Фрешни Р.Я. Культура животных клеток: практическое руководство. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. 691 с.
36. Чуйко Г.М., Томилина И.И., Холмогорова Н.В. Комплексная оценка биоэкологических и химических систем. Ярославль: ЯрГУ, 2018. 140 с.
37. Biomarkers: biochemical, physiological, and histological markers of anthropogenic stress / Ed. by R.J. Huggett, R.A. Kimerle, P.M. Mehrle, H.L. Bergman. Boca Raton: CRC Press. 2018. 365 p.
38. Biomarkers in toxicology / Ed. by R.C. Gupta. San Diego: Academic Press. 2019. 1246 p.
39. Ekwall B., Clemedson C., Ekwall B. et al. EDIT: A new international multicentre programme to develop and evaluate batteries of in vitro tests for acute and chronic systemic toxicity // *Altern. Lab. Animals: ALTA*. 1999. Vol. 27, iss. 3. P. 339-349.
40. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes / European Treaty Series No. 123. Strasbourg: Council of Europe. 1986. 11 p.
41. Guideline on the environmental risk assessment of medicinal product for human use. London: European Medicines Agency, Committee for Medicinal Products for Human Use. 2018. 48 с.
42. Handbook of ecotoxicology / Ed. by D.G. Hoffman, B.A. Rattner, G.A. Burton, J. Cairns. Boca Raton: CRC Press. 2002. 1312 p.
43. Lampert W. Daphnia: development of a model organism in ecology and evolution // Series: Excellence in ecology. Vol. 21. / Ed. by O. Kinne. Oldendorf, Luhe: IEI Publ. 2011. 250 p.
44. Madoni P., Romeo M.G. Acute toxicity of heavy metal towards freshwater ciliated protists // *Environ. Pollution*. 2006. Vol. 141, iss. 1. P. 1-7.
45. Pillai S.K., Kobayashi K., Michael M. et al. John William Trevan's concept of Median Lethal Dose (LD50/LC50) – more misused than used // *Journ. Pre-Clin. & Clin. Res*. 2021. Vol. 15. P. 137-141.
46. Salvador J.-P., Adrian J., Galve R. et al. Application of bioassay/biosensors for the analysis of pharmaceuticals in environmental samples // *Comp. Anal. Chem*. 2007. Vol. 50. P. 279-334.
47. Schafer H., Hettler H., Fritsche U. et al. Biotests using unicellular algae and ciliates for predicting long-term effects of toxicants // *Ecotox. Environ. Saf*. 1994. Vol. 27, iss. 1. P. 64-81.
48. Schrimmer K. Proposal to improve vertebrate cell cultures to establish them as substitutes for the regulatory testing of chemicals and effluents using fish // *Toxicology*. 2006. Vol. 224. P. 163-183.
49. Shaw J.R., Pfreder M.E., Eads B.D. et al. Daphnia as an emerging model for toxicological genomics // *Adv. Exp. Biol*. 2008. Vol. 2. P. 165-219.
50. Taylor M., Feyereisen R. Molecular biology and evolution of resistance of toxicants // *Mol. Biol. & Evol.*, 1996. Vol. 13, iss. 6. P. 719-734.
51. Tsatsakis A.M., Vassilopoulou L., Kovatsi L. et al. The dose response principle from philosophy to modern toxicology: The impact on ancient philosophy and medicine in modern toxicology science // *Toxicol. Reports*. 2018. Vol. 5. P. 1107-1113.
52. Walker C.H., Sibly R.M., Peakall D.B. Principles of ecotoxicology. Boca Raton: CRC Press. 2016. 386 p.

## REFERENCES

1. Agroe`kologiya / Pod red. V.A. Chernikova, A.I. Chekeresa. M.: Kolos, 2000. 536 s.
2. Agroe`kologiya tekhnogenno zagryaznenny`kx landshaftov / Pod obshh. red. V.A. Chernikova. M. – Ryazan`: RGA-TU, 2013. 248 s.
3. Bioindikaciya zagryaznenij nazemny`kx e`kosistem / Pod red. R. Shuberta. M.: Mir. 1988. 350 s.
4. Biologicheskij kontrol` okruzhayushhej sredy`: bioindikaciya i biotestirovanie / Pod red. O.P. Melekhovoj, E.I. Sarapul`czevoj. M.: Akademiya, 2010. 288 s.
5. Biomarkery` i ocenka riska: koncepczii i principy` / Gigienicheskie kriterii sostoyaniya okruzhayushhej sredy`, 155. Zheneva: VOZ, 1996. 96 s.
6. Vasil`ev A.N. Kachestvenny`e doklinicheskie issledovaniya – neobkxodimy`j e`tap razrabotki i vnedreniya v klinicheskuyu praktiku novy`kx lekarstvenny`kx preparatov // *Antibiotiki i kximioterapiya*. 2012. T. 52. № 1-2. S. 41-49.
7. Gapochka L.D. Populyacionny`e aspekty` ustojchivosti czianobakterij i mikrovodoroslej k toksicheskomu faktoruu: avtoref. diss. ... d-r biol. nauk. M.: MGU. 1999. 64 s.

8. GOST R 55453-2022. Korma dlya neproduktivny`kh zhiivotny`kh. Obshhie tekhnicheskie usloviya. M.: Ross. in-t stand., 2022. 28 s.
9. Dolgov V.A., Lavina S.A., Kozak S.S., Nikitchenko D.V. Biotestirovanie produktov, kormov i ob`ektov okruzhayushhej sredy` // Vestnik RUDN: Agronomiya i zhiivotnovodstvo. 2014. S. 69-78.
10. Zhiivotnaya kletka v kul'ture: metody` i primenenie v biotekhnologii / Pod red. L.P. D'yakonova. M.: Sputnik+, 2009. 656 s.
11. Zariczskaya E.V., Polozova E.V., Shilov V.V., Bogacheva A.S. Sovremennyye al'ternativny`e metody` issledovaniya, ispol'zuemye dlya ocenki bezopasnosti produkczi // E`kologiya cheloveka. 2017. № 3. S. 21-25.
12. Ipatova V.I., Dmitrieva A.G., Prokoczkaya V.Yu. Ocenka toksichnosti bumazhny`kh izdelij, pishhevy`kh produktov i grunta metodom biotestirovaniya s ispol'zovaniem mikrovodoroslej // Povolzhskij e`kologicheskij zhurnal. 2013. № 4. S. 394-401.
13. Karkishhenko N.N. Klassicheskie i al'ternativny`e modeli v lekarstvennoj toksikologii // Biomedicina. 2006. № 4. S. 5-23.
14. Kotegov B.G. Organizacziya biologicheskogo monitoringa v zone vliyaniya proizvodstvennogo ob`ekta: metodicheskie ukazaniya. Izhevsk: UdGU, 2007. 32 s.
15. Krasochko P.A., Eremecz V.I., Krasochko I.A. i dr. Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu toksichnosti lecheno-profilakticheskix preparatov i ikh komponentov dlya zhiivotny`kh na kul'turax kletok (test czitotoksichnosti). Minsk: RUP IE`V, 2021. 26 s.
16. Kuczenko S.A. Osnovy` toksikologii. SPb.: Foliant, 2004. 720 s.
17. Lyashenko O.A. Bioindikacziya i biotestirovanie v okhrane okruzhayushhej sredy`. SPb.: GTURP, 2012. 67 s.
18. MU 2.1.5.720-98. Obosnovanie gigienicheskix normativov kximicheskix veshhestv v vode vodny`kh ob`ektov kxozyajstvenno-pit`evogo i kul'turno-by`tovogo naznacheniya. M.: Minzdrav RF, 1999. 32 s.
19. Metodicheskie ukazaniya po ustanovleniyu orientirovochno bezopasny`kh urovnej vozdejstviya vredny`kh veshhestv v vozdukhx rabochej zony`. M.: Minzdrav SSSR. 1985. 34 s.
20. Metody` ocenki ustojchivosti agroekosistem pri vozdejstvii tekhnogenny`kh faktorov / Otv. red. S.A. Geras`kin. Obninsk: GNU VNIISKXRAE`, 2009. 134 s.
21. Misun L.V., Misun I.N., Gurina A.N. E`kologicheskaya bezopasnost` na ob`ektakh APK. Minsk: BGATU, 2012. 216 s.
22. Motovilov K.Ya., Bulatov A.P., Poznyakovskij V.M. i dr. E`kspertiza kormov i kormovy`kh dobavok. SPb.: Lan`, 2013. 560 s.
23. O bezopasnosti kormov i kormovy`kh dobavok. Proekt Tekh. reglamenta Tamozh. soyuza ot 22.08.2011 g. № 1200083875. 57 s.
24. Ol`kova A.S. Razrabotka strategii biotestirovaniya vodny`kh sred s uchedom mnogofaktornosti otvetny`kh reakcij test-organizmov. Diss. ... d-ra biol. nauk. Kirov: VyatGU, 2020. 358 s.
25. Prilepskij A.Yu., Drozdov A.S., Bogaty`rev V.A., Staroverov S.A. Metody` raboty` s kletochny`mi kul'turami i opredelenie toksichnosti nanomaterialov. SPb.: ITMO, 2019. 43 s.
26. R 1.2.3156-13. Ocenka toksichnosti i opasnosti kximicheskix veshhestv i ikh smesej dlya zdorov`ya cheloveka. M.: FCZGiE` Rospotrebnadzora, 2014. 639 s.
27. Rukovodstvo po laboratorny`m zhiivotny`m i al'ternativny`m modelyam v biomediczijskix issledovaniyax / Pod red. N.N. Karkishhenko, S.V. Gracheva. M.: Profil`-2S, 2010. 358 s.
28. Sadchikov A.P. Kul'tivirovanie vodny`kh i nazemny`kh bespozvonochny`kh (principy` i metody`). M.: MAKSPress, 2009. 272 s.
29. SanPiN 1.2.3685-21. Gigienicheskie normativy` i trebovaniya k obespecheniyu bezopasnosti i (ili) bezvrednosti dlya cheloveka faktorov sredy` obitaniya. Utv. Postan. Glav. gos. san. vracha RF ot 28.01.2021 g. № 2. 1142 s.
30. SanPiN 2.3.2.1078-01. Gigienicheskie trebovaniya bezopasnosti i pishhevoj czennosti pishhevy`kh produktov. Utv. Postan. Glav. gos. san. vracha RF ot 14.11.2001 g. № 36. 462 s.
31. Terekhova V.A., Voronina L.P., Nikolaeva O.V. i dr. Primenenie fitotestirovaniya dlya resheniya zadach e`kologicheskogo pochvovedeniya // Ispol'zovanie i okhrana prirodny`kh resursov v Rossii. 2016. № 3. S. 37-41.
32. Filenko O.F., Mikxeeva I.V. Osnovy` vodnoj toksikologii. M.: Kolos, 2007. 144 s.
33. Fomin G.S. Voda. Kontrol` kximicheskoy, bakterial`noj i radiaczionnoj bezopasnosti po mezhdunarodny`m standartam. M.: Protektor, 2000. 838 s.
34. Fomin G.S. Pochva. Kontrol` kachestva i e`kologicheskoy bezopasnosti po mezhdunarodny`m standartam. M.: Protektor, 2001. 299 s.
35. Freshni R.Ya. Kul'tura zhiivotny`kh kletok: prakticheskoe rukovodstvo. M.: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2010. 691 s.

36. Chujko G.M., Tomilina I.I., Kxolmogorova N.V. Kompleksnaya ocenka bioe`kologicheskikh i kximicheskikh sistem. Yaroslavl': YarGU, 2018. 140 s.
37. Biomarkers: biochemical, physiological, and histological markers of anthropogenic stress / Ed. by R.J. Huggett, R.A. Kimerle, P.M. Mehrle, H.L. Bergman. Boca Raton: CRC Press. 2018. 365 p.
38. Biomarkers in toxicology / Ed. by R.C. Gupta. San Diego: Academic Press. 2019. 1246 p.
39. Ekwall B., Clemenson C., Ekwall B. et al. EDIT: A new international multicentre programme to develop and evaluate batteries of in vitro tests for acute and chronic systemic toxicity // Altern. Lab. Animals: ALTA. 1999. Vol. 27, iss. 3. P. 339-349.
40. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes / European Treaty Series No. 123. Strasbourg: Council of Europe. 1986. 11 p.
41. Guideline on the environmental risk assessment of medicinal product for human use. London: European Medicines Agency, Committee for Medicinal Products for Human Use. 2018. 48 c.
42. Handbook of ecotoxicology / Ed. by D.G. Hoffman, B.A. Rattner, G.A. Burton, J. Cairns. Boca Raton: CRC Press. 2002. 1312 p.
43. Lampert W. Daphnia: development of a model organism in ecology and evolution // Series: Excellence in ecology. Vol. 21. / Ed. by O. Kinne. Oldendorf, Luhe: IEI Publ. 2011. 250 p.
44. Madoni P., Romeo M.G. Acute toxicity of heavy metal towards freshwater ciliated protists // Environ. Pollution. 2006. Vol. 141, iss. 1. P. 1-7.
45. Pillai S.K., Kobayashi K., Michael M. et al. John William Trevan's concept of Median Lethal Dose (LD50/LC50) – more misused than used // Journ. Pre-Clin. & Clin. Res. 2021. Vol. 15. P. 137-141.
46. Salvador J.-P., Adrian J., Galve R. et al. Application of bioassay/biosensors for the analysis of pharmaceuticals in environmental samples // Comp. Anal. Chem. 2007. Vol. 50. P. 279-334.
47. Schafer H., Hettler H., Fritsche U. et al. Biotests using unicellular algae and ciliates for predicting long-term effects of toxicants // Ecotox. Environ. Saf. 1994. Vol. 27, iss. 1. P. 64-81.
48. Schrimmer K. Proposal to improve vertebrate cell cultures to establish them as substitutes for the regulatory testing of chemicals and effluents using fish // Toxicology. 2006. Vol. 224. P. 163-183.
49. Shaw J.R., Pfrender M.E., Eads B.D. et al. Daphnia as an emerging model for toxicological genomics // Adv. Exp. Biol. 2008. Vol. 2. P. 165-219.
50. Taylor M., Feyereisen R. Molecular biology and evolution of resistance of toxicants // Mol. Biol. & Evol., 1996. Vol. 13, iss. 6. P. 719-734.
51. Tsatsakis A.M., Vassilopoulou L., Kovatsi L. et al. The dose response principle from philosophy to modern toxicology: The impact on ancient philosophy and medicine in modern toxicology science // Toxicol. Reports. 2018. Vol. 5. P. 1107-1113.
52. Walker C.H., Sibly R.M., Peakall D.B. Principles of ecotoxicology. Boca Raton: CRC Press. 2016. 386 p.

### Информация об авторах

Котегов Б.Г. – канд. биол. наук, доцент, заместитель заведующего лабораторией.

Еремец В.И. – д-р биол. наук, профессор, главный научный сотрудник.

Расчетнова Д.О. – аспирант, младший научный сотрудник.

### Information about the authors

Kotegov B.G. – Cand. Biol. Sci., Associate Professor.

Eremets V.I. – D-r Biol. Sci., Professor.

Raschetnova D.O. – Graduate student.

### Вклад авторов

Котегов Б.Г. – сбор и анализ литературных данных, структурирование и написание статьи.

Еремец В.И. – формулировка идеи, научное редактирование статьи.

Расчетнова Д.О. – сбор литературных данных, техническое редактирование статьи.

### **Contribution of the authors**

Kotegov B.G. – collecting and analyzing of literary data, structuring and writing the article.

Eremets V.I. – formulation of the idea, scientific editing the article.

Raschetnova D.O. – collecting of literary data, technical editing the article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 29.06.2023; одобрена после рецензирования 05.08.2023. Дата опубликования 28.03.2024.

The article was submitted 29.06.2023; approved after reviewing 05.08.2023. Date of publication 28.03.2024.



Научная статья  
УДК 614.7  
doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401015  
EDN: FYORMN

## ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЫТОВОГО ПРОТОЧНОГО ФИЛЬТРА

*Наталья Леонидовна Наумова<sup>1</sup>, Татьяна Владимировна Мосунова<sup>2</sup>, Дарья Сергеевна Костина<sup>3</sup>, Никита Андреевич Наумов<sup>4</sup>*

<sup>1,2,3,4</sup> Южно-Уральский государственный университет (НИУ)  
Челябинск 454080, Российская Федерация

<sup>1</sup> n.naumova@inbox.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0586-6359>

<sup>2</sup> mosunovatv@susu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2967-8677>

<sup>3</sup> dasha-kostina2002@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3420-8575>

<sup>4</sup> n.a.naumov.2023@inbox.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9642-835X>

**Аннотация.** Представлены результаты оценки качества водопроводной воды централизованной системы питьевого водоснабжения г. Челябинска за 2022–2023 гг. и эффективности использования бытового проточного фильтра для ее очистки. Установлено, что минеральный состав воды непостоянен, ее качество периодически не соответствует требованиям СанПиН 1.2.3685-21 по содержанию железа и уровню жесткости. Выявлена высокая эффективность очистки водопроводной воды от ионов железа (Fe), лития (Li), свинца (Pb), олова (Sn), меди (Cu), алюминия (Al) испытуемым на протяжении 1,5 лет водоочистителем. В меньшей степени фильтры обеспечивают снижение в воде уровней сульфатов, фторидов, полифосфатов, гидрокарбонатов и ее щелочности и совсем неэффективны оказались в отношении хлора (Cl), хрома (Cr), калия (K), кремния (Si) и жесткости воды.

**Ключевые слова:** водопроводная вода, проточный фильтр, гигиеническая оценка, химический состав

**Для цитирования:** Наумова Н.Л., Мосунова Т.В., Костина Д.С., Наумов Н.А. Гигиеническая оценка качества воды централизованной системы питьевого водоснабжения и эффективности использования бытового проточного фильтра // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2024. № 1 (49). С. 105–111.

doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401015

EDN: FYORMN

Original article

## HYGIENIC ASSESSMENT OF THE WATER QUALITY OF THE CENTRALIZED DRINKING WATER SUPPLY SYSTEM AND THE EFFICIENCY OF USING A HOUSEHOLD FLOW FILTER

*Natalya L. Naumova<sup>1</sup>, Tatyana V. Mosunova<sup>2</sup>,  
Darya S. Kostina<sup>3</sup>, Nikita A. Naumov<sup>4</sup>*

<sup>1,2,3,4</sup> South Ural State University (NRU), Chelyabinsk 454080, Russia

<sup>1</sup> n.naumova@inbox.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0586-6359>

<sup>2</sup> mosunovatv@susu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2967-8677>

<sup>3</sup> dasha-kostina2002@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3420-8575>

<sup>4</sup> n.a.naumov.2023@inbox.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9642-835X>

**Abstract.** The results of assessing the quality of tap water of the centralized drinking water supply system in Chelyabinsk for 2022-2023 and the efficiency of using a household flow filter to clean it. The variability of the mineral composition, the periodic non-compliance of water quality with the requirements of SanPiN 1.2.3685-21 in terms of the Fe content and the level of hardness, have been established. The high efficiency of purification of tap water from Fe, Li, Pb, Sn, Cu, Al ions by the water purifier tested for 1.5 years was revealed. Lower productivity in the filter operation is determined to reduce the levels of sulfates, fluorides, polyphosphates, hydrocarbonates and its alkalinity in water, inefficiency – in relation to Cl, Cr, K, Si and water hardness.

**Keywords:** tap water, flow filter, hygienic assessment, chemical composition

**For citation:** Naumova N.L., Mosunova T.V., Kostina D.S., Naumov N.A. Hygienic assessment of water quality in a centralized drinking water supply system and the efficiency of using a household flow filter // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology. 2024. № 1 (49). P. 105–111 (In Russ.). doi: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202401015  
EDN: FYORMN

### **Введение**

Для значительного числа населенных пунктов России качество питьевой воды централизованных систем водоснабжения продолжает оставаться актуальной проблемой [1]. Так, испытательным лабораторным центром ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Челябинской области» (г. Челябинск) в 2022 г. из распределительной сети городского водопровода было исследовано 194 пробы питьевой воды, из них 7,2% проб не соответствовали гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, 3,1% – по микробиологическим характеристикам [2]. В январе–мае 2023 г. из 238 отобранных проб питьевой воды не соответствовали нормам 12,2 и 1,3% проб соответственно [3]. В связи с этим городское население зачастую использует бытовые фильтры для доочистки водопроводной воды, которые снижают содержание в ней взвешенных частиц, вредных и токсичных веществ, что способствует профилактике заболеваний органов желудочно-кишечного тракта, а также эффективной защите бытовой техники от образования накипи и т.д. Однако недоверие потребителей к их эффективности остается высоким [4].

Целью исследований явилась гигиеническая оценка качества воды централизованной системы питьевого водоснабжения и эффективности использования бытового проточного фильтра.

### **Материалы и методы**

Пробы воды отбирали по ГОСТ Р 56237-14 в многоквартирном доме постройки 1953 г., под-

ключенном к централизованной системе холодного водоснабжения, с учетом особенностей домовой трубопроводной распределительной сети (наличием разветвлений и тупиковых зон) в трех точках фактического потребления воды без предварительной промывки водопроводных кранов, без удаления насадок и креплений на них, после слива воды в течение 2...3 мин перед отбором. Для отбора использовали стеклянные бутылки с притертыми пробками. В качестве испытуемого фильтра применяли водоочиститель Аквафор «Кристалл Эко Н» (изготовитель ООО «Аквафор», г. Санкт-Петербург) с четырьмя (К3, КН, К7В, К7) сменными модулями, ресурс которых составляет 8 тыс. л, срок службы – не более 1,5 лет. Данный водоочиститель – это сорбционный фильтр с половолоконной мембраной и умягчающим ионообменным модулем. Подготовку, установку, ввод в эксплуатацию фильтра осуществляли в соответствии с инструкцией изготовителя. Объем отфильтрованной воды измеряли с объемом, заявленным производителем. Измерения показателей воды осуществляли в течение 1,5 лет (с февраля 2022 г. по август 2023 г. с интервалом 6 мес) в режиме обычного бытового использования фильтра. Все исследования проводили в трехкратной повторности. В пробах воды определяли: жесткость – по ГОСТ 31954-12, щелочность и гидрокарбонаты – по ГОСТ 31957-12, полифосфаты – по МВИ 01.1:1.2.4.12-05, сульфаты – по ПНДФ 14.1:2.159-20, хлориды – по ГОСТ 4245-72, фториды – по ГОСТ 4386-89, минераль-

ный состав – по ГОСТ Р 57165-16. Всего было изучено 216 проб водопроводной воды

**Результаты исследований  
и обсуждение**

За исследуемый период времени водопроводная вода характеризовалась непостоянством минерального состава. Так, соединения мышьяка (As), лития (Li), свинца (Pb), сурьмы (Sb), олова (Sn), вольфрама (W) были обнаружены единожды в 2022 г., хрома (Cr), калия (K), молибдена (Mo) – в 2023 г. (таблица). В летний период показатели жесткости, щелочности, содержание гидрокарбонатов, сульфатов и разнообразие минеральных элементов в воде были несколько выше, чем в зимний. Общая жесткость водопроводной воды в августе 2023 г. оказалась выше гигиенического норматива на 18,6%. Потребление воды высокой жесткости способствует развитию мочекаменной болезни, нарушению переваривания пищи в желудке, возрастанию заболеваний дерматитом [5]. Уровень железа в февральской воде из года в год был выше регламентированной нормы в 1,6...3,1 раза, что, скорее всего, обусловлено ржавчиной, скапливающейся в металлических водопроводных трубах, установленных еще в послевоенное время. При продолжительном употреблении воды, содержащей железо в количестве более 0,2 мг/дм<sup>3</sup>, увеличивается риск развития инфаркта и нарушения репродуктивной функции [6].

Определено, что использование нового фильтра привело к увеличению щелочности и содержанию гидрокарбонатов в воде на 27,8%, уровня полифосфатов в 48,3 раза на фоне резкого снижения ее жесткости, что согласуется с данными [7].

Изучение минерального состава фильтрованной воды подтвердило выявленную динамику. Так, количество фосфора повысилось в 43,3 раза, натрия – в 5,9 раза, содержания кальция и магния снизилось в 458 и 845 раз соответственно. Это свидетельствует о переходе химических агентов, содержащихся в модулях фильтра и предназначенных в том числе для умягчения воды, в фильтр. Предположительно это могут быть композиционные сорбенты на фосфатной основе, которые дополнительно очищают водопроводную воду до содержания тяжелых металлов ниже требований ПДК [8, 9]. Сорбционная система водоочистителя Аквафор «Кристалл Эко Н», по словам производителя, является карбонблоком из активированного кокосового угля с ионообменным волокном

**Таблица. Период и результаты исследований водопроводной воды**  
Table. The period and results of studies of tap water

Показатель	Норматив по СанПиН 1.2.3685-21	Результаты исследований воды									
		февраль 2022 г.		август 2022 г.		февраль 2023 г.		август 2023 г.			
		нефилтр.	филтр.	нефилтр.	филтр.	нефилтр.	филтр.	нефилтр.	филтр.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Физико-химические показатели:											
Жесткость общая, °Ж	7,0	3,2±0,1	< 0,1	3,9±0,1	3,9±0,1	3,2±0,1	3,2±0,1	8,3±0,4	7,7±0,3		
Щелочность общая, мг-экв/дм <sup>3</sup>	Не регламентируется	1,8±0,1	2,3±0,1	2,9±0,1	2,9±0,1	2,7±0,1	2,5±0,1	3,0±0,1	2,8±0,1		
Полифосфаты, мг/дм <sup>3</sup>	3,5	0,06±0,01	2,9±0,2	0,04±0,01	0,03±0,01	–	–	0,07±0,02	0,06±0,01		
Гидрокарбонаты, мг/дм <sup>3</sup>	Не регламентируется	109,8±5,3	140,3±7,6	176,9±8,1	176,9±8,0	165,0±7,5	152,1±6,4	179,3±8,2	171,1±8,1		
Сульфат-ионы, мг/дм <sup>3</sup>	500,0	55,5±2,4	44,0±2,1	53,1±2,3	33,4±1,9	22,1±1,1	19,0±1,0	59,6±2,6	50,8±2,0		
Хлорид-ионы, мг/дм <sup>3</sup>	350	20,0±1,8	20,0±1,7	19,0±1,6	19,0±1,6	20,1±1,8	20,1±1,7	24,6±1,9	20,0±1,6		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Фторид-ионы, мг/дм <sup>3</sup>	1,5	0,25±0,01	0,23±0,01	0,34±0,02	0,26±0,01	0,20±0,01	0,19±0,01	0,32±0,02	0,26±0,01
Минеральный состав, мг/дм <sup>3</sup> :									
Al	0,5	0,058±0,002	0,009±0,001	0,210±0,011	0,011±0,001	0,081±0,002	0,013±0,001	0,058±0,003	0,012±0,001
As	0,05	0,003±0,001	0,001±0,001	0,006±0,002	0,002±0,001	-	-	-	-
B	0,5	0,045±0,002	0,010±0,001	-	-	0,034±0,001	0,029±0,001	0,042±0,002	0,033±0,001
Ba	0,7	-	-	0,016±0,001	-	0,023±0,001	0,013±0,001	0,029±0,001	0,025±0,001
Ca	Не регламентируется	22,9±1,7	0,05±0,01	29,2±1,9	26,9±1,6	28,0±1,5	28,0±1,6	130,0±6,4	116,0±5,1
Cr	0,05	-	-	-	-	0,0012±0,0001	0,0012±0,0001	-	-
Cu	1,0	0,003±0,001	-	0,008±0,001	-	0,002±0,001	-	0,007±0,001	0,001±0,001
Fe	0,3	<b>0,93±0,03</b>	-	0,18±0,01	-	<b>0,47±0,02</b>	-	0,16±0,01	-
K	Не регламентируется	-	-	-	-	-	-	4,6±0,2	4,6±0,2
Li	0,03	0,001±0,001	-	0,003±0,001	-	-	-	-	-
Mg	50,0	16,9±1,1	0,02±0,01	20,7±1,3	20,6±1,4	18,2±1,2	18,2±1,2	22,1±1,8	22,1±1,7
Mn	0,1	0,005±0,001	-	0,023±0,001	0,010±0,001	0,011±0,001	0,009±0,001	0,022±0,001	0,004±0,001
Mo	0,25	-	-	-	-	0,0014±0,0010	0,0010±0,0010	-	-
Ni	0,02	-	-	0,004±0,001	-	0,002±0,001	0,002±0,001	0,004±0,001	0,003±0,001
Na	200,0	18,7±1,1	<b>111,0±6,2</b>	14,6±0,9	14,6±0,8	-	-	16,0±1,2	15,6±1,1
P	Не регламентируется	0,021±0,001	<b>0,91±0,02</b>	0,015±0,001	0,011±0,001	-	-	0,025±0,001	0,022±0,001
Pb	0,03	-	-	0,002±0,001	-	-	-	-	-
Sb	0,05	0,0028±0,0001	0,0023±0,0001	0,0089±0,0002	0,001±0,001	-	-	-	-
Si	10,0	1,8±0,1	1,8±0,2	1,7±±0,1	1,7±±0,1	0,7±0,1	0,7±0,1	2,8±0,2	2,8±0,3
Sn	2,0	-	-	0,003±0,001	-	-	-	-	-
Sr	7,0	-	-	0,16±0,01	0,13±0,01	0,18±0,01	0,16±0,01	0,21±0,01	0,21±0,01
Ti	0,1	0,0013±0,0001	-	-	-	0,0018±0,0001	0,0018±0,0001	0,0019±0,0001	-
W	0,05	-	-	0,089±0,003	0,036±0,001	-	-	-	-
Zn	5,0	0,27±0,01	-	0,19±0,01	0,031±0,001	0,15±0,01	0,10±0,01	0,21±0,01	0,26±0,01

Примечание: «<->» – значения ниже предела количественного определения прибора.

Акваленом, которое получают щелочным гидролизом полиакрилонитрильного волокна в присутствии гидразина при повышенной температуре. Реакцию гидролиза проводят в концентрированном растворе соли щелочного металла и слабой кислоты с последующей обработкой волокна активным агентом, сопровождающейся деградацией хромофорных групп волокна. В качестве соли щелочного металла и слабой кислоты используют карбонат натрия [10]. Несмотря на это, новый фильтр проявил максимальную (99...100%) эффективность при очистке воды от постоянно присутствующих в ней соединений кальция, меди, железа, магния, марганца, цинка.

При эксплуатации водоочистителя в течение 1,5 лет высокая степень очистки водопроводной воды сохранилась для таких элементов, как железо, литий, свинец и олово (100%), медь (86...100%), алюминий (80...95%). С переменным успехом сорбционная активность Аквафор «Кристалл Эко Н» была установлена для марганца (100/56,5/18,2/81,8%), никеля (–/100/0/25%), сурьмы (17,8/88,8/–/–%), титана (100/–/0/100%). По мере выработки ресурса водоочистителя его результативность снижалась постепенно для бария (–/100/43,5/13,8%) и цинка (100/83,7/33,3/–/23,8%). В последнем случае через 1,5 года использования фильтра один из модулей, накопив избыточное количество катионов цинка, выбросил их в уже очищенную воду, что свидетельствует об истечении его срока службы. На этот же период исследований пришлось относительно высокая жесткость (8,3 °Ж) фильтруемой водопроводной воды, с которой испытываемый водоочиститель не справился. Менее продуктивные результаты

были получены при снижении в фильтрованной воде уровней сульфатов (37,1...14,7%), фторидов (23,5...18,7%), полифосфатов (25,0...14,3%), гидрокарбонатов (7,8...4,6%) и ее щелочности (7,4...6,7%). Неэффективной данная система фильтрации оказалась на протяжении всего периода испытаний в отношении хлора, хрома, калия, кремния и жесткости воды, показав нулевые результаты. При этом концентрации кальция и магния в фильтрате снизились от первоначальных величин с результативностью 99,8/7,9/0/10,8% и 99,9/0,5/0/0% соответственно.

### Заключение

Исследуемая водопроводная вода за анализируемый период характеризовалась непостоянством минерального состава, периодически не соответствовала требованиям СанПиН 1.2.3685-21 по содержанию железа и уровню жесткости. Инструкция производителя по вводу водоочистителя Аквафор «Кристалл Эко Н» в рабочее состояние требует пересмотра кратности и времени холостого прогона водопроводной воды через фильтр. Высокая эффективность очистки водопроводной воды от ионов Fe, Li, Pb и Sn (100%), Cu (86...100%), Al (80...95%) отмечена на протяжении всего периода испытаний. В меньшей степени фильтр обеспечивал снижение в воде уровней сульфатов (37,1...14,7%), фторидов (23,5...18,7%), полифосфатов (25...14,3%), гидрокарбонатов (7,8...4,6%) и ее щелочности (7,4...6,7%), совсем неэффективным оказался в отношении ионов Cl, Cr, K, Si и жесткости воды. Результаты исследований подтвердили срок службы проточного фильтра – не более 1,5 лет.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Healthcare issues. Drinking-Water. World Health Organization. 2021. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water> (дата обращения: 20.06.2023).
2. Результаты лабораторных исследований качества питьевой воды и воды горячего водоснабжения в разводящей сети г. Челябинска за январь–декабрь 2022 г. 2023. URL: <https://74.rospotrebnadzor.ru/news> (дата обращения: 23.06.2023).
3. Результаты лабораторных исследований качества питьевой воды и воды горячего водоснабжения в разводящей сети г. Челябинска за январь–май 2023 г. 2023. URL: <https://74.rospotrebnadzor.ru/news> (дата обращения: 23.06.2023).
4. Брезгина К.В., Тимофеева О.А., Хацкелевич А.Н. Особенности формирования товарной политики российских производителей бытовых фильтров для доочистки питьевой воды // Экономика и управление: проблемы, решения. 2018. Т. 1. № 2. С. 67-74.
5. Орлов Е.В. Качество водопроводной воды в жилых зданиях Щелковского района Московской области // Строительство: наука и образование. 2017. Т. 7. № 4 (25). С. 2.

6. *Конеv М.Д.* Влияние избыточного содержания железа в воде на организм человека // Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. 2018. Т. 2. № 5. С. 45-48.
7. Отзывы о «Проточный питьевой фильтр Аквафор Кристалл Эко Н». 2020. URL: [https://www.dns-shop.ru/product/9f134ecef3f1615e/protocnyj-pitevoj-filtr-akvafor-kristall-eko-n/opinion/?utm\\_referrer](https://www.dns-shop.ru/product/9f134ecef3f1615e/protocnyj-pitevoj-filtr-akvafor-kristall-eko-n/opinion/?utm_referrer) (дата обращения: 15.06.2023).
8. *Герасимова Л.Г., Маслова М.В., Николаев А.И.* Минеральные и синтетические сорбенты в технологии очистки водных стоков // Технологическая минералогия, методы переработки минерального сырья и новые материалы. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2010. С. 127-131.
9. *Шашкова И.Л., Китикова Н.В., Иванец А.И.* Особенности поведения сорбентов на основе фосфатов кальция и магния в воде и растворах электролитов // Журнал прикладной химии. 2021. Т. 94. № 5. С. 603-611.
10. *Дубов О.В., Власов П.С., Пименов А.В. и др.* Патент № 2262557 С1 Российская Федерация, МПК D01F 11/04 (2000.01), C08J 5/20 (2000.01). Способ получения ионообменного полиакрилонитрильного волокна (варианты): № 2004110794/04 : заявл. 08.04.2004 : опубл. 20.10.2005 / патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Аквафор» (ООО «Аквафор»).

## REFERENCES

1. Healthcare issues. Drinking-Water. World Health Organization. 2021. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water> (data obrashheniya: 20.06.2023).
2. Rezul'taty laboratorny'kh issledovaniy kachestva pit'evoy vody i vody goryachego vodosnabzheniya v razvodyashhej seti g. Chelyabinska za yanvar'-dekabr' 2022 g. 2023. URL: <https://74.rospotrebnadzor.ru/news> (data obrashheniya: 23.06.2023).
3. Rezul'taty laboratorny'kh issledovaniy kachestva pit'evoy vody i vody goryachego vodosnabzheniya v razvodyashhej seti g. Chelyabinska za yanvar'-maj 2023 g. 2023. URL: <https://74.rospotrebnadzor.ru/news> (data obrashheniya: 23.06.2023).
4. Brezgina K.V., Timofeeva O.A., Kxaczkelevich A.N. Osobennosti formirovaniya tovarnoj politiki rossijskix proizvoditelej by'tovy'kh fil'trov dlya doochistki pit'evoy vody // Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya. 2018. Т. 1. № 2. С. 67-74.
5. Orlov E.V. Kachestvo vodoprovodnoj vody v zhily'kh zdaniyax Shhelkovskogo rajona Moskovskoj oblasti // Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie. 2017. Т. 7. № 4 (25). С. 2.
6. Konev M.D. Vliyanie izby'tochnogo soderzhaniya zheleza v vode na organizm cheloveka // Nizhegorodskij gosudarstvenny'j arkhitekturno-stroitel'ny'j universitet. 2018. Т. 2. № 5. С. 45-48.
7. Otyz'vy' o «Protochny'j pit'evoj fil'tr Akvafor Kristall E'ko N». 2020. URL: [https://www.dns-shop.ru/product/9f134ecef3f1615e/protocnyj-pitevoj-filtr-akvafor-kristall-eko-n/opinion/?utm\\_referrer](https://www.dns-shop.ru/product/9f134ecef3f1615e/protocnyj-pitevoj-filtr-akvafor-kristall-eko-n/opinion/?utm_referrer) (data obrashheniya: 15.06.2023).
8. Gerasimova L.G., Maslova M.V., Nikolaev A.I. Mineral'ny'e i sinteticheskie sorbenty v tekhnologii ochistki vodny'kh stokov // Tekhnologicheskaya mineralogiya, metody pererabotki mineral'nogo syr'ya i novy'e materialy. Petrozavodsk: Karel'skij nauchny'j cenztr RAN, 2010. С. 127-131.
9. Shashkova I.L., Kitikova N.V., Ivanecz A.I. Osobennosti povedeniya sorbentov na osnove fosfatov kal'czya i magniya v vode i rastvorax elektrolitov // Zhurnal prikladnoj kximii. 2021. Т. 94. № 5. С. 603-611.
10. Dubov O.V., Vlasov P.S., Pimenov A.V. i dr. Patent № 2262557 С1 Rossijskaya Federacziya, МПК D01F 11/04 (2000.01), C08J 5/20 (2000.01). Sposob polucheniya ionoobmennogo poliakrilonitri'nogo volokna (varianty): № 2004110794/04 : zayavl. 08.04.2004 : opubl. 20.10.2005 / patentoobladatel' Obshhestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu «Akvafor» (ООО «Аквафор»).

## Информация об авторах

Наумова Н.Л. – д-р техн. наук, профессор кафедры.

Мосунова Т.В. – канд. хим. наук, доцент кафедры.

Костина Д.С. – студентка.

Наумов Н.А. – студент.

## Information about the authors

Naumova N.L. – Dr. Techn. Sci., Professor.

Mosunova T.V. – Cand. Chem. Sci., Associate Professor.

Kostina D.S. – student.

Naumov N.A. – student.

### **Вклад авторов:**

Наумова Н.Л. – постановка цели работы, написание статьи.

Мосунова Т.В. – введение, проведение экспериментов, заключение.

Костина Д.С. – проведение экспериментов.

Наумов Н.А. – проведение экспериментов.

### **Contribution of the authors**

Naumova N.L. – setting the goal of the work, writing an article.

Mosunova T.V. – introduction, conducting experiments, conclusion.

Kostina D.S. – conducting experiments.

Naumov N.A. – conducting experiments.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 10.09.2023; одобрена после рецензирования 24.10.2023. Дата опубликования: 28.03.2024.

The article was submitted 10.09.2023; approved after reviewing 24.10.2023. Date of publication 28.03.2024.

## ФАРМАКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЯ

### PHARMACOLOGY AND TOXICOLOGY

Научная статья

УДК 636.2.082.32.35:612.017.11:612.664.35:615.37

doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401016

EDN: GLADGD

## ОЦЕНКА ОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ И ФОРМИРОВАНИЯ КОЛОСТРАЛЬНОГО ИММУНИТЕТА У НОВОРОЖДЕННЫХ ТЕЛЯТ ПОСЛЕ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТА «РИБОТАН»

Владимир Григорьевич Тюрин<sup>1</sup>, Владимир Григорьевич Семенов<sup>2</sup>, Андрей Владимирович Кляпнев<sup>3</sup>,  
Чолпон Кыдырмышевич Авылов<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии – филиал ФНЦ ВИЭВ РАН,  
Москва 123022, Российская Федерация

<sup>2</sup> Московская государственная академия ветеринарной медицины  
и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина,  
Москва 109472, Российская Федерация

<sup>3</sup> Чувашский государственный аграрный университет,  
Чебоксары 428003, Чувашская Республика, Российская Федерация

<sup>4</sup> Нижегородский государственный агротехнологический университет,  
Нижний Новгород 603107, Российская Федерация

<sup>4</sup> Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ),  
Москва 125080, Российская Федерация

<sup>1</sup> potyemkina@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0153-9775>

<sup>2</sup> semenov\_v.g@list.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0349-5825>

<sup>3</sup> a\_klyapnev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3151-6766>

<sup>4</sup> cavylov@bk.ru. <http://orcid.org/0000-0002-5301-1040>

**Аннотация.** Цель работы – оценить обменные процессы у новорожденных телят и формирование у них колострального иммунитета после применения биопрепарата «Риботан» их коровам-матерям за 3...9 сут до отела. У телят на 2-е сутки жизни отмечали снижение содержания молочной кислоты на 45%, а также отношения лактат/пируват на 17,9%; повышение активности супероксиддисмутазы на 50% и снижение уровня малонового диальдегида на 25,8%. Следствием нормализации обменных процессов у новорожденных телят стало снижение эндогенной интоксикации организма, что приводило к улучшению клинико-физиологических показателей: на 11,2 мин быстрее реализовалась уверенная поза стояния, на 13,6 мин быстрее возник сосательный рефлекс. Содержание общих иммуноглобулинов в сыворотке крови повышалось на 63%. Более высокий уровень колострального иммунитета обусловил снижение заболеваемости телят омфалитом и энтеритной формой эшерихиоза в 2...3 раза.

**Ключевые слова:** крупный рогатый скот, новорожденные телята, гематологические показатели, общие иммуноглобулины, колостральный иммунитет

**Для цитирования:** Тюрин В.Г., Семенов В.Г., Кляпнев А.В., Авылов Ч.К. Оценка обменных процессов и формирования колострального иммунитета у новорожденных телят после применения биопрепарата «Риботан» // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии,



Original article

## ASSESSMENT OF ACID-BASE STATE AND FORMATION OF COLOSTRAL IMMUNE IN NEWBORN CALVES AFTER THE USE OF BIOLOGICAL PREPARATION «RIBOTAN»

Vladimir G. Tyurin<sup>1</sup>, Vladimir G. Semenov<sup>2</sup>, Andrey V. Klyapnev<sup>3</sup>  
Cholpon K. Avylov<sup>4</sup>

<sup>1</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>Moscow Veterinary Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K.I. Scriabin, Moscow 109472, Russian Federation

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

<sup>3</sup>Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, Nizhny Novgorod 603107, Russian Federation

<sup>4</sup>Russian Biotechnological University, (BIOTECH University), Moscow 125080, Russian Federation

<sup>1</sup> potyemkina@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0153-9775>

<sup>2</sup> semenov\_v.g@list.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0349-5825>

<sup>3</sup> a\_klyapnev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3151-6766>

<sup>4</sup> cavylov@bk.ru. <http://orcid.org/0000-0002-5301-1040>

**Abstract.** The aim of the work was to assess the metabolic processes of newborn calves and the formation of their colostrum immunity after the application of biological preparation «Ribotan» to their mother cows 3-9 days before calving. In calves on the 2nd day of life, a decrease in the content of lactic acid by 45%, as well as a decrease in the lactate/pyruvate ratio by 17.9% was noted. An increase in superoxide dismutase activity by 50% and a decrease in the level of malondialdehyde by 25.8% were also noted. The result of the normalization of the metabolic processes state of newborn calves was a decrease in endogenous intoxication of their body, which led to an improvement in clinical and physiological parameters, including a confident standing position for 11.2 minutes, and also a sucking reflex appeared faster by 13.6 minutes. The level of total serum immunoglobulins increased by 63%. A higher level of colostrum immunity led to a decrease in the incidence of omphalitis and enteritis form of escherichiosis in calves by 2-3 times in the early postnatal period of ontogenesis.

**Keywords:** cattle, newborn calves, hematological parameters, total immunoglobulins, colostrum immunity

**For citation:** Tyurin V.G., Semenov V.G., Klyapnev A.V., Avylov Ch.K. Assessment of acid-base state and formation of colostrum immune in newborn calves after the use of biological preparation «Ribotan» // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2024. № 2 (50). P. 112–117 (In Russ.). doi: 10.36871/vet.san.hygiene.ecol.202401016

EDN: GLADGD

### Введение

Основной целью животноводства является получение безопасной и качественной продукции от здоровых животных. Интенсификация отрасли в Российской Федерации сопровождается вне-

дением современных технологий содержания, кормления, доения и эксплуатации животных, позволяющих получить максимально возможное количество продукции. Однако зачастую такие технологии нарушают филогенетически сложив-

шиеся взаимоотношения организма с окружающей средой, в результате чего у животных нарушаются физиолого-биохимические процессы в тканях и органах, в дальнейшем нарушаются их функции и строение, возникают заболевания. Для коррекции обменных процессов и физиологического состояния у животных, в том числе у коров и телят, предложены различные препараты [3...5].

Цель работы – оценить обменные процессы у новорожденных телят и формирование у них колострального иммунитета после применения биопрепарата «Риботан» коровам-матерям за 3...9 сут до отела.

«Риботан» содержит в качестве действующего вещества смесь низкомолекулярных полипептидов (10 мкг/мл) и фрагментов дрожжевой РНК (105 мкг/мл).

### *Материалы и методы*

Опыты проводили в осенне-зимний период на молочно-товарной ферме сельскохозяйственного производственного кооператива «Нижегородец» Дальнеконстантиновского района Нижегородской области. Объектами исследования были 20 глубокостельных коров черно-пестрой породы, отобранных по принципу аналогов, которые были разделены на две группы (контрольная и опытная) по 10 животных в каждой, и полученные от них новорожденные телята. Коровам опытной группы за 3...9 сут до отела вводили «Риботан» в дозе 5 мл внутримышечно, однократно. Коровам контрольной группы вводили 0,9%-й раствор натрия хлорида в дозе 5 мл внутримышечно, однократно. Новорожденным телятам сразу после появления сосательного рефлекса выпаивали молозиво, полученное от его коровы-матери. Телят с 2-дневного возраста содержали вне помещений – в боксах-домиках (на ферме практикуют «холодный» метод выращивания). Пробы крови у телят брали из яремной вены на 2-е и 10-е сутки жизни. За подопытными животными проводили клиническое наблюдение, общий осмотр, исследовали температуру, пульс, частоту дыхательных движений на 2, 3, 10 и 30-е сутки жизни, также фиксировали сроки появления сосательного рефлекса и уверенной позы стояния. Учитывали заболеваемость телят омфалитом и желудочно-кишечными расстройствами.

Уровень общего белка в сыворотке крови новорожденных телят определяли методом капиллярного электрофореза на анализаторе Minicap,

Sebia; количество общих иммуноглобулинов – по реакции с натрия сульфитом; содержание молочной кислоты – по реакции с параоксидифенилом; активность фермента гамма-глутамилтрансферазы ( $\gamma$ -ГТ) – на биохимическом анализаторе Hitachi 902; активность каталазы в крови – методом с молибдатом аммония [2].

Определяли также уровень пирувата и оценивали соотношение лактат/пируват и активность супероксиддисмутазы (СОД) в эритроцитах; активность глутатионпероксидазы (ГПО); содержание малонового диальдегида (МДА) в крови по реакции с 2-тиобарбитуровой кислотой [2]; индекс эндогенной интоксикации [1].

Полученные в ходе экспериментов цифровые данные обрабатывали методом вариационной статистики по Стентону Гланцу (1999).

### *Результаты исследований и обсуждение*

На протяжении эксперимента оценивали физиологический статус организма телят: частоту дыхания, температуру тела и частоту сердцебиения. Физиологический статус является достаточно объективным показателем здоровья животных, а также, в определенной степени, характеристикой адаптационных способностей к меняющимся условиям их обитания.

Температура тела у телят опытной группы на 2-е и 3-и сутки жизни была выше температуры тела контрольных животных соответственно на 1 и 0,5°C, что может быть обусловлено более интенсивными окислительными процессами в организме ( $P > 0,05$ ). Повышение температуры у телят контрольной группы в 30-суточном возрасте, видимо, обусловлено наличием случаев диспепсии. Появление уверенной позы стояния и сосательного рефлекса у животных опытной группы реализовалось на 11,2 и 13,6 мин раньше, чем в контроле ( $P < 0,05$ ), они были более активными и подвижными. У подопытных новорожденных телят изучали уровень лактата и пирувата, а также показатели антиоксидантной системы (таблица).

На 2-е сутки жизни уровень общего белка в сыворотке крови был достаточно высоким: у телят контрольной группы он составил  $59,76 \pm 0,61$  г/л, а у телят опытной –  $71,98 \pm 0,41$  г/л и был выше на 20,4% ( $P < 0,05$ ). На 10-е сутки жизни уровень общего белка у исследуемых животных понижался. Снижение содержания общего белка в крови может происходить по разным причинам, например

**Таблица. Уровень лактата и пирувата, показатели антиоксидантной системы новорожденных телят ( $M \pm m$ ,  $n=10$ )**

*Table. Lactate and pyruvate levels, indicators of the antioxidant system of newborn calves, ( $M \pm m$ ,  $n=10$ )*

Показатель	Группа телят			
	на 2-е сутки жизни		на 10-е сутки жизни	
	контрольная	опытная	контрольная	опытная
Общий белок, г/л	59,76±0,61	71,98±0,41*	57,86±0,5	68,42±2,04*
Глюкоза, мм/л	4,4±0,14	4,8±0,07	4,6±0,15	4,8±0,1
Лактат, мм/л	2,0±0,09	1,1±0,08*	1,3±0,09	1,1±0,08
Пируват, мкМ/л	188,0±1,86	126,0±1,76*	129,6±3,13	154,0±4,3
Лактат/пируват	10,6	8,7	10,0	7,14
Активность $\gamma$ -ГТ, Ед/л	476,0±5,21	880,6±12,88*	75,8±1,96	109,0±2,1
Креатинин	96±1,64	94,0±2,34	84,7±2,1	64,3±1,93
СОД, усл. ед. мг Нв	0,6±0,02	0,9±0,03*	0,7±0,05	0,9±0,02*
Каталаза, мм $H_2O_2$ /л·мин.	42,2±1,49	45,4±1,17	43,8±1,43	38,2±1,07
ГПО, мм G-SH/л·мин.	32,4±1,16	32,0±1,07	29,8±1,28	28,1±1,02
ЦП, ед. мл	0,2±0,09	0,25±0,08	0,29±0,01	0,43±0,02
МДА, мкМ/л	1,43±0,06	1,06±0,01*	1,26±0,02	1,03±0,01
Индекс ЭИ	26,2±0,44	22,0±0,9*	22,6±0,74	21,0±1,3

\*  $P < 0,05$

переход на кормление телят молоком и их рост, снижение в крови гамма-глобулиновой фракции, которая формирует значительную часть общего белка и выполняет защитную функцию. В этот период содержание общего белка составило у телят контрольной группы 57,86±0,5 г/л, а у телят опытной – 68,42±2,04 г/л и было выше по сравнению с контролем на 18,25% ( $P < 0,05$ ).

Инъекция препарата «Риботан» стельным коврам-матерям в период, максимально приближенный к отелу, способствует снижению ацидоза. Это объясняется уменьшением показателя лактат/пируват на 2-е сутки жизни у телят опытной группы на 17,9%, по сравнению с контрольными животными. При этом содержание молочной кислоты уменьшалось на 45% ( $P < 0,05$ ) в опытной группе по сравнению с контролем.

Фермент гамма-глутамилтрансфераза ( $\gamma$ -ГТ) служит маркером всасывания иммуноглобулинов в кишечнике. Активность фермента была максимальной у исследуемых новорожденных телят на 2-е сутки жизни, затем к 10-м суткам она значительно понижалась, но оставалась выше у телят опытной группы в 1,85 раза ( $P < 0,05$ ).

Уровень общих иммуноглобулинов был максимальным на 2-е сутки жизни телят, так как про-

исходило максимальное их усваивание из тонкого кишечника после первого кормления молозивом. У телят контрольной группы уровень общих иммуноглобулинов составил 13,8±0,62 г/л, а у телят опытной – 22,5±0,41 г/л и был достоверно выше на 63% ( $P < 0,05$ ) по сравнению с контролем. На 10-е сутки жизни уровень иммуноглобулинов у телят контрольной группы составил 11,9±0,41 г/л, у телят опытной группы – 18,8±0,52 г/л и был достоверно выше на 58% ( $P < 0,05$ ) по сравнению с контролем.

В ходе исследований определяли активность ферментов антиоксидантной системы, в частности супероксиддисмутазы (СОД). Активность СОД была выше у телят опытной группы на 2-е и 10-е сутки жизни по сравнению с контролем соответственно на 50 и 28,5% ( $P < 0,05$ ). Активность каталазы была выше у телят опытной группы на 2-е сутки жизни на 7,6%.

Ферменту глутатионпероксидазе (ГПО) принадлежит ведущее место в антиоксидантной защите. Его уровень был сходным у телят контрольной и опытной групп на протяжении исследования.

Малоновый диальдегид (МДА) характеризует активность свободнорадикального окисления липидов. Уровень МДА был наивысшим на 2-е сутки жизни и составил у телят контрольной группы 1,43±0,06 мкМ/л, у телят опытной он был ниже на

25,8% ( $P < 0,05$ ) и составил  $1,06 \pm 0,01$  мкМ/л, что свидетельствует о замедлении процесса пероксидации липидов и сохранении функциональной активности антиоксидантной защиты у телят опытной группы. С возрастом содержание малонового диальдегида снижалось и установилось у телят контрольной группы на значении  $1,26 \pm 0,02$  мкМ/л, у телят опытной группы –  $1,03 \pm 0,01$  мкМ/л, что достоверно было ниже на 18,2% ( $P < 0,05$ ).

На протяжении исследования вели учет подверженности телят болезням желудочно-кишечного тракта и омфалиту. Инъекцированный стельным коровам за 3...9 сут до отела препарат «Риботан» позволяет снизить заболеваемость новорожденных телят энтеритной формой эшерихиоза в 2 раза. Телята опытной группы заболели на 3 сут позже, и продолжительность болезни была на 2,5 сут меньше по сравнению с животными контрольной группы. Также введение коровам до отела препарата «Риботан» обеспечило снижение в 3 раза заболеваемости омфалитом у телят опытной группы в по сравнению с контролем.

### Заключение

В результате проведенного исследования было установлено, что применение препарата «Риботан»

стельным коровам за 3...9 сут до отела, приводит к нормализации метаболических процессов у коров-матерей, определяющих физиологическое состояние новорожденных телят. У таких телят на 2-е сутки жизни отмечали снижение содержания молочной кислоты на 45%, а также отношения лактат/пируват на 17,9%. Следствием нормализации физиологического состояния новорожденных телят стало снижение эндогенной интоксикации организма, что приводило к улучшению клинико-физиологических показателей, в том числе на 11,2 мин быстрее реализовалась уверенная поза стояния, а сосательный рефлекс возник на 13,6 мин раньше. Уровень общих иммуноглобулинов в сыворотке крови повышался на 63%. Более высокий уровень колострального иммунитета обусловил снижение заболеваемости телят омфалитом и расстройствами желудочно-кишечного тракта соответственно в 2...3 раза.

Работа выполнена в соответствии с Государственным заданием по теме: FGUG-2022-0008 «Научно обосновать и разработать новые методы, средства и технологии обеспечения устойчивого ветеринарно-санитарного благополучия животноводства».

Регистрационный номер НИОКТР в ЦИТИС 122042700106-1.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гребнева О.Л., Ткачук Е.А. Модификация расчета показателя веществ низкой и средней молекулярной массы плазмы крови // Клиническая лабораторная диагностика. 2005. № 10. С. 4.
2. Кондрахин И.П., Архипов А.В., Левченко В.И. и др. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики / Справочник. М.: КолосС: 2004. 511 с.
3. Кузьмина Е.В., Гринь В.А., Семенов М.П., Семенов К.А. Антиоксидантная регуляция организма сухостойных коров как фактор профилактики неонатальных болезней телят // Сборник научных трудов СКНИИЖ. 2021. № 2. С. 88-93.
4. Рецкий М.И., Шахов А.Г., Чусов Д.В. и др. Коррекция антиоксидантного статуса новорожденных телят для формирования более высокого колострального иммунитета // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2010. № 2. С. 42-44.
5. Семенов В.Г., Симурзина Е.П., Никитин Д.А. и др. Решение проблемы нарушения обмена веществ у высокопродуктивных коров // Ветеринарный врач. 2022. № 4. С. 54-61.

### REFERENCES

1. Grebneva O.L., Tkachuk E.A. Modifikacziya rascheta pokazatelya veshhestv nizkoj i srednej molekulyarnoj massy` plazmy` krovi // Klinicheskaya laboratornaya diagnostika. 2005. № 10. S. 4.
2. Kondraxin I.P., Arkhipov A.V., Levchenko V.I. i dr. Metody` veterinarnoj klinicheskoy laboratornoj diagnostiki / Spravochnik. M.: KolosS: 2004. 511 s.
3. Kuz'minova E.V., Grin` V.A., Semenenko M.P., Semenenko K.A. Antioksidantnaya regulyaczziya organizma sukhostojny`kx korov kak faktor profilaktiki neonatal`ny`kx boleznej telyat // Sbornik nauchny`kx trudov SKNIIZH. 2021. № 2. S. 88-93.

4. Reczkij M.I., SHakxov A.G., Chusov D.V. i dr. Korrekczija antioksidantnogo statusa novorozhdenny`kx telyat dlya formirovaniya bolee vy`sokogo kolostral`nogo immuniteta // Doklady` Rossijskoj akademii sel`skokhozyajstvenny`kx nauk. 2010. № 2. S. 42-44.
5. Semenov V.G., Simurzina E.P., Nikitin D.A. i dr. Reshenie problemy` narusheniya obmena veshhestv u vy`sokoproduktivny`kx korov // Veterinarny`j vrach. 2022. № 4. S. 54-61.

### Сведения об авторах

Тюрин В.Г. – д-р вет. наук, профессор, главный научный сотрудник.  
Семенов В.Г. – д-р биол. наук, профессор, зав. кафедрой.  
Кляпнев А.В. – канд. биол. наук, доцент.  
Авылов Ч.К. – д-р вет. наук, профессор.

### Information about the authors

Tyurin V.G. Dr Vet. Sci., Prof., Chief researcher.  
Semenov V.G. – Doc. Biol. Sci., Prof., Head of the Department.  
Klyapnev A.V. – Cand. Biol. Sci, docent.  
Avylov Ch.K. – Dr Vet. Sci., Prof .

### Вклад авторов

Тюрин В.Г. – определение цели и методов выполнения работы, анализ результатов экспериментов.  
Семенов В.Г. – определение цели и методов выполнения работы, анализ результатов экспериментов.  
Кляпнев А.В. – организация и проведение экспериментов, анализ результатов экспериментов.  
Авылов Ч.К. – анализ результатов экспериментов.

### Contribution of the authors

Tyurin V.G. – aim and methods of work, analysis of experimental results.  
Semenov V.G. – aim and methods of work, analysis of experimental results.  
Klyapnev A.V. – organization of experiments and conducting experiments, analysis of experimental results.  
Avylov Ch.K. – analysis of the experiment results.

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

Статья поступила в редакцию 20.11.2023; одобрена после рецензирования 20.12.2023. Дата опубликования 28.03.2024.

The article was submitted 20.11.2023; approved after reviewing 20.12.2023. Date of publication 28.03.2024.

Научная статья

УДК 636.92: 615.272

doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401017

EDN: GNESUP

## ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ КОМПЛЕКСНОГО ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ БЕЛКОВОГО ГИДРОЛИЗАТА (сообщение 1)

*Александр Александрович Дельцов<sup>1</sup>, Валентина Михайловна Бачинская<sup>2</sup>,  
Дмитрий Витальевич Гончар<sup>3</sup>, Ольга Романовна Родькина<sup>4</sup>*

<sup>1,2,3,4</sup> *Московская государственная академия ветеринарной медицины  
и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина,  
Москва 109472, Российская Федерация*

<sup>1</sup> deltsov-81@mail.ru

<sup>2</sup> bachinskaya1980@mail.ru

<sup>3</sup> san111194@mail.ru

<sup>4</sup> olafudr@mail.ru

**Аннотация.** Определена стабильность нового комплексного препарата на основе белкового гидролизата для кроликов. Установлено, что в течение срока хранения стабильность основных компонентов, входящих в состав препарата: ферментативный гидролизат растительного белка, витамины А, D<sub>3</sub>, Е, РР, пантотенат кальция, цинк, селенит натрия и йод, соответствует рецептуре и допустимым отклонениям в содержании. В течение 9 мес при температурах –2°C (влажность 75%), 8°C (влажность 70%) и 25°C (влажность 60%) содержание указанных компонентов препарата осталось неизменным по сравнению с изначальным составом. На 12-й месяц хранения содержание всех компонентов препарата при исследуемых температурных режимах снизилось. На основании результатов исследования стабильности препарата был определен срок хранения 9 мес.

**Ключевые слова:** комплексный препарат, белковый гидролизат, микроэлементы, витамины, кролиководство, стабильность, срок хранения

**Финансирование:** работа выполнена в рамках гранта РНФ № 23-26-00173 «Разработка и изучение комплексного препарата на основе белкового гидролизата в кролиководстве».

**Для цитирования:** Дельцов А.А., Бачинская В.М., Гончар Д.В., Родькина О.Р. Исследование стабильности комплексного препарата на основе белкового гидролизата (сообщение 1) // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2024. № 1 (49). С. 118–123. doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401017  
EDN: GNESUP

Original article

## STUDY OF THE STABILITY OF A COMPLEX PREPARATION BASED ON PROTEIN HYDROLYZATE (message 1)

*Aleksandr A. Deltsov<sup>1</sup>, Valentina M. Bachinskaya<sup>2</sup>, Dmitry V. Gonchar<sup>3</sup>,  
Olga R. Rodkina<sup>4</sup>*

<sup>1, 2, 3, 4</sup> *Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K.I. Scriabin, Moscow 109472, Russian Federation*

<sup>1</sup> deltsov-81@mail.ru

<sup>2</sup> bachinskaya1980@mail.ru

<sup>3</sup> san111194@mail.ru

<sup>4</sup> olafudr@mail.ru

**Abstract.** The stability of a new complex based on protein hydrolyzate for rabbits preparation has been determined. It has been established that during the shelf life the stability of the main components included in the preparation, such as enzymatic hydrolyzate of vegetable protein, vitamins A, D<sub>3</sub>, E, PP, calcium pantothenate, zinc, sodium selenite and iodine correspond to the recipe and permissible deviations in content. For 9 months at temperatures -2 °C (humidity 75%), +8 °C (humidity 70%) and +25 °C (humidity 60%) the content of these components of the drug remained unchanged compared to the original composition. At month 12th, a decrease in the content of all components of the drug was observed at temperature conditions studied. Based on the results of a stability study of the drug, a shelf life of 9 months was determined.

**Keywords:** complex preparation, protein hydrolysate, microelements, vitamins, rabbit breeding, stability, shelf life

**Financial Support:** the work was carried out within the framework of the Russian Science Foundation grant No. 23-26-00173 «Development and study of a complex preparation based on protein hydrolyzate in rabbit breeding».

**For citation:** Deltsov A.A., Bachinskaya V.M., Gonchar D.V., Rodkina O.R. Study of the stability of a complex preparation based on protein hydrolyzate (message 1) // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2024. № 1 (49). P. 118–123 (In Russ.).

doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401017

EDN: GNESUP

### **Введение**

Исследование и внедрение в масштабное животноводство новых эффективных комплексных витаминно-микроэлементных препаратов, содержащих в своем составе также питательные вещества, очень важно для поддержания здоровья и благополучия животных [1, 5, 8, 9].

Белковые гидролизаты – это продукты, полученные путем гидролиза белков. Такие препараты обладают высокой биологической ценностью и легко усваиваются организмом животных. В комплексе они содержат все необходимые аминокислоты, витамины и минералы, необходимые для нормального функционирования организма [2...4]. Препараты на основе белковых гидролизатов при их разумном использовании способствуют лучшему усвоению питательных веществ из кормов, помогают предотвратить проблемы с пищеварением у животных, укрепляют иммунную систему, способствуют более быстрому и здоровому росту молодняка, улучшению продуктивных качеств животных, восполняют дефицит питательных веществ, а также витаминов и микроэлементов, что особенно важно при неполноценном кормлении животных [6, 7, 10].

### **Материалы и методы**

Испытания выполнены в производственно-технической лаборатории контроля качества ООО Фирма «А-БИО».

Комплексный препарат для кроликов в 1 л содержит: ферментивный гидролизат растительного белка (45% расщепления), включающий аминокислоты – 250 г; витамин А – 5 000 000 МЕ; витамин D<sub>3</sub> – 500 000 МЕ; витамин Е – 5 г; пантотенат кальция – 15 г; витамин РР – 2 г; цинк – 0,15 г; селенит натрия – 0,2 г; йод органический – 0,3 г.

Диапазон допустимых отклонений от указанных значений для витаминов составляет не более 15%, для микроэлементов – не более 10%. Препарат не содержит генно-инженерно-модифицированных продуктов. Содержание вредных примесей не превышает допустимых норм, действующих на территории Российской Федерации.

По внешнему виду препарат представляет собой непрозрачный раствор темно-коричневого цвета. Выпускают его расфасованным по 0,5 и 1 л в полимерные флаконы (бутылки) с герметичными пластмассовыми крышками, указанием даты контроля первого вскрытия.

**Результаты исследований  
и обсуждение**

Стабильность нового комплексного препарата проверяли по содержанию основных компонентов с момента производства в течение 12 мес

каждые 3 мес. Испытания проводили в условиях хранения образцов в заводской упаковке при трех различных температурах, без доступа света. Образцы находились в морозильной камере при температуре  $-2^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности 75%

**Таблица 1. Испытание препарата в морозильной камере при температуре  $-2^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности 75%**

*Table 1. Testing the drug in a freezer at a temperature of  $-2^{\circ}\text{C}$  and a relative humidity of 75%*

Показатель	Норма	Срок хранения, мес					
		0	3	6	9	12	
Цвет раствора	Темно-коричневый	Темно-коричневый	Темно-коричневый	Темно-коричневый	Темно-коричневый	Темно-коричневый	
Запах	Специфический	Специфический	Специфический	Специфический	Специфический	Специфический	
Содержание вещества	Витамин А, МЕ	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	4 590 000
	Витамин D <sub>3</sub> , МЕ	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	379 000
	Витамин Е, г	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,0
	Витамин РР, г	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,5
	Пантотенат кальция, г	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	11,0
	Цинк, г	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,10
	Селенит натрия, г	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
	Йод, г	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
	Гидролизат соевого белка, г	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0	233,0

**Таблица 2. Испытание препарата в холодильной камере при температуре  $8^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности 70%**

*Table 2. Testing the drug in a refrigerator at a temperature of  $8^{\circ}\text{C}$  and a relative humidity of 70%*

Показатель	Норма	Срок хранения, мес					
		0	3	6	9	12	
Цвет раствора	Темно-коричневый	Темно-коричневый	Темно-коричневый	Темно-коричневый	Темно-коричневый	Темно-коричневый	
Запах	Специфический	Специфический	Специфический	Специфический	Специфический	Специфический	
Содержание вещества	Витамин А, МЕ	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	4 216 000
	Витамин D <sub>3</sub> , МЕ	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	341 000
	Витамин Е, г	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,0
	Витамин РР, г	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,4
	Пантотенат кальция, г	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	9,0
	Цинк, г	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,13
	Селенит натрия, г	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
	Йод, г	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
	Гидролизат соевого белка, г	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0	220,0



**Таблица 3. Испытание препарата в термостате при температуре при температуре 25°C и относительной влажности 60%**

*Table 3. Testing the drug in a thermostat at a temperature of 25°C and a relative humidity of 60%*

Показатель	Норма	Срок хранения, мес					
		0	3	6	9	12	
Цвет раствора	Темно-коричневый	Темно-коричневый	Темно-коричневый	Темно-коричневый	Темно-коричневый	Темно-коричневый	
Запах	Специфический	Специфический	Специфический	Специфический	Специфический	Специфический	
Содержание вещества	Витамин А, МЕ	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	5 000 000	4 110 000
	Витамин D <sub>3</sub> , МЕ	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	312 000
	Витамин Е, г	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	3,7
	Витамин РР, г	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,1
	Пантотенат кальция, г	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	8,0
	Цинк, г	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,12
	Селенит натрия, г	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
	Йод, г	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
Гидролизат соевого белка, г	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0	209,0	

(табл. 1) в холодильной камере, при температуре 8°C и относительной влажности 70% (табл. 2), а также в термостате при температуре 25°C и относительной влажности 60% (табл. 3).

В результате проведенных исследований установлено, что в течение срока хранения (9 мес) стабильность основных компонентов, входящих в состав препарата, таких как ферментативный гидролизат растительного белка, витамины А, D<sub>3</sub>, Е, РР, пантотенат кальция, цинк, селенит натрия и йод, соответствует рецептуре и допустимым отклонениям в содержании. В течение 9 мес при температурах -2°C (влажность 75%), 8°C (влажность 70%) и 25°C (влажность 60%) содержание указанных компонентов препарата остается неизменным по сравнению с изначальным составом.

На 12-й месяц содержание всех компонентов препарата при всех исследуемых температурных режимах снизилось.

Данный срок хранения является средним для препаратов, содержащих в своем составе витамины, микро- и макроэлементы. Срок хранения сухой ферментной кормовой добавки «Фекорд-МП» составляет 12 мес, препарата «Гидропептон» – 24 мес, препарата «Абиопептид» – 24 мес.

### Заключение

На основании результатов изучения стабильности нового комплексного препарата на основе белкового гидролизата определен срок его хранения 9 мес при температурах -2°C (влажность 75%), 8°C (влажность 70%) и 25°C (влажность 60%).

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бачинская В.М., Дельцов А.А. Определение безопасности мяса кроликов при использовании в рационе препарата био-железо с микроэлементами // Ветеринария. 2014. № 4. С. 54-55.
2. Бачинская В.М., Дельцов А.А., Гончар Д.В. Применение белковых гидролизатов в кролиководстве и их влияние на показатели качества и безопасности мяса // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2021. № 1 (37). С. 26-29.
3. Бачинская В.М., Дельцов А.А., Полябин С.В. Получение биологически полноценной яичной продукции при применении кормовой добавки на основе белкового гидролизата // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2022. № 9. С. 53-59.

4. Василевич Ф.И., Бачинская В.М., Дельцов А.А. Эффективность применения белковых гидролизатов птице // Ветеринария. 2019. № 8. С. 8-11.
5. Василевич Ф.И., Бачинская В.М., Дельцов А.А., Гончар Д.В. Применение Гидропептон®-Плюс в кролиководстве и изучение влияния его на показатели качества мяса // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2017. № 2 (22). С. 20-22.
6. Гончар Д.В. Влияние белковых гидролизатов на аминокислотный состав мяса кроликов // Пермский аграрный вестник. 2019. № 4 (28). С. 94-98.
7. Дельцов А.А., Бачинская В.М., Гончар Д.В., Родькина О.Р. Исследование рынка кормовых добавок на основе белковых гидролизатов // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2023. № 3. С. 19-25.
8. Дельцов А.А., Косова И.В. Современное состояние фармацевтического рынка лекарственных средств для ветеринарного применения в странах ЕАЭС // Вопросы обеспечения качества лекарственных средств. 2020. № 1 (27). С. 61-67.
9. Измайлов Е. Органические формы микроэлементов. Тема не теряет актуальности! // Эффективное животноводство. 2021. № 9 (175). С.13-18.
10. Муранова Т.А., Зинченко Д.В., Мирошников А.И. Гидролизаты соевых белков для стартовых кормов аквакультуры: поведение белков при ферментализе, композиционный анализ гидролизатов // Биоорганическая химия. 2019. Т. 45. № 4. С. 380-390.

## REFERENCES

1. Bachinskaya V.M., Del'czov A.A. Opredelenie bezopasnosti myasa krolikov pri ispol'zovanii v racione preparata bio-zhelezo s mikroelementami // Veterinariya. 2014. № 4. S. 54-55.
2. Bachinskaya V.M., Del'czov A.A., Gonchar D.V. Primenenie belkovy'kh gidrolizатов v krolikovodstve i ikh vliyaniye na pokazateli kachestva i bezopasnosti myasa // Rossijskij zhurnal «Problemy' veterinarnoj sanitarii, gigeny' i ekologii». 2021. № 1 (37). S. 26-29.
3. Bachinskaya V.M., Del'czov A.A., Pozyabin S.V. Poluchenie biologicheskoi polnoczennoj yaichnoj produkcii pri primenenii kormovoj dobavki na osnove belkovogo gidrolizata // Veterinariya, zootekhnika i biotekhnologiya. 2022. № 9. S. 53-59.
4. Vasilevich F.I., Bachinskaya V.M., Del'czov A.A. E'ffektivnost' primeneniya belkovy'kh gidrolizатов pticze // Veterinariya. 2019. № 8. S. 8-11.
5. Vasilevich F.I., Bachinskaya V.M., Del'czov A.A., Gonchar D.V. Primenenie Gidropepton®-Plyus v krolikovodstve i izuchenie vliyaniya ego na pokazateli kachestva myasa // Rossijskij zhurnal «Problemy' veterinarnoj sanitarii, gigeny' i ekologii». 2017. № 2 (22). S. 20-22.
6. Gonchar D.V. Vliyaniye belkovy'kh gidrolizатов na aminokislotny'j sostav myasa krolikov // Permskij agrarny'j vestnik. 2019. № 4 (28). S. 94-98.
7. Del'czov A.A., Bachinskaya V.M., Gonchar D.V., Rod'kina O.R. Issledovanie ry'nka kormovy'kh dobavok na osnove belkovy'kh gidrolizатов // Veterinariya, zootekhnika i biotekhnologiya. 2023. № 3. S. 19-25.
8. Del'czov A.A., Kosova I.V. Sovremennoe sostoyaniye farmatsevticheskogo ry'nka lekarstvenny'kh sredstv dlya veterinarnogo primeneniya v stranakh EAE'S // Voprosy' obespecheniya kachestva lekarstvenny'kh sredstv. 2020. № 1 (27). S. 61-67.
9. Izmajlov E. Organicheskie formy' mikroelementov. Tema ne teryaet aktual'nosti! // E'ffektivnoe zhivotnovodstvo. 2021. № 9 (175). S.13-18.
10. Muranova T.A., Zinchenko D.V., Miroshnikov A.I. Gidrolizaty' soevy'kh belkov dlya startovy'kh kormov akvakul'tury': povedeniye belkov pri fermentolize, kompozitsionny'j analiz gidrolizатов // Bioorganicheskaya khimiya. 2019. T. 45. № 4. S. 380-390.

## Информация об авторах

Дельцов А.А. – д-р вет. наук, доцент, заведующий кафедрой.

Бачинская В.М. – д-р биол. наук, доцент, профессор кафедры.

Гончар Д.В. – канд. биол. наук, старший преподаватель кафедры.

Родькина О.Р. – аспирант кафедры.

## Information about the authors

Deltsov A.A. – Dr. Vet. Sci., Associate Professor, Head of the Department.

Bachinskaya V.M. – Doctor of Biology. Sciences, Associate Professor, Professor of the Department.

Gonchar D.V. – Ph.D. biol. Sciences, Senior Lecturer at the Department.

Rodkina O.R. – Graduate student of the Department.

### **Вклад авторов**

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### **Contribution of the authors**

The authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 06.09.2023; одобрена после рецензирования 15.11.2023. Дата опубликования 28.03.2024.

The article was submitted 06.09.2023; approved after reviewing 15.11.2023. Date of publication 28.03.2024.

Научная статья

УДК 619:636.23:615.2

doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401018

EDN: GTUDNY

## ОСОБЕННОСТИ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ГЛУБОКОСТЕЛЬНЫХ И НОВОТЕЛЬНЫХ КОРОВ НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ БИОСТИМУЛЯТОРОВ (сообщение 2)

*Владимир Григорьевич Тюрин<sup>1</sup>, Владимир Григорьевич Семенов<sup>2</sup>,  
Анастасия Петровна Семенова<sup>3</sup>, Алексей Николаевич Порфирьев<sup>4</sup>,  
Алексей Георгиевич Антонов<sup>5</sup>*

<sup>1</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии,  
гигиены и экологии – филиал ФНЦ ВИЭВ РАН*

*Москва 123022, Российская Федерация, E-mail: vniivshe@mail.ru*

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

*Москва 109472, Российская Федерация*

<sup>2,3,4,5</sup> *Чувашский государственный аграрный университет,*

*Чебоксары 428003, Чувашская республика, Российская Федерация*

<sup>1</sup> *potyemkina@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0153-9775>*

<sup>2</sup> *semenov\_v.g@list.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0349-5825>*

<sup>3</sup> *semapetrovna@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3150-3594>*

<sup>4</sup> *a.n.porfirjev@mail.ru*

<sup>5</sup> *aag21ru@mail.ru*

**Аннотация.** В статье приведены данные по дифференцированному подсчету лейкоцитов, а также определена динамика общего белка и белковых фракций в крови животных, свидетельствующая об уровне обменных процессов в живом организме.

Установлено, что при внутримышечном применении коровам за 65...60, 45...40 и 25...20 сут до отела экспериментальные биопрепараты стимулируют процесс гемопоэза, активизируют клеточные факторы неспецифической резистентности (физиологический лейкоцитоз, умеренная эозинофилия и нейтропения со сдвигом ядра вправо, лимфоцитоз). Наиболее выраженный эффект отмечен при трехкратном инъецировании комплексного биопрепарата Prevention-N-A-M.

Биопрепараты Prevention-N-A-M и PS-7 стимулируют синтез белка (альбумины,  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -глобулины) в организме до и после отела.

Полученные результаты свидетельствуют об эффективности апробированных биопрепаратов и позволяют научно обосновать целесообразность их использования в животноводстве как эффективный способ повышения резистентности организма коров, что может значительно улучшить их здоровье и снизить риск заболеваний.

**Ключевые слова:** коровы, биопрепараты, Prevention-N-A-M, PS-7, сыворотка крови, белки крови, лейкоцитарная формула

**Для цитирования:** Тюрин В.Г., Семенов В.Г., Семенова А.П., Порфирьев А.Н., Антонов А.Г. Особенности гематологического профиля глубокоостельных и новотельных коров на фоне применения биостимуляторов (сообщение 2) // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2024. № 1. (49). С. 124–130.

doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401018

EDN: GTUDNY

Original article

## FEATURES OF HEMATOLOGICAL PROFILE OF DEEP-BONED AND FRESH COWS ON THE BACKGROUND OF THE USE OF BIOSTIMULANTS (message 2)

*Vladimir G. Tyurin<sup>1</sup>, Vladimir G. Semenov<sup>2</sup>,  
Anastasia P. Semenova<sup>3</sup>, Alexey N. Porfiriev<sup>4</sup>, Alexey G. Antonov<sup>5</sup>*

<sup>1</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>*Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –  
MBA named after K.I. Scriabin, Moscow 109472, Russian Federation*

<sup>2,3,4,5</sup>*Chuvash State Agrarian University, C  
heboksary 428003, Chuvash Republic, Russian Federation*

<sup>1</sup> potyemkina@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0153-9775>

<sup>2</sup> semenov\_v.g@list.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0349-5825>

<sup>3</sup> semapetrovna@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3150-3594>

<sup>4</sup> a.n.porfiriev@mail.ru

<sup>5</sup> aag21ru@mail.ru

**Abstract.** This article data on differentiated counting of the number of leukocytes are given, as well as the dynamics of total protein and protein fractions in the blood of animals, indicating the level of metabolic processes in a living organism, is determined.

It has been established that intramuscular application of experimental biological preparations to cows 65-60, 45-40 and 25-20 days before calving stimulates the process of hematopoiesis, activates cellular factors of non-specific resistance (physiological leukocytosis, moderate eosinophilia and neutropenia with a right shift of the nucleus, lymphocytosis). The most pronounced effect was noted with three injections of the complex biological product Prevention-N-A-M.

Biological preparations Prevention-N-A-M and PS-7 stimulate protein synthesis (albumins,  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -globulins) in the body before and after calving.

The obtained results testify to the effectiveness of the tested biopreparations and make it possible to scientifically substantiate the feasibility of their use in animal husbandry as an effective way to increase the resistance of the body of cows, which can significantly improve their health and reduce the risk of diseases.

**Keywords:** cows, biological products, Prevention-N-A-M, PS-7, blood serum, blood proteins, leukocyte count

**For citation:** Tyurin V.G., Semenov V.G., Semenova A.P., Porfiriev A.N., Antonov A.G. Features of hematological profile of deep-boned and fresh cows on the background of the use of biostimulants (message 2) // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2024. № 1. (49). P. 124–130 (In Russ.). doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401018  
EDN: GTUDNY

### **Введение**

В последние годы наблюдается положительная тенденция в развитии молочного скотоводства: увеличиваются поголовье крупного рогатого скота и продуктивность коров за счет повышения качества селекционно-племенной работы, модернизации молочно-товарных ферм и комплексов,

введения новых технологий содержания и эксплуатации животных [2].

Повышение интенсивности технологий ведения скотоводства приводит к снижению общей резистентности и иммунного статуса организма коров. На этом фоне снижаются обменные процессы, продуктивность, увеличиваются риски

возникновения болезней продуктивных животных [2...4]. Поэтому в свете изложенного применение биопрепаратов для профилактики отрицательного воздействия технологических факторов на организм животных, активизации биоресурсного потенциала коров представляется весьма актуальной задачей.

В предыдущей статье «Особенности гематологического профиля глубококостельных и новотельных коров на фоне применения биостимуляторов» (сообщение 1) [5] нами показано положительное влияние отечественных биопрепаратов на морфологические показатели крови. Расширив границы научных исследований по изучению особенностей гематологического профиля глубококостельных и новотельных коров на фоне применения биостимуляторов, мы провели дифференцированный подсчет лейкоцитов, позволяющий более достоверно судить о состоянии гомеостаза и клеточного иммунитета животных, а также определили динамику общего белка и белковых фракций в крови животных, свидетельствующую об уровне обменных процессов в живом организме.

Цель научной работы – изучить влияние биостимуляторов Prevention-N-A-M и PS-7 на организм коров в периоды сухостоя и новотельности, определить их эффективность и возможности применения в животноводстве.

### *Материалы и методы*

Схема постановки эксперимента изложена в статье [1].

Дифференцировку лейкограммы проводили микроскопически, изготовление мазков крови и окрашивание по методу Д.А. Романовского в модификации Густава Гимза. Уровень общего белка в сыворотке крови определяли рефрактометром ИРФ-22, белковый спектр – турбидиметрическим методом по С.А. Карпюку.

### *Результаты исследований и обсуждение*

Анализ лейкоцитарной формулы показал, что количество базофилов в крови глубококостельных и новотельных коров варьировалось в узком диапазоне. При этом, начиная с 55...50-х суток до отела и к 15...20-м суткам после отела наблюдался их спад с  $1,6 \pm 0,24$  до  $1,0 \pm 0,32\%$  в контроле, с  $1,2 \pm 0,37$  до  $0,6 \pm 0,24\%$  в 1-й и с  $1,4 \pm 0,24$  до  $0,6 \pm 0,24\%$  во 2-й опытной группе, однако эти изменения были статически недостоверными.

В крови коров опытных групп количество эозинофилов в период с 55...50-х до 35...30-х суток до отела повышалось с  $6,0 \pm 0,32$  до  $6,8 \pm 0,37\%$  и с  $5,8 \pm 0,37$  до  $6,6 \pm 0,24\%$ , и наблюдался их спад в период с 15...10-х суток до и 15...20-х суток после отела с  $6,4 \pm 0,24$  до  $6,2 \pm 0,2\%$  и с  $6,4 \pm 0,24$  до  $6,0 \pm 0,32\%$ . В то время как у животных контрольной группы количество данных белых кровяных клеток в период с 55...50-х до 35...30-х суток до отела держалось на уровне  $5,8 \pm 0,37\%$ , а с 15...10-х суток до отела наблюдался их спад –  $5,2 \pm 0,2\%$ , а на 15...20-е сутки после отела их количество составляло  $5 \pm 0,32\%$ . При этом разница показателей опытных групп по сравнению с контролем за 55...50 сут до отела составляла 3,4 и 0%, за 35...30 сут – 17,2 и 13,8%, за 15...10 сут до отела – 23 и 23% ( $P < 0,01$ ), а на 15...20-е сутки после отела – 24 ( $P < 0,5$ ) и 20%. Поскольку эозинофилы принято считать стресс-тестирующим фактором, снижение их количества за 15...10 сут до отела и на 15...20-е сутки после отела подтверждает, что отел является технологическим стрессом для организма животных. Однако выявленная относительная эозинофилия в крови животных опытных групп по сравнению с контролем указывает на антистрессорное влияние использованных биопрепаратов.

Содержание палочкоядерных нейтрофилов в крови животных контрольной и опытных групп находилось на уровне общепринятых норм. Отметим, что на протяжении всех сроков исследования содержание палочкоядерных форм нейтрофилов в крови животных 1-й и 2-й опытных групп было ниже, чем в контроле: за 55...50 сут до отела – на 1,6 и 0,8%, за 35...30 сут до отела – 2,4 и 1,6%, за 15...10 сут до отела – 1,8 и 1%, а на 15...20-е сутки после отела – на 2,2 и 1,4%.

В динамике сегментоядерных форм нейтрофилов в крови подопытных животных до и после отела определенной закономерности не выявлено. За 55...50 сут до отела наименьшее количество данных форм нейтрофилов было отмечено в контрольной группе –  $26,6 \pm 0,93\%$ , в то время как в опытных группах оно оказалось равным  $27,8 \pm 0,37\%$ , разница при этом составила 1,2%. К 15...20-м суткам после отела в контрольной и 1-й опытной группе отмечается снижение количества сегментоядерных нейтрофилов на 1,8 и 1,4%, в то время как во 2-й опытной, наоборот, повышение на 1% ( $P < 0,05$ ). Сегментоядерные нейтрофилы являются конечной стадией развития клеток,

принимаящих участие в белковом, углеводном, липидном и витаминном обмене. Поскольку полиморфно-ядерные нейтрофилы обладают выраженным фагоцитозом, установленная положительная тенденция повышения уровня их содержания в крови животных опытных групп, а также количественные изменения в стадиях их развития свидетельствуют об активизации клеточного звена неспецифической резистентности организма.

За все время исследования число лимфоцитов в крови животных опытных групп было выше, чем в контроле: за 55...50 сут до отела на 1,4 и 0,6%, за 35...30 сут до отела – на 1,8 и 2%, за 15...10 сут до отела – на 2,8 и 2,8%, а к 15...20-м суткам после отела разница составила 2,6 и 0,6%. Лишь в 1-й опытной группе прослеживалась тенденция к постепенному повышению количества лимфоцитов: с  $58,4 \pm 1,03$  до  $61,0 \pm 0,63\%$  ( $P < 0,05$ ). В то время как во 2-й опытной группе было отмечено повышение клеток адаптивного иммунитета в период с 55...50-х суток по 15...10-е сутки до отела с  $57,6 \pm 0,75$  до  $59,0 \pm 0,55\%$ , в контроле наблюдалось их снижение с  $57,0 \pm 0,84$  до  $56,6 \pm 0,81\%$ . В последующем во 2-й опытной группе количество лимфоцитов снизилось до  $59,0 \pm 0,55\%$ , а в контроле, наоборот, увеличилось до  $58,4 \pm 0,68\%$ .

В ходе исследования в крови подопытных животных были зафиксированы и изменения количественного содержания моноцитов. За весь период эксперимента их число варьировалось в диапазоне:  $4,4 \pm 0,4...4,8 \pm 0,73\%$  в контроле,  $3,4 \pm 0,24...4,0 \pm 0,63\%$  в 1-й и  $3,8 \pm 0,2...4 \pm 0,32\%$  во 2-й опытной группе. Максимальная разница показателей опытных групп относительно контрольной отмечена на 15...20-е сутки после отела, когда количество незернистых лейкоцитов в крови животных контроля были выше на 1,2 и 0,8%, но установленные изменения оказались недостоверными.

Таким образом, экспериментальные биопрепараты при внутримышечном применении коровам за 65...60, 45...40 и 25...20 сут до отела стимулируют процесс гемопоэза, активизируют клеточные факторы неспецифической резистентности, снижают воздействие технологических стрессов, что подтверждается установленными нами физиологическим лейкоцитозом, умеренной эозинофилией и нейтропенией со сдвигом ядра вправо, лимфоцитозом. Следует отметить, что наиболее выраженный эффект отмечен при трехкратном инъектировании комплексного биопрепарата Prevention-N-A-M.

Ведущую роль в обеспечении нормальной жизнедеятельности выполняют белки. Они осуществляют пластическую, питательную и транспортную функции, поддерживая коллоидно-осмотическое давление и постоянство pH среды и, способствуя обмену других жизненно важных соединений, обеспечивают процессы свертывания крови, участвуют в процессах гемопоэза и синтеза антител.

Сравнительное исследование биохимических показателей крови у подопытных коров показало, что за весь период проведения эксперимента наименьшее содержание общего белка было у животных контрольной группы, а выраженное увеличение показателя отмечалось в 1-й опытной группе. У животных данной группы отмечено максимальное количество общего белка в сыворотке крови за 15...10 сут до отела, что было выше контрольных показателей на 1,6% ( $P < 0,01$ ). В эти же сроки разница между контролем и 2-й опытной группой составила 1% ( $P < 0,01$ ). За 35...30 сут до отела количество общего белка в 1-й и во 2-й опытных группах превышало показатели контроля на 0,95 ( $P < 0,01$ ) и 0,57 г/л. К 15...20-м суткам после отела была отмечена тенденция к снижению концентрации общего сывороточного белка на 0,9 г/л в контроле, 0,86 г/л в 1-й и 0,5 г/л во 2-й опытной группе, при этом показатели животных опытных групп преобладали над таковыми в контроле на 1,6 и 1,5% ( $P < 0,001$ ) (рис. 1).

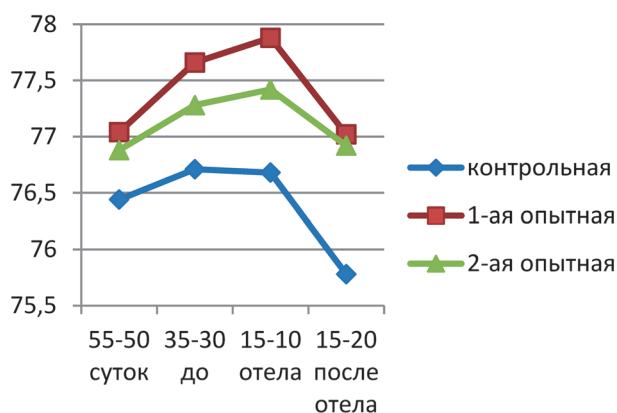


Рис. 1. Динамика общего белка, г/л

Fig. 1. Dynamics of total protein, g/l

Анализируя приведенные результаты, можно сделать вывод, что биопрепараты Prevention-N-A-M и PS-7 стимулируют синтез белка в организме до и после отела.

Нами были изучены белковые фракции: альбумины и глобулины ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -) (рис. 2, 3).

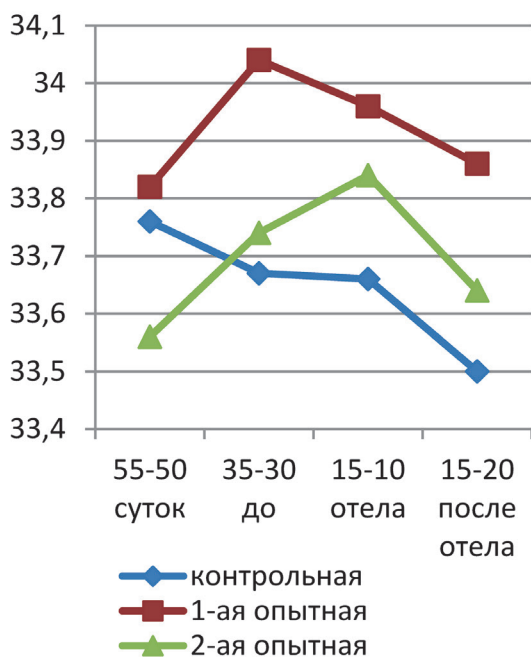


Рис. 2. Динамика альбуминов, г/л

Fig. 2. Dynamics of albumins, g/l

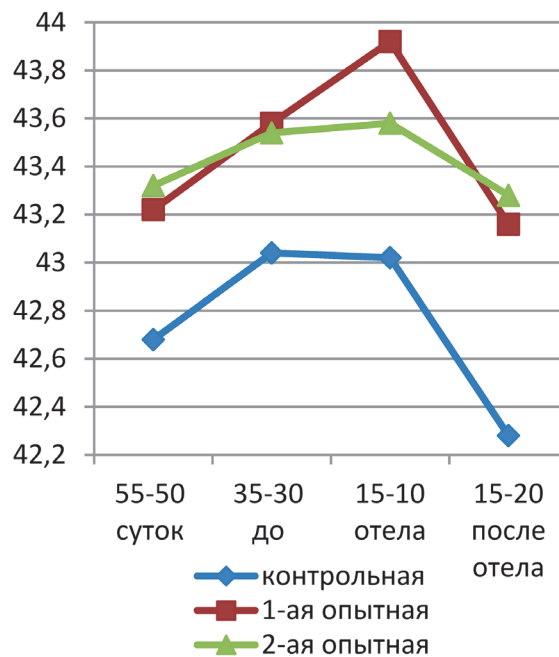


Рис. 3. Динамика глобулинов, г/л

Fig. 3. Dynamics of globulins, g/l

Основные функции альбуминов заключаются в поддержании онкотического давления и транспортировке биологически активных веществ, а также синтезе аминокислот. За 55...50 сут до отела содержание альбуминов в сыворотке крови коров контрольной группы ( $33,76 \pm 0,19$  г/л) было ниже по сравнению с 1-й ( $33,82 \pm 0,09$  г/л) и выше относительно 2-й ( $33,56 \pm 0,13$  г/л) опытных групп на 0,06 г/л (0,2%) и 0,2 г/л (0,6%) соответственно. По мере приближения к отелу у коров опытных групп количества альбуминов в сыворотке крови повышалась, и за 35...30 сут до отела показатель достиг в 1-й опытной группе 34,08 г/л, во 2-й – 33,74 г/л, что было больше на 0,41 и 0,07 г/л, чем в контроле. Уровень альбуминов в крови опытных животных продолжал расти, а в контроле стремительно падал, однако после отела был отмечен его спад и у животных опытных групп. И если количество альбуминов у новотельных животных опытных групп на 15...20-е сутки превышало первоначальные показатели (за 55...50 сут до отела) на 0,04 и 0,08 г/л, то в контрольной группе, наоборот, показатель данной фракции белка стал меньше на 0,26 г/л. При этом уровень альбуминов в сыворотке крови животных опытных групп превосходил показатели контрольных на 0,36 и 0,14 г/л, или на 1 и 0,4% соответственно.

Следовательно, полученные нами результаты свидетельствуют об эффективности апробированных биопрепаратов, поскольку они способны акти-

вировать синтез альбуминов, которые так необходимы плоду и организму коров-матерей как основной пластический материал для роста и развития.

По мере приближения отела общее количество глобулинов у коров опытных групп росло и достигло своего максимума за 15...10 сут до отела:  $43,92 \pm 0,19$  г/л в 1-й,  $43,58 \pm 0,15$  г/л во 2-й опытных группах, в то время как максимум в контроле был достигнут за 35...30 сут до отела –  $43,04 \pm 0,29$  г/л, после чего уровень белков начал падать. При этом разница между показателями контроля и 1-й опытной группы за 15...10 сут до отела оказалось статистически достоверной – 0,9 г/л ( $P < 0,05$ ). После отела у животных отмечено снижение количества глобулинов и на 15...20-е сутки после отела их уровень составил:  $42,28 \pm 0,17$  г/л в контроле,  $43,16 \pm 0,12$  г/л в 1-й и  $43,28 \pm 0,17$  г/л во 2-й опытной группе. Отметим, что концентрация глобулинов у новотельных коров опытных групп оказалась достоверно выше контрольных значений на 0,88 г/л, или 2%, и 1 г/л, или 2,4% ( $P < 0,01$ ).

На всех этапах эксперимента содержание  $\alpha$ -глобулинов в сыворотке крови подопытных животных имело несущественное различие. Исследуемая фракция белка изменялась в узких диапазонах:  $11,32 \pm 0,14$ ... $11,46 \pm 0,19$  г/л в контроле,  $11,46 \pm 0,06$ ... $11,66 \pm 0,09$  г/л в 1-й,  $11,38 \pm 0,12$ ... $11,54 \pm 0,05$  г/л во 2-й опытной группе, разница при этом была недостоверна.



В динамике  $\beta$ -глобулиновой фракции белка сыворотки крови стельных и новотельных коров прослеживалась аналогичная закономерность. При этом диапазон колебаний в контрольной группе составил  $9,60 \pm 0,44 \dots 10,00 \pm 0,14$  г/л, в 1-й опытной –  $9,84 \pm 0,21 \dots 10,10 \pm 0,10$  г/л, во 2-й –  $10,04 \pm 0,08 \dots 10,12 \pm 0,20$  г/л. В 1-й опытной группе на протяжении всего периода исследований наблюдалось повышение содержания  $\beta$ -глобулинов, а во 2-й опытной, наоборот, показатель постепенно снижался. Параллельно с этим в контроле наблюдалось постепенное повышение указанной фракции белка в период до отела, но после отела отмечено незначительное снижение.

До отела концентрация  $\gamma$ -глобулиновой фракции белка в сыворотке крови коров контрольной группы медленно возрастала с  $21,62 \pm 0,27$  до  $21,70 \pm 0,24$  г/л, т.е. на 0,08 г/л. В опытных же группах их рост был значительно выше: в 1-й опытной группе – с  $21,84 \pm 0,2$  до  $22,26 \pm 0,16$  г/л (на 0,42 г/л), во 2-й – с  $21,82 \pm 0,11$  до  $22 \pm 0,09$  г/л (на 0,18 г/л). Но на 15...20-е сутки после отела показатель снизился в контроле на 0,74 г/л, в опытных группах – на 0,66 и 0,3 г/л. При этом коровы опытных групп продолжали превосходить по показателю  $\gamma$ -глобулинов контрольных сверстниц на 0,64 и 0,74 г/л, или на 3,1 ( $P < 0,05$ ) и 3,5%.

Снижение количества  $\gamma$ -глобулинов у коров после отела может быть связано с активной выработкой лактоглобулинов молозива, которые

необходимы для формирования колострального иммунитета у новорожденных телят. А достоверное повышение количества  $\gamma$ -глобулинов в сыворотке крови коров опытных групп под действием использованных биопрепаратов свидетельствует об активизации гуморального звена неспецифической резистентности организма коров-матерей.

### Заключение

Результаты исследований показали, что при трехкратной внутримышечной инъекции биопрепараты Prevention-N-A-M и PS-7 стельным коровам за 65...60, 45...40 и 25...20 сут до отела в дозе 10 мл не оказывают отрицательного действия на физиологические показатели организма иммунизированных животных, более того, биопрепараты активизировали клеточные факторы неспецифической защиты и стрессоустойчивость коров-матерей к воздействию эколого-технологических факторов среды обитания, стимулировали синтез белка, при этом более выраженное действие оказывал Prevention-N-A-M.

Работа выполнена в соответствии с Государственным заданием по теме: FGUG-2022-0008 «Научно обосновать и разработать новые методы, средства и технологии обеспечения устойчивого ветеринарно-санитарного благополучия животноводства».

Регистрационный номер НИОКТР в ЦИТИС 122042700106-1.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Донник И.М., Шкуратова И.А. Особенности адаптации крупного рогатого скота к неблагоприятным экологическим факторам окружающей среды // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2009. № 1(1). С. 77-81.
2. Манько В.М., Петров Р.В., Хаитов Р.М. Иммуномодуляция: история, тенденция развития, современное состояние и перспективы // Иммунология. 2002. Т. 3. С. 132-137.
3. Седова О.Н. Влияние экспериментальных биопрепаратов на гематологические показатели, количество белка и активность аминотрансфераз коров и их потомства / Вклад молодых ученых в науку Самарской области: сб. научных трудов. Самара, 2012. С. 23-26.
4. Семенов В.Г., Софронов В.Г., Лукина Н.М. и др. Неспецифическая устойчивость организма крупного рогатого скота на фоне применения биопрепаратов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2022. Т. 249. № 1. С. 189-192.
5. Турин В.Г., Семенов В.Г., Семенова А.П. и др. Особенности гематологического профиля глубокоствельных и новотельных коров на фоне применения биостимуляторов (сообщение 1) // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2023. № 4(48). С. 482-488.

### REFERENCES

1. Donnik I.M., Shkuratova I.A. Osobennosti adaptacii krupnogo rogatogo skota k neblagopriyatny`m e`kologicheskim faktoram okruzhayushhej sredy` // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigeny` i e`kologii». 2009. № 1(1). S. 77-81.

2. Man'ko V.M., Petrov R.V., Kxaitov R.M. Immunomodulyacziya // istoriya, tendencziya razvitiya, sovremennoe sostoyanie i perspektivy: Immunologiya. 2002. T. 3. S. 132-137.
3. Sedova O.N. Vliyanie e'ksperimental'ny'kh biopreparatov na gematologicheskie pokazateli, kolichestvo belka i aktivnost' aminotransferaz korov i ikh potomstva / Vklad molody'kh ucheny'kh v nauku Samarskoj oblasti: sb. nauchny'kh trudov. Samara, 2012. S. 23-26.
4. Semenov V.G., Sofronov V.G., Lukina N.M. i dr. Nespeczificheskaya ustojchivost' organizma krupnogo rogatogo skota na fone primeneniya biopreparatov // Ucheny'e zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj medicziny' im. N.E'. Baumana. 2022. T. 249. № 1. S. 189-192.
5. Tyurin V.G., Semenov V.G., Semenova A.P. i dr. Osobennosti gematologicheskogo profilya glubokostel'ny'kh i novotel'ny'kh korov na fone primeneniya biostimulyatorov (soobshhenie 1) // Rossijskij zhurnal «Problemy' veterinarnoj sanitarii, gigeny' i e'kologii». 2023. № 4(48). S. 482-488.

### Информация об авторах

Тюрин В.Г. – д-р вет. наук, профессор.  
Семенов В.Г. – д-р биол. наук, проф., заведующий кафедрой.  
Семенова А.П. – аспирантка.  
Порфирьев А.Н. – соискатель.  
Антонов А.Г. – соискатель.

### Information about the authors

Tyurin V.G. – Dr. Vet. Sci., professor.  
Semenov V.G. – Dr. Biol. Sci., prof., Head of the Department.  
Semenova A.P. – postgraduate student.  
Porfiriev A. N. – the applicant.  
Antonov A. G. – the applicant.

### Вклад авторов

Тюрин В.Г. – определение цели и методов выполнения работы, написание статьи.  
Семенов В.Г. – определение цели и методов выполнения работы, организация и участие в проведении экспериментов, анализ результатов экспериментов.  
Семенова А.П. – организация и участие в проведении экспериментов, введение, заключение, анализ литературных источников.  
Порфирьев А.Н. – организация и участие в проведении экспериментов, введение, заключение, анализ литературных источников.  
Антонов А.Г. – организация и участие в проведении экспериментов, введение, заключение, анализ литературных источников.

### Contribution of the authors

Tyurin V.G. – aim and methods of work, writing an article.  
Semenov V.G. – aim and methods of work, organization of experiments and conducting experiments, analysis of experimental results.  
Semenova A.P. – organization of experiments and conducting experiments, introduction, conclusion of the scientific articles, analysis of literary sources.  
Porfiriev A. N. – organization of experiments and conducting experiments, introduction, conclusion of the scientific articles, analysis of literary sources.  
Antonov A. G. – organization of experiments and conducting experiments, introduction, conclusion of the scientific articles, analysis of literary sources.

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

Статья поступила в редакцию 19.07.2023; одобрена после рецензирования 15.01.2024. Дата опубликования 28.03.2024.

The article was submitted 19.07.2023; approved after reviewing 15.01.2024. Date of publication 28.03.2024

Научная статья  
УДК 636.4.086.782+636.4.084  
doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401019  
EDN: GWJUCM

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСТРАКТА КОРЫ ЛИСТВЕННИЦЫ В КОРМЛЕНИИ СВИНЕЙ

*Людмила Анатольевна Никанова<sup>1</sup>, Юрий Павлович Фомичев<sup>2</sup>*

<sup>1,2</sup> *Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста  
(ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста),  
Московская обл. 142132, Российская Федерация*

<sup>1</sup> nikanovala@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3295-7395>

<sup>2</sup> urij.fomichev@yandex.ru: <https://orcid.org/0000-0003-0213-5526>

**Аннотация.** В статье представлены материалы по изучению экстракта коры лиственницы даурской («ЭкстраКор») в питании поросят-отъемышей в целях активации метаболических процессов, повышения патогенетической резистентности и профилактики диарей.

Исследования проведены на свиноферме в Калужской области на двух группах поросят – помесях крупной белой породы с породами ландрас и дюрок в период выращивания после отъема и до постановки на откорм, продолжительностью 70 сут. По принципу аналогов были сформированы две группы поросят-отъемышей: контрольная и опытная. Поросята контрольной группы получали стандартный полнорационный комбикорм. Поросята опытной группы получали к общему рациону «ЭкстраКор», 4 г на голову в день.

Использование в кормлении поросят «ЭкстраКор» способствовало коррекции обменных процессов, что обеспечило более высокую реализацию генетического потенциала свиней. Так, в сыворотке крови у поросят, получавших «ЭкстраКор», содержание общего белка составило 72,6 г/л, что было выше, чем у контрольных на 5,7%, в основном за счет альбуминовой фракции. У поросят опытной группы содержание креатинина в сыворотке крови было выше на 6,4%. У них также значительно улучшилось функциональное состояние печени, на что указывает снижение содержания билирубина в сыворотке крови в 2 раза ( $P < 0,01$ ). Изменения метаболизма у поросят опытной группы положительно отразились на продуктивности и сохранности поголовья. Так, за период 70-суточного применения «ЭкстраКор» валовой прирост поросят составил 33,1 кг при среднесуточном приросте 473 г против 28,1 кг и 416 г соответственно в контроле, т.е. выше на 13,7 %.

**Ключевые слова:** поросята-отъемыши, экстракт коры лиственницы, «ЭкстраКор», танины, белково-азотистый обмен, печень

**Для цитирования:** Никанова Л.А., Фомичев Ю.П. Использование экстракта коры лиственницы в кормлении свиней // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2024. № 1(49). С. 131–136. doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401019  
EDN: GWJUCM

Original article

## USE OF LARCH BARK EXTRACT IN FEEDING PIGS

*Lyudmila A. Nikanova<sup>1</sup>, Yuri P. Fomichev<sup>2</sup>*

<sup>1,2</sup> *Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst,  
Moscow region, 142132, Russian Federation*

<sup>1</sup> nikanovala@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3295-7395>

<sup>2</sup> urij.fomichev@yandex.ru: <https://orcid.org/0000-0003-0213-5526>

**Abstract.** The article presents materials from research on the use of Dahurian larch bark extract in the nutrition of weaned piglets, as an activation of metabolic processes, increasing pathogenetic resistance and preventing diarrhea.

The studies were carried out on the pig farm of the collective farm in Kaluga region. on two groups of large white x landrace crossbred piglets during the growing period after weaning until placement for fattening lasting 70 days. Based on the principle of analogues, two groups of weaned piglets were formed: control and experimental. Piglets in the control group received standard complete feed. The piglets of the experimental group received larch bark extract powder, 4 g per head per day, as part of their general diet.

The use of larch bark extract in feeding piglets contributed to an increase in the body's adaptive capacity, pathogenetic resistance and correction of metabolic processes, which ensured a higher realization of the genetic potential of pigs. Thus, in the blood serum of piglets receiving larch bark extract. the total protein content was 72.6 g/l, which was higher than that of the control by 5.7%, mainly due to the albumin fraction. In piglets of the experimental group, the serum creatinine content was 6.4% higher. They also significantly improved the functional state of the liver, as indicated by a twofold decrease in the bilirubin content in the blood serum ( $P < 0.01$ ). Changes in metabolism in piglets of the experimental group had a positive effect on the productivity and safety of the livestock. Thus, during the 70-day period of application of Daurian larch bark extract, the gross gain of piglets was 33.1 kg with an average daily gain of 473 g versus 28.1 kg and 416 g, respectively, in the control, which was 13.7% higher.

**Keywords:** weaned piglets, larch bark extract, tannins, protein-nitrogen metabolism, liver

**For citation:** Nikanova L.A., Fomichev Y.P. Use of larch bark extract in feeding pigs // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2024. № 1 (49). P. 131–136 (In Russ.). doi: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202401019  
EDN: GWJUCM

### **Введение**

Реализация генетически обусловленного потенциала продуктивности свиней непосредственно зависит от удовлетворения потребности организма в питательных веществах. Совершенствование структуры рациона, введенные в него биологически активные вещества оказывают положительное влияние на продуктивность и метаболическое здоровье животных.

В настоящее время в корма для свиней все чаще включают кормовые добавки, содержащие растительные экстракты, так как их положительное действие уже доказано. В последнее время широкое применение в кормлении сельскохозяйственных животных нашли танины.

Танины представляют собой сложные смеси растительных высокомолекулярных полимеров фенольных соединений с молекулярной массой от 300 до 5000, обладающие вязущим вкусом, способные образовывать прочные связи с белками [3].

В основном танины встречаются в растениях, также они обнаружены в грибах, лишайниках и водорослях. По классификации Г. Поварнина

и К. Фрейденберга, танины подразделяют на две большие группы: гидролизуемые и конденсированные (негидролизуемые).

Гидролизуемые танины после гидролиза кислотами или ферментами создают галловую и эллаговую кислоты. С химической точки зрения, они представляют собой сложные эфиры фенолкарбонатных кислот.

Конденсированные танины устойчивы к гидролизу и производятся из флавоноидов.

Танины обладают следующими свойствами:

- выводят токсины из организма;
- предохраняют гепатоциты от повреждающего действия токсичных веществ, ускоряют регенерацию гепатоцитов;
- нормализуют и усиливают ферментативную активность клеток печени;
- улучшают процесс метаболизма, протекающего в печени;
- снижают токсическое влияние патогенных микроорганизмов в желудочно-кишечном тракте;
- повышают иммунитет;

- облегчают течение респираторных заболеваний;
- стимулируют потребление корма и воды;
- защищают целостность слизистой оболочки кишечника, стимулируют разрастание ворсинок и снижают их отмирание;
- способствуют восстановлению стенок кишечника при повреждениях различной этиологии;
- усиливают секрецию пищеварительных ферментов;
- нейтрализуют протеолитические бактерии, обволакивая белковые корма, делая их недоступными для фермента уреазы, переносят белковые корма в кишечник и там под воздействием кислотной среды они расщепляются, освобождая белок.

В работах А. Набиуллина доказана высокая эффективность гидролизуемых танинов из каштанового дерева при некротическом энтерите, эшерихиозе, илеите свиней, паразитарных инвазиях (кокцидиоз, эймериоз и др.), неинфекционных диареях различной этиологии [2].

По данным А.А. Сехина и соавт., введение в рацион высокопродуктивных коров в количестве 10 г на голову в сутки танина древесины сладкого каштана способствовало увеличению среднесуточного удоя коров на 2,7%, жира на 0,17%, белка на 0,09%, кроме того, улучшились биохимические показатели молока [4]. Скармливание фитобиотической добавки на основе танина цыплятам-бройлерам способствовало интенсификации метаболизма и повышению продуктивности [1].

На основе гидролизуемых эллаготанинов древесины сладкого каштана получена натуральная лечебно-профилактическая кормовая добавка, обеспечивающая здоровье птицы и повышение ее продуктивности. Являясь природным заменителем антибиотиков, эллаготанины связываются с мембранами бактериальных клеток и выводят выделяемые клетками бактерий токсины за счет комплексообразования.

Механизм действия танинов на организм свиней изучен не полностью. Хотя есть некоторые данные, свидетельствующие о том, что низкие концентрации дубильных веществ улучшают потребление корма, увеличивая тем самым продуктивность. Имеющаяся на сегодняшний день информация свидетельствует о том, что стимулирующее рост действие основывается на рав-

новесии между отрицательным влиянием на вкусовые качества корма, перевариванием питательных веществ с помощью ферментных комплексов и благоприятным действием, связанным с антимикробной, антиоксидантной и противовоспалительной активностью, которые улучшают состояние желудочно-кишечного тракта. Окончательное действие танинов на продуктивность животных зависит от вида, физиологического состояния животного и вида кормов [5].

Цель работы – изучить эффективность применения экстракта коры лиственницы даурской («ЭкстраКор»), содержащей танины, в качестве профилактического средства при диарее, фактора активации метаболических процессов и повышения патогенетической резистентности организма свиней в период выращивания.

### Материалы и методы

Объектом исследований служил экстракт коры лиственницы даурской, содержащий, %: танины (проантоцианидины) – не менее 50, катехины – не менее 20, флавоноиды – 2, фенольные кислоты – 2, влага – не более 10.

Исследования проводили по представленной ниже схеме (табл. 1) на свиноферме в Калужской области на помесном поголовье свиней, полученном путем скрещивания крупной белой породы (маточное поголовье) с породами ландрас и дюрок (хряки). Экстракт коры лиственницы вводили в рацион поросят-отъемышей с отъема до постановки на откорм, продолжительность эксперимента 70 сут.

Таблица 1. Схема опыта  
Table 1. Scheme of experience

Группа	Число голов	Рацион
Контрольная	10	ОР
Опытная	10	ОР + (экстракт коры лиственницы, 4 г на голову в сутки)

Примечание: ОР – основной рацион.

Note: ОР – the basic diet.

Биохимические показатели сыворотки крови (белок общий, альбумины, глобулины, мочевины, креатинин, АЛТ, АСТ, холестерин общий, глюкоза, билирубин общий, триглицериды, фосфолипиды) определяли на автоматическом биохимическом анализаторе Chem Well (Awareness Technology, США).

На протяжении всего опыта определяли следующие зоотехнические показатели: живую массу поросят при отъеме и при постановке на откорм; сохранность животных и заболеваемость, с последующим вскрытием и диагностикой падежа животных.

Полученные в опыте материалы обрабатывали биометрически с определением критерия достоверности Стьюдента–Фишера и с использованием программы Microsoft Office Excel 2007.

### Результаты исследований и обсуждение

В настоящее время в рационы животных все чаще включают растительные экстракты, поскольку их действие на организм многократно доказывало свою эффективность. Экстракты представляют собой комплекс биологически активных веществ.

В конце эксперимента у пяти голов в каждой группе брали кровь из ушной вены и определяли показатели белково-азотистого обмена (табл. 2).

Таблица 2. Состояние белково-азотистого обмена в организме поросят

Table 2. State of protein-nitrogen metabolism in the body of piglets

Показатель	Группа		Отношение: опыт/контроль	
	контрольная	опытная	±	%
Общий белок, г/л	68,6+1,3	72,6+2,7	+ 4,0	105,8
Альбумин, г/л	26,3+1,3	30,1+1,0 *	+ 3,8	114,4
Глобулин, г/л	42,3+1,8	42,5+3,5	+ 0,3	100,5
Отношение: А/Г	0,6	0,7	+0,1	116,7
Креатинин, мкмоль/л	91,5+3,0	97,4+5,5	+ 5,9	106,4
Мочевина, ммоль/л	4,3+0,5	3,2+0,3	- 1,1	74,4

Примечание: \*P<0,05.

Note: \*P<0,05.

Так, в сыворотке крови поросят, получавших «ЭкстраКор», содержание общего белка составило 72,6 г/л, что выше, чем у контрольных на 5,7% в основном за счет альбуминовой фракции (P<0,05) при соотношении А/Г 0,7 против 0,6 в контроле. Данные результаты свидетельствуют об оптимизации анаболических процессов в организме поросят, что также подтверждается повышенной активностью АЛТ (P<0,01) и АСТ (P<0,001), осуществляющих аминирование соответствующих кетокислот при синтезе белков в организме, а при недостатке энергии – дезаминирование с образованием кетокислот, которые влияют на скорость энергетического обмена. В сыворотке крови у поросят опытной группы

содержание мочевины было ниже на 25,6%, что может указывать на более эффективное использование протеина корма. Содержание креатинина в сыворотке крови в клинической практике служит показателем состояния клиренса почек, а при биохимическом исследовании крови свидетельствует об энергетическом обмене в мышечной ткани и отражением ее массы. У поросят опытной группы содержание креатинина в сыворотке крови было выше на 6,4%, но данный показатель не превышает референтных значений. У них также значительно улучшилось и функциональное состояние печени, на что указывает снижение содержания билирубина в сыворотке крови в 2 раза (P<0,01) (табл. 3).

Таблица 3. Функциональное состояние печени у поросят

Table 3. Functional state of the liver in pigs

Показатель	Группа		Отношение: Опыт/ контроль	
	контрольная	опытная	±	%
Билирубин общий, мкмоль/л	1,8+0,4	0,9+0,1***		
АЛТ, МЕ/л	38,5+2,1	63,9+8,2**	+ 25,4	166,0
АСТ, МЕ/л	26,6+1,8	35,8+1,6***	+ 9,2	134,6
Индекс де-Ритиса	0,7	0,6	- 0,1	

Примечание: \*\*\*P<0,001, \*\*P<0,01.

Note: \*\*\*P<0,001, \*\*P<0,01.

Изменения в метаболизме у поросят опытной группы положительно отразились и на продуктивности и сохранности поголовья. Так, за период 70-суточного применения «ЭкстраКора» валовой прирост поросят составил 33,1 кг при среднесуточном приросте 473 г против 28,1 кг и 416 г соответственно в контроле, т.е. выше на 13,7%.

В период опыта у всех поросят контрольной группы наблюдалась диарея, что вызвало необходимость применять антибиотики и антидиарейные средства. В этой группе пали два поросенка, в результате чего сохранность животных в группе составила 80%. В опытной группе антибиотики не применяли и сохранность в ней составила 100%.

### Заключение

Таким образом, экстракт коры лиственницы даурской «ЭкстраКор», включенный в рацион поросят в дозе 4 г/гол/сут в период выращивания от отъема до постановки на откорм, оказал положительный эффект на метаболические процессы, функциональное состояние печени животных, в результате чего у них более полно проявился генетически обусловленный потенциал продуктивности, улучшились показатели клинического состояния организма и сохранность поголовья.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России, тема гос. задания № 0445-2021-0002

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Загарин А.Ю. Влияние фитобiotics на основе танина на биохимические показатели крови и мясную продуктивность цыплят-бройлеров. Сб. трудов, приуроченных к 75-й Всероссийской студенческой конференции, посвященной 150-летию со дня рождения Е.А. Богданова. М., 2022. С. 79-82.
2. Набиулин А.Ш. Танины. Или как повесить отдачу комбикорма // Наше хозяйство. 2019. № 2. С. 32-35
3. Полухина Т.С. ГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России, лекция 28. Дубильные вещества. Классификация дубильных веществ. Распространение в растительном мире. 2020. С. 29
4. Сехин А.А., Сурмач В.Н., Гурский В.Г. и др. Эффективность использования кормовой добавки, содержащей танины, в кормлении дойных коров. Сельское хозяйство – проблемы и перспективы. Гродно, Сб. научн. трудов. Т. 37. С. 256-263.
5. <https://direct.farm/post/tanniny-v-kormlenii-monogastrichnykh-zhivotnykh-19079?ysclid=lowmltnbb6994828982>

## REFERENCES

1. Zagarin A.Yu. Vliyanie fitobiotics na osnove tanina na biokhimicheskie pokazateli krovi i myasnuyu produktivnost' chy'plyat-broylerov. Sb. trudov, priurochenny'kh k 75-j Vserossijskoj studencheskoj konferenczii, posvyashhennoj 150-letiyu so dnya rozhdeniya E.A. Bogdanova. M., 2022. S. 79-82.
2. Nabiulin A.Sh. Taniny'. Ili kak povysit' otdachu kombikorma // Nashe kxozyajstvo. 2019. № 2. S. 32-35
3. Polukhina T.S. GBOU VO Astrakxanskij GMU Minzdrava Rossii, lekcziya 28. Dubil'ny'e veshhestva. Klassifikacziya dubil'ny'kh veshhestv. Rasprostranenie v rastitel'nom mire. 2020. S. 29
4. Sekxin A.A., Surmach V.N., Gurskij V.G. i dr. E'ffektivnost' ispol'zovaniya kormovoj dobavki, soderzhashhej taniny', v kormlenii dojn'y'kh korov. Sel'skoe kxozyajstvo – problemy' i perspektivy'. Grodno, Sb. nauchn. trudov. T. 37. S. 256-263.
5. <https://direct.farm/post/tanniny-v-kormlenii-monogastrichnykh-zhivotnykh-19079?ysclid=lowmltnbb6994828982>

### Информация об авторах

Никанова Л.А. – д-р биол. наук, ведущий научный сотрудник.  
Фомичев Ю.П. – д-р биол. наук, главный научный сотрудник.

### Information about the author

Nikanova L.A. – Dr. Biol Sci., Prof., leading scientific researcher.  
Fomichev Y.P. – Dr. Biol Sci., Prof., leading scientific researcher.

### **Вклад авторов**

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### **Contribution of the authors**

The authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 16.11.2023; одобрена после рецензирования 15.12.2023. Дата публикации 28.03.2024.

The article was submitted 16.11.2023; approved after reviewing 15.12.2023. Date of publication 28.03.2024.



Научная статья  
УДК:619.614.31.48  
doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401020  
EDN: HNBXQD

## ИЗУЧЕНИЕ ОСТРОЙ ТОКСИЧНОСТИ РАСТВОРОВ СРЕДСТВА «ПЕНОКС-1»

[Магомедзапир Сайпуллаевич Сайпуллаев](#)<sup>1</sup>, [Тамила Бадрудиновна Мирзоева](#)<sup>2</sup>,  
[Зарима Тавсолтановна Гаджимурадова](#)<sup>3</sup>, [Умалат Магомедназирович Сайпуллаев](#)<sup>4</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup> Прикаспийский зональный НИВИ – филиал ФГБНУ ФАНЦ Республики Дагестан,  
г. Махачкала 367000, Республика Дагестан, Российская Федерация

pogodax22@gmail.com

**Аннотация.** В статье приведены результаты определения средней смертельной дозы побелочно-дезинфицирующего и дезинвазионного средства «Пенокс-1», в состав которого входят 20% гашеной извести с добавлением в раствор 3% хлорида натрия и 5% пенообразователя (любой марки). Определение острой токсичности проводили на белых мышах живой массой  $20 \pm 2$  г в виварии для содержания лабораторных животных Республиканской ветеринарной лаборатории Республики Дагестан. Установлено, что при однократном введении в желудок средства «Пенокс-1»  $LD_{50}$  составила  $4000 \pm 215$  мг/кг для белых мышей. Таким образом, средство относится по классификации ГОСТ 12.1.007.76 к умеренно опасным веществам (3-й класс опасности).

**Ключевые слова:** средство «Пенокс-1», острая токсичность, класс опасности, лабораторные животные

**Для цитирования:** Сайпуллаев М.С., Мирзоева Т.Б., Гаджимурадова З.Т., Сайпуллаев У.М. Изучение острой токсичности растворов средства «Пенокс-1» // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2024. № 1 (49). С. 137–142.

doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401020

EDN: HNBXQD

Original article

## STUDY OF ACUTE TOXICITY OF SOLUTIONS OF «PENOX-1»

[Magomedzapir S. Saypullayevich](#)<sup>1</sup>, [Tamila B. Mirzoeva](#)<sup>2</sup>, [Zarima T. Hajimuradova](#)<sup>3</sup>,  
[Umalat M. Saypullayev](#)<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Caspian zonal NIVI – branch of the Federal State Budgetary  
Scientific Institution FARC of the Republic of Dagestan,  
Makhachkala 367000, Republic of Dagestan, Russian Federation

pogodax22@gmail.com

**Abstract.** The article presents the results of the study of the acute toxicity of the whitewash disinfectant and disinfection agent «Penox-1», which includes: 20% slaked lime with the addition of 3% sodium chloride and 5% foaming agent (any brand) to the solution.

Acute toxicity was studied on white mice with a live weight of  $20 \pm 2$  g in a vivarium for keeping laboratory animals of the Republican Veterinary Laboratory of the Republic of Dagestan. It was found that with single injection into the stomach of the drug «Penox-1»  $Ld_{50}$  was  $4000 \pm 46.5$  mg/kg. Solu-

tions of 20% slaked lime with the addition of 3% sodium chloride and 5% foaming agent for each 100 liters do not have a negative effect on the body of white mice. It was found that the solutions of the drug «Penox-1» are classified according to GOST 12.1.007.76 as moderately dangerous (3rd class)

**Keywords:** Penox-1 product, acute toxicity, hazard class, laboratory animals

**For citation:** Saypullayev M.S., Mirzoeva T.B., Hajimuradova Z.T., Saypullayev U.M. Study of acute toxicity of solutions of «Penox-1» // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2024. №. 1 (49). P. 137–142 (In Russ.).

doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401020

EDN: HNBXQD

### **Введение**

В системе ветеринарно-санитарных мероприятий, проводимых в животноводческих и птицеводческих хозяйствах, важнейшую роль играют дезинфекция и дезинвазия, направленные на профилактику и ликвидацию инфекционных и инвазионных заболеваний с учетом защиты окружающей среды [2,12].

Быстрая адаптация микроорганизмов ведет к появлению штаммов, устойчивых к применяющимся дезинфектантам, поэтому необходимо чередовать действующие вещества (ДВ), входящие состав применяемых средств [2, 8, 12].

В условиях санкционного давления на Россию особую актуальность приобретают работы по изысканию препаратов, эффективных против возбудителей инфекционных болезней 1-й и 2-й групп устойчивости [12,13].

Необходимым условием разработки новых дезинфектантов является оценка токсических свойств, определяющих режимы их применения. Компромисс между высокой биоцидной активностью и безопасностью препаратов – очень непростая задача [1, 2, 9, 12].

В лаборатории ветеринарной санитарии, гигиены и экологии Прикаспийского ЗНИВИ разработан препарат «Пенокс-1», растворы которого эффективны для профилактической и вынужденной дезинфекции в отношении возбудителей инфекционных болезней 1-й и 2-й групп устойчивости (грамположительные и грамотрицательные бактерии, включая возбудителя туберкулеза, вирусы и грибы) и дезинвазии – ооцист кокцидий птиц [10].

По степени воздействия на организм «Пенокс-1» относится при нанесении на кожу к 3-му классу умеренно опасных веществ, при введении в брюшную полость к 4-му классу малотоксичных. По степени летучести средство относится к 4-му классу малоопасных соединений, средство

обладает местно-раздражающим эффектом на кожу и слизистые оболочки глаз. Сенсибилизирующего действия не выявлено [3, 4]. Определения параметров острой токсичности при введении в желудок ранее не проводили.

Цель работы – изучить параметры острой токсичности растворов средства «Пенокс-1» на белых мышах.

### **Материалы и методы**

Исследования проводили в виварии для содержания лабораторных животных Республиканской ветеринарной лаборатории на половозрелых беспородных белых мышах-самцах, массой 20±2 г. Для испытания острой токсичности было использовано 50 гол. белых мышей, из которых сформировали четыре опытных группы по 10 гол. и одну контрольную

В течение 3 ч перед введением растворов препарата «Пенокс-1» и после этого лабораторных мышей не кормили. Дозы растворов препарата для опытов подбирали таким образом, чтобы низкая не вызывала гибели, высокая обеспечивала 100%-ю гибель белых мышей [4].

Для установления параметров острой токсичности растворы средства «Пенокс-1» вводили в дозах: 1500, 2500, 3500 и 5000 мг/кг массы тела. Контрольные животные вместо препарата получали 0,9%-й физиологический раствор в максимальном из введенных объемов (0,1 мл). За животными наблюдали в течение 2 нед после введения растворов, отмечая гибель или выздоровление, а также особенности изменения поведения и состояния организма [5, 6].

При постановке опыта руководствовались методами, принятым в токсикологических исследованиях. Через 14 сут после введения растворов средства «Пенокс-1» подопытных и контрольных животных убивали и осматривали внутренние органы [2, 3, 5...7].

Для оценки и интерпретации данных рассчитывали среднее арифметическое и его стандартную ошибку ( $M \pm m$ ). Статистические выводы делали, используя метод Стьюдента [11].

**Результаты исследований  
и обсуждение**

Результаты, полученные при изучении острой токсичности средства «Пенокс-1» на белых мышах представлены на рисунке.

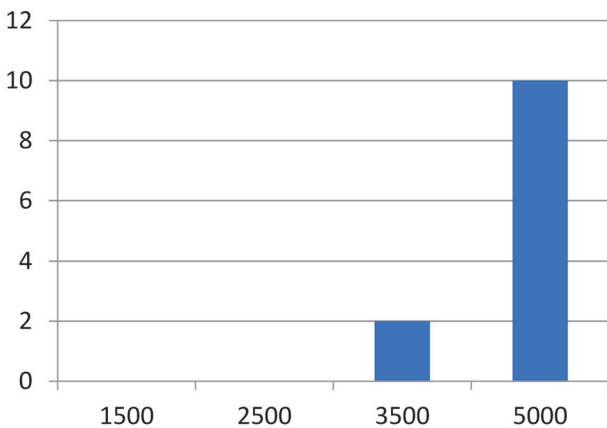


Рис.1 Зависимость гибели животных от дозы препарата, мг/кг

Fig.1 Dependence of animal death on the dose of the drug, mg/ kg

Из диаграммы видно, что при введении в желудок препарата «Пенокс-1» в дозах 1500...2500 мг/кг гибель белых мышей не выявлена. Гибель двух мышей была отмечена при введении в желудок 3500 мг/кг, 100%-я гибель установлена после введения 5000 мг/кг.

**Таблица. Средняя смертельная доза препарата «Ренох-1» ( $LD_{50}$ ) для белых мышей при внутрижелудочном поступлении**

Table. The average lethal dose of the drug «Пенокс-1» ( $LD_{50}$ ) for white mice with intragastric admission

Группа животных	1-я	2-я	3-я	4-я
Доза вводимого в желудок препарата, мг/кг	1500	2500	3500	5000
Всего животных, гол.	10	10	10	10
Выжило, гол.	10	10	8	0
Пало, гол.	0	0	2	10
Z	0		1	6
d	1000		1000	1500
Zd	0		1000	9000
$\sum Zd = 10000$				

Среднюю смертельную дозу ( $LD_{50}$ ) препарата «Пенокс-1» для белых мышей определяли по методу Кербера:

$$LD_{50} = LD_{100} - \frac{zd}{n},$$

где:  $d$  – интервал между двумя смежными дозами;  $z$  – среднее арифметическое из двух значений числа тест-объектов, у которых проявился положительный эффект при воздействии каждой из двух смежных доз;  $n$  – число тест-объектов в группе.

Для определения  $LD_{50}$  использовали формулу Кербера:  $Ld_{50} = Ld_{100} - \sum zd/n = 5000 - 10000/10 = 4000$  мг/кг.

С помощью графического метода анализа зависимости «доза – эффект» определяем  $LD_{16}$  и  $LD_{84}$ , которые составили 3300 и 4700 мг/кг, стандартную ошибку установили по формуле Гаддама:

$$S = \sqrt{\frac{k.s.d}{n}},$$

где:  $k$  – коэффициент = 0,564;  $d$  – средний шаг доз = 1166,7;  $S = (Ld_{84} - Ld_{16})/2 = 700$  мг/кг;

$$SLd_{50} = \sqrt{\frac{-0,564 \times 750 \times 1166,7}{10}} = 215 \text{ мг/кг}.$$

Картина отравления и динамика развития симптомов интоксикации зависят от вводимой дозы. После введения доз 1500 и 2500 мг/кг отмечали незначительное угнетение, возбуждение, проходящее через 3...4 ч. Через 1...2 сут животные в этих группах не отличались от контрольных.

При введении в желудок 3500 мг/кг отмечено угнетение непосредственно после введения средства, сменяющееся сильным возбуждением, переходящим в тремор, и судороги в течение 4...6 ч,

взъерошенность шерсти и гиподинамия на протяжении до 2 сут, плохое потребление корма, и на 4-е сутки два животных пали.

После введения дозы 5000 мг/кг, через 10...15 мин, отмечали нарушение координации движений, судороги, взъерошенность шерсти. Через 30...40 мин животные впадали в кому и через 2 сут погибали (100%-я гибель мышей).

В контрольной группе, где белым мышам вводили 0,9%-й физиологический раствор, гибели и признаков интоксикации не отмечали.

При патолого-анатомическом вскрытии павших белых мышей по всем группам было отмечено сильное вздутие брюшной полости, особенно желудка, печень увеличена, дряблая, бледно-серого цвета. Сосуды кровенаполнены. Содержимое желудка и кишечника состоит из полужидких пенистых масс белого цвета. Других особых изменений при вскрытии павших животных отмечено не было.

У животных контрольной группы все органы были в пределах физиологической нормы.

### Заключение

На основании проведенных опытов на лабораторных животных побелочно-дезинфицирующее средство «Пенокс-1» по параметрам острой токсичности при введении в желудок относится по ГОСТ 12.1.007 к умеренно опасным веществам (3-й класс опасности). Средняя смертельная доза средства при однократном введении в желудок для белых мышей составляет  $4000 \pm 215$  мг/кг массы тела.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о возможности использования «Пенокс-1» в качестве дезинфицирующего средства на объектах ветеринарного надзора.

Работа выполнена в соответствии с Государственным заданием по теме: FNMN-2023-0015 «Внедрить в ветеринарную практику эффективные дезинфицирующие средства широкого спектра действия и усовершенствовать меры борьбы против кокцидиоза птиц с применением фармакологических средств нового поколения» НИОКТР в ЦИТИС 119040290050-9.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бирюкова Н.П., Христенко В.В., Лобова П.С. Организация службы мониторинга безопасности лекарственных препаратов для ветеринарного применения в организациях – разработчиках (держателях регистрационных удостоверений) или в организациях – производителях лекарственных средств // Ветеринарный врач. 2019. № 6. С. 15-22.
2. Дорожкин В.И., Бирюкова Н.П., Бахмутова Т.В. Современные требования к изучению общетоксического действия фармакологических веществ // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2019. № 2(30). С. 205-215.
3. ГОСТ 12.1.007 -76 «ССБТ Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности». М.: Госстандарт, 1976.
4. Инструкция (временная) по применению средства «Пенокс-1» для дезинфекции объектов ветеринарного надзора и профилактики инфекционных болезней животных. <https://fancrd.ru/2021/01/05/дезинфицирующее-средство-пенокс-1>.
5. Методические рекомендации «О порядке испытания новых дезинфицирующих средств для ветеринарной практики». М., 1987. С.90.
6. Методы испытаний дезинфекционных средств для оценки их безопасности и эффективности. М., 1998.
7. Методы определения токсичности и опасности химических веществ (Токсикометрия) / Под ред. проф. И.В. Сапожко. М.: Медицина, 1970.
8. Марингиева М.П., Дорожкин В., Строгов В.В. Оценка общетоксических свойств нового антисептического и дезинфицирующего средств для ветеринарного применения // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2021. № 4 (40). С. 488-493.
9. Павленко Г.И., Филипенкова Г.В., Прокопенко А.А. Изучение необходимых параметров токсичности нового дезинфицирующего препарата Астрадаз-Биокси в лабораторных опытах // Ветеринария. 2019. № 5. С. 55-60.
10. Правила проведения дезинфекции и дезинвазии в объектах государственного ветеринарного надзора. М., 2002. С. 105.
11. Продоровский В.Б. Рекомендации по статистической обработке результатов токсикологических исследований. М., 1965. С.36.

12. ЩербакOVA Г.Ш., Павленко Г.И., Павлова Н.С., Дорожкин В.И. Изучение параметров острой токсичности и кумулятивных свойств дезинфицирующего средства «Дезинол вет» // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2023. № 1(45). С.120-127.
13. Щабунин С.В., Востроилова Г.А., Гриценко В.А. и др. Токсикологическая оценка препарата Субмастин-КРС в остром аспекте на лабораторных животных // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2017. № 2 (38). С. 2013.

## REFERENCES

1. Biryukova N.P., Khristenko V.V., Lobova P.S. Organizatsiya sluzhby` monitoringa bezopasnosti lekarstvenny`kh preparatov dlya veterinarnogo primeneniya v organizatsiyakh – razrabotchikakh (derzhatelyakh registratsionny`kh udostoverenij) ili v organizatsiyakh – proizvoditelyakh lekarstvenny`kh sredstv // Veterinarny`j vrach. 2019. № 6. S. 15-22.
2. Dorozhkin V.I., Biryukova N.P., Bakxmutova T.V. Sovremennyy`e trebovaniya k izucheniyu obshhestvennogo dejstviya farmakologicheskikh veshhestv // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2019. № 2(30). S. 205-2015.
3. GOST 12.1.007 -76 «SSBT Vredny`e veshhestva. Klassifikatsiya i obshhie trebovaniya bezopasnosti». M.: Gosstandart, 1976.
4. Instruksiya (vremennaya) po primeneniyu sredstva «Penoks-1» dlya dezinfekcii ob`ektov veterinarnogo nadzora i profilaktiki infektsionny`kh boleznej zhivotny`kh. <https://fanocrd.ru/2021/01/05/dezinficiruyushhee-sredstvo-penoks-1>.
5. Metodicheskie rekomendatsii «O poryadke ispy`taniya novy`kh dezinficiruyushhikh sredstv dlya veterinarnoj praktiki». M., 1987. S.90.
6. Metody` ispy`tanij dezinfektsionny`kh sredstv dlya ocenki ikh bezopasnosti i e`ffektivnosti. M., 1998.
7. Metody` opredeleniya toksichnosti i opasnosti kximicheskikh veshhestv (Toksikometriya) / Pod red. prof. I.V. Sannozkogo. M.: Meditsina, 1970.
8. Maringieva M.P., Dorozhkin V., Strogov V.V. Ocenka obshhetoksicheskikh svoystv novogo antisepticheskogo i dezinficiruyushhego sredstv dlya veterinarnogo primeneniya // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2021. № 4 (40). S. 488-493.
9. Pavlenko G.I., Filipenkova G.V., Prokonenko A.A. Izuchenie neobkxodimy`kh parametrov toksichnosti novogo dezinficiruyushhego preparata Astradez–Bioksi v laboratorny`kh opy`takh // Veterinariya. 2019. № 5. S. 55-60.
10. Pravila provedeniya dezinfekcii i dezinivazii v ob`ektakh gosudarstvennogo veterinarnogo nadzora. M., 2002. S. 105.
11. Prodorovskij V.B. Rekomendatsii po statisticheskoy obrabotke rezul`tatov toksikologicheskikh issledovanij. M., 1965. S.36.
12. Shherbakova G.SH., Pavlenko G.I., Pavlova N.S., Dorozhkin V.I. Izuchenie parametrov ostroj toksichnosti i kumulyativny`kh svoystv dezinficiruyushhego sredstva «Dezinol vet» // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2023. № 1(45). S.120-127.
13. Shhabunin S.V., Vostroilova G.A., Griczenko V.A. i dr. Toksikologicheskaya ocenka preparata Submastin-KRS v ostrom aspekte na laboratorny`kh zhivotny`kh // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2017. № 2 (38). S. 2013.

## Информация об авторах

Сайпуллаев М.С. – д-р вет. наук, главный научный сотрудник.

Мирзоева Т.Б. – научный сотрудник.

Гаджимурадова З.Т. – научный сотрудник.

Сайпуллаев У.М. – младший научный сотрудник.

## Information about the authors

Saipullaev M.S. – Doctor of Veterinary Medicine Sciences, Chief Researcher.

Mirzoeva T.B. – Researcher.

Gadzhimuradova Z.T. – Researcher.

Saipullaev U.M. – junior researcher.

### **Вклад авторов**

Сайпуллаев М.С. – постановка цели работы и написание статьи.  
Мирзоева Т.Б. – проведение исследований.  
Гаджимурадова З.Т. – проведение исследований.  
Сайпуллаев У.М. – проведение исследований.

### **Contribution of the authors**

Saypullaev M.S. – setting the goal of the work and writing the article.  
Mirzoeva T.B. – conducting researching.  
Gadzhimuradova Z.T. – conducting research.  
Saipullaev U.M. – conducting research.

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

Статья поступила в редакцию 06.10.2023. одобрена после рецензирования 08.11.2023. Дата опубликования 28.03.2024.

The article was submitted 06.10.2023. approved after reviewing 08.11.2023. Date of publication 28.03.2024.

Научная статья  
УДК 619:616-099  
doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401021  
EDN: HIXRBU

## ВЛИЯНИЕ МЕТИЛСУЛЬФОНИЛМЕТАНА НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ БЕЛЫХ КРЫС ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ КАДМИЕМ И СВИНЦОМ

*Наталья Сергеевна Павлова<sup>1</sup>, Галина Ивановна Павленко<sup>2</sup>,  
Дмитрий Александрович Дроздов<sup>3</sup>, Наталья Анатольевна Бричко<sup>4</sup>,  
Василий Иванович Дорожкин<sup>5</sup>*

<sup>1,2,3,4,5</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ им. К.И. Скрябина и Я.Р. 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>

<sup>4</sup> lab311@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5719-3251>

<sup>5</sup> tox.dor@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1188-4449>

**Аннотация.** Кадмий и свинец, являясь одними из наиболее опасных экотоксикантов, все в большем числе регионов поступают в корма, а затем в продукцию животноводства, представляя опасность для организма животных и человека. Поэтому проблема снижения токсического действия и накопления кадмия и свинца в организме не теряет своей актуальности. Одним из путей снижения накопления и негативного действия тяжелых металлов (ТМ) рассматривают применение биологически активных веществ. Так как один из механизмов токсического действия ТМ – связывание сульфгидрильных групп, для снижения интоксикации часто применяют серу и содержащие ее препараты. Метилсульфонилметан (МСМ) – серосодержащее соединение, являющееся естественным компонентом многих пищевых продуктов (фрукты, овощи, злаки). Он обладает гепатопротекторными, антиоксидантными и антитоксическими свойствами, служит источником органической серы. Введение МСМ в рацион белых крыс, получавших в течение 2,5 мес кадмий и свинец в дозе 5 и 50 мкг/кг, приводило к нормализации поведенческих показателей животных, состояния центральной нервной системы по данным определения СПП, восстановлению уровня иммуноглобулина, содержания в моче хлоридов, а в сыворотке крови – общих SH-групп, однако содержание гемоглобина оставалось достоверно низким.

**Ключевые слова:** метилсульфонилметан (МСМ, MSM), тяжелые металлы, кадмий, свинец

**Для цитирования:** Павлова Н.С., Павленко Г.И., Дроздов Д.А., Бричко Н.А. Дорожкин В.И. Влияние метилсульфонилметана на физиологические показатели белых крыс при экспериментальной интоксикации кадмием и свинцом // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2024. № 1 (49). С. 143–154.

doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202401021

EDN: HIXRBU

Original article

## THE EFFECT OF METHYLSULFONYLMETHANE ON THE PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF WHITE RATS WITH EXPERIMENTAL CADMIUM AND LEAD INTOXICATION

*Natalya S. Pavlova<sup>1</sup>, Galina I. Pavlenko<sup>2</sup>, Dmitry A. Drozdov<sup>3</sup>,  
Natalya A. Brichko<sup>4</sup>, Vasily I. Dorozhkin<sup>5</sup>*

*<sup>1,2,3,4,5</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> 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>

<sup>4</sup> lab311@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5719-3251>

<sup>5</sup> tox.dor@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1188-4449>

**Abstract.** Cadmium and lead, being one of the most dangerous ecotoxicants, are entering feed in an increasing number of regions and then into livestock products, posing a danger to the body of animals and humans. Therefore, the problem of reducing the toxic effect and accumulation of cadmium and lead in the body does not lose its relevance. One of the ways to reduce the accumulation and negative effects of heavy metals (HM) is the use of biologically active substances. Since one of the mechanisms of the toxic effect of heavy metals is the binding of sulfhydryl groups, sulfur and preparations containing it are often used to reduce intoxication. Methylsulfonylmethane (MSM) is a sulfur-containing compound that is a natural component of many foods (fruits, vegetables, grains). It has hepatoprotective, antioxidant and antitoxic properties, and is a source of organic sulfur. The introduction of cadmium and lead at a dose of 5 and 50 µg/kg into the diet of white rats for two and a half months led to the normalization of the animals' behavioral indicators, the state of the central nervous system according to the determination of the summation-threshold index (STI), restoration of the level of immunoglobulin, and the content of chlorides in the urine, and in the blood serum – general SH groups, but the hemoglobin content remained significantly low.

**Keywords:** methylsulfonylmethane (MSM), heavy metals, cadmium, lead

**For citation:** Pavlova N., Pavlenko G., Drozdov D., Brichko N., Dorozhkin V.I. The effect of methylsulfonylmethane on the physiological parameters of white rats with experimental cadmium and lead intoxication // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2024. № 1 (49). P. 143–154 (In Russ.). doi: 10.36871/vet.san.hygiene.ecol.202401021  
EDN: HIXRBU

### **Введение**

Тяжелые металлы (ТМ) представляют серьезную опасность для человека и животных даже в очень незначительных концентрациях, поскольку могут накапливаться в организме и вызывать негативные изменения спустя длительное время после поступления (отдаленные последствия). Поступление по пищевым цепям ТМ по отдельности и в различных комбинациях приводит к их кумуляции в органах и тканях животных и хроническому негативному действию на организм, а также накоплению в получаемой продукции [1, 3, 8]. Поэтому максимально допустимые уровни содержания этих элементов в объектах надзора регулируются законодательными и нормативными документами Российской Федерации [5].

В связи с этим особенно остро стоит проблема поиска и разработки детоксицирующих средств,

способствующих нейтрализации и элиминации ТМ без нанесения ущерба организму при длительном или постоянном применении. Многие вещества, участвующие в метаболизме, способны активировать механизмы защиты организма при отравлении ТМ.

Выбор метилсульфонилметана (МСМ) в качестве перспективного протекторного средства при интоксикации ТМ был обусловлен его свойствами. Метилсульфонилметан ((CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>2</sub>) представляет собой сераорганическое соединение, содержащееся в большом количестве в пищевых продуктах, например фруктах, овощах, злаках. МСМ используется как пищевая добавка, при различных патологических состояниях, включая боль, воспаление, аллергию, артрит, паразитарные инвазии, для поддержания нормального уровня кератина в волосах, коже и ногтях. МСМ может



служить в качестве предшественника для синтеза серосодержащих аминокислот (метионин и цистеин) и выступать в качестве источника серы [15, 17, 18, 20...22]. Сообщалось, что МСМ – это относительно нетоксичное соединение; не вызывает побочных эффектов и гибели плодов и беременных самок крыс [16, 19]. Все это позволяет считать его перспективным в качестве протекторного средства при интоксикации ТМ.

### Материалы и методы

Исследования проводили в лаборатории фармакологии и токсикологии и виварии ВНИИВСГЭ. Основные правила содержания и ухода соответствовали нормативам, представленным в Руководстве по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ (2005).

Были использованы половозрелые беспородные белые крысы-самцы массой 233...247 г из «Биопитомника Стезар». Животных распределяли по группам случайным образом, так чтобы индивидуальная масса животных не отличалась более чем на 20% от средней массы. Каждому животному присваивали индивидуальный номер в

соответствии с которым ставили метку путем нанесения красителей. Крыс содержали по 8 гол. в поликарбонатных клетках площадью 2150 см<sup>2</sup>, на подстилке из опилок деревьев хвойных пород.

Для кормления использовали комбикорм полнорационный для лабораторных животных ПК-120 ГОСТ Р 51849-2011 Р.5 (ООО «Лабораторкорм»), для питья – водопроводную воду *ad libitum* из стандартных поилок.

Статистические группы в опытах состояли из 8 животных. Исследования проводили в условиях двухмесячного эксперимента, руководствуясь Методическими рекомендациями [11, 13].

В качестве протектора при интоксикации комбинацией кадмия и свинца был испытан метилсульфонилметан (МСМ), представляющий собой белый порошок, хорошо растворимый в воде. Доза МСМ не установлена и зависит от индивидуальных особенностей организма. Чаще всего принимают от 1 до 4 г препарата в день в один-два приема. В эксперименте животные получали добавку с водой в дозе около 0,1 г/кг массы тела (1 г/л питьевой воды).

Схема эксперимента представлена в таблице 1.

Таблица 1 Схема эксперимента  
Table 1. The scheme of the experiment

Группа	Вид, пол животных	Число животных в группе, гол.	Вещества, введенные в корм и воду	Дозы	Режим введения
1	Крысы-самцы	8	Cd	5* мг/кг корма	С кормом 1 раз в день, 60 сут
			Pb	50* мг/кг корма	
2	Крысы-самцы	8	Cd	5* мг/кг корма	С кормом 1 раз в день, с водой
			Pb	50* мг/кг корма	
			МСМ	1 г/л воды	
3	Крысы-самцы	8	Контроль	–	Обычный корм и вода

Примечание: \*) в пересчете на металл.

Note: \*) in terms of metal.

За животными вели наблюдение в течение всего эксперимента, отмечая особенности внешнего вида и поведения. Учитывали общее состояние, аппетит, сохранность двигательных функций, координацию движений, наличие или отсутствие судорог, реакцию на звуковые раздражители, состояние слизистых оболочек и шерстного покрова, вид и консистенцию фекальных масс.

При обследовании животных использовали следующие показатели: масса тела, поведенческие реакции (удерживание животных на горизонтальном и вертикальном стержне), число вертикальных стоек крыс [10], состояние периферической крови (содержание гемоглобина, лейкоцитов и эритроцитов) [4, 6, 13], состояние иммунной системы [9], массовые коэффициенты внутренних органов, функциональное состояние центральной нервной системы (ЦНС) по величине суммационно-порогового показателя [12], состояние печени по способности органа синтезировать гиппуровую кислоту и содержанию белка в сыворотке крови, почек (диурез, относительная плотность

зонтальном и вертикальном стержне), число вертикальных стоек крыс [10], состояние периферической крови (содержание гемоглобина, лейкоцитов и эритроцитов) [4, 6, 13], состояние иммунной системы [9], массовые коэффициенты внутренних органов, функциональное состояние центральной нервной системы (ЦНС) по величине суммационно-порогового показателя [12], состояние печени по способности органа синтезировать гиппуровую кислоту и содержанию белка в сыворотке крови, почек (диурез, относительная плотность

мочи, содержание белка и хлоридов в моче) [13], проводили биохимический анализ крови животных (количество SH-групп) [14].

Статистическую обработку результатов проводили по методу Стьюдента в модификации Типпета [2].

### Результаты исследований и обсуждение

Через 1 мес и в конце эксперимента животных обследовали с помощью интегральных и специфических показателей.

Как следует из таблицы 2, масса тела животных во всех опытных группах статистически достоверно не отличалась от контроля на всем протяжении опыта.

Как следует из таблицы 3, содержание иммуноглобулина в группе, получавшей комбинацию кадмия и свинца, имело тенденцию к снижению. В группе, где животные получали комбинацию

ТМ и МСМ, количество иммуноглобулина определялось на уровне контроля.

Функцию центральной нервной системы исследовали у животных с помощью измерения СПП. Работоспособность животных оценивали по тесту удерживания на вертикальном стержне, в тесте «Вис на горизонтальном стержне» и методом определения числа стоек за 3 мин (ВДА). Данные представлены в таблице 4.

Как следует из таблицы 4, у крыс, получавших комбинацию кадмия и свинца, через месяц было отмечено достоверное повышение СПП, что свидетельствует о заторможенности животных. Кроме того, у тех же животных через месяц наблюдали достоверное снижение горизонтальной двигательной активности. У крыс, получавших МСМ одновременно с ТМ, отличие данных СПП и поведенческих показателей на всем протяжении опыта было статистически не достоверным по сравнению с таковыми в контроле.

Таблица 2. Динамика массы тела (г) животных

Table 2. Dynamics of animal body weight (g)

Группа крыс	Фон	Срок исследования, сут					
		7	14	30	35	57	79
Контроль	237,5± 3,9	278,3± 4,8	319,0± 6,3	384,9± 8,2	403,0± 9,1	429,4± 12,1	465,0± 17,7
ТМ	240± 5,0	280,1± 5,6	316,6± 7,0	382,3± 6,0	398,9± 7,3	427,8± 8,7	461,4± 8,7
ТМ + МСМ	242,5± 4,3	275,2± 6,2	314,9± 7,0	366,9± 9,4	387,6± 10,7	426,5± 12,2	465,0± 14,1

Таблица 3. Содержание иммуноглобулина в сыворотке крови животных

Table 3. Immunoglobulin content in animal blood serum

Показатель	Срок, мес	ТМ	ТМ + МСМ	Контроль
Количество иммуноглобулина, мг/кг	2	13,7 ± 0,86	15,6 ± 0,55	14,5 ± 0,64

Таблица 4. СПП и работоспособность животных

Table 4. Summation-threshold index and animal performance

Показатель	Срок, мес	Группа		
		контроль	ТМ	ТМ + МСМ
СПП, усл. ед.	1	4,0 ± 0,26	5,29 ± 0,45*	4,25 ± 0,45
	2	3,4 ± 0,13	3,4 ± 0,25	3,4 ± 0,39
ВДА, стоек за 3 мин	1	14,9 ± 1,0	15,6 ± 1,2	13,9 ± 2,0
	2	19,1 ± 1,3	16,7 ± 2,5	18,3 ± 1,5
Вертикальный стержень, с	1	23,0 ± 4,2	19,1 ± 4,0	21,6 ± 3,1
	2	29,8 ± 3,6	26,0 ± 7,0	33,4 ± 5,7
Горизонтальный стержень, с	1	11,0 ± 2,6	5,4 ± 1,0*	8,8 ± 2,0
	2	9,3 ± 1,7	6,4 ± 1,1	10,5 ± 3,8

Примечание: \* P < 0,05.

Note: \* P < 0,05.

Важное значение при диагностике отравления ТМ имеет общий анализ крови. Изменения, происходящие в крови, отражают изменения, происходящие в целом организме.

Как следует из таблицы 5, комбинация ТМ вызвала у животных в конце второго месяца сни-

жение количества гемоглобина, свидетельствующее о развитии у них анемии, что можно считать специфическим действием ТМ на кроветворение. Введение в корм МСМ не повлияло на содержание гемоглобина, его уровень был достоверно ниже контрольных значений.

**Таблица 5. Результаты анализа периферической крови**  
Table 5. Results of peripheral blood analysis

Сроки, мес	Группа	Гемоглобин, г/л	Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л	Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л
1	Контроль	131,0 ± 0,49	5,25 ± 1,3	6,40 ± 0,18
	Cd + Pb	130,1 ± 4,3	6,34 ± 1,7	6,20 ± 0,14
	Cd + Pb + МСМ	124,0 ± 5,2	5,21 ± 2,0	5,95 ± 0,22
2	Контроль	136,0 ± 3,2	7,28 ± 2,3	5,8 ± 0,15
	Cd + Pb	122,0 ± 0,29*	6,98 ± 1,9	6,1 ± 0,16
	Cd + Pb + МСМ	125,0 ± 0,2*	7,03 ± 2,1	5,9 ± 0,24

Примечание: \* P < 0,05.

Note: \* P < 0,05.

В механизме действия свинца и кадмия ведущая роль принадлежит процессам взаимодействия с сульфгидрильными группами (тиоловые яды), которые обуславливают активность многих ферментов, участвующих в различных этапах белкового, углеводного и минерального обмена. В механизме действия свинца и кадмия ведущая роль принадлежит процессам взаимодействия с сульфгидрильными группами (тиоловые яды), ко-

торые обуславливают активность многих ферментов, участвующих в различных этапах белкового, углеводного и минерального обмена.

Как следует из таблице 6, в группе животных, получавших комбинацию кадмия и свинца, к концу второго месяца достоверно снизилось количество общих SH-групп. При добавлении в корм МСМ количество SH-групп повысилось до уровня контроля.

**Таблица 6. Результаты определения SH-групп в сыворотке крови белых крыс**  
Table 6. The results of the determination of SH groups in the blood serum of white rats

Сроки, мес	Группа крыс	Общие SH-группы, мкмоль/мл	Небелковые SH-группы, мкмоль/мл	Белковые SH-группы, мкмоль/мл
2	Контроль	35,2 ± 1,0	26,3 ± 2,5	9,0 ± 1,4
	Cd + Pb	32,5 ± 0,9*	24,9 ± 2,0	8,3 ± 1,5
	Cd + Pb + МСМ	36,0 ± 0,56	29,9 ± 1,9	7,2 ± 1,3

Примечание: \* P < 0,05.

Note: \* P < 0,05.

Ведущими показателями функционального состояния печени являются обезвреживающая и белковообразовательная функции, которые в нашем эксперименте оценивали с помощью определения в моче содержания гиппуровой кислоты и общего белка в сыворотке крови.

Синтез гиппуровой кислоты у человека происходит преимущественно в печени, как и у большинства животных. В связи с этим в клинической практике находит применение проба скорости образования и выделения гиппуровой кислоты после введения в организм бензойной кислоты.

Как следует из таблицы 7, достоверного изменения содержания гиппуровой кислоты в моче и общего белка в сыворотке крови не обнаружено.

При исследовании функционального состояния почек определяли комплекс показателей: диурез, относительная плотность мочи, содержание белка и хлоридов в моче.

Как следует из представленной таблицы 8, в группе животных, получавших комбинацию кадмия и свинца, через 1 мес содержание в моче хлоридов достоверно отличалось от такового в контроле, что свидетельствует о развитии у бе-

**Таблица 7. Некоторые показатели функционального состояния печени**

Table 7. Some indicators of the functional state of the liver

Показатель	Сроки, мес	Контроль	ТМ	ТМ + МСМ
Гиппуровая кислота, мг/сутки	1	31,7 ± 6,3	44,7 ± 6,3	32,3 ± 3,7
	2	52,3 ± 12,2	51,0 ± 8,6	65,5 ± 3,9
Общий белок, г/л	2	4,9 ± 0,6	4,0 ± 0,3	5,2 ± 0,45

**Таблица 8. Функциональное состояние почек белых крыс**

Table 8. Functional state of the kidneys of white rats

Показатель	Контроль		Cd + Pb		Cd + Pb + МСМ	
	1 мес	2 мес	1 мес	2 мес	1 мес	2 мес
Суточный диурез, мл	5,3±0,7	4,8±1,2	5,9±0,8	4,4±0,8	5,8±0,8	6,4±0,9
Относительная плотность	1,041±0,007	1,049±0,007	1,043±0,005	1,048±0,006	1,044±0,008	1,047±0,009
Белок в моче, мг/мл	1,04±0,20	0,71±0,15	1,20±0,14	0,82±0,11	0,84±0,11	0,86±0,05
Хлориды, мг/сут	26,0±1,8	20,9±3,5	31,0±1,8 P = 0,05	18,8±1,5	25,0±1,2	20,2±2,7

лых крыс этой группы нефротического синдрома. МСМ снизил содержание хлоридов в моче практически до уровня контрольных значений.

Согласно литературным данным следствием свинцовой и кадмиевой интоксикации зачастую

является изменение массы внутренних органов животных.

Как следует из таблицы 9, массовые коэффициенты у животных опытных групп достоверно не отличались от контрольных значений.

**Таблица 9. Массовые коэффициенты внутренних органов животных, %**

Table 9. Mass coefficients of internal organs of animals, %

Группа	Печень	Почки	Селезенка	Сердце	Семенники
Контроль	2,84 ± 0,12	0,57 ± 0,02	0,19 ± 0,006	0,27 ± 0,007	0,75 ± 0,026
Cd + Pb	3,06 ± 0,05	0,54 ± 0,01	0,22 ± 0,016	0,28 ± 0,008	0,68 ± 0,025
Cd + Pb + МСМ	2,90 ± 0,04	0,56 ± 0,02	0,28 ± 0,005	0,27 ± 0,007	0,75 ± 0,014

При патоморфологическом вскрытии у животных, получавших ТМ с кормом, печень желтовато-глинистого цвета, зернистая. Форма и размер печени без изменений. Такие же отклонения выявлены у одного животного в группе, получавшей МСМ. Кроме того, у двух животных изменение цвета и зернистость отмечены не во всем органе.

### Выводы и заключение

Таким образом, у крыс, получавших вместе с кормом комбинацию нитрата кадмия и нитрата свинца в дозах 10 МДУ, через 1 мес было обнаружено достоверное повышение СПП и снижение горизонтальной двигательной активности, что свидетельствует о заторможенности животных. Кроме того, в конце двухмесячного эксперимента имели место достоверное снижение количества гемоглобина, тенденция к снижению иммуноглобулина, увеличение содержания в моче хлоридов,

снижение в сыворотке крови количества общих SH-групп. Обнаружены дистрофические изменения в печени.

Введение МСМ совместно с ТМ нормализовало поведенческие показатели животных, величину СПП, восстанавливало уровень иммуноглобулина, содержание в моче хлоридов, а в сыворотке крови общих SH-группы, однако количество гемоглобина оставалось достоверно низким и при добавлении МСМ, у двух животных обнаружены дистрофические изменения печени.

Таким образом, МСМ показал свою эффективность как протекторное средство при хроническом поступлении кадмия и свинца, однако полной нормализации всех показателей достигнуто не было. Подобные результаты получены нами ранее при изучении эффективности ряда кормовых добавок, например гамавита, ларикарвита, треолина, что еще раз указывает на необходимость

комплексного подхода к снижению негативного действия ТМ [7].

Работа выполнена в соответствии с Государственным заданием по теме: FGUG-2022-0008 «На-

учно обосновать и разработать новые методы, средства и технологии обеспечения устойчивого ветеринарно-санитарного благополучия животноводства».

Регистрационный номер НИОКТР в ЦИТИС 122042700106-1.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- 1 *Абрамова Т.Н.* Источники поступления тяжелых металлов и их воздействие на агроэкосистемы // *Материалы 2-й Междунар. науч.-практ. конф. Семипалатинск, 2002. Т. 2. С. 413-416.*
- 2 *Беленький М.А.* Эксперименты количественной оценки фармакологического эффекта. Л., 1983. 71 с.
- 3 *Бокова Т.И.* Эколого-технологические аспекты поведения тяжелых металлов в системе почва–растение–животное–продукт питания человека: монография. РАСХН. Сиб. отд-ние. ГНУ СибНИПТИП. Новосибирск, 2004. 206 с.
- 4 *Воробьев А.И.* Подсчет эритроцитов на ФЭКЕ // *Лабораторное дело. 1959. № 3. С. 10.*
- 5 Временный максимально-допустимый уровень содержания некоторых химических элементов и госсипола в кормах для сельскохозяйственных животных. МДУ 123-4/281-87-В от 07.08.1987 г.
- 6 *Дервиз Г.В., Воробьев А.И.* Количественное определение гемоглобина посредством аппарата ФЭК-М // *Лабораторное дело. 1959. № 3. С. 3-8.*
- 7 *Дорожкин В.И., Павлова Н.С., Павленко Г.И., Дроздов Д.А.* Влияние кормовой добавки L-треонин на физиологические показатели белых крыс при интоксикации свинцом и кадмием // *Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2022. № 2 (42). С. 239-247. doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202202013*
- 8 *Зинина О.Т.* Влияние некоторых тяжелых металлов и микроэлементов на биохимические процессы в организме человека // *Избранные вопросы судебно-мед. экспертизы. 2001. № 4. С. 99-105.*
- 9 *Кондрахин И.П., Курилов Н.В. и др.* Метод определения иммуноглобулинов. В кн. *Клиническая лабораторная диагностика в ветеринарии. М., 1985.*
- 10 Методические рекомендации по исследованию поведенческих реакций животных в токсикологических исследованиях для целей гигиенического нормирования. М., 1979. 75 с.
- 11 Методы определения токсичности и опасности химических веществ (Токсикометрия). Под ред. И.В. Санюцкого. М.: Медицина, 1970. 348 с.
- 12 *Сперанский С.В.* О преимуществах использования нарастающего тока при изучении способности белых мышей к суммации подпороговых импульсов // *Фармакология и токсикология. 1965. № 1. С. 123-124.*
- 13 Справочник по клиническим лабораторным методам исследования. М.: Медицина, 1973.
- 14 *Фоломеев Ф.И.* Фотоколориметрический микрометод определения SH-групп белка и небелковых соединений крови // *Лабораторное дело. 1981. № 1. С. 33-35.*
- 15 *Amirshahrokhi K., Bohlooli S., Chinifroush M.M.* The effect of methylsulfonylmethane on the experimental colitis in the rat // *Toxicol. Appl. Pharmacol. 2011; 253:197-202. DOI: 10.1016/j.taap.2011.03.017.*
- 16 *Horvath K., Noker P.E., Somfai-Relle S., Glavits R., Financsek I., Schauss A.G.* Toxicity of methylsulfonylmethane in rats // *Food Chem. Toxicol. 2002; 40:1459-1462.*
- 17 *Kim Y.H., Kim D.H., Lim H., Baek D.-Y., Shin H.K., Kim J.-K.* The anti-inflammatory effects of methylsulfonylmethane on lipopolysaccharide-induced inflammatory responses in murine macrophages // *Biol. Pharm. Bull. 2009; 32:651–656. DOI: 10.1248/bpb.32.651.*
- 18 *Magnuson B.A., Appleton J., Ames G.B.* Pharmacokinetics and distribution of (35S)methylsulfonylmethane following oral administration to rats // *J. Agric. Food Chem. 2007;55:1033-1038. DOI.org/10.1021/jf0621469.*
- 19 *Magnuson B.A., Appleton J., Ryan B., Matulka R.A.* Oral developmental toxicity study of methylsulfonylmethane in rats // *Food Chem. Toxicol. 2007;45:977-984.*
- 20 *Nakhostin-Roohi B., Barmaki S., Khoshkharesh F., Bohlooli S.* Effect of chronic supplementation with methylsulfonylmethane on oxidative stress following acute exercise in untrained healthy men // *J. Pharm. Pharmacol. 2011. Oct;63(10):1290-4. DOI: 10.1111/j.2042-7158.2011.01314.x*
- 21 *Richmond V.L.* Incorporation of methylsulfonyl methane sulfur into guinea pig serum proteins // *Life Sci. 1986;39:263–268.*
- 22 *Tripathi R., Gupta S., Rai S, Mittal P.C.* Effect of topical application of methylsulfonylmethane (MSM), EDTA on pitting edema and oxidative stress in a double blind, placebo-controlled study // *Cell. Mol. Biol. (Noisy-le-Grand) 2011;57:62-69.*

- 23 Zhukov M., Alekhin Yu., Kalyuzhny I., Dorozhkin V., Stekolnikov A. Reasons for cattle retirement on feeding farms // BIO Web of Conferences 17, 00098 (2020), FIES 2019. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202001014.

## REFERENCES

- 1 Abramova T.N. Istochniki postupleniya tyazhely`kx metallov i ikh vozdejstvie na agroekosistemy` // Materialy` 2-j Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Semipalatinsk, 2002. T. 2. S. 413-416.
- 2 Belen`kij M.A. E`ksperty` kolichestvennoj ocenki farmakologicheskogo e`ffekta. L., 1983. 71 s.
- 3 Bokova T.I. E`kologo-tekhnologicheskie aspekty` povedeniya tyazhely`kx metallov v sisteme pochva–rastenie–zhivotnoe–produkt pitaniya cheloveka: monografiya. RASKXN. Sib. otd-nie. GNU SibNIPTIP. Novosibirsk, 2004. 206 s.
- 4 Vorob`ev A.I. Podschet e`ritroцитов na FE`Ke // Laboratornoe delo. 1959. № 3. S. 10.
- 5 Vremenny`j maksimal`no-dopustimy`j uroven` soderzhaniya nekotory`kx kximicheskix e`lementov i gossipola v kormakx dlya sel`skokhozyajstvenny`kx zhivotny`kx. MDU 123-4/281-87-V ot 07.08.1987 g.
- 6 Derviz G.V., Vorob`ev A.I. Kolichestvennoe opredelenie gemoglobina posredstvom apparata FE`K-M // Laboratornoe delo. 1959. № 3. S. 3-8.
- 7 Dorozhkin V.I., Pavlova N.S., Pavlenko G.I., Drozdov D.A. Vliyanie kormovoj dobavki L-treonin na fiziologicheskie pokazateli bely`kx kry`s pri intoksikaczii svinczom i kadmiem // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2022. № 2 (42). S. 239-247. doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202202013
- 8 Zinina O.T. Vliyanie nekotory`kx tyazhely`kx metallov i mikroelementov na biokhimicheskie processy` v organizme cheloveka // Izbranny`e voprosy` sudebno-med. e`kspertyz`. 2001. № 4. S. 99-105.
- 9 Kondrakhin I.P., Kurilov N.V. i dr. Metod opredeleniya immunoglobulinov. V kn. Klinicheskaya laboratornaya diagnostika v veterinarii. M., 1985.
- 10 Metodicheskie rekomendaczii po issledovaniyu povedencheskix reakcij zhivotny`kx v toksikologicheskix issledovaniyax dlya czelej gigienicheskogo normirovaniya. M., 1979. 75 s.
- 11 Metody` opredeleniya toksichnosti i opasnosti kximicheskix veshhestv (Toksikometriya). Pod red. I.V. Sanoczko. M.: Mediczina, 1970. 348 s.
- 12 Speranskij S.V. O preimushhestvax ispol`zovaniya narastayushhego toka pri izuchenii sposobnosti bely`kx my`shej k summaczii podporogovy`kx impul`sov // Farmakologiya i toksikologiya. 1965. № 1. S. 123-124.
- 13 Spravochnik po klinicheskim laboratorny`m metodam issledovaniya. M.: Mediczina, 1973.
- 14 Folomeev F.I. Fotokolorimetriceskij mikrometod opredeleniya SH-grupp belka i nebelkovy`kx soedinenij krovi // Laboratornoe delo. 1981. № 1. S. 33-35.
- 15 Amirshahrokhi K., Bohlooli S., Chinifroush M.M. The effect of methylsulfonylmethane on the experimental colitis in the rat // Toxicol. Appl. Pharmacol. 2011; 253:197-202. DOI: 10.1016/j.taap.2011.03.017.
- 16 Horvath K., Noker P.E., Somfai-Relle S., Glavits R., Financsek I., Schauss A.G. Toxicity of methylsulfonylmethane in rats // Food Chem. Toxicol. 2002; 40:1459-1462.
- 17 Kim Y.H., Kim D.H., Lim H., Baek D.-Y., Shin H.K., Kim J.-K. The anti-inflammatory effects of methylsulfonylmethane on lipopolysaccharide-induced inflammatory responses in murine macrophages // Biol. Pharm. Bull. 2009; 32:651–656. DOI: 10.1248/bpb.32.651.
- 18 Magnuson B.A., Appleton J., Ames G.B. Pharmacokinetics and distribution of (35S)methylsulfonylmethane following oral administration to rats // J. Agric. Food Chem. 2007;55:1033-1038. DOI.org/10.1021/jf0621469.
- 19 Magnuson B.A., Appleton J., Ryan B., Matulka R.A. Oral developmental toxicity study of methylsulfonylmethane in rats // Food Chem. Toxicol. 2007;45:977-984.
- 20 Nakhostin-Roohi B., Barmaki S., Khoshkharesh F., Bohlooli S. Effect of chronic supplementation with methylsulfonylmethane on oxidative stress following acute exercise in untrained healthy men // J. Pharm. Pharmacol. 2011. Oct;63(10):1290-4. DOI: 10.1111/j.2042-7158.2011.01314.x
- 21 Richmond V.L. Incorporation of methylsulfonyl methane sulfur into guinea pig serum proteins // Life Sci. 1986;39:263–268.
- 22 Tripathi R., Gupta S., Rai S, Mittal P.C. Effect of topical application of methylsulfonylmethane (MSM), EDTA on pitting edema and oxidative stress in a double blind, placebo-controlled study // Cell. Mol. Biol. (Noisy-le-Grand) 2011;57:62-69.
- 23 Zhukov M., Alekhin Yu., Kalyuzhny I., Dorozhkin V., Stekolnikov A. Reasons for cattle retirement on feeding farms // BIO Web of Conferences 17, 00098 (2020), FIES 2019. DOI: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202001014.

### **Информация об авторах**

Павлова Н.С. – канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник.  
Павленко Г.И. – канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник.  
Дроздов Д.А. – канд. вет. наук, старший научный сотрудник.  
Бричко Н.А. – канд. вет. наук, ведущий научный сотрудник.  
Дорожкин В.И. – д-р биол. наук, проф., академик РАН, руководитель научного направления.

### **Information about the authors**

Pavlova N.S. – Cand. Biol. Sci., Leading research associate.  
Pavlenko G.I. – Cand. Biol. Sci., Leading research associate.  
Drozhdov D.A. – Cand. Vet. Sci., Senior researcher.  
Brichko N.A. – Cand. Vet. Sci., Leading research associate.  
Doroshkin V.I. – Dr. Biol. Sci., Prof., Acad. of the Russ. Acad. of Sciences, Head of the scientific direction.

### **Вклад авторов**

Павлова Н.С. – введение, проведение экспериментов, написание статьи.  
Павленко Г.И. – введение, проведение экспериментов, заключение.  
Дроздов Д.А. – проведение экспериментов.  
Бричко Н.А. – проведение экспериментов.  
Дорожкин В.И. – общее руководство.

### **Contribution of the authors**

Pavlova N.S. – introduction, conducting experiments, writing an article.  
Pavlenko G.I. – introduction, conducting experiments.  
Drozhdov D.A. – conducting experiments.  
Brichko N.A. – conducting experiments.  
Doroshkin V. I. – general guidance.

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

Статья поступила в редакцию 30.11.2023; одобрена после рецензирования 05.12.2023. Дата опубликования 28.03.2024.

The article was submitted 30.11.2023; approved after reviewing 05.12.2023. Date of publication 28.03.2024.

## ПОЗДРАВЛЯЕМ С ЮБИЛЕЕМ



с 75-летием

**ПОПОВА Николая Ивановича, доктора ветеринарных наук,  
профессора, заместителя руководителя по научной работе  
Всероссийского научно-исследовательского института  
ветеринарной санитарии, гигиены и экологии,  
заведующего лабораторией ветеринарной санитарии**

Николай Иванович начал трудовую деятельность в 1967 г. после окончания Павловского сельскохозяйственного техникума Алтайского края в должности ветеринарного фельдшера колхоза. После службы на Тихоокеанском флоте с 1968 по 1970 г. вновь работал ветеринарным фельдшером в колхозе им. Калинина Краснощековского района Алтайского края.

С 1971 по 1976 г. он обучался на ветеринарном факультете Московской ветеринарной академии им. К.И. Скрябина, которую окончил с отличием. Затем работал в Алтайском крае главным ветеринарным врачом.

Профессор Н.И. Попов является известным ученым в области ветеринарной санитарии. Вся научная деятельность Николая Ивановича связана с ВНИИ ветеринарной санитарии, гигиены и экологии, в котором он трудится с 1983 г. по настоящее время. В 1985 г. он защитил кандидатскую диссертацию и был оставлен в институте в должности старшего научного сотрудника, с 1998 г. возглавляет лабораторию дезинфекции ВНИИВСГЭ. В 2005 г. Н.И. Попов защитил докторскую диссертацию на тему «Дезинфекция объектов ветеринарного надзора бактерицидными пенами», в которой впервые предложил высоко-



эффективную технологию дезинфекции с использованием бактерицидных пен. В 2009 г. ему было присвоено звание профессора.

Исследования Н.И. Попова отличаются глубиной научной проработкой, всегда имеют практический выход и связаны с решением важных народнохозяйственных проблем: разработкой и внедрением в ветеринарную практику высокоэффективных дезинфицирующих препаратов и технических средств для обработки объектов ветеринарного надзора, а также основополагающих законодательных документов и методических рекомендаций по их применению.

Под его руководством и при активном участии изучены и внедрены в производство более 50 высокоэффективных дезинфицирующих препаратов, направленных на поддержание эпизоотического благополучия на объектах животноводства. Н.И. Попов опубликовал более 150 научных работ; он автор 5 монографий.

Николай Иванович обладает большими организаторскими способностями, успешно готовит ка-

дры высшей квалификации: под его руководством защищены одна докторская и 7 кандидатских диссертаций. Н.И. Попов уделяет большое внимание пропаганде научных достижений, постоянно читает лекции слушателям факультета повышения квалификации ветеринарных врачей и студентам в МГАВМиБ–МВА, ВНИИПЗК, ВВЦ, Центре ветеринарии МСХ РФ. Им в соавторстве подготовлены учебники для ветеринарных факультетов вузов «Ветеринарная санитария» (2005, 2010 и 2011 гг.). Его хорошо знают в различных регионах страны, он неоднократно принимал активное участие в ликвидации очагов особо опасных болезней животных и землетрясения в Армении.

В настоящее время Николай Иванович является членом редакционного совета нашего журнала. На протяжении 8 лет он входил в состав экспертного совета ВАК Минобрнауки России.

Желаем Николаю Ивановичу долгих и плодотворных лет жизни, новых творческих успехов и здоровья.

---

**21 ноября 2023 года ушел из жизни**

**Василий Иванович Дорожкин,**

доктор биологических наук, профессор, академик РАН,  
лауреат премии Правительства Российской Федерации  
в области науки и техники



Василий Иванович родился 6 августа 1955 г. в селе Чумаёво Пензенской обл. После окончания Кузнецкого ветеринарного техникума в 1974 г. до 1976 г. служил в рядах Советской армии. Трудовую деятельность начал с должности ветфельдшера, а затем главного ветврача в Камешкирском районе Пензенской обл. С 1980 по 1982 г. работал микробиологом Приволжской биофабрики. С 1983 по 1985 г. обучался в аспирантуре ВГНКИ. В 1986 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему: «Токсикологическая оценка антикоксидийных препаратов», в 1998 г. защитил диссертацию

на соискание ученой степени доктора биологических наук на тему: «Фармакологические и токсикологические свойства биокоординационных соединений». До 2005 г. в этом институте прошел путь от младшего научного сотрудника до заведующего отделом экспертизы и стандартизации ветеринарных препаратов и главного научного сотрудника. С сентября 2005 г. он работал во ВНИИВСГЭ сначала в должности заведующего лабораторией фармакологии и токсикологии, с 2009 г. – заместителем директора по научной работе, с 2016 по 2022 г. – руководителем института.

---

В.И. Дорожкин был крупным ученым, организатором и пропагандистом науки. Основные направления его научной деятельности посвящены разработке фундаментальных основ защиты здоровья животных от различных болезней и негативного воздействия токсикантов; обеспечению ветеринарно-санитарного благополучия, биологической и химической безопасности продукции животноводства, кормов и окружающей среды.

Научные исследования Василия Ивановича были направлены на разработку высокоэффективных и безопасных лекарственных средств на основе новых фармакологических групп (биокоординационные соединения, фторхинолоны, арабиногалактаны и др.), средств для снижения интоксикации животных экотоксикантами и их внедрение в ветеринарную практику, а также на проведение мониторинга токсичных химических элементов в почве, растениях, кормах и в организме животных и изучение их влияния на состояние здоровья и продуктивность животных, санитарное качество и безопасность продуктов животноводства, разработку и совершенствование методов определения остаточного содержания токсикантов, гарантирующих санитарное качество продукции животноводства и охрану окружающей среды.

При его активном участии разработаны и внедрены в производство более 60 препарата для лечения и профилактики различных заболеваний животных, нарушений обмена веществ, повышения резистентности и стимуляции роста животных, а также антидотов, дезинфектантов и родентицидов. Результаты проведенных им исследований легли в основу многих методических рекоменда-

ций по изучению фармакологического действия, токсических свойств и отдаленных генетических последствий применения ветеринарных препаратов разных групп и рационального их использования для профилактики и лечения различных заболеваний животных. При его непосредственном участии разработаны 75 нормативных документов (ГОСТ, ОСТ, ТУ, инструкции, регламенты, правила, методы и т.д.), утвержденных федеральными и отраслевыми организациями.

Василий Иванович создал научную школу – под его руководством защищено 13 докторских и 25 кандидатских диссертаций. Опубликовано свыше 550 научных работ, он автор более 30 патентов, 8 монографий и учебников.

В.И. Дорожкин вел большую научно-общественную работу: являлся экспертом по ветеринарным препаратам, кормовым добавкам и кормам в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии Российской Федерации, заместителем главного редактора Российского журнала «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии», членом редколлегий ряда научных журналов, диссертационных советов при ГНУ ВНИИВСГЭ и ФГУ ВГНКИ, ученого совета ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ и председателем методической комиссии ГНУ ВНИИВСГЭ.

В.И. Дорожкин награжден медалями: «В память 850-летия Москвы», «За ликвидацию последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС», «Ветеран труда», грамотами РАН и МСХ РФ, многими дипломами и медалями ВДНХ и ВВЦ.

Светлая память о Василии Ивановиче надолго сохранится в сердцах всех, кто его знал.

