

## РОССИЙСКИЙ ЖУРНАЛ

# ПРОБЛЕМЫ ВЕТЕРИНАРНОЙ САНИТАРИИ, ГИГИЕНЫ И ЭКОЛОГИИ

№ 3 (47), 2023

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

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

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

Отпечатано в типографии ООО «Канцлер»:  
г. Ярославль, ул. Полушкина Роща, 16, ст. 66а  
E-mail: kancler2007@yandex.ru

Тираж 500 экз. Заказ №  
Формат 60x84/8. Объем 16,25 п.л.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Ответственность за оригинальность статьи и научные заключения несут авторы.

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

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

Подписано в печать 25.08.2023 г.

ISSN 2075-1818

Подписной индекс ПН181

### Редакционный совет:

Смирнов А. М. – главный редактор  
Дорожкин В. И. – зам. главного редактора  
Попов Н. И. – член редсовета  
Попов П. А. – 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

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

- \***Шашнина Е.В., Бабунова В.С., Попов П.А.** Определение действующих веществ в дезинфицирующих средствах на основе четвертичных аммониевых соединений..... 262
- Нетычук С.С., Бабунова В.С., Попов П.А., Лавина С.А.** Анализ причин загрязнения плесневыми грибами на мясоперерабатывающих предприятиях с целью оценки факторов риска и выбора эффективных средств для дезинфекции ..... 268
- \***Шустова А.А., Удавлиев Д.И., Башнин О.И., Шихов С.С., Гуляева Ю.А.** Испытания эффективности препарата «Битоксибациллин» в производственных условиях ..... 273
- \***Щербакова Г.Ш.** Определение дезинфицирующих свойств средства «Бактеридез Вет» в лабораторных условиях..... 279

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

- \***Ларионов Г.А., Ефимов А.В., Чеченешкина О.Ю.** Физико-химические свойства и микробиологическая безопасность молока и молочных продуктов ..... 286
- Бондаренко А.В., Курбанова М.Н., Абдуллаева А.М., Самойлова А.М.** Микробиологическая оценка безопасности молочных продуктов ..... 293
- \***Алиев А.Ю., Федотов С.В., Белозерцева Н.С.** Качественная характеристика молока коров после применения гигиенических средств ..... 300
- \***Кулач П.В., Нитяга И.М., Сатюкова Л.П., Абдуллаева А.М., Панфилова А.И.** Ветеринарно-санитарная экспертиза и сравнительная оценка переславской и сибирской ряпушки..... 307
- \***Грузнова О.А., Лобанов А.В., Сохликов А.Б., Грузнов Д.В.** Сравнение органолептических и физико-химических показателей натурального и фальсифицированного меда ..... 314
- \***Кононенко Г.П., Буркин А.А., Пирязева Е.А., Зотова Е.В.** Рапсовый жмых и шрот: первые результаты микотоксикологического обследования ..... 321

### САНИТАРНАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ

- \***Стоянова Л.Г., Дбар С.Д.** Нутрицевтические показатели бактериоцинопродуцирующих лактококков для создания ферментированных функциональных продуктов ..... 330
- \***Курило В.С., Абдуллаева А.М., Лобанова В.Г., Покровский А.А.** Характеристика и распространение бактерий рода *Listeria*..... 339

---

## ЭКОЛОГИЯ

- Анисимова Т.Ю., Тарасов С.И., Тюрин В.Г.** Эффективность различных режимов интенсивной аэробной переработки компостных смесей на основе осадка сточных вод..... 345

## ЗООГИГИЕНА

- Морозов В.Ю., Дорожкин В.И., Салеева И.П., Калиткина К.А., Колесников Р.О., Черников А.Н.** Влияние микробиоценоза воздуха птицеводческих помещений на здоровье птиц..... 353

## ФАРМАКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЯ

- \*Симурзина Е.П., Караулов Р.С., Семенов В.Г.** Анализ морфологического состава крови телят от молочных коров на фоне применения препарата Bovistim-K..... 359

- \*Павлова Н.С., Павленко Г.И., Дорожкин В.И., Енгашева Е.С., Захарова Л.Л.** Изучение действия кормовой добавки «Фитодок нейро» на белых крыс в хроническом эксперименте (сообщение 2)..... 364

- \*Жоров Г.А., Бричко Н.А., Захарова Л.Л., Обрывин В.Н., Лемясева С.В.** Сорбция кадмия и свинца веществами, перспективными для создания композиционных препаратов на основе гексацианоферратов..... 374

- \*Галимова В.П., Блинов Н.В., Сохликов А.Б.** Изучение эффективности энтеросорбента Алвисорб для снижения интоксикации организма пчел при лечении препаратом Оксивит от европейского гнильца..... 381

**\* Материалы научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы ветеринарной медицины, ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности сельскохозяйственной продукции»**

## CONTENTS

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

- \*Shashnina E.V., Babunova V.S., Popov P.A.** Determination of active substances in disinfectants based on quaternary ammonium compounds..... 262

- Netychuk S.S., Babunova V.S., Popov P.A., Lavina S.A.** Analysis of the causes of mold fungi pollution at meat processing enterprises to assess risk factors and selection of effective means for disinfection. 268

- \*Shustova A.A., Udavliev D.I., Bashnin O.I., Shikhov S.S., Gulyaeva Yu.A.** Testing the effectiveness of the drug «Bitoxibacillin» in production conditions..... 273

- \*Shcherbakova G.Sh.** Determination of the disinfecting properties of the «Bacteridez Vet» agent in laboratory conditions..... 279

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

- \*Larionov G.A., Efimov A.V., Checheneshkina O.Y.** Physico-chemical properties and microbiological safety of milk and dairy products..... 286

- Bondarenko A.V., Kurbanova M.N., Abdullayeva A.M., Samoylova A.M.** Microbiological safety assessment of dairy products ..... 293

* <b>Aliev A.Yu., Fedotov S.V., Belozertseva N.S.</b> Qualitative characteristics of milk of cows after the use of hygiene products.....	300
* <b>Kulach P.VI., Nityaga I.M., Satyukova L.P., Abdullaeva A.M., Panfilova A.Ig.</b> Veterinary sanitary expertise and comparative assessment of pereslavskaya and siberian ryapushka.....	307
* <b>Gruznova O.A., Lobanov A.V., Sokhlikov A.B., Gruznov D.V.</b> Comparison of organoleptic and physicochemical parameters of natural and falcified honey.....	314
* <b>Kononenko G.P., Burkin A.A., Piryazeva E.A. Zotova E.V.</b> Rapeseed cake and meal: first results of mycotoxicological examination.....	321

## **SANITARY MICROBIOLOGY**

* <b>Stoyanova L.G., Dbar S.D.</b> Nutraceutical indicators of bacteriocin-producing lactococci for the creation of fermented functional products.....	330
* <b>Kurilo V.S., Abdullaeva A.M., Lobanova V.G., Pokrovsky A.A.</b> Characteristics and distribution of bacteria of the genus <i>Listeria</i> .....	339

## **ECOLOGY**

<b>Anisimova T.Yu., Tarasov S.I., Tyurin V.G.</b> Efficiency of different modes of Intensive aerobic processing of compost mixtures based on sewage sludge.....	345
---	-----

## **ZOOHYGIENE**

<b>Morozov V.Y., Dorozhkin V.I., Saleeva I.P., Kalitkina K.A., Kolesnikov R.O., Chernikov A.N.</b> Influence of air microbiocenosis poultry-farming premises on poultry and their health.....	353
---	-----

## **PHARMACOLOGY AND TOXICOLOGY**

* <b>Simurzina E.P., Karaulov R.S., Semenov V.G.</b> Analysis of the morphological composition of the blood of calves from dairy cows against the background of the use of Bovistim-K.....	359
* <b>Pavlova N.S., Pavlenko G.I., Dorozhkin V.I., Engasheva E.S., Zakharova L.L.</b> Studying the effect of feed additive «Phytodoc neuro» on white rats in a chronic experiment (message 2).....	364
* <b>Zhorov G.A., Brichko N.A., Zakharova L.L., Obryvin V.N., Lemiyaseva S.V.</b> Sorption of cadmium and lead with substances promising for the creation of composite preparations based on hexacyanoferrates.....	374
* <b>Galimova V.P., Blinov N.V., Sokhlikov A.B.</b> Studying the efficiency of enterosorbent Alvisorb for reducing intoxication of the bee organism during treatment with Oxyvit from european foulder.....	381

\* **Materials of the scientific and practical conference with international participation «Actual problems of veterinary medicine, veterinary and sanitary control and biological safety of agricultural products»**

---

## 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.

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

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

Научная статья  
УДК 619:614.48  
doi: 10.36871/vet.san.hygiene.ecol.202303001  
EDN: AQOCJY

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕЙСТВУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ СРЕДСТВАХ НА ОСНОВЕ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ АММОНИЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

*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 работы – изучить и сравнить количественный состав действующих веществ из группы четвертичных аммониевых соединений (ЧАС) в различных дезинфицирующих препаратах, используемых в ветеринарии. В ходе экспериментальных исследований двенадцати дезинфектантов России, Турции и Испании было отмечено соответствие процентного содержания действующего вещества (ДВ), заявленного производителем. Единого уровня содержания ЧАС как действующего вещества нет, так как некоторые средства являются композиционными и содержат глутаровый альдегид для усиления антимикробного действия.

**Ключевые слова:** дезинфицирующие средства, дезинфектанты, четвертичные аммониевые соединения, ЧАС, действующее вещество, животноводство

**Для цитирования:** Шашнина Е.В., Бабунова В.С., Попов П.А. Определение действующих веществ в дезинфицирующих средствах на основе четвертичных аммониевых соединений // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2023. № 3 (47). С. 262–267. doi: 10.36871/vet.san.hygiene.ecol.202303001  
EDN: AQOCJY

Original article

## DETERMINATION OF ACTIVE SUBSTANCES IN DISINFECTANTS BASED ON QUATERNARY AMMONIUM COMPOUNDS

*Evgenia 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*

© Шашнина Е.В., Бабунова В.С., Попов П.А., 2023

<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 work was to study and compare the quantitative composition of active substances from the group of quaternary ammonium compounds (QAC) in various disinfectants used in veterinary medicine. In the course of experimental studies of twelve disinfectants from Russia, Turkey and Spain, it was noted that the percentage of the active substance (AS) declared by the manufacturer corresponded. There is no single level of QAC content as an active substance, since some products are composite and also contain glutaraldehyde to enhance the antimicrobial effect.

**Key words:** disinfectants, disinfectants, quaternary ammonium compounds, QAC, active substance, animal husbandry

**For citation:** Shashnina E.V., Babunova V.S., Popov P.A. Determination of active substances in disinfectants based on quaternary ammonium compounds // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2023. № 3 (47). P. 262–267 (In Russ.).

doi: 10.36871/vet.san.hygiene.ecol.202303001

EDN: AQOCJY

### Введение

Дезинфицирующие средства чрезвычайно важны для поддержания санитарии и гигиены. Ситуация на российском рынке такова, что актуальной задачей для отечественных производителей является создание новых высокоэффективных дезинфицирующих средств. Современные отечественные дезинфицирующие препараты должны обладать широким спектром антимикробного действия, быть экологичными и биоразлагаемыми во внешней среде.

Для эффективности применения дезинфицирующих веществ на предприятиях разрабатываются комплексы процедур по очистке поверхности, поскольку оставшиеся на ней загрязнения являются очагами роста микроорганизмов, так как не только защищают микроорганизмы от санитарной обработки, но и снижают эффективность дезинфицирующего средства. Дезинфектанты, применяемые на предприятиях, характеризуются широким спектром действия и высокой активностью против микроорганизмов различных видов. Для утверждения программы дезинфекции определяют потенциальные патогенные микроорганизмы в зоне воздействия и по результату принимают решение о применении того или иного средства. Целесообразно использовать дезинфектанты максимально широкого спектра действия [1, 2].

Химические методы дезинфекции заключаются в использовании дезинфицирующих средств, губительно действующих на болезнетворные организмы. Часто для проведения дезинфекции применяют галоиды (самые распространенные – хлорсодержащие препараты), кислородсодержа-

щие средства (на основе атомарного кислорода, например в составе пероксида водорода), альдегиды, спирты (этиловый, изопропиловый и др.), четвертичные аммониевые соединения и др. Следует учитывать, что в одну и ту же группу дезинфицирующих средств могут входить действующие вещества (ДВ) из разных химических групп – это так называемые композиционные средства.

Главные критерии выбора дезинфицирующего средства основываются на следующих свойствах веществ:

- антимикробное действие (бактерицидная, туберкулоцидная, фунгицидная, вирулицидная, спорицидная активность);
- токсикологические характеристики в соответствии с общепринятыми классификациями опасности и токсичности (экологическая безопасность дезинфицирующего средства);
- режим применения дезинфицирующего средства и стабильность химических средств дезинфекции.

Решающим фактором в выборе дезинфицирующего препарата является ДВ и его содержание. На практике следует выбирать дезинфектант с высокой биологической активностью против микроорганизмов, которые есть или теоретически могут появиться на предприятии. От правильного выбора дезинфицирующего средства и соблюдения санитарно-гигиенических правил обработки поверхностей и оборудования будут зависеть безопасность и качество произведенных продуктов питания.

В Российской Федерации значительная часть разрешенных к применению дезинфицирующих

средств в качестве ДВ имеет четвертичные аммониевые соединения (ЧАС). Это химические соединения, в состав которых входят углеводородные радикалы, молекулы пентавалентного азота, а также анионы – хлор или бромид-ион [3].

ЧАС часто используют для обработки полов, стен, мебели и оборудования. Эти соединения являются поверхностно-активными веществами и обладают хорошей смачивающей способностью. Невысокая моющая способность ЧАС при великолепной антимикробной активности предопределила их использование в качестве дезинфицирующих средств.

Механизм воздействия ЧАС на микроорганизмы отличается от такового соединений хлора и йода. Дезинфицирующие агенты на основе ЧАС образуют бактериостатическую пленку на поверхности. Эти соединения селективно действуют губительно на патогенные микроорганизмы; они не убивают спорообразующие бактерии, однако ингибируют их рост. ЧАС обладают большей стабильностью в присутствии органических соединений по сравнению с хлор- и йодсодержащими дезинфектантами, однако присутствие органических веществ может привести к снижению их активности. Как правило, в состав дезинфицирующих веществ на основе четвертичных аммониевых солей входят диметилбетиламмония хлорид, диметилэтилбензиламмония хлорид. Оба соединения не теряют активности в воде с содержанием солей жесткости от 500 до 1000 ppm, даже без добавления комплексообразующих агентов. В концентрациях, в которых четвертичные аммониевые соли используются для дезинфекции оборудования и поверхностей, они не считаются токсичными, не оказывают кожно-раздражающего действия, не вызывают коррозии металлов, что представляет собой большое преимущество по сравнению с хлорсодержащими соединениями. Следует иметь в виду, что ЧАС инактивируются анионными ПАВ, поэтому их можно комбинировать или использовать совместно только с определенными классами ПАВ – катионными и амфотерными.

К преимуществам дезинфектантов на основе четвертичных аммониевых солей следует отнести бесцветность и отсутствие запаха, стабильность в присутствии органических веществ, отсутствие коррозии металлов, стабильность в широком интервале температур, отсутствие кожно-раздражающего действия, эффективность при высоких

значениях pH, высокую активность в отношении плесневых грибов, отсутствие токсичности.

К недостаткам четвертичных аммониевых оснований относят потерю активности в присутствии анионных ПАВ, пленкообразование на пищевом оборудовании и поверхностях, а также слабую активность в отношении грамотрицательных бактерий, за исключением *Salmonella* spp. и *E. coli*. Активность в отношении грамотрицательных бактерий усиливают, комбинируя четвертичные аммониевые соли с другими дезинфицирующими агентами [4].

На российском рынке представлен богатый ассортимент отечественных и зарубежных дезинфектантов. Несмотря на это необходимо разрабатывать новые качественные композиционные препараты на основе недорогих ЧАС с высокой эффективностью [5].

Цель нашей работы – провести исследование дезинфицирующих препаратов на основе четвертичных аммониевых соединений, изучить состав и сочетания действующих веществ, их процентное содержание и сопоставить соотношения ЧАС, заявленные производителем, с определенным в лабораторных условиях.

### Материалы и метод

Работу проводили в лаборатории ветеринарно-санитарной экспертизы ВНИИВСГЭ – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН. В работе было исследовано 12 средств на основе ЧАС разных производителей (Россия, Турция, Испания). Все средства в целях соблюдения конфиденциальности в статье представлены шифрами.

Анализ препаратов проводили согласно ГОСТ 57474-2017. Диапазон измерения ЧАС от 0,1 до 80%. Сущность метода заключается в двухфазном титровании с хлороформом четвертичных аммониевых соединений раствором додецилсульфата натрия в присутствии различных индикаторов в разных средах. В первом случае использовали индикатор бромфеноловый синий в щелочной среде до окрашивания верхнего водного слоя в бледно-фиолетовый цвет. Во втором случае индикатором служил метиленовый голубой, и о конечной точке титрования говорил переход окраски нижнего хлороформного слоя из розовой в синюю. В третьем случае индикатором служил метиленовый голубой, среда реакции – кислая, а конечная точка титрования определялась по появлению в хлороформном слое голубого окрашивания, характерного для додецилсульфата натрия с метиленовым голубым в хлороформе [6].

**Результаты исследования  
и обсуждение**

При разработке нового дезинфицирующего средства на основе ЧАС возникает необходимость оценить содержание данного ДВ в существующих дезинфицирующих средствах, используемых в ветеринарии. При анализе было отмечено, что большая часть дезинфектантов имеет в своем составе композицию двух ЧАС: алкилдиметилбензиламмония хлорида и дидецилдиметиламмония хлорида. Полученные данные по определению содержания ЧАС предоставлены в таблице.

Все полученные данные по определению ЧАС в качестве действующего вещества соответствуют указанным производителем. Производители в действующих документах на дезсредство не всегда указывают количественное содержание ЧАС с учетом пределов определения. Это затрудняет оценку процентного содержания ДВ.

**Заключение**

При анализе представленных дезинфицирующих средств на содержание действующих ве-

ществ сделано заключение, что процентное содержание может быть разным в зависимости от состава. При разработке новых дезинфицирующих средств необходимо учитывать сочетаемость компонентов. ЧАС являются катионными поверхностно-активными веществами и их нельзя сочетать с анионными. Концентрация всех действующих веществ должна обеспечивать уничтожение на объектах ветеринарно-санитарного надзора патогенной и условно-патогенной микрофлоры, грибов и вирусов. Зачастую четвертичные аммониевые соединения представлены в композиции с глутаровым альдегидом из-за их эффективной сочетаемости за счет расширения спектра действия на патогенную микрофлору.

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.

**Таблица. Результаты испытаний дезинфицирующих веществ на основе ЧАС на соответствие характеристик, заявленных производителями**

*Table. The results of the tests of disinfectants based on the QAC for compliance with the characteristics declared by the manufacturers*

Шифр пробы	Страна производитель	ДВ в дезинфектанте	Номер метода	Молекулярная масса ЧАС, г/моль	Массовая доля ЧАС в эксперименте, %		Полученное экспериментально среднее значение массовой доли ЧАС, %	Процентное содержание ЧАС, указанное производителем (норма)	Соответствие содержания ДВ заявленному производителем
1	2	3	4	5	6		7	8	9
1/22	Россия	Смесь ЧАС	1	352	25,2	23,8	(24,5±0,5)	21,0...25,0%	Соответствует
2/22	Турция	Смесь ЧАС и глутарового альдегида	3	352	23,6	24,0	(23,8±0,7)	Данные не найдены	Невозможно оценить
3/22	Россия	Алкилдиметилбензиламмония хлорид и глутаровый альдегид	3	352	15,8	15,6	(15,7±0,3)	14,0...16,0%	Соответствует
4/22	Россия	Смесь ЧАС и глутарового альдегида	3	352	3,1	3,1	(3,1±0,1)	2,9...3,1%	-«-
5/22	Россия	Алкилдиметилбензиламмония хлорид, дидецилдиметиламмония хлорид и глутаровый альдегид	3	359,5	24,6	24,9	(24,8±0,7)	25,5%	Ниже указанной нормы, но, возможно, в пределах ошибки
6/22	Россия	Алкилдиметилбензиламмония хлорид	3	361	0,70	0,72	(0,71±0,02)	0,5...0,7%	Соответствует
7/22	Испания	Алкилдиметилбензиламмония хлорид, глутаровый альдегид	3	352	10,0	10,1	(10,1±0,3)	10,0%	-«-

1	2	3	4	5	6		7	8	9
8/22	Россия	Смесь ЧАС и глутарового альдегида	1	362	10,6	10,2	(10,4±0,2)	9,0...11,0%	Соответствует
9/22	Россия	То же	1	362	14,5	14,1	(14,3±0,3)	13,0...15,0%	«-»
10/22	Россия	Алкилдиметилбензиламмония хлорид, дидецилдиметиламмония хлорид и глутаровый альдегид	1	362	12,8	12,8	(12,8±0,3)	11,0...13,0%	«-»
11/22	Россия	То же	2	355,32	25,4	25,1	(25,2±0,5)	25,5%	Ниже указанной нормы, но, возможно, в пределах ошибки
12/23	Россия	Смесь ЧАС и глутарового альдегида	2	352	12,9	13,1	(13,0±0,3)	7,0...13,0%	Соответствует

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Силаев А.В., Громова П.В. Микробиологическая безопасность и стабильность продукции – основа успеха производителя // Контроль качества. 2005. № 3.
2. Ким И.Н., Ткаченко Т.И. Моющие и дезинфицирующие средства, используемые в рыбоперерабатывающей промышленности // Гигиена и санитария на производстве. Пищевая промышленность. 2009. № 2.
3. Алтыев А., Алтымухаммедова Б. Четвертичные аммонийные соединения // Вестник науки. 2023. № 1 (58). Т.2. С. 267-270....
4. Попов П.А. Дезинфектанты на основе стабильных и метастабильных веществ и их применение в ветеринарии: дисс... д-ра вет. наук. М., 2021. 426 с.
5. Белова В.И., Волков Ю.П. Основные направления исследований в разработке дезинфицирующих средств / Научные основы дезинфекции и стерилизации. М., 2017. С. 13-18.
6. ГОСТ Р 57474-2017. Химические дезинфицирующие средства и антисептики. Методы определения четвертичных аммониевых соединений. М.: Стандартинформ, 2017. 15 с.

### REFERENCES

1. Silaev A.V., Gromova P.V. Mikrobiologicheskaya bezopasnost` i stabil`nost` produkczii – osnova uspekha proizvoditelya // Kontrol` kachestva. 2005. № 3.
2. Kim I.N., Tkachenko T.I. Moyushhie i dezinficiruyushhie sredstva, ispol`zuemy`e v ry`bopererabaty`vayushhej promy`shlennosti // Gigena i sanitariya na proizvodstve. Pishhevaya promy`shlennost`. 2009. № 2.
3. Alty`ev A., Alty`mukhammedova B. Chetvertichny`e ammonijny`e soedineniya // Vestnik nauki. 2023. № 1 (58). T.2. S. 267-270....
4. 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.
5. Belova V.I., Volkov Yu.P. Osnovny`e napravleniya issledovaniy v razrabotke dezinficiruyushhikx sredstv / Nauchny`e osnovy` dezinfekczii i sterilizaczii. M., 2017. S. 13-18.
6. GOST R 57474-2017. Kximicheskie dezinficiruyushhie sredstva i antiseptiki. Metody` opredeleniya chetvertichny`kx ammonievyy`kx soedinenij. M.: Standartinform, 2017. 15 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 E.V. – researcher, applicant.

Babunova V.S. – Candidate of Veterinary Sciences, leading researcher.

Попов Р.А. – Doctor of Veterinary Sciences, Head of the Institute.

### **Вклад авторов**

Шашнина Е.В. – сбор материала, проведение экспериментов, учет результатов, написание статьи.

Бабунова В.С. – постановка цели работы, учет результатов, написание статьи.

Попов П.А. – научное редактирование текста, научное руководство.

### **Contribution of the authors**

Shashnina E.V. – collecting material, conducting experiments, recording the results, writing the article.

Babunova V.S. – setting the goal of the work, recording the results, writing the article.

Popov P.A. – scientific text editing, scientific guidance.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 24.02.2023; одобрена после рецензирования 16.03.2023. Дата опубликования: 29.09.2023.

The article was submitted 24.02.2023; approved after reviewing 16.03.2023. Date of publication 29.09.2023.

Обзорная статья  
УДК 919:614.48/582.281.21  
doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303002  
EDN: ATKLSX

## АНАЛИЗ ПРИЧИН ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПЛЕСНЕВЫМИ ГРИБАМИ НА МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ С ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ ФАКТОРОВ РИСКА И ВЫБОРА ЭФФЕКТИВНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДЕЗИНФЕКЦИИ

*Светлана Сергеевна Нетычук<sup>1</sup>, Вероника Сергеевна Бабунова<sup>2</sup>,  
Петр Александрович Попов<sup>3</sup>, Светлана Алексеевна Лавина<sup>4</sup>*

<sup>1,2,3,4</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> netychukss@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-9180-7245>

<sup>2</sup> veronikavniiivs@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5506-9337>

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

**Аннотация.** В статье дан анализ возможных причин загрязнения плесневыми грибами на предприятиях мясоперерабатывающей промышленности. Доминантная микофлора на мясоперерабатывающих предприятиях обычно принадлежит к роду *Penicillium*. Показана необходимость системного анализа на производстве для комплексной оценки факторов риска и выбора эффективного дезинфицирующего средства.

**Ключевые слова:** безопасность и качество мясной продукции, факторы риска, плесени, предприятия мясоперерабатывающей промышленности, дезинфицирующие средства

**Для цитирования:** Нетычук С.С., Бабунова В.С., Попов П.А., Лавина С.А. Анализ причин загрязнения плесневыми грибами на мясоперерабатывающих предприятиях с целью оценки факторов риска и выбора эффективных средств для дезинфекции // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2023. № 3 (47). С. 268–272.

doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303002

EDN: ATKLSX

Review article

## ANALYSIS OF THE CAUSES OF MOLD FUNGI POLLUTION AT MEAT PROCESSING ENTERPRISES TO ASSESS RISK FACTORS AND SELECTION OF EFFECTIVE MEANS FOR DISINFECTION

*Svetlana S. Netychuk<sup>1</sup>, Veronica S. Babunova<sup>2</sup>, Petr A. Popov<sup>3</sup>,  
Svetlana A. Lavina<sup>4</sup>*

<sup>1,2,3,4</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> netychukss@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-9180-7245>

<sup>2</sup> veronikavniiivs@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 article provides an analysis of the possible causes of contamination by mold fungi at the enterprises of the meat processing industry. The dominant mycoflora in meat processing plants usually belongs to the genus of *Penicillium*. The need for a system analysis in production for a comprehensive assessment of risk factors and the choice of an effective disinfectant is shown.

**Keywords:** safety and quality of meat products, risk factors, molds, meat processing enterprises, disinfectants

**For citation:** Netychuk S.S., Babunova V.S., Popov P.A., Lavina S.A. Analysis of the causes of mold fungi pollution at meat processing enterprises to assess risk factors and selection of effective means for disinfection // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2023. № 3 (47). С. 268–272. doi: 10.36871/vet.san.hygiene.ecol.202303002  
EDN: ATKLSX

Повышение качества и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов является одной из главных социально-экономических задач. Решение ее напрямую зависит от научно обоснованных подходов к системе производства, хранения, контроля и реализации сырья и продукции животного происхождения [1].

В современном производстве постоянно совершенствуются технологии переработки различного сырья, что обуславливает усиление контроля на всех этапах оборота подконтрольных ветслужбам продуктов.

Многие мясоперерабатывающие предприятия сталкиваются с появлением плесневого налета на поверхности готовой продукции при хранении и реализации. Плесневый налет ухудшает товарный вид, придает продукту неприятный запах, в результате чего торговые сети отказываются от его реализации, что приводит к снижению объемов продаж в целом [4].

В последнее время в продукции животного происхождения очень часто выявляют плесневые грибы. Так, первой проблемой является плесневение самого мяса, что чаще встречается на внутренней поверхности туш и в паховых складках, поскольку там отсутствует циркуляция воздуха. При плесневении в результате гидролиза белков и дезаминирования аминокислот снижается качество мяса [2...5].

Споры плесневых грибов всегда присутствуют в окружающей среде, и это позволяет им выживать даже в экстремальных условиях. Безусловно, бороться с этим непросто, так как распространение спор носит хаотичный, цепной характер и предполагает наличие для этого благоприятных условий. Для того чтобы избавиться от плесневения, необходимо определить и устранить все возможные источники заражения спорами и инициаторы их роста.

Возможные причины загрязнения плесневыми грибами можно условно подразделить на три категории:

- беспрепятственная естественная миграция микрофлоры в окружающей среде;
- активация спор, рост и размножение в благоприятных условиях среды;
- нарушение технологии производства, хранения и реализации продукции.

Споры плесневых грибов в окружающей среде присутствуют практически везде, но прорастают они только тогда, когда появляются питательная среда и влага. В условиях производства источниками распространения микрофлоры могут служить любые составляющие процесса: производственные помещения, оборудование и инвентарь, сырье, ароматизаторы, специи (особенно натуральные), соль, вспомогательные материалы (шпагат, сетки), оболочки для колбас – в общем все то, что попадает на производство извне. Распространению плесеней способствует также циркуляция воздуха. Споры проникают в систему вентиляции и кондиционеры, вследствие чего происходит их перенос [1, 6, 7]

В силу высокой относительной влажности воздуха, микроклимат производственных помещений (цеха, камеры созревания, накопители сырья, дефростеры, отделения душирования продукции, цеха по производству и расфасовке полуфабрикатов, отделение мойки инвентаря и др.) представляет собой весьма благоприятную среду для жизнедеятельности плесневых грибов. Плесень прорастает лучше и быстрее всего на тех поверхностях, где больше трещин, выбоин, пустот, щелей, в углах, в местах, труднодоступных для санирования, и в местах, где затруднена циркуляция воздуха. Наличие застойных, плохо продуваемых зон в помещениях также инициирует рост плесневых грибов [5].

Плесневение может происходить даже в холодильниках при несоблюдении санитарно-гигиенических требований. Холодильная обработка не останавливает процессы порчи мяса, хотя развитие микро-

флоры и затормаживается. Попадая со стен, из воздуха на продукт и развиваясь на нем, плесени не только ухудшают товарный вид продукта, но и вызывают его порчу под действием выделяемых ими ферментов. Особенно это касается охлажденных продуктов, хранящихся в камерах при температуре 5...9°C.

Основные причины возникновения роста плесени в ферментированных мясных продуктах включают неправильный процесс сушки, в результате чего внутри всего продукта или только на его поверхности сохраняются достаточное количество влаги, а также неподходящие условия хранения. В таких случаях споры могут прорасти [7].

Наиболее распространены плесени из родов *Penicillium* (рис.), *Aspergillus*, *Cladosporium*. Так, микробиологический анализ смывов с поверхности образцов мяса и колбас на одном из мясокомбинатов России показал, что на мясной продукции чаще всего присутствуют плесневые грибы, доля которых в среднем составляет 66%. Среди плесневых грибов с наибольшей частотой были выявлены представители рода *Penicillium* (52,5%), в меньшем количестве – представители родов *Aspergillus*, *Mucor*, *Cladosporium*, *Thamnidium*, *Rhizopus*. Поверхность сырокопченых колбас поражают преимущественно *P. chrysogenum*, *P. expansum*, *P. commune*, *P. rugulosum*, а поверхность варено-копченых колбас колонизирует другой набор грибов: *P. verrucosum*, *P. brevicompactum*, *P. aurantiogriseum* [7...9].

Культуры, поражающие продукцию в производственных помещениях, холодолюбивы, т.е. проявляют активность при низких температурах (0...2°C). Плесневые грибы не вызывают гниения, но многие из них продуцируют микотоксины,

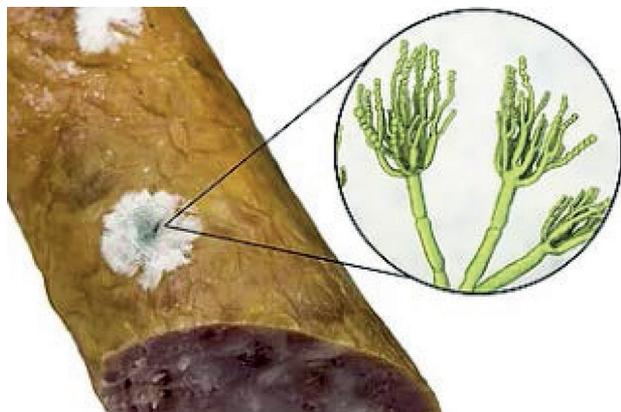


Рисунок. Колония *Penicillium* на колбасе  
Figure. Colony of *Penicillium* on sausage

а в контакте с другими бактериями могут вызывать пищевые токсикоинфекции. Так, например, *P. commune* известен как продуцент такого микотоксина, как циклопиазоновая кислота, *P. verrucosum* – охратоксина А, *P. expansum* – патулина, *Eurotium amstelodami* – стеригматоцистина. Виды *P. brevicompactum* и *P. aurantiogriseum* способны продуцировать 5...10 различных микотоксинов. Многие микотоксины обладают тератогенным (поражающим плод), мутагенным, канцерогенным и гепатотоксичным свойствами. Микотоксины не разрушаются при термообработке. Особенно опасна черная гроздевидная плесень, способная прорасти глубоко в продукт. При сплошных налетах на поверхности колбасного батона плесень может разрушать оболочку [4, 7, 8, 10, 11].

Если заплесневение обнаружено на производстве, необходимо в первую очередь задаться вопросом, почему это происходит. Нужно выявить все возможные источники спор плесневых грибов, обеспечить выполнение комплексных мероприятий по их устранению, подобрать соответствующее эффективное дезинфицирующее средство, а также определить меры дальнейшей профилактики их повторного возникновения [12].

Системный анализ для комплексной оценки факторов возникновения, причин, способов обработки и выбор самих средств даст возможность предприятию оптимизировать задачу по борьбе с плесневыми грибами, что в результате позволит повысить эффективность и экономичность мероприятий, а также улучшить окружающую среду на производстве.

В связи с этим постоянно возникает проблема проведения комплексной и одновременной обработки критических зон и выбора современных дезинфицирующих средств, обладающих следующими свойствами: долговременное (продолжительное) действие по отношению к нежелательной микрофлоре и микофлоре; дезодорирующее действие, что может положительно сказаться при дезинфекции кондиционеров и вентиляционных установок; принадлежность к 4-му классу малоподвижных веществ по токсикологической классификации; экологичность; возможность применять разными способами без снижения эффективности; экономическая выгода для предприятия.

Предприятия используют различные дезинфицирующие средства, которые универсальны по воздействию на микрофлору: обладают антимикробной активностью в отношении грамотрицательных и грамположительных бактерий, а также против

вирусов и различных плесеней. Существует ряд специальных моющих средств с дезинфицирующим эффектом, конкретно направленных против плесневых грибов. Конечно, все такие дезинфицирующие препараты должны проходить лабораторные испытания и иметь разрешение к применению на мясоперерабатывающих предприятиях.

В состав комплексной технологии должны входить обработки следующих участков рабочей и бытовой зон предприятий:

- поверхности (стены, оборудование, потолки, полки) в помещениях, в том числе участки приготовления, фасования, упаковывания и хранения готовой продукции, помещения для приема пищи, хранения упаковочного материала, пищевых добавок, пряностей, камеры созревания, накопители сырья, дефростеры, отделения душирования продукции, цеха по производству и фасованию полуфабрикатов, отделение мойки инвентаря, холодильные камеры;
- вентиляционные устройства (внутренние и внешние поверхности коробов зоны притока, фильтры);
- трубопроводы, варочные котлы, смесители [13].

### Заключение

Таким образом, чтобы избежать риска образования в конечной продукции микотоксинов, большое значение имеет предотвращение развития плесени в мясе убойных животных, во всех ингредиентах, используемых на мясоперерабатывающем предприятии, а также на всех участках производственных помещений. Контроль влажности, определение контрольных критических точек и комплексная обработка современными дезинфицирующими средствами позволит увеличить межремонтный цикл оборудования предприятия в 2...3 раза в зависимости от конкретных условий, сократить экономические потери и гарантировать необходимый уровень как антимикробной, так противоплесневой безопасности [14].

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. Ефимов К.М., Дитюк А.И., Богданов А.И. и др. Борьба с плесенью на предприятиях пищевой промышленности // Пищевая промышленность. 2014. № 12. С. 42-43.
2. Федорова Л.С. Теория и практика совершенствования дезинфицирующих средств. М.: Медицина, 2006.
3. Быреева, К.Е. Кузнецова О.В. Дефекты мясных деликатесов – причины и устранение. Часть 2 // Все о мясе. 2020. № 4. С. 25-27. DOI: 10.21323/2071-2499-2020-4-25-27.
4. Соколова Н.А., Абдуллаева А.М. Практикум по общей микробиологии. 2-е изд. Махачкала: Типография ДНЦ РАН, 2013. 191 с.
5. Герасимов А.С., Посконная Т.Ф., Попов П.А. и др. Ветеринарно-санитарные требования по обеспечению безопасности производства мяса и мясопродуктов. М., 2017. 332 с.
6. Плесневый налет: санитария как основа качества и безопасности продукции [электронный ресурс]: «Мясные технологии». <http://www.meatbranch.com/publ/view/80.html>.
7. Mižáková A., Pipová M., Turek P. The Occurrence of Moulds in Fermented Raw Meat Products // Czech J. Food Sci. Vol. 20. № 3. P. 89-94
8. Кузнецова Л.С., Михеева Н.В., Кудрякова Г.Х. Инновационные решения противоплесневой защиты колбасных оболочек // Пищевая промышленность. 2010. № 6. С. 24-25.
9. Casado M.J.M., Borrás M.A., Aguilar R.V. Fungal flora present on the surface of cured Spanish ham. Methodological study for its isolation and identification // Fleischwirtschaft. 1991. № 71. P. 1300-1302.
10. Розалёнок Т.А., Сидорин Ю.Ю. Исследование и разработка антимикробной композиции для пищевых упаковок // Техника и технология пищевых производств. 2014. № 2. С. 131-134.
11. Asensio Miguel, Nuñez Felix, Delgado Josué, Bermúde Elena Control of Toxigenic Molds in Food Processing./ Microbial Food Safety and Preservation Techniques. 2014. PP. 329-358.
12. Боровков М.Ф., Фролов В.П., Серко С.А. Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами технологии и стандартизации продуктов животноводства [Электронный ресурс]: учеб. Электрон. дан. Санкт-Петербург: Лань, 2013. 480 С. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/45654>. 3
13. Сон К.Н., Родин В.Н. Ветеринарная санитария на предприятиях по переработке пищевого сырья животного происхождения: учеб. пособие. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. 208 с.

14. Поляков А.А. Ветеринарная дезинфекция. М.: Сельхозгиз, 1960. 624 с.

## REFERENCES

1. Efimov K.M., Dityuk A.I., Bogdanov A.I. i dr. Bor`ba s plesen`yu na predpriyatiyax pishhevoj promy`shlennosti // Pishhevaya promy`shlennost`. 2014. № 12. S. 42-43.
2. Fedorova L.S. Teoriya i praktika sovershenstvovaniya dezinficiruyushhix sredstv. M.: Mediczina, 2006.
3. By`reeva, K.E. Kuzneczova O.V. Defekty` myasny`kx delikatesov – prichiny` i ustranenie. CHast` 2 // Vse o myase. 2020. № 4. S. 25-27. DOI: 10.21323/2071-2499-2020-4-25-27.
4. Sokolova N.A., Abdullaeva A.M. Praktikum po obshej mikrobiologii. 2-e izd. Makhachkala: Tipografiya DNCZ RAN, 2013. 191 s.
5. Gerasimov A.S., Poskonnaya T.F., Popov P.A. i dr. Veterinarno-sanitarny`e trebovaniya po obespecheniyu bezopasnosti proizvodstva myasa i myasoproduktov. M., 2017. 332 s.
6. Plesnevyy` nalet: sanitariya kak osnova kachestva i bezopasnosti produkcii. [e`lektronny`j resurs]: «Myasny`e tekhnologii». <http://www.meatbranch.com/publ/vi`ew/80.html>.
7. Mižáková A., Pipová M., Turek P. The Occurrence of Moulds in Fermented Raw Meat Products // Czech J. Food Sci. Vol. 20. № 3. P. 89-94
8. Kuzneczova L.S., Mikxeeva N.V., Kudryakova G.Kx. Innovacionny`e resheniya protivoplesnevoj zashhity` kolbasny`kx obolochek // Pishhevaya promy`shlennost`. 2010. № 6. S. 24-25.
9. Casado M.J.M., Borrás M.A., Aguilar R.V. Fungal flora present on the surface of cured Spanish ham. Methodological study for its isolation and identification // Fleischwirtschaft. 1991. № 71. P. 1300-1302.
10. Rozalyonok T.A., Sidorin Yu. Yu. Issledovanie i razrabotka antimikrobnoy kompozicii dlya pishhevy`kx upakovok // Tekhnika i tekhnologiya pishhevy`kx proizvodstv. 2014. № 2. S. 131-134.
11. Asensio Miguel, Nuñez Felix, Delgado Josué, Bermúde Elena Control of Toxigenic Molds in Food Processing. / Microbial Food Safety and Preservation Techniques. 2014. PP. 329-358.
12. Borovkov M.F., Frolov V.P., Serko S.A. Veterinarno-sanitarnaya e`kspertiza s osnovami tekhnologii i standartizacii produktov zhivotnovodstva [E`lektronny`j resurs]: ucheb. E`lektron. dan. Sankt-Peterburg: Lan`, 2013. 480 S. Rezhim dostupa: <https://e.lanbook.com/book/45654>. 3
13. Son K.N., Rodin V.N. Veterinarnaya sanitariya na predpriyatiyax po pererabotke pishhevogo sy`r`ya zhivotnogo proiskhozheniya: ucheb. posobie. M.: NICZ INFRA-M, 2014. 208 s.
14. Polyakov A.A. Veterinarnaya dezinfekciya. M.: Sel`khozgiz, 1960. 624 s.

## Информация об авторах

Нетычук С.С. – научный сотрудник, аспирант.

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

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

Лавина С.А. – д-р биол. наук, главный научный сотрудник, заведующая лабораторией.

## Information about the authors

Netychuk S.S. – researcher, post-graduate student.

Babunova V.S. – Cand. Vet. Sci., Leading Researcher.

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

Lavina S.A. – Dr. Biol. Sci., Chief researcher, Head of Laboratory.

## Вклад авторов

Авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку статьи.

## Contribution of the authors

The authors contributed equality to the article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 05.02.2023; одобрена после рецензирования 28.02.2023. Дата опубликования: 29.09. 2023.

The article was submitted 05.02.2023; approved after reviewing 28.02.2023. Date of publication: 29.09. 2023.

Научная статья  
УДК 619:614.449.57  
doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303003  
EDN: AUSBQI

## ИСПЫТАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕПАРАТА «БИТОКСИБАЦИЛЛИН» В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

*Анна Анатольевна Шустова<sup>1</sup>, Дамир Исмаилович Удавлиев<sup>2</sup>,  
Олег Игоревич Башнин<sup>3</sup>, Сергей Сергеевич Шихов<sup>4</sup>,  
Юлия Александровна Гуляева<sup>5</sup>*

<sup>1,2,3,4</sup> *Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ),  
Москва 125080, Российская Федерация*

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

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

<sup>5</sup> *«Сиббиофарм», Бердск 633004, Российская Федерация*

<sup>1</sup> a.shustova@cherkizovo.com

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

<sup>3</sup> basherovoi@mgupp.ru

<sup>4</sup> ssshikhov@mgupp.ru

<sup>5</sup> sibbio@sibbio.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты производственных испытаний препарата «Битоксибациллин» (производство ООО ПО «Сиббиофарм») в фермерском хозяйстве Астраханской области в период с апреля по сентябрь 2022 г. Согласно результатам проведенных исследований установлено, что препарат «Битоксибациллин» является эффективным средством для дезинсекции животноводческих и подсобных помещений, навозных каналов, навозохранилищ и других мест скопления органических отходов, где могут развиваться насекомые и их личинки. «Битоксибациллин» эффективен в концентрации 3 и 5%. При толщине слоя отходов до 50 см норма расхода 3%-го раствора препарата составляет 3 л на 1 м<sup>2</sup>, при толщине слоя субстрата свыше 50 см – 10 л на 1 м<sup>2</sup>. При обработке поверхностей с низкой биологической нагрузкой (до 10 г/дм<sup>2</sup>) применяли 5%-й раствор при норме расхода 0,5 л/м<sup>2</sup>.

**Ключевые слова:** санитария, дезинсекция, «Битоксибациллин», мухи

**Для цитирования:** Шустова А.А., Удавлиев Д.И., Башнин О.И., Шихов С.С., Гуляева Ю.А. Испытания эффективности препарата «Битоксибациллин» в производственных условиях // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2023. № 3 (47). С. 273–278. doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303003  
EDN: AUSBQI

Original article

## TESTING THE EFFECTIVENESS OF THE DRUG «BITOXIBACILLIN» IN PRODUCTION CONDITIONS

*Anna A. Shustova<sup>1</sup>, Damir I. Udavliev<sup>2</sup>, Oleg I. Bashnin<sup>3</sup>, Sergey S. Shikhov<sup>4</sup>, Yuliya A. Gulyaeva<sup>5</sup>*

<sup>1,2,3,4</sup> *Russian Biotechnological University (BIOTECH University),  
Moscow 125080, Russian Federation*

<sup>2</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  
Sibbiopharm, Berdsk 633004, Russian Federation*

<sup>1</sup> a.shustova@cherkizovo.com

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

<sup>3</sup> basherovoi@mgupp.ru

<sup>4</sup> ssshikhov@mgupp.ru

<sup>5</sup> sibbio@sibbio.ru

**Abstract.** The article presents the results of production tests of the drug «Bitoxibacillin» (manufactured by OOO PO "Sibbiopharm") in the farm of the Astrakhan region in the period from april to september 2022. According to the results of the studies, it was found that the drug «Bitoxibacillin» is an effective tool for disinsection of livestock and utility rooms, manure canals, manure storages and other places where organic waste accumulates, where insects and their larvae can develop. «Bitoxibacillin» is effective at a concentration of 3 and 5%.

With a waste layer thickness of up to 50 cm, the consumption rate of a 3% solution of the drug is 3 l per 1 m<sup>2</sup>, with a substrate layer thickness of more than 50 cm – 10 l per 1 m<sup>2</sup>, a 3% concentration of the drug was used. At treating the surfaces with a low biological load (up to 10 g/dm<sup>2</sup>), a 5% solution was used at a consumption rate of 0.5 l/m<sup>2</sup>.

**Key words:** sanitation, disinsection, bitoxibacillin, flies

**For citation:** Shustova A.A., Udavliev D.I., Bashnin O.I., Shikhov S.S., Gulyaeva Yu.A. Testing the effectiveness of the drug «Bitoxibacillin» in production conditions // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2023. № 3 (47). P. 273–278 (In Russ.).

doi: 10.36871/vet.san.hygiene.ecol.202303003

EDN: AUSBQI

### **Введение**

Двукрылые насекомые и иксодовые клещи наносят хозяйствам огромный экономический ущерб, складывающийся из прямых и косвенных убытков: потери мясной и молочной продукции, выбраковки шкур и самих животных, снижения санитарного благополучия выпускаемой продукции [2, 3]. Помимо снижения продуктивности и выбраковки животных насекомые повреждают кожные покровы, открывая путь инфекционным заболеваниям.

Следует отметить, что мухи служат переносчиками возбудителей ряда инфекционных болезней (туляремии, сибирской язвы, бруцеллеза, анаплазмоза и др.) и биологическими хозяевами возбудителей инвазионных болезней (бабезиоза крупного рогатого скота и собак, пироплазмоза лошадей, онхоцеркоза и ситарииоза крупного рогатого скота и лошадей, дирофиляриоза собак, человека и др.) [4, 6, 8].

На сегодняшний день на территории Российской Федерации насчитывается более 80 видов мух, которые относятся к семействам *Muscidae* (настоящие мухи), *Calliphoridae* (зеленые или синие мясные мухи), *Sarcophagidae* (серые мясные мухи) [2, 3, 5].

Разработка и внедрение новых препаратов позволит улучшить качество выпускаемой продукции, снизить риски выбраковки животных и их

туш, нарастить объемы выпуска мясо-молочной продукции, а также предотвратить распространение инфекций животных и человека [4...6, 10].

Введение недружественными странами жесткой санкционной политики в отношении Российской Федерации требует срочного импортозамещения. Сельскохозяйственная отрасль России нуждается в разработке новых отечественных дезинфицирующих препаратов и инсектицидов, не уступающих по качеству импортным аналогам [4, 6].

Одним из таких препаратов является «Битоксибациллин», который показал высокую эффективность в борьбе с кровососущими насекомыми и их личинками в лабораторных и производственных опытах в птицеводстве [1, 7].

### **Материалы и методы**

Производственные опыты по определению эффективности препарата «Битоксибациллин» проводили в Приволжском районе Астраханской области в период с 19 апреля по 31 сентября 2021 г. в опытном фермерском хозяйстве, занимающемся выращиванием крупного рогатого скота.

Испытания проводили на площадке хранения биологических отходов (навоз) и в производственных помещениях. Обработке подвергали полы,

стены, металлические клетки, поддоны, кормушки в производственных, подсобных помещениях, а также навоз на площадке хранения.

**Техника и метод обработки.** Обработку помещений, навозных каналов, навозохранилищ и других мест скопления органических отходов, где могут развиваться насекомые, проводили с использованием опрыскивателя и автомобиля DongFeng PC5160JSQ.

**Приготовление суспензии.** В небольшую емкость засыпали рекомендуемое количество порошка, добавляли небольшое количество холодной воды, тщательно перемешивали до образования однородной массы, которую затем разбавляли необходимым количеством воды. При заправке в опрыскиватель суспензию фильтровали через фильтр или два-три слоя марли. Приготовленную суспензию использовали в течение 2...3 ч во избежание потери ее эффективности.

Для обработки площадки хранения биологических отходов использовали препарат «Битоксибациллин» 3%-й концентрации с нормой расхода 2...3 л/м<sup>2</sup> (в некоторых случаях до 10 л). Это связано с тем, что уничтожить личинки в навозе, твердых отходах и в почве значительно труднее. В этих субстратах личинки могут жить на глубине 10...15 см и более от поверхности и для их обработки необходимо использовать большее количество рабочего раствора препарата.

### Результаты исследований и обсуждение

Для контроля эффективности препарата были подобраны два подсобных помещения площадью по 20,4 м<sup>2</sup> и с приблизительно одинаковой биологической нагрузкой (10 г/дм<sup>2</sup> поверхности), плотно заселенные насекомыми (мухами). Обработке подвергали одно из двух помещений; помещение, не подвергавшееся обработке инсектицидом, использовали в качестве контроля.

Навоз на площадке хранения биологических отходов обрабатывали полностью препаратом «Битоксибациллин» с нормой расхода 2...3 л/м<sup>2</sup>.

Норма расхода водных суспензий микробиологического средства «Битоксибациллин» 3%- и 5%-й концентрации составляла:

- при толщине слоя отходов до 50 см – 3 л на 1 м<sup>2</sup>;
- в скоплениях навоза при толщине слоя субстрата свыше 50 см – 10 л на 1 м<sup>2</sup> при влажности менее 75%;
- при влажности субстрата более 75% расход составлял 5 л/1 м<sup>2</sup>;

- при обработке поверхностей с низкой биологической нагрузкой (до 10 г/дм<sup>2</sup>), норма расхода составляла 0,5 л/м<sup>2</sup>.

В результате проведенных исследований установлено, что в субстрате объемом 10 см<sup>3</sup> обнаружено по результатам трех опытов в среднем 15...20 личинок мух разного возраста и 9...11 куколок различных насекомых (рисунок).



Рисунок. Мухи на поверхностях оборудования фермы для содержания бычков на откорм  
Fig. Flies on the surfaces of farm equipment for keeping bulls for fattening

При проведении испытаний в помещениях и боксах хранения биологических отходов (навоз), в производственных помещениях, где биологическая нагрузка была незначительной, но достаточной для развития насекомых, обработке подвергали полы, стены, металлические клетки, поддоны, кормушки с использованием препарата «Битоксибациллин» 5%-й концентрации с нормой расхода 0,5 л/м<sup>2</sup>. Обработку проводили 1 раз в 30 сут на протяжении всего периода лёта насекомых.

Перед началом испытаний были очищены помещения для содержания крупного рогатого скота, накопительные емкости, боксы и другие места скопления органических отходов, где могут размножаться насекомые.

После проведения первой серии исследований помещение не использовали в течение 3...4 нед до восстановления численности насекомых, затем заново включали в работу и исследования повторяли.

В контрольных помещениях вывешивали липкие ленты-ловушки «Раптор». Впоследствии это позволило достаточно достоверно определить количество вылупившихся из куколок мух и сравнить данные.

Согласно результатам производственных испытаний установлено, что в помещениях, обработанных препаратом «Битоксибациллин» при норме расхода 0,5 л/м<sup>2</sup>, на поверхностях липких

лент оказалось в 3,5...5 раз мух меньше, чем в помещении, которое не подверглось санитарным мероприятиям. Испытания проводили в трехкратной повторности, а период наблюдения в каждом случае составил 20 сут.

На обработанных препаратом «Битоксибациллин» поверхностях при норме расхода 3...3,5 л/м<sup>2</sup> за 20 сут (срок наблюдения) в субстрате объемом 10 см<sup>3</sup> обнаружено в 3...5 раз меньше личинок мух различного возраста и в 2 раза меньше куколок других насекомых по сравнению с контролем. Опыты проводили также в трехкратной повторности.

### Заклучение

Согласно результатам производственных опытов, проведенных в период с 19 апреля по 31 августа 2021 г., установлено, что препарат «Битоксибациллин» является эффективным средством для дезинсекции непосредственно животноводческих, а также подсобных помещений, навозных каналов, навозохранилищ и других мест скопления органических отходов, где могут развиваться личинки насекомых. Эффективными оказались следующие режимы применения.

Норма расхода водных суспензий микробиологического средства «Битоксибациллин» концентрацией 3% составляла:

- при толщине слоя отходов до 50 см – 3 л на 1 м<sup>2</sup>;
- в скоплениях навоза при толщине слоя субстрата свыше 50 см – 10 л на 1 м<sup>2</sup> при влажности менее 75%;
- при влажности субстрата более 75% расход составлял 5 л/м<sup>2</sup>;
- при обработке поверхностей с низкой биологической нагрузкой (до 10 г/дм<sup>2</sup>), норма расхода при концентрации 5% составляла 0,5 л/м<sup>2</sup>.

Обработку проводили 1 раз в 25...30 сут на протяжении всего периода лёта насекомых.

По результатам исследований можно сделать вывод, что обработка субстрата препаратом «Битоксибациллин» при указанных режимах применения уменьшает количество вылетающих из биологических отходов (помет, навоз и др.) мух в среднем в 3...5 раз.

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. Васильева Т.В. Эффективность битоксибациллина и дециса против вредителей козлятника восточного и щавеля кормового // Перспективные направления исследований ученых. Сб. науч. трудов, вып. 1. Вологда, 1999. С. 86-87.
2. Дербенева-Ухова В.П. О борьбе с мухами в сельских условиях // Гигиена и санитария. 1966. №7. С. 80-84.
3. Егоров С.В., Крючкова Е.Н., Соколов Е.А. Опыт борьбы с зоофильными мухами в скотоводческих хозяйствах ивановской области // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. 2021. № 22. С. 176-181.
4. Дорожкин В.И., Смирнов А.М., Попов Н.И. и др. Новое в решении проблем ветеринарной санитарии // Аграрная наука. 2019. № 11-12. С. 35-37.
5. Давлианидзе Т.А., Еремина О.Ю. Санитарно-эпидемиологическое значение и резистентность к инсектицидам комнатных мух *Musca Domestica* (аналитический обзор литературы 2000–2021 гг.) // Вестник защиты растений. 2021. № 2. С. 72-86.
6. Шихов С.С., Шихова Н.Е., Куц И.В. и др. Перспективы разработки дезинфекции на объектах мясной отрасли в условиях импортозамещения // Мясные технологии. 2022. С. 37-39. DOI: 10.33465/2308-2941-2022-11-37-39.
7. Efimtsev E.I., Burov G.P., Solomin A.A. et al. Opredelenie roli komponentov bitoksibatsillina v proiavlenii ego biologicheskoi aktivnosti [The role of bitoxibacillin components in the manifestation of its biological activity] // Antibiot. Khimioter. 1989. Vol. 34(11). P. 841-846.
8. Fedianina, L V et al. Effektivnost' éntomopatogennykh batsill protiv lichinok ankilostomid-Nippostrongylus braziliensis Travassons, 1914 [The efficacy of entomopathogenic bacilli against ancylostomide larvae-Nippostrongylus braziliensis Travassons, 1914] // Meditsinskaia parazitologiya i parazitarnye bolezni. 1993. № 1. P. 16-8.
9. Abrosimova L.I. et al. Vozmozhnye puti uvelicheniya sinteza ékzotoksina kul'turoi Bacillus thuringiensis-produtsentom bitoksibatsillina [Possible means for increasing exotoxin synthesis by a Bacillus thuringiensis culture-the producer of bitoxibacillin] // Mikrobiologiya. 1985. Vol. 54,5. P. 770-3.

10. Wraight S.P., Ramos M.E. Synergistic interaction between *Beauveria bassiana*- and *Bacillus thuringiensis tenebrionis*-based biopesticides applied against field populations of Colorado potato beetle larvae // *Journal of Invertebrate Pathology*. 2005. Vol. 90 (3). November. P. 139-150 <https://doi.org/10.1016/j.jip.2005.09.005>

## REFERENCES

1. Vasil'eva T.V. E'ffektivnost' bitoksibacillina i deczisa protiv vreditel'ej kozlyatnika vostochnogo i shhavelya kormovogo // *Perspektivny'e napravleniya issledovanij ucheny'kx*. Sb. nauch. trudov, vy'p. 1. Vologda, 1999. S. 86-87.
2. Derbeneva-Ukxova V.P. O bor'be s muxkami v sel'skix usloviyax // *Gigiena i sanitariya*. 1966. №7. S. 80-84.
3. Egorov S.V., Kryuchkova E.N., Sokolov E.A. Opy't bor'by' s zoofil'ny'mi muxkami v skotovodcheskix kxozyajstvax ivanovskoj oblasti // *Teoriya i praktika bor'by' s parazitarny'mi boleznyami*. 2021. № 22. S. 176-181.
4. Dorozhkin V.I., Smirnov A.M., Popov N.I. i dr. Novoe v reshenii problem veterinarnoj sanitarii // *Agrarnaya nauka*. 2019. № 11-12. S. 35-37.
5. Davlianidze T.A., Eremina O.Yu. Sanitarno-e'pidemiologicheskoe znachenie i rezistentnost' k insekticidam komnatny'kx muxk *Musca Domestica* (analiticheskij obzor literatury` 2000–2021 gg.) // *Vestnik zashhity` rastenij*. 2021. № 2. S. 72-86.
6. Shixov S.S., Shixova N.E., Kushh I.V. i dr. Perspektivy` razrabotki dezinfekczii na ob`ektax myasnoj otrasli v usloviyax importozameshheniya // *Myasny'e tekhnologii*. 2022. S. 37-39. DOI: 10.33465/2308-2941-2022-11-37-39.
7. Efimtsev E.I., Burov G.P., Solomin A.A. et al. Opreделение roli komponentov bitoksibatsillina v proiavlennii ego biologicheskoi aktivnosti [The role of bitoxibacillin components in the manifestation of its biological activity] // *Antibiot. Khimioter*. 1989. Vol. 34(11). P. 841-846.
8. Fedianina, L V et al. Effektivnost' entomopatogennykh batsill protiv lichinok ankilostomid-Nippostrongylus braziliensis Travassons, 1914 [The efficacy of entomopathogenic bacilli against ancylostomide larvae-Nippostrongylus braziliensis Travassons, 1914] // *Meditsinskaia parazitologiya i parazitarnye bolezni*. 1993. № 1. P. 16-8.
9. Abrosimova L.I. et al. Vozmozhnye puti uvelicheniya sinteza ekzotoksina kulturoi *Bacillus thuringiensis*-producentom bitoksibatsillina [Possible means for increasing exotoxin synthesis by a *Bacillus thuringiensis* culture-the producer of bitoxibacillin] // *Mikrobiologiya*. 1985. Vol. 54,5. P. 770-3.
10. Wraight S.P., Ramos M.E. Synergistic interaction between *Beauveria bassiana*- and *Bacillus thuringiensis tenebrionis*-based biopesticides applied against field populations of Colorado potato beetle larvae // *Journal of Invertebrate Pathology*. 2005. Vol. 90 (3). November. P. 139-150 <https://doi.org/10.1016/j.jip.2005.09.005>

### Информация об авторах:

Шустова А.А. – аспирантка.

Удавлиев Д.И. – д-р биол. наук, профессор кафедры, научный консультант ВНИИВСГЭ.

Башнин О.И. – аспирант.

Шихов С.С. – канд. вет. наук, доцент кафедры.

Гуляева Ю.А. – представитель фирмы «Сиббиофарм».

### Information about the authors

Shustova A.A. – postgraduate student.

Udavliev D.I. – Dr. Biol. Sci., Department professor.

Bashnin O I. – postgraduate student.

Shikhov S.S. – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor.

Gulyaev Yu.A. – representative of the company «Sibbiopharm».

### Вклад авторов

Шустова А.А. – проведение исследований.

Удавлиев Д.И. – постановка цели работы, написание статьи.

Башнин О.И. – проведение исследований.

Шихов С.С. – проведение исследований.

Гуляева Ю.А. – консультация по препарату.

### Contribution of the authors

Shustova A.A. – conducting research.

Udavliev D.I. – setting the goal of the work, writing an article.

Bashnin O.I. – conducting research.

Shikhov S.S. – conducting research.

Gulyaev Yu.A. – consultation on the drug.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 15.02.2023; одобрена после рецензирования 13.03.2023. Дата опубликования 29.09.2023.

The article was submitted 15.02.2023; approved after reviewing 13.03.2023. Date of publication 29.09.2023.

Научная статья  
УДК 619: 614.48  
doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303004  
EDN: BBSSPD

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ СВОЙСТВ СРЕДСТВА «БАКТЕРИДЕЗ ВЕТ» В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Гулизар Шахбановна Щербакова<sup>1</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> Rabadanova2009@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1324-5341>

**Аннотация.** Лабораторными исследованиями средства «Бактеридез Вет» установлено, что оно обладает дезинфицирующими свойствами. Исследования были проведены на референсных штаммах микроорганизмов: *Escherichia coli* (шт. 1257), *Staphylococcus aureus* (шт. 209-Р), *Mycobacterium* (шт. В-5), *Bacillus cereus* (шт. 96) и тест-образцах из гладких и шероховатых материалов, используемых на объектах ветнадзора.

Исследования показали, что дезинфекция искусственно контаминированных *E. coli* шт. 1257 и *S. aureus* шт. 209-Р тест-поверхностей достигалась: гладкие (нержавеющая сталь, кафель) – 0,1%-ми, шероховатые (дерево, бетон) – 1%-ми растворами при действии средства в течение 1 ч, норме расхода 0,25...0,5 л/м<sup>2</sup> для всех видов поверхностей. Дезинфекция тест-поверхностей из дерева и бетона, контаминированных высокоустойчивыми и особо устойчивыми микроорганизмами, достигалась двукратным опрыскиванием при экспозиции 24 ч для микобактерий – концентрация 4%, для спор *B. cereus* шт. 96 – 6%.

**Ключевые слова:** микобактерии, споридная активность, агар, суточная культура, орошение, «Бактеридез вет»

**Для цитирования:** Щербакова Г.Ш. Определение дезинфицирующих свойств средства «Бактеридез Вет» в лабораторных условиях // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2023. № 3 (47). С. 279–285.

doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303004  
EDN: BBSSPD

Original article

## DETERMINATION OF THE DISINFECTING PROPERTIES OF THE «BACTERIDEZ VET» AGENT IN LABORATORY CONDITIONS

Gulizar Sh. Shcherbakova<sup>1</sup>

<sup>1</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> Rabadanova2009@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1324-5341>

**Abstract.** Laboratory studies of the agent «Bacteridez Vet» were carried out, during which it was found that it has disinfectant properties. The studies were carried out on reference strains of microorganisms: *Escherichia coli* (strain 1257), *Staphylococcus aureus* (strain 209-P), *Mycobacterium*

(strain B-5), *Bacillus cereus* (strain 96) and test samples made of smooth and rough materials used at veterinary surveillance facilities.

Studies have shown that disinfection of artificially infected *E. coli* strain 1257 and *S. aureus* strain 209-P test surfaces achieved: smooth (stainless steel, tile) – 0.1%, rough (wood, concrete) – 1.0% solutions when exposed to the agent 1 hour, the rate of consumption of the agent 0.25–0.5 l/m<sup>2</sup> for all types of surfaces. Disinfection of test surfaces made of wood and concrete contaminated with highly resistant and especially resistant microorganisms was achieved by double spraying, exposure of 24 hours for mycobacteria – 4.0% concentration, for spores of *B. cereus* strain 96–6.0%.

**Key words:** mycobacteria, sporocidal activity, agar, daily culture, irrigation, «Bacteridez vet».

**For citation:** Shcherbakova G.Sh. Determination of the disinfecting properties of the «Bacteridez Vet» agent in laboratory conditions // Russian Journal «Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology». 2023 № 3 (47). P. 279–285 (In Russ.). doi: 10.36871/vet.san.hygiene.ecol.202303004 EDN: BBSSPD

### Введение

Возросшая угроза вспышек инфекционных болезней и санкционное давление на Россию извне диктуют необходимость усиления мер по поиску и разработке новых эффективных, безопасных для экологии средств, предназначенных для дезинфекции объектов, подведомственных ветеринарному надзору [1...9]. Анализ литературных данных показывает, что в настоящее время в дезинфекционной практике отмечается тенденция к сокращению применения традиционных дезинфицирующих средств, таких как гидроксид натрия, хлорактивные вещества, формальдегидсодержащие соединения, фенолы и др. Вместо них для дезинфекции объектов ветнадзора все шире применяют многокомпонентные средства, содержащие перекисные и четвертичные аммониевые соединения, альдегиды и диальдегиды, гуанидины и другие вещества с добавлением ПАВ [1...9]. В этом плане представляет интерес новое композиционное средство, состоящее из смеси альдегидов и четвертичных аммониевых соединений.

Средство «Бактеридез Вет» (разработчик ООО «Рудез», Москва, ТУ 22.20.14-031-90194350-2022) представляет собой прозрачную жидкость от желтого до оранжевого цвета, со слабым специфическим запахом или запахом применяемой отдушки. В качестве действующих веществ в него входят: глутаровый альдегид и глиоксаль – 9,5% (суммарно), ЧАС (четвертичные аммониевые соединения) алкилдиметилбензиламмония хлорид – 12%, а также функциональные добавки, вода.

По токсичности исследуемое средство в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 относится к 4-му классу малотоксичных веществ при введении в желудок, ко 2-му классу опасности при нанесении

на кожу и к 3-му классу опасности при попадании на слизистые оболочки глаз. Не оказывает кожно-резорбтивного действия.

Цель исследований – изучить дезинфицирующую активность средства «Бактеридез Вет» в отношении референсных штаммов микроорганизмов, отнесенных к I...IV группам устойчивости, в лабораторных условиях на различных тест-поверхностях, чаще всего используемых на объектах ветнадзора.

### Материалы и методы

Исследования проводили в соответствии с «Методическими указаниями о порядке испытания новых дезинфицирующих средств для ветеринарной практики» (1987). Тест-поверхности обрабатывали влажным методом, норма расхода средства 0,25...0,5 л/м<sup>2</sup> на один тест-объект. Обработку тест-объектов, контаминированных микобактериями и спорами *B. cereus*, проводили двукратную, с интервалом 60 мин между нанесениями и расходом средства 0,5 л/м<sup>2</sup> на каждое нанесение. Все исследования выполняли в трехкратной повторности. Критерий эффективности средства – 100%-я гибель тест-микроорганизма. Контроль качества дезинфекции осуществляли путем исследования смывов с опытных и контрольных тест-объектов на наличие заданной тест-культуры.

При расчете концентраций средство принимали за 100%-е вещество. В качестве тест-микроорганизмов использовали референсные штаммы *E. coli* (шт. 1257), *St. aureus* (шт. 209-P), *Mycobacterium* (шт. B-5), *B. cereus* (шт. 96). Для имитации естественной загрязненности поверхностей применяли инактивированную сыворотку крови лошади из расчета 0,5 г/100 см<sup>2</sup> каждого тест-объекта.

**Результаты исследований  
и обсуждение**

Исследованиями установили, что средство «Бактеридез Вет» обладает дезинфицирующими свойствами в отношении референсных штаммов микроорганизмов I...IV групп устойчивости. Результаты приведены в таблицах 1...5.

Опыты с суспензионными разведениями показали, что средство активно в отношении кишечной палочки: в отсутствие белка при экспозиции 10 мин в разведении 1:1033,1, а при экспозиции 30 мин – 1:1446,3; в присутствии белка при экспозиции 10 мин в разведении 1:376,5, а при экспозиции 30 мин 1:737,9. Белковый индекс дезсредства составляет 2,35.

**Таблица 1. Определение белкового индекса средства «Бактеридез Вет». Тест-культура *E. coli* шт. 1257**

**Table 1. Determination of the protein index of the agents «Bacteridez Vet». Test-culture of *E. coli* strain 1257**

Серийные разведение средства		Рост тест-культуры			
		Без белка		В присутствии белка	
№ по порядку	Разведения растворов	Экспозиция, мин			
		10	30	10	30
1	1:376,5	–	–	–	–
2	1:527,1	–	–	+	–
3	1:737,9	–	–	+	–
4	1:1033,1	–	–	+	+
5	1:1446,3	+	–	+	+
6	1:2024,8	+	+	+	+
7	1:2834,7	+	+	+	+
Бактерицидное разведение		1:1033,1	1:1446,3	1:376,5	1:737,9
Белковый индекс препарата		2,35			

Примечание: (+) – наличие роста ; (-) – отсутствие роста тест-культуры.

Note: (+) – the presence of growth; (-) - no growth of the test culture.

В таблице 2 приведены результаты испытаний дезинфектанта на тест-объектах, контаминированных *E. coli* шт. 1257. Были испытаны растворы средства концентрацией от 0,1 до 1% по препарату, при экспозиции 1 и 3 ч. Обеззараживание гладких тест-поверхностей из кафеля и нержавеющей стали достигалось 0,1%-м раствором средства при экспозиции 1 ч, шероховатых поверхностей (дерево и бетон) – 0,5%-м раствором средства при экспозиции 3 ч, а также раствором концентрацией 1% при экспозиции 1 ч. Метлахская плитка обеззаразилась раствором 0,3%-й концентрации при экспозиции 1 ч. Норма расхода дезсредства составила 0,25...0,5 л/м<sup>2</sup> для всех испытанных поверхностей.

В опытах со стафилококком (см. табл. 3) были испытаны 0,1...1%-е растворы средства. Установлено, что деконтаминация гладких поверхностей от *St. aureus* шт 209-Р достигалась 0,1%-м раствором средства при экспозиции 1 ч, для шероховатых поверхностей потребовалось воздействие

1%-го раствора средства при той же экспозиции, для метлахской плитки – 0,25%-го раствора и аналогичная экспозиция. Норма расхода средства для всех исследованных поверхностей составила 0,25...0,5 л/м<sup>2</sup>.

В опытах с микобактериями шт. В-5 (см. табл. 4), исследования провели только на шероховатых поверхностях при одно- и двукратной обработке (интервал между нанесениями 1 ч). Деконтаминирующее действие препарат проявил в концентрации 4% при двукратном орошении и экспозиции 3 и 24 ч.

В опытах со спорами *B. cereus* шт. 96 (см. табл. 5, рис. 1...3) изучали обеззараживающее действие средства также только на шероховатых тест-поверхностях при одно- и двукратном нанесении растворов из расчета 0,5 л/м<sup>2</sup> на каждое орошение и экспозиции 3 и 24 ч. Обеззараживание тест-объектов в отношении спор *B. cereus* шт. 96 в испытанных режимах достигнуто двукратным нанесением, концентрацией 6% /24 ч, и 7% /3 ч.

**Таблица 2. Обеззараживание тест-поверхностей, контаминированных *E. coli* шт. 1257, растворами средства «Бактеридез Вет» (I группа устойчивости)**

**Table 2. Decontamination of test-surfaces contaminated with *E. coli* strain 1257 with solutions of the agent «Bacteridez Vet» (group I resistance)**

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

Примечание: (+) – наличие роста; (–) – отсутствие роста; (x) – исследования не проводили.

Note: (+) – the presence of growth; (–) – no growth; (x) – studies were not conducted.

**Таблица 3. Обеззараживание тест-поверхностей, контаминированных *St. aureus* шт. 209-Р, растворами средства «Бактеридез Вет» (II группа устойчивости)**

**Table 3. Decontamination of test-surfaces contaminated with *St. aureus* strain 209-P with solutions of the agent «Bacteridez Vet» (group II resistance)**

Концентрация раствора, % по препарату	Экспозиция, ч	Тест-поверхности				
		нержавеющая сталь	кафель	метлахская плитка	дерево	бетон
0,1	1	–	–	x	x	x
	3	–	–	x	x	x
0,2	1	–	–	+	x	x
	3	–	–	+	x	x
0,25	1	x	x	–	x	x
	3	x	x	–	x	x
0,5	1	x	x	–	–	+
	3	x	x	–	–	+
1,0	1	x	x	x	–	–
	3	x	x	x	–	–
Контроль		+	+	+	+	+

Примечание: (+) – наличие роста; (–) – отсутствие роста тест-культуры; (x) – исследования не проводили.

Note: (+) – the presence of growth; (–) – no growth; (x) – studies were not conducted.

**Таблица 4. Обеззараживание тест-поверхностей, загрязненных *Mycobacterium* шт В-5, растворами средства «Бактеридез Вет» (III группа устойчивости)**

Table 4. Decontamination of test-surfaces contaminated with *Mycobacterium* strain B-5 with solutions of the agent «Bacteridez Vet» (group III resistance)

Концентрация раствора, % по препарату	Экспозиция, ч	Кратность обработки	Тест-поверхности	
			дерево	бетон
7,0	3	однократно	–	+
	24		–	+
3,0	3	двукратно	+	+
	24		–	+
4,0	3	двукратно	–	–
	24		–	–
Контроль			+	+

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

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

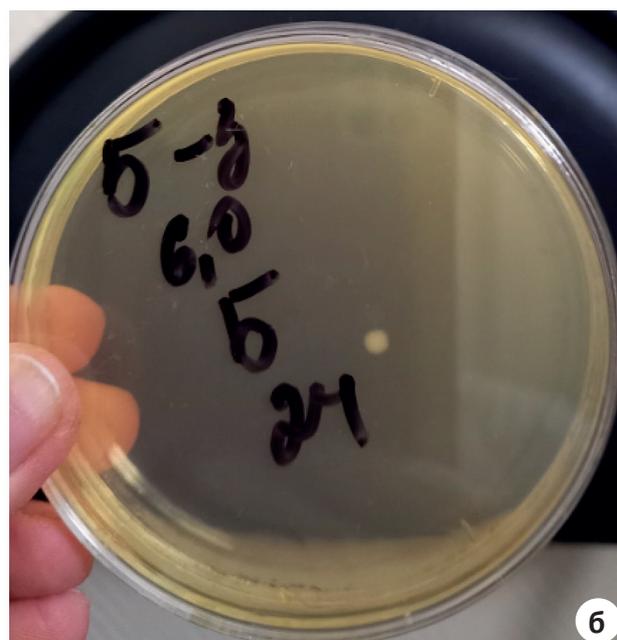
**Таблица 5. Обеззараживание тест-поверхностей, загрязненных *B. cereus* шт. 96, растворами средства «Бактеридез Вет» (IV группа устойчивости)**

Table 5. Decontamination of test-surfaces contaminated with *B. cereus* strain 96 with solutions of the agent «Bacteridez Vet» (group IV resistance)

Концентрация раствора, % по препарату	Экспозиция, ч	Кратность обработки	Тест-поверхности	
			дерево	бетон
7,0	3	однократно	–	+
	24		–	+
8,0	3	однократно	+	+
	24		–	+
6,0	3	двукратно	–	–
	24		–	–
7,0	3	двукратно	–	+
	24		–	+
Контроль			+	+

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

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



**Рис. 1. Чашки Петри после действия дезсредства в концентрации 6% на споры *B. cereus*, экспозиция 24 ч: а – дерево; б – бетон**

Fig. 1. Petri cups after exposure to the disinfectant at concentration of 6%, on *B. cereus* spores, exposure 24 hours: a – wood; б – concrete



Рис. 2. Чашки Петри после действия дезсредства в концентрации 7% на споры *B. cereus*, экспозиция 3 ч: а – дерево; б – бетон

Fig. 2. Petri cups following exposures to the agent at concentration of 7% on *B. cereus* spores, exposure 3 hours: a – wood; б – concrete

### Заключение

Исследованиями в лабораторных условиях установлено, что средство «Бактеридез Вет» обладает бактерицидной активностью в отношении изученных штаммов микроорганизмов. Для *E. coli* шт. 1257 обеззараживание гладких тест-поверхностей достигалось 0,1%-м раствором средства при экспозиции 1 ч, шероховатых – 0,5%-м раствором при экспозиции 3 ч. Для *S. aureus* шт. 209-Р: гладкие поверхности обеззараживались 0,1%-м раствором, шероховатые – 1%-м раствором средства при экспозиции 1 ч для всех видов поверхностей. Для *Mycobacterium* шт. В-5 эффективной была концентрация 4%, двукратная обработка, экспозиция 3 и 24 ч; для спор *B. cereus* шт. 96 – 6% и 24 ч, а также 7% и 3 ч, при двукратном нанесении. Норма расхода дезсредства составила 0,25...0,5 л/м<sup>2</sup> для всех испытанных поверхностей. Средство «Бактеридез Вет» может быть рекомендовано для проведения производственных испытаний на объектах ветеринарного надзора при контроле качества дезинфекции по выделению бактерий группы кишечной палочки и стафилококков.

Работа выполнена в соответствии с Государственным заданием по теме: FGUG-2022-0008 «Научно обосновать и разработать новые методы,

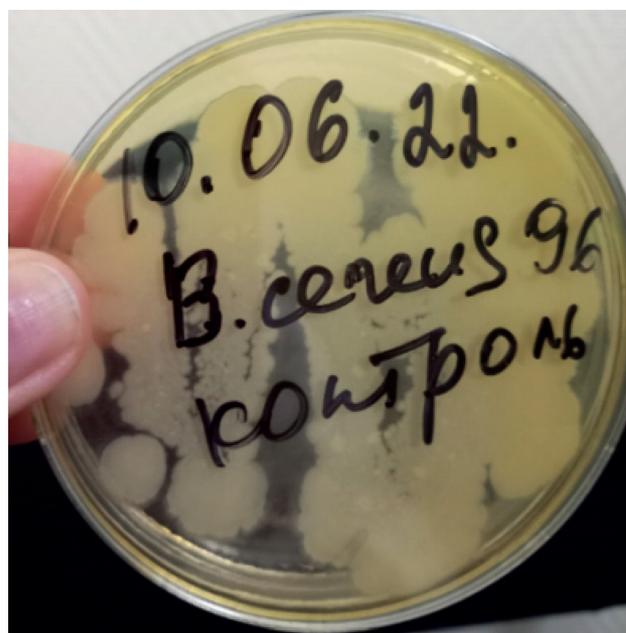


Рис. 3. Чашки Петри со спорами *B. cereus*, контроль

Fig. 3. Petri cups with *B. cereus* spores, control

средства и технологии обеспечения устойчивого ветеринарно-санитарного благополучия животноводства».

Регистрационный номер НИОКТР в ЦИТИС 122042700106-1.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бутко М.П. Препараты для дезинфекции транспортных средств и объектов мясоперерабатывающих предприятий / Тезисы докладов Международной научной конференции. М., 1999. С. 41-42.
2. Досанов К.Ш. Изыскание и разработка эффективных антимикробных композиций / Тезисы докладов Международной научной конференции. М., 1999. С. 47-48.
3. Дудницкий И.А., Дергачев П.П., Гришин В.В. Дезинфицирующие средства // Ветеринария. 1989. № 2. С.5-8.
4. Павлова И.Б., Григанова Н.В., Банникова Д.А. и др. Изучение дезинфицирующей активности Йодеза и его композиций в отношении микобактерий // Ветеринария. 2003. № 7. С. 8-12.
5. Попов Н.И., Щербакова Г.Ш. и др. Оценка эффективности дезинфицирующего средства «Биолок» в производственных условиях // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2021. № 2 (38). С. 145-151.
6. Грузнов Д.В. Роль некоторых факторов в аэрозольной дезинфекции птичников // Птицеводство. 2005. № 10. С. 40-42
7. Селиверстов В.В., Дудницкий И.А., Попов Н.И. Дезинфекция в системе ветеринарно-санитарных мероприятий // Ветеринария. 1999. № 2. С. 3.
8. 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.
9. Попов Н.И., Мичко С.А., Лобанов С.М. Изучение дезинфекционной эффективности средства «Палочид» для обеззараживания объектов ветеринарного надзора // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2018. № 1 (25). С. 44- 49.

## REFERENCES

1. Butko M.P. Preparaty` dlya dezinfekcii transportny`kx sredstv i ob`ektov myasopererabaty`vayushhikx predpriyatij / Tezisy` dokladov Mezhdunarodnoj nauchnoj konferenczii. M., 1999. S. 41-42.
2. Dosanov K.Sh. Izy`skanie i razrabotka e`ffektivny`kx antimikrobnny`kx kompoziczij / Tezisy` dokladov Mezhdunarodnoj nauchnoj konferenczii. M., 1999. S. 47-48.
3. Dudniczkij I.A., Dergachev P.P., Grishin V.V. Dezinficiruyushhie sredstva // Veterinariya. 1989. № 2. S.5-8.
4. Pavlova I.B., Griganova N.V., Bannikova D.A. i dr. Izuchenie dezinficiruyushhej aktivnosti Jodeza i ego kompoziczij v otnoshenii mikobakterij // Veterinariya. 2003. № 7. S. 8-12.
5. Popov N.I., Shherbakova G.Sh. i dr. Ocenka e`ffektivnosti dezinficiruyushhego sredstva «Bioloк» v proizvodstvenny`kx usloviyax // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigeny` i e`kologii». 2021. № 2 (38). S. 145-151.
6. Gruznov D.V. Rol` nekotory`kx faktorov v ae`rozol`noj dezinfekcii ptichnikov // Pticzevodstvo. 2005. № 10. S. 40-42
7. Seliverstov V.V., Dudniczkij I.A., Popov N.I. Dezinfekciya v sisteme veterinarно-sanitarny`kx meropriyatij // Veterinariya. 1999. № 2. S. 3.
8. 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.
9. Popov N.I., Michko S.A., Lobanov S.M. Izuchenie dezinfekcionnoj e`ffektivnosti sredstva «Paloczid» dlya obez-zarazhivaniya ob`ektov veterinarного nadzora // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigeny` i e`kologii». 2018. № 1 (25). S. 44- 49.

### Информация об авторе

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

### Information about the author

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

Статья поступила в редакцию 16.03.2023; одобрена после рецензирования 20.03.2023. Дата опубликования: 29.09.2023.

The article was submitted 16.03.2023; approved after reviewing 20.03.2023. Date of publication: 29.09.2023.

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

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

Научная статья

УДК 637.072

doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303005

EDN: BRCFZF

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

*Геннадий Анатольевич Ларионов<sup>1</sup>, Александр Владиславович Ефимов<sup>2</sup>,  
Олеся Юрьевна Чеченешкина<sup>3</sup>*

<sup>1,2,3</sup> Чувашский государственный аграрный университет,  
Чебоксары 428003, Чувашская Республика, Российская Федерация

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

<sup>2</sup> efim1988.08@yandex.ru

<sup>3</sup> checheneshkina1991@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9713-9268>

**Аннотация.** Физико-химические свойства молока являются важным показателем при планировании производства молочных продуктов. Высокое содержание белка и жира в молоке позволяет увеличить пищевую и энергетическую ценность, а также ассортимент и выход молочной продукции. В производстве сыров важное значение имеет соотношение молочного жира и белка. На качественные показатели молока и молочной продукции влияет микробная обсемененность. Молоко с высокой микробной обсемененностью не допускается к производству молочных продуктов. Проведенные исследования позволили выявить нарушения требований санитарных и ветеринарных правил и установить высокую микробную обсемененность молока. Поэтому разработаны и проведены мероприятия по устранению нарушений ветеринарно-санитарных правил производства коровьего молока. Проведенные мероприятия позволили снизить микробную обсемененность и повысить качество молока от второго до высшего сорта. Молоко и молочная продукция по микробиологическим показателям соответствовала требованиям Технического регламента Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013).

**Ключевые слова:** сырое, нормализованное, питьевое молоко; физико-химические свойства, микробиологическая безопасность, сыр

**Для цитирования:** Ларионов Г.А., Ефимов А.В., Чеченешкина О.Ю. Физико-химические свойства и микробиологическая безопасность молока и молочных продуктов // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2023. № 3 (47). С. 286–292. doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303005

EDN: BRCFZF

Original article

## PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES AND MICROBIOLOGICAL SAFETY OF MILK AND DAIRY PRODUCTS

*Gennady A. Larionov<sup>1</sup>, Alexander V. Efimov<sup>2</sup>, Olesya Yu. Checheneshkina<sup>3</sup>*

© Ларионов Г.А., Ефимов А.В., Чеченешкина О.Ю., 2023

<sup>1,2,3</sup> Chuvash State Agrarian University,  
Cheboksary 428003, Chuvash Republic, Russian Federation

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

<sup>2</sup> efim1988.08@yandex.ru

<sup>3</sup> checheneshkina1991@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9713-9268>

**Abstract.** Physico-chemical properties of milk are an important indicator at planning the production of dairy products. The high content of protein and fat in milk allows us to increase the nutritional and energy value, as well as the range and yield of dairy products. In the production of cheese, the ratio of milk fat and protein is important. The quality indicators of milk and dairy products are affected by microbial contamination. Milk with high microbial contamination is not allowed for the production of dairy products. The conducted studies allowed to reveal violations of the requirements of sanitary and veterinary rules and to establish a high microbial contamination of milk. Therefore, measures have been developed and taken to eliminate violations of the veterinary and sanitary rules for the production of cow's milk. The measures taken made it possible to reduce microbial contamination and improve the quality of milk from the second to the highest grade. According to microbiological indicators, milk and dairy products met the requirements of the Technical Regulations of the Customs Union «On the safety of milk and dairy products» (TR TS 033/2013).

**Key words:** raw, normalized, drinking milk; physico-chemical properties, microbiological safety, cheese

**For citation:** Larionov G.A., Efimov A.V., Checheneshkina O.Yu. Physico-chemical properties and microbiological safety of milk and dairy products // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2023. № 3 (47). P. 286–292 (In Russ.).  
doi: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202303005  
EDN: BRCFZF

### Введение

Нормативные документы, действующие в Российской Федерации, предъявляют высокие требования к физико-химическим и микробиологическим показателям молока и молочных продуктов [1...3].

Многие ученые посвятили свои исследования изучению состава и свойств молока. А.Ю. Алиев, С.В. Федотов, Н.С. Белозерцева особое внимание уделяют определению белкового состава сырого молока [4]. Они, как и многие другие исследователи, считают, что пищевую ценность молока и молочного сырья определяет белок [6, 7]. Т.В. Ананьева и В.И. Остроухова рассматривают микробную обсемененность молока в зависимости от условий содержания коров [5]. А.В. Филатова и соавт. отмечают, что применение гигиенических средств перед доением и после него не оказывает негативного действия на состав молока [11]. А.М. Смирнов и В.М. Карташова установили сезонные изменения микробиологических показателей молока [10]. Наши исследования, проведенные ранее, подтверждают изменения физико-химических и микробиологических свойств коровьего молока в зависимости от различных факторов [8, 9]. Однако исследования, направленные на

изучение физико-химических и микробиологических показателей молока и молочной продукции, остаются актуальными.

Цель исследований – нормализация физико-химических показателей молока для сыроделия и определение микробиологической безопасности молока и молочной продукции.

### Материалы и методы

Исследования качества сырого коровьего и нормализованного молока по физико-химическим показателям проводили в научно-исследовательской лаборатории технологии молока и молочной продукции. Ультразвуковым методом на анализаторе молока «Клевер-2М» определили массовую долю жира (МДЖ), белка (МДБ), лактозы (МДЛ), солей (МДС), сухого молочного остатка (СМО), сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), добавленной воды (МДДВ), плотность молока, степень гомогенизации. На анализаторе pH-150МИ определили активную кислотность (рН), окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) и температуру молока.

Микробную обсемененность молока и молочных продуктов определяли в микробиологической лаборатории испытательного лабораторного цен-

тра Чувашского государственного аграрного университета методом подсчета колоний мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), вырастающих на твердой питательной среде при температуре  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  в течение 72 ч по ГОСТ 32901-2014 «Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа».

**Результаты исследований  
и обсуждение**

Молоко в лабораторию поступает в утренние часы. Для определения качества отбирали пробы молока и анализировали экспресс-методами. Результаты исследований сырого и нормализованного молока приведены в таблице.

**Таблица. Физико-химические свойства сырого и нормализованного молока**

*Table. Physico-chemical properties of raw and normalized milk*

Показатель	Молоко сырое	Норма для сырого молока
	Молоко нормализованное	
Массовая доля жира, %	$4,28 \pm 0,01$ $3,76 \pm 0,003$	Не менее 2,8
Массовая доля белка, %	$2,99 \pm 0,003$ $3,03 \pm 0,001$	Не менее 2,8
Массовая доля лактозы, %	$4,44 \pm 0,006$ $4,47 \pm 0,003$	0,60
Массовая доля солей, %	$0,70 \pm 0,001$ $0,71 \pm 0,001$	0,74
Массовая доля сухого молочного остатка, %	$12,49 \pm 0,02$ $12,03 \pm 0,003$	Не менее 12,5
Массовая доля сухого обезжиренного молочного остатка, %	$8,15 \pm 0,012$ $8,21 \pm 0,001$	Не менее 8,2
Массовая доля добавленной воды, %	Нет	Не допускается
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	$1027,05 \pm 0,043$ $1027,77 \pm 0,009$	Не менее 1027,0
Степень гомогенизации, %	Нет	Не допускается
Активная кислотность (рН)	$6,61 \pm 0,01$ $6,59 \pm 0,006$	6,73...6,64
Окислительно-восстановительный потенциал, мВ	$63,01 \pm 0,01$ $64,01 \pm 0,01$	250...350 мВ.
Температура молока, °С	$24,51 \pm 0,35$ $23,71 \pm 0,112$	4±2
Температура замерзания, °С	$-0,523 \pm 0,001$ $-0,523 \pm 0,001$	Не выше -0,520

Установили, что МДЖ в молоке составляет  $4,28 \pm 0,01\%$ , МДБ –  $2,99 \pm 0,003\%$ . Соотношение жира к белку 1,43. Для производства сыров идеальным считается соотношение молочного жира к белку 1,1...1,25. Соотношение белка к СОМО 0,37 при рекомендуемой сыроделами норме 0,35...0,45. Следовательно, молоко не соответствует нормам сыроделия по соотношению жира к белку. Необходимого соотношения можно добиться путем нормализации молока. Для этого провели сепарирование молока. Получили обезжиренное молоко с массовой долей жира 0,5% и сливки. Сливки отправили на производство масла,

а обезжиренное молоко использовали для нормализации молока. Расчетным методом определили необходимое количество обезжиренного молока и приготовили смесь для сыра.

Установили, что поступающее в лабораторию молоко коровье сырое по основным изученным показателям соответствует средним нормам, однако окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) молока пониженный. ОВП является количественной мерой окисляющей или восстанавливающей способности молока. ОВП нормального свежего молока составляет 0,25...0,35 В (250...350 мВ). В наших исследованиях снижение

ОВП, возможно, связано с развитием молочнокислых бактерий, которые, как известно, понижают значение ОВП до  $-60, +120$  мВ. Полученный результат вызывает необходимость дальнейшего изучения молока коров.

Физико-химические свойства молока после нормализации изменились. Массовая доля молочного жира уменьшилась на  $0,52\%$  и составила  $3,76 \pm 0,003\%$ . Массовая доля белка увеличилась на  $0,04\%$  и достигла  $3,03 \pm 0,001\%$ . Соотношение жира к белку составило  $1,24$  при норме  $1,1 \dots 1,25$ . Уменьшение массовой доли жира и увеличение массовой доли белка привело к увеличению плотности молока на  $0,72$  кг/м<sup>3</sup>, т.е. плотность нормализованного молока составила  $1027,77 \pm 0,009$  кг/м<sup>3</sup>. На  $0,04\%$  увеличилось содержание лактозы. Количество солей возросло на  $0,01\%$ . Массовая доля сухого обезжиренного молочного остатка увеличилась на  $0,06\%$  и составила  $8,21 \pm 0,001\%$ . Соотношение белка и СОМО составило  $0,37$  при норме  $0,35 \dots 0,45$ . Активная кислотность (рН) нормализованного молока достигла  $6,59 \pm 0,006$ , т.е.

кислотность увеличилась на  $0,02$  ед. Увеличение кислотности объясняется развитием в молоке молочнокислых бактерий.

ОВП нормализованного молока увеличился на  $1$  мВ. Повышению окислительно-восстановительного потенциала, т.е. усилению окислительных свойств молока, на наш взгляд, способствовала аэрация молока в процессе сепарирования и длительного перемешивания в процессе нормализации и при выполнении других технологических операций.

Массовая доля сухого молочного остатка уменьшилась на  $0,46\%$  и составила  $12,03 \pm 0,003\%$ . Температура заморозки молока не изменилась.

Результаты исследований микробной обсемененности коровьего молока оценивали в соответствии с требованиями нормативных документов, действующих на территории Российской Федерации. Установили, что в начале исследований КМАФАнМ в сыром молоке в  $4 \dots 4,4$  раза превышает требования межгосударственного стандарта ГОСТ 31449-2013 «Молоко коровье сырое. Технические условия» (рис. 1).

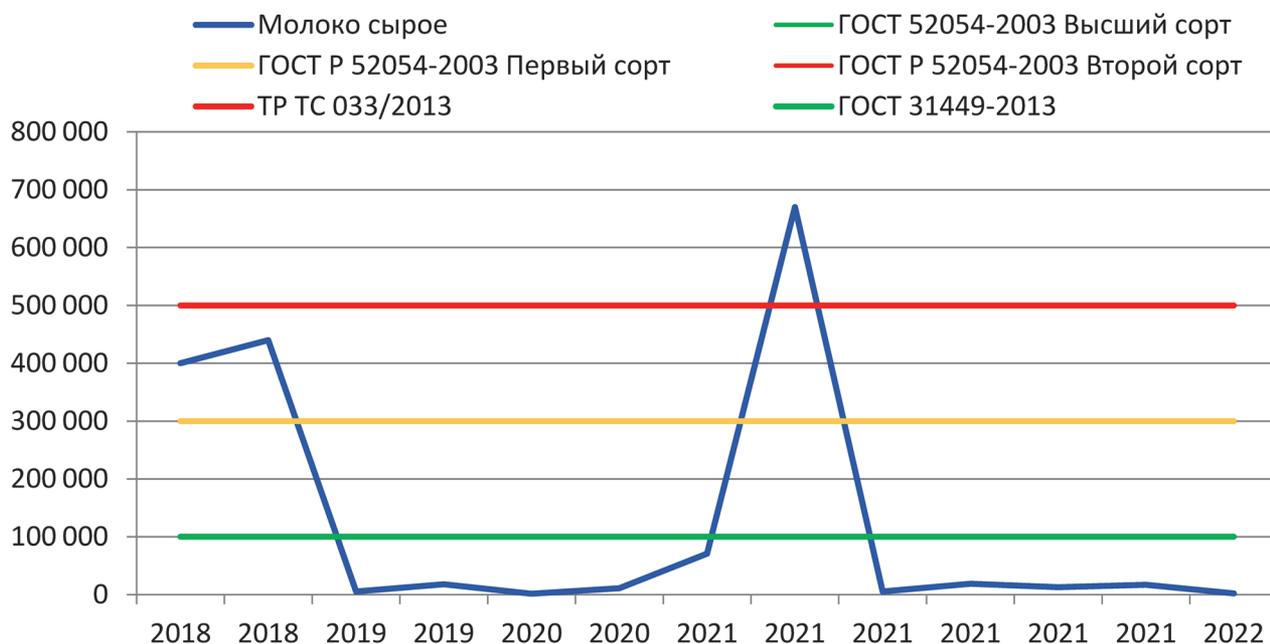


Рис. 1. КМАФАнМ в молоке коров  
 Fig. 1. QMAFAnM in cows' milk

На молочно-товарной ферме в 2018 г. микробная обсемененность молока составила  $4,0 \cdot 10^5 \dots 4,4 \cdot 10^5$  КОЕ/см<sup>3</sup>. Следовательно, в период исследования на ферме заготавливали молоко второго сорта по требованиям национального стандарта ГОСТ Р 52054-2003 «Молоко коровье сырое. Технические условия».

Поэтому нами были разработаны и проведены мероприятия по выполнению санитарных и ветеринарных правил на ферме. Микробная обсемененность молока в 2019–2020 гг. уменьшилась до  $1,6 \cdot 10^3 \dots 1,8 \cdot 10^4$  КОЕ/см<sup>3</sup>. Молоко по КМАФАнМ не более  $1,0 \cdot 10^5$  КОЕ/см<sup>3</sup> соответствует высшему сорту. Однако в начале 2021 г.

микробная обсемененность молока увеличилась до  $6,7 \cdot 10^5$  КОЕ/см<sup>3</sup>, причинами чего стало ухудшение выполнения ветеринарно-санитарных требований на ферме и снижение контроля за выполнением персоналом этих требований. Проведение повторных санитарных и ветеринарных мероприятий на ферме позволило улучшить качество молока по микробной обсемененности. В 2021–2022 гг. КМАФАнМ в молоке составило  $2,2 \cdot 10^3 \dots 1,9 \cdot 10^4$  КОЕ/см<sup>3</sup>. Молоко, микробная обсемененность которого не превышает  $1,0 \cdot 10^5$  КОЕ/см<sup>3</sup>, относится к высшему сорту по национальному стандарту ГОСТ Р 52054-2003 «Молоко коровье сырое. Технические условия».

Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013) предъявляет высокие требования к качеству молока. Молоко коровье с КМАФАнМ не более  $5,0 \cdot 10^5$  КОЕ/см<sup>3</sup> можно использовать для производства стерилизованного молока и сыра, а молоко с КМАФАнМ не более  $3,0 \cdot 10^5$  КОЕ/см<sup>3</sup> разрешено использовать для производства детских продуктов питания.

Результаты исследований подтверждают, что в сыром коровьем молоке отсутствуют патогенные микроорганизмы, бактерии группы кишечных палочек, стафилококки, дрожжи и плесени.

Известно, что термическая обработка молока способствует уменьшению КМАФАнМ в молочном продукте. Пастеризацию проводили при температуре  $76 \pm 2^\circ\text{C}$ . Выявили, что КМАФАнМ составляет  $1,0 \cdot 10^1 \dots 6,2 \cdot 10^2$  КОЕ/см<sup>3</sup>, т.е. менее  $1,0 \cdot 10^5$  КОЕ/см<sup>3</sup> и соответствует требованиям ТР ТС 033/2013 (рис. 2).

В 2022 г. на микробную обсемененность были исследованы термостатный йогурт и сыры. Выявили, что КМАФАнМ в термостатном йогурте



Рис. 2. КМАФАнМ в пастеризованном молоке  
Fig. 2. QMAFAnM in pasteurized milk

составляет  $2,8 \cdot 10^2 \dots 4,0 \cdot 10^2$  КОЕ/см<sup>3</sup>, сырах –  $1,0 \cdot 10^1 \dots 1,5 \cdot 10^3$  КОЕ/см<sup>3</sup> (рис. 3).

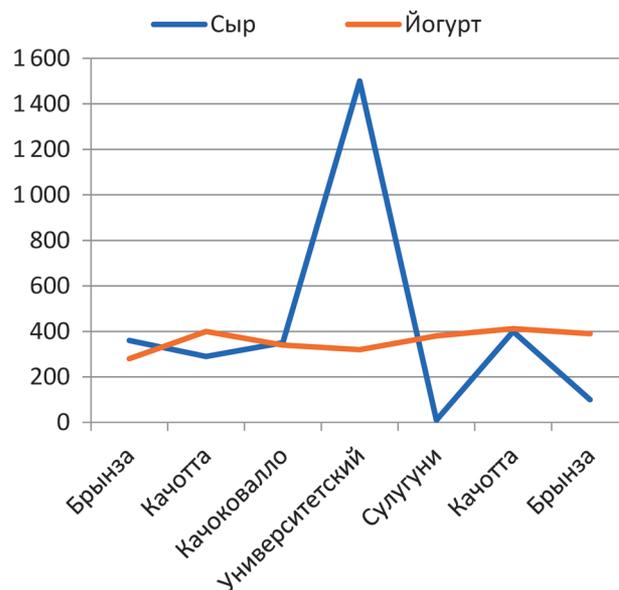


Рис. 3. КМАФАнМ в термостатном йогурте и сырах  
Fig. 3. QMAFAnM in thermostatic yogurt and cheese

### Заклучение

На молочной ферме заготавливают коровье молоко с высоким содержанием молочного жира, но пониженным содержанием белка. Такое молоко не件годно для использования в сыроделии. Чтобы получить необходимое соотношение жира к белку, провели сепарирование и нормализацию молока, в результате чего в нем увеличилось количество белка, лактозы, солей, СОМО и плотность; уменьшилось количество жира и СМО. Соотношение жира к белку в нормализованной смеси составило 1,24 при рекомендуемой норме  $1 \dots 1,25$ . Соотношение белка к СОМО составило 0,37 при рекомендуемой норме  $0,35 \dots 0,45$ .

В начале исследований КМАФАнМ в сыром молоке составило  $4,0 \cdot 10^5 \dots 4,4 \cdot 10^5$  КОЕ/см<sup>3</sup>, что  $4 \dots 4,4$  раза превышает требования для молока высшего сорта по ГОСТ Р 52054-2003 «Молоко коровье сырое. Технические условия».

Соблюдение требований санитарных и ветеринарных правил для молочных ферм привело к улучшению микробиологических показателей молока. КМАФАнМ в молоке коров составило  $1,6 \cdot 10^3 \dots 7,1 \cdot 10^4$  КОЕ/см<sup>3</sup> при норме не более  $1,0 \cdot 10^5$  КОЕ/см<sup>3</sup> для молока высшего сорта.

В пастеризованном молоке КМАФАнМ составило  $1,0 \cdot 10^1 \dots 1,1 \cdot 10^4$  КОЕ/см<sup>3</sup> при максимально допустимом уровне не более  $1,0 \cdot 10^5$  КОЕ/см<sup>3</sup> по

требованиям Технического регламента Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции».

Следовательно, качество нормализованного молока соответствует требованиям к сырью для производства пастеризованного молока, йогурта и сыров.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р 52054-2003 «Молоко коровье сырое. Технические условия» (с Изменениями № 1, 2). URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200032024>
2. ГОСТ 31449-2013 «Молоко коровье сырое. Технические условия». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200102731>
3. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013). URL: <https://docs.cntd.ru/document/499050562>
4. Алиев А.Ю., Федотов С.В., Белозерцева Н.С. Изменение белкового состава молока коров при субклиническом мастите // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2022. № 4 (44). С. 471–477. doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202204010 EDN: SYBJGT
5. Ананьева Т.В., Остроухова В.И. Совершенствование методов воздействия на микробиологические показатели молока-сырья // Главный зоотехник. 2020. № 5. С. 65-73.
6. Володин Д.Н., Топалов В.К., Евдокимов И.А. и др. Стандартизация молока по белку в технологии производства сыров // Сыроделие и маслоделие. 2021. № 5. С. 34-35.
7. Гунькова П.И., Павлов М.С., Скопичев В.Г. Взаимосвязь между микробной обсемененностью, составом коровьего молока, выходом и качеством получаемых из него белковых продуктов // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2015. № 3. С. 128-132.
8. Ларионов Г.А. Семенов В.Г., Мардарьева Н.В. Изменения химического состава молока коров УНПЦ «Студенческий» в осенний период // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2019. № 4 (32). С. 382-387.
9. Ларионов Г.А., Чеченешкина О.Ю., Ятрушева Е.С. Микробиологическая безопасность молока и молочных продуктов // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2022. № 1 (41). С. 99-105. doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202201012.
10. Смирнов А.М., Карташова В.М. Особенности микробной контаминации охлажденного молока и влияние ее на качество молочных продуктов // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2012. № 1 (7). С. 42-46.
11. Филатова А.В., Бибаева Ю.В., Нистратова М.В. и др. Ветеринарно-санитарная оценка качества молока коров после обработки сосков вымени гигиеническими средствами // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2022. № 2 (42). С. 152-159. doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202202002 EDN: AMTIWF

### REFERENCES

1. GOST R 52054-2003 «Moloko korov`e sy`roie. Tekhnicheskie usloviya» (s Izmeneniyami № 1, 2). URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200032024>
2. GOST 31449-2013 «Moloko korov`e sy`roie. Tekhnicheskie usloviya». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200102731>
3. Tekhnicheskij reglament Tamozhennogo soyuza «O bezopasnosti moloka i molochnoj produkczii» (TR TS 033/2013). URL: <https://docs.cntd.ru/document/499050562>
4. Aliev A.Yu., Fedotov S.V., Belozerczeva N.S. Izmenenie belkovogo sostava moloka korov pri subklinicheskom mastite // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigeny` i e`kologii». 2022. № 4 (44). S. 471–477. doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202204010 EDN: SYBJGT
5. Anan`eva T.V., Ostroukhova V.I. Sovershenstvovanie metodov vozdejstviya na mikrobiologicheskie pokazateli moloka-sy`r`ya // Glavnij zootekhnik. 2020. № 5. S. 65-73.
6. Volodin D.N., Topalov V.K., Evdokimov I.A. i dr. Standartizacziya moloka po belku v tekhnologii proizvodstva sy`rov // Sy`rodelie i maslodelie. 2021. № 5. S. 34-35.
7. Gun`kova P.I., Pavlov M.S., Skopichev V.G. Vzaimosvyaz` mezhdru mikrobnoj obsemenennost`yu, sostavom korov`ego moloka, vy`kxodom i kachestvom poluchaemy`kx iz nego belkovy`kx produktov // Voprosy` normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii. 2015. № 3. S. 128-132.
8. Larionov G.A. Semenov V.G., Mardar`eva N.V. Izmeneniya kximicheskogo sostava moloka korov UNPCZ «Studencheskij» v osennij period // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigeny` i e`kologii». 2019. № 4 (32). S. 382-387.

9. Larionov G.A., Checheneshkina O.YU., YAtrusheva E.S. Mikrobiologicheskaya bezopasnost` moloka i molochny`kx produktov // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigeny` i e`kologii». 2022. № 1 (41). S. 99-105. doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202201012.
10. Smirnov A.M., Kartashova V.M. Osobennosti mikrobnij kontaminaczii okxlazhdenного moloka i vliyanie ee na kachestvo molochny`kx produktov // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigeny` i e`kologii». 2012. № 1 (7). S. 42-46.
11. Filatova A.V., Bibaeva Yu.V., Nistratova M.V. i dr. Veterinarno-sanitarnaya ocenka kachestva moloka korov posle obrabotki soskov vy`meni gigenichesкими sredstvami // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigeny` i e`kologii». 2022. № 2 (42). S. 152-159. doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202202002 EDN: AMTI`WF

### Информация об авторах

Ларионов Г.А. – д-р биол. наук, проф., профессор кафедры.

Ефимов А.В. – аспирант.

Чеченешкина О.Ю. – канд. с.-х. наук, доцент кафедры.

### Information about the authors

Larionov G.A. – Dr. Biol. Sci., Prof., Prof. of the Department.

Efimov A.V. – postgraduate student.

Checheneshkina O.Yu. – Cand. of agricult. Sci., associate professor.

### Вклад авторов

Ларионов Г.А. – постановка цели работы, проведение экспериментов, написание отдельных разделов, заключение.

Ефимов А.В. – проведение экспериментов, написание отдельных разделов.

Чеченешкина О.Ю. – проведение экспериментов, написание отдельных разделов.

### Contribution of the authors

Larionov G.A. – aim of the work, conducting experiments, writing the separate sections of the article, conclusion.

Efimov A.V. – conducting experiments, writing the separate sections of the article.

Checheneshkina O.Yu. – conducting experiments, writing the separate sections of the article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 10.04.2023; одобрена после рецензирования 24.04.2023. Дата опубликования: 29.09.2023.

The article was submitted 10.04.2023; approved after reviewing 24.04.2023. Date of publication 29.09.2023.

Научная статья  
УДК 637.1:637.07  
doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303006  
EDN: CHNHFV

## МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

*Анна Витальевна Бондаренко<sup>1</sup>, Мадинат Насрудиновна Курбанова<sup>2</sup>,  
Асият Мухтаровна Абдуллаева<sup>3</sup>, Анастасия Михайловна Самойлова<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования – филиал  
ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, Видное 142703, Российская Федерация*  
<sup>1,2,3,4</sup> *Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ),  
Москва 125080, Российская Федерация*

<sup>1</sup> ryabtseva.boss@yandex.ru,

<sup>2</sup> asiat29@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлена динамика сезонных изменений регламентированных микробиологических показателей молочной продукции. Исследованы молочные товары из различных торговых точек Центрального округа Российской Федерации в зависимости от времени года: за 2019 г. – 917 образцов различных наименований и производителей, за 2020 г. – 740 образцов, за 2021 г. – 908 образцов. Установлено, что в 2019 и 2021 гг. наблюдалась схожая динамика несоответствий по показателям: бактерий группы кишечных палочек, количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, дрожжей и плесневых грибов, причем основная доля нарушений приходится на летний период. В 2020 г. нарушения по санитарно-гигиеническим показателям особенно заметны весной, а по микроорганизмам порчи – в летние месяцы.

**Ключевые слова:** микробиологические показатели, молочная продукция, сезонная оценка

**Для цитирования:** Бондаренко А.В., Курбанова М.Н., Абдуллаева А.М., Самойлова А.М. Микробиологическая оценка безопасности молочных продуктов // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2023. № 3 (47). С. 293–299.

doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303006

EDN: CHNHFV

Original article

## MICROBIOLOGICAL SAFETY ASSESSMENT OF DAIRY PRODUCTS

*Anna V. Bondarenko<sup>1</sup>, Madinat N. Kurbanova<sup>2</sup>, Asiyat M. Abdullayeva<sup>3</sup>,  
Anastasia M. Samoylova<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> *All-Russian Research Institute of Conservation Technology – a branch of the Federal  
Scientific Center for Food Systems named after V.M. Gorbato of RAS,  
Vidnoye 142703, Russian Federation*

<sup>1,2,3,4</sup> *Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH),  
Moscow 125080, Russian Federation*

<sup>1</sup> ryabtseva.boss@yandex.ru

<sup>2</sup> asiat29@mail.ru

**Abstract.** The article presents the dynamics of seasonal changes in regulated microbiological indicators of dairy products. Dairy products from various outlets of the Central subject of the Russian

Federation were examined depending on the time of year: in 2019 – 917 samples of various names and manufacturers, in 2020 – 740 samples, in 2021 – 908 samples. It was found that in 2019 and 2021 there was a similar dynamics of inconsistencies in indicators: coliform bacteria, the number of mesophilic aerobic and facultatively anaerobic microorganisms, yeast and mold fungi, with the main share of violations occurring in the summer period. In 2020, violations of sanitary and hygienic indicators are especially noticeable during the spring, and spoilage microorganisms – in the summer months.

**Key words:** microbiological indicators, dairy products, seasonal assessment

**For citation:** Bondarenko A.V., Kurbanova M.N., Abdullayeva A.M., Samoylova A.M. Microbiological safety assessment of dairy products // Russian Journal «Problems of Veterinary sanitation, Hygiene and Ecology». 2023. № 3 (47). P. 293–299 (In Russ.).

doi: 10.36871/vet.san.hygiene.ecol.202303006

EDN: CHNHFV

### **Введение**

Для развития экономики пищевой отрасли необходимо повышать конкурентоспособность товаров и услуг. Известно, что молоко и продукция из него входят в ежедневный рацион человека. Такая продукция богата различными полезными веществами и не должна представлять опасности для покупателей. Исходя из этого, для потребителя важными составляющими являются качество и безопасность молочной продукции, обеспечиваемые производителем и переработчиком молока, также потребитель ценит натуральную и вкусную продукцию [3].

Микробиология молочной продукции, рассматриваемая как техническая отрасль, направлена как на изучение микроорганизмов, используемых в молочной промышленности при выработке различной продукции, так и на патогенную микрофлору, которая может контаминировать продукцию в процессе на ее производства. Важнейшим звеном для получения безопасной молочной продукции является санитарное состояние молокоперерабатывающих предприятий, которое напрямую влияет на качество и продолжительность хранения выпускаемой продукции [10].

Источниками контаминации на производстве могут служить молоко-сырье, заквасочные микроорганизмы, пищевые добавки, вода, также причиной может быть недостаточная личная гигиена сотрудников. Недоброкачественное сырое молоко нередко служит источником микробиологического загрязнения оборудования, причем даже после термической обработки (пастеризация) возможно вторичное обсеменение. Следовательно, безопасность получаемой продукции зависит от добросовестного проведения входного контроля сырья и материалов, соблюдения ветеринарно-санитарных требований при первичной переработке молока-сырья,

контроля за гигиеническим состоянием оборудования на молокоперерабатывающем предприятии, включая мойку и дезинфекционную обработку производственного оборудования, и контроля за соблюдением личной гигиены сотрудниками. Также внедрение системы ХАССП в производство на ферме и на молочном заводе обеспечит выполнение требований к качеству и безопасности сырого молока в процессе технической переработки и конечного продукта для потребителя [6, 7].

Суммируя все сказанное, можно отметить, что микробиология молочной продукции включает в себя как техническую, так и санитарную микробиологию [1, 9].

Проанализировав статистические данные последних лет, можно заметить достаточно большой процент несоответствий в отношении санитарно-показательных микроорганизмов, а именно бактерий группы кишечных палочек (БГКП) и количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), также выявляют нарушения в отношении микроорганизмов, вызывающих порчу [2, 4, 5, 8].

Основываясь на вышеизложенном, представляется актуальной комплексная микробиологическая оценка молочной продукции с дальнейшим выявлением несоответствий по сезонам года, что позволило бы спрогнозировать возможные риски и не допустить возникновения инфекционных заболеваний.

Цель нашего исследования – сравнительная по-сезонная оценка изменений регламентированных микробиологических показателей безопасности молока и молочных продуктов за 2019–2021 гг.

### **Материалы и методы**

На базе научно-исследовательского испытательного центра ВНИИТеК – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

исследовали образцы молочных продуктов из различных торговых точек Центрального федерального округа Российской Федерации в период с 2019 по 2021 г. Определяли следующие показатели: БГКП, КМАФАнМ, наличие дрожжей и плесневых грибов. Использовали методы, обеспечивающие соблюдение требований технического регламента «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013).

Микробиологические показатели молока и продуктов его переработки контролировали согласно нормативно-технической документации. Для подсчета КМАФАнМ делали посев на мясо-пептонный агар глубинным методом, далее помещали в термостат на 72 ч при температуре  $30 \pm 1^\circ\text{C}$ . Чтобы выявить БГКП, использовали методику посева с жидкую среду Кесслера с поплавком. Затем помещали в термостат на 24 ч при температуре  $37 \pm 1^\circ\text{C}$ . Признаком наличия лактозоположительных бактерий группы кишечных палочек служат заметные пузырьки газа в поплавке. Для подтверждения проводили пересев на среду Эндо с дальнейшим термостатированием при температуре  $37 \pm 1^\circ\text{C}$  в течение 18...24 ч [12]. Методика подсчета дрожжей и плесневых грибов основана на глубинном посеве соответствующего

разведения в агар Сабуро с хлорамфениколом. Далее образец помещали в термостат на 120 ч при температуре  $24 \pm 1^\circ\text{C}$  [13].

Отбор и подготовку проб к анализу проводили согласно действующим нормам и регламентам [11, 14].

### Результаты исследований и обсуждение

Для сравнительной оценки микробиологических показателей в течение трех лет анализу были подвергнуты 2565 образцов молочной продукции различных наименований и производителей, из которых в 2019 г. – 917 образцов, в 2020 г. – 740, в 2021 г. – 908 образцов. Определяли контаминацию образцов по сезонам: зимой, весной, летом и осенью.

При сравнении данных по показателю БГКП (рис. 1) прослеживается схожая сезонная динамика нарушений за 2019–2021 гг. Весомая доля образцов с положительными пробами на БГКП приходится на лето и осень и составляет в 2019 г. 25,3 и 17,3% соответственно, а в 2021 г. – 26,2 и 13,9%. В 2020 г. пик нарушений отмечен в весеннее время – 25,2%, в остальные сезоны этого года доля обнаружений БГКП составляла 6,3...9%.

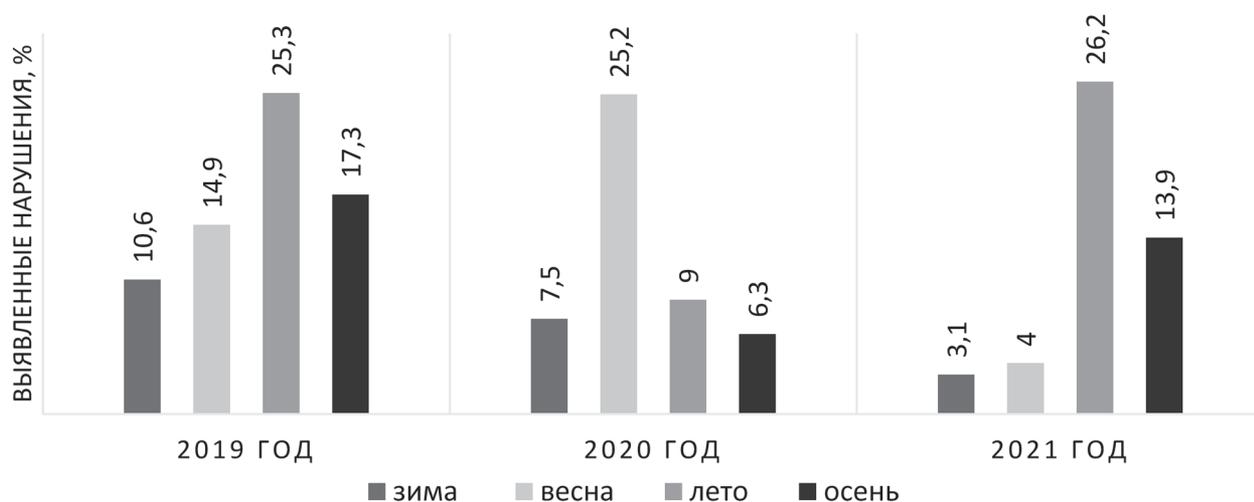


Рис. 1. Сравнительная сезонная оценка нарушений по БГКП (%) в молочной продукции за 2019–2021 гг.  
Fig. 1. Comparative seasonal assessment of coliform bacteria disorders (%) in dairy products for 2019–2021

При анализе данных по КМАФАнМ (рис. 2) за 2019 и 2021 гг. выявлена такая же тенденция сезонных нарушений. Наибольшее количество случаев превышения общего микробного числа отмечено в летне-осеннее время. Следует подчеркнуть, что в 2021 г. зафиксирована максимальная

доля превышения КМАФАнМ – 54,2%, приходящаяся на летний период.

В зимний период 2020 г. все исследованные образцы соответствовали нормативным документам, превышений по показателю КМАФАнМ не выявлено. Наиболее высокая контаминация молока и

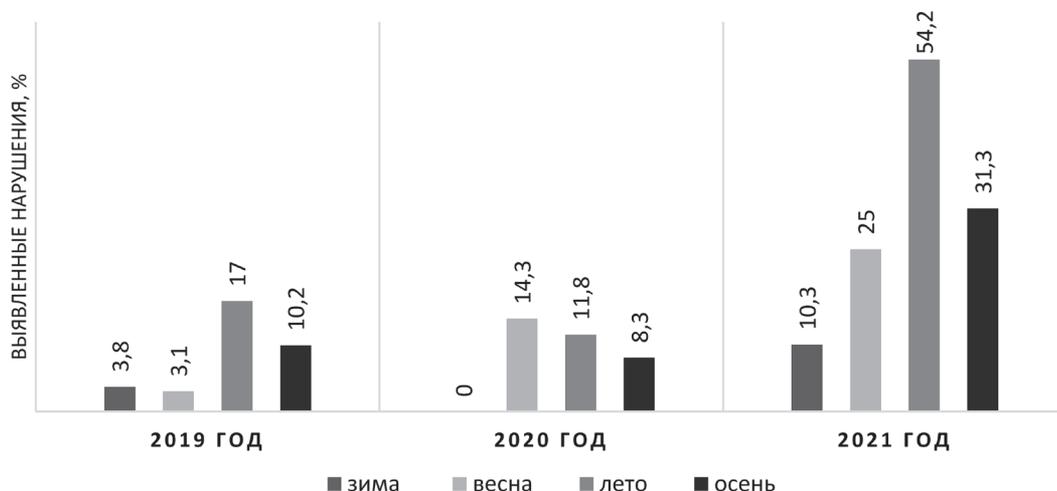


Рис. 2. Сравнительная сезонная оценка нарушений по КМАФАнМ (%) в молочной продукции за 2019–2021 гг.

Fig. 2. Comparative seasonal assessment of KMAFAnM violations (%) in dairy products for 2019–2021

молочных продуктов приходилась на весенний и летний сезоны – 14,3 и 11,8% соответственно.

Сопоставляя данные по дрожжам (рис. 3) в 2019, 2020 и 2021 гг., мы наблюдаем основную долю превы-

шений по данному показателю в летние месяцы. Максимальный пик несоответствий приходится на 2019 г. и составляет 28,7%. Отметим, что в весной 2020 г. и осенью 2021 г. нарушений выявлено не было.

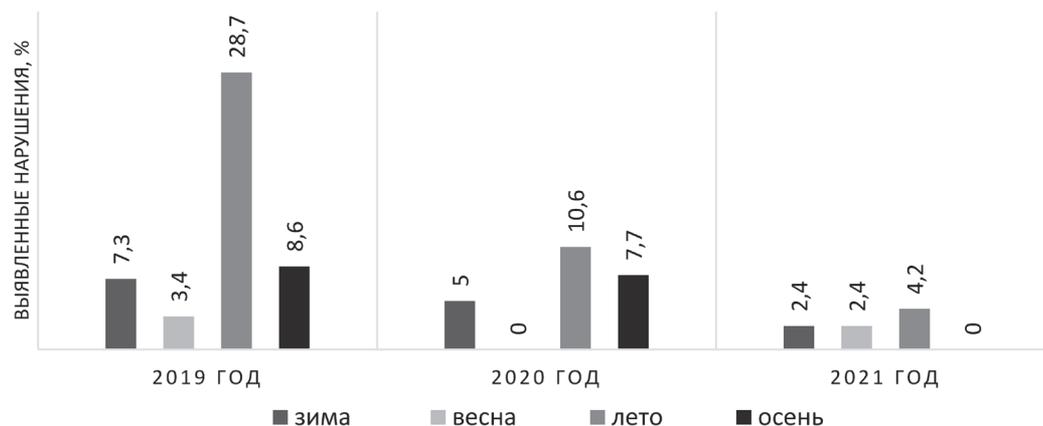


Рис. 3. Сравнительная сезонная оценка нарушений по дрожжам (%) в молочной продукции за 2019–2021 гг.

Fig. 3. Comparative seasonal assessment of yeast (%) in dairy products for 2019–2021

Оценивая динамику нарушений по плесневым грибам за указанные годы (таблица), мы видим одинаковую картину – превышение показателя только в летний период, доля несоответствий варьируется от 2,1 до 4,6%, в остальные сезоны года нарушений не было либо показатели были ничтожно малы.

Таблица. Сравнительная сезонная оценка нарушений по плесневым грибам (%) в молочной продукции за 2019–2021 гг.  
 Table. Comparative seasonal assessment of violations of mold fungi (%) in dairy products for 2019–2021

Сезон года	Выявленные нарушения по плесневым грибам, %		
	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Зима	0	0	0
Весна	0,3	0,1	0,3
Лето	4,6	2,1	4,2
Осень	0,1	0	0

### Заключение

В период с 2019 по 2021 г. было зафиксировано значительное число нарушений по микробиологическим показателям. В 2019 и 2021 гг. наблюдалась схожая динамика несоответствий по всем исследуемым показателям, причем основная доля нарушений приходится на летний период. В 2020 г. нарушения по санитарно-гигиеническим показателям особенно заметны весной, а микроорганизмы порчи доминировали в летние месяцы. Чаще всего причиной наличия БГКП в готовой продукции служили нарушения санитарных норм и правил работниками перерабатывающих предприятий. В рассматриваемый период в связи со сложными эпидемиологическими условиями происходило сокращение штатов сотрудников, что могло негативно сказаться на контроле за соблюдением данных норм и правил.

Максимальный пик несоответствий по санитарно-гигиеническим показателям замечен в 2021 г.

(БГКП – 26,2%, КМАФАнМ – 54,2%), а в отношении микроорганизмов порчи – в 2019 г. (дрожжи – 28,7%, плесневые грибы – 4,6%). Полученные данные по оценке сезонных изменений микробиологических показателей безопасности в молочной продукции позволят в дальнейшем свести к минимуму нарушения путем более тщательного и своевременного проведения санитарно-гигиенических, технических и других мероприятий в весенне-летний период. Выявленные нарушения тесно связаны с климатическими условиями, благоприятными для развития микроорганизмов. Особое внимание в эти сезоны необходимо уделять процессу доения на фермах, транспортировке молока-сырья, а также санитарному состоянию производства молока и продуктов его переработки.

Работа выполнена в рамках плана фундаментальных исследований по теме № FNEN-2019-00014.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бурыкин А.И., Панкратов Н.В., Бурыкина Е.А. Очистка молока и его микробиология // Молочная промышленность. 2010. № 9. С. 64-66.
2. Захарова О.А., Евдокимова О.В., Котелевец Е.П. и др. Микробиологический анализ сырого кобыльего молока // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2022. № 4. С. 12-19. <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.50.27.003>.
3. Курбанова М.Н., Самойлов А.В. Перспективные направления в пищевой микробиологии. Методы выявления и идентификации микроорганизмов // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2021. № 4 (40). С. 370-379. doi: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202104001.
4. Курбанова М.Н., Сураева Н.М., Самойлов А.В. Сезонная оценка безопасности молочных продуктов по микробиологическим показателям // Проблемы развития АПК региона. 2019. № 3 (39). С. 233-238.
5. Лукина В.Е., Алексеев М.А. Санитария и гигиена на предприятиях молочной промышленности // Научный электронный журнал Меридиан. 2020. № 1 (35). С. 78-80.
6. Мазаев А.Н., Шель И.А., Попова М.А. и др. О фальсификации молока и молочных продуктов // Молодой ученый. 2014. № 12 (71). С. 90-92.
7. Самойлов А.В., Сураева Н.М., Зайцева М.В., Петров А.Н. Оценка микробиологической безопасности мясных и рыбных продуктов // Качество и безопасность пищевых продуктов. 2019. № 6 (59). С. 94-100.
8. Свириденко Г.М., Комарова Т.В., Ускова Е.Е. Исследование состава остаточной микрофлоры молока после пастеризации // Пищевые системы. 2022. № 5 (4). С. 344-352. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-4-344-352>.
9. Уварова В.М., Мазаев А.Н., Шель И.А. и др. Микробиологический контроль молочной продукции // Молодой ученый. 2014. № 12 (71). С. 110-112.
10. Шадрова Н.Б., Прунтова О.В., Скитович Г.С. Определение видового разнообразия бактерий группы кишечной палочки в готовых молочных продуктах // Ветеринария сегодня. 2017. №2 (21). С. 21-26.
11. ГОСТ ISO 11133-2016. Микробиология пищевых продуктов, кормов для животных и воды. Приготовление, производство, хранение и определение рабочих характеристик питательных сред: дата введения 2017-07-01. М.: Стандартинформ, 2016. 89 с.
12. ГОСТ 32901-2014. Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа: дата введения 2016-01-01. М.: Стандартинформ, 2015. 25 с.
13. ГОСТ 33566-2015. Молоко и молочная продукция. Определение дрожжей и плесневых грибов: дата введения 2016-07-01. М.: Стандартинформ, 2019. 13 с.

14. ГОСТ 31904-2012. Продукты пищевые. Методы отбора проб для микробиологических испытаний: дата введения 2013-07-01. М.: Стандартиформ, 2014. 5 с.

## REFERENCES

1. Bury`kin A.I., Pankratov N.V., Bury`kina E.A. Ochistka moloka i ego mikrobiologiya // Molochnaya promy`shlennost`. 2010. № 9. S. 64-66.
2. Zakharova O.A., Evdokimova O.V., Kotelevetz E.P. i dr. Mikrobiologicheskij analiz sy`rogo koby`l`ego moloka // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo ag-rotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kosty`cheva. 2022. № 4. S. 12-19. <https://doi.org/10.36508/RSATU.2022.50.27.003>
3. Kurbanova M.N., Samojlov A.V. Perspektivny`e napravleniya v pishhevoj mikrobiologii. Metody` vy`yavleniya i identifikaczii mikroorganizmov // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigeny` i e`kologii». 2021. № 4 (40). S. 370-379. doi: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202104001
4. Kurbanova M.N., Suraeva N.M., Samojlov A.V. Sezonnaya ocenka bezopasnosti molochny`kx produktov po mikrobiologicheskim pokazatelyam // Problemy` razvitiya APK regiona. 2019. № 3 (39). S. 233-238.
5. Lukina V.E., Alekseev M.A. Sanitariya i gigiena na predpriyatiyax molochnoj promy`shlennosti // Nauchny`j e`lektronny`j zhurnal Meridian. 2020. № 1 (35). S. 78-80.
6. Mazaev A.N., SHel` I.A., Popova M.A. i dr. O fal`sifikaczii moloka i molochny`kx produktov // Molodoj ucheny`j. 2014. № 12 (71). S. 90-92.
7. Samojlov A.V., Suraeva N.M., Zajczeva M.V., Petrov A.N. Ocenka mikrobiologicheskoy bezopasnosti myasny`kx i ry`bny`kx produktov // Kachestvo i bezopasnost` pishhevy`kx produktov. 2019. № 6 (59). S. 94-100.
8. Sviridenko G.M., Komarova T.V., Uskova E.E. Issledovanie sostava ostatocnoj mikroflory` moloka posle pasterizaczii // Pishhevy`e sistemy`. 2022. № 5 (4). S. 344-352. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-4-344-352>
9. Uvarova V.M., Mazaev A.N., SHel` I.A. i dr. Mikrobiologicheskij kontrol` molochnoj produkczii // Molodoj ucheny`j. 2014. № 12 (71). S. 110-112.
10. SHadrova N.B., Pruntova O.V., Skitovich G.S. Opredelenie vidovogo raznoobraziya bakterij grupy` kischechnoj palochki v gotovy`kx molochny`kx produktax // Veterinariya segodnya. 2017. №2 (21). S. 21-26.
11. ГОСТ Т SO 11133-2016. Mikrobiologiya pishhevy`kx produktov, kormov dlya zhivotny`kx i vody`. Prigotovlenie, proizvodstvo, kxranenie i opredelenie rabochikx kxarakteristik pitatel`ny`kx sred: data vvedeniya 2017-07-01. М.: Standartinform, 2016. 89 s.
12. ГОСТ 32901-2014. Moloko i molochnaya produkcziya. Metody` mikrobiologicheskogo analiza : data vvedeniya 2016-01-01. М.: Standartinform, 2015. 25 s.
13. ГОСТ 33566-2015. Moloko i molochnaya produkcziya. Opredelenie drozhzhej i plesnevy`kx gribov: data vvedeniya 2016-07-01. М.: Standartinform, 2019. 13 s.
14. ГОСТ 31904-2012. Produkty` pishhevy`e. Metody` otbora prob dlya mikrobiologicheskikx ispy`tanij : data vvedeniya 2013-07-01. М.: Standartinform, 2014. 5 s.

## Информация об авторах

Бондаренко А.В. – магистр, младший научный сотрудник.

Курбанова М.Н. – канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник.

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

Самойлова А.М. – канд. биол. наук, руководитель НИИЦ.

## Information about the authors

Bondarenko A.V. – Master's Degree, Junior Researcher.

Kurbanova M.N. – Cand. Biol. Sci., leading researcher.

Abdullayeva A.M. – Doc. Biol. Sci., Head of the Department.

Samoylova A.M. – Cand. Biol. Sci., Head of the research test center

## Вклад авторов

Бондаренко А.В. – сбор и обработка статистических данных, написание исходного текста, выводы.

Курбанова М.Н. – постановка цели и задач исследований, доработка текста, выводы.

Абдуллаева А.М. – доработка текста.

Самойлова А.М. – доработка текста.

### **Contribution of the authors**

Bondarenko A.V. – collection and processing of statistical data, writing of the source text, conclusions.

Kurbanova M.N. – setting goals, defining research objectives, finalizing the text, conclusions.

Abdullayeva A.M. – revision of the text.

Samoylova A.M. – revision of the text.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 11.04.2023; одобрена после рецензирования 11.05.2023. Дата опубликования 29.09.2023.

The article was submitted 11.04.2023; approved after reviewing 11.05.2023. Date of publication 29.09.2023.

Научная статья

УДК 619:636.2:637.12.04/.07

doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303007

EDN: DKNBYR

## КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОЛОКА КОРОВ ПОСЛЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГИГИЕНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

*Аюб Юсупович Алиев<sup>1</sup>, Сергей Васильевич Федотов<sup>2</sup>,  
Наталья Сергеевна Белозерцева<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт – филиал ФАНЦ РД,  
Махачкала 367000, Республика Дагестан, Российская Федерация

<sup>2,3</sup> Московская государственная академия ветеринарной медицины  
и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина,  
Москва 109472, Российская Федерация

<sup>1</sup> alievayb1@mail.ru: <https://orcid.org/0000-0002-4433-602X>

<sup>2</sup> serfv@mail.ru: <https://orcid.org/0000-0002-0004-3639>

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

**Аннотация.** При нанесении гигиенических средств «Гикор-Д» и «Хамра Блу» до и после доения на вымя в молоке коров не выявили предельно допустимых отклонений в показателях безопасности. При этом дезинфицирующие препараты обеспечивали защиту сосков вымени и молочной железы от контаминации патогенной микрофлорой.

У коров, которым на протяжении периода лактации применяли дезинфицирующие средства на основе хлоргексидина биглюконата, отмечена положительная корреляция между количеством соматических и мезофильных клеток, аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в молоке.

Показатели плотности, сухого молочного остатка (СМО), жира, сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) и калорийности молока после применения дезинфицирующих средств выше, чем без его применения.

В молоке коров не наблюдалось существенных биохимических изменений, следовательно, использование дезинфицирующих средств до и после доения коров не ухудшает качественные показатели молока, а также обеспечивает защиту сосков вымени и молочной железы от заболевания во время лактации.

**Ключевые слова:** коровы, мастит, биохимия молока, дезинфицирующие средства «Гикор-Д» и «Хамра Блу»

**Для цитирования:** Алиев А.Ю., Федотов С.В., Белозерцева Н.С. Качественная характеристика молока коров после применения гигиенических средств // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2023. № 3 (47). С. 300–306.

doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303007

EDN: DKNBYR

Original article

## QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF MILK OF COWS AFTER THE USE OF HYGIENE PRODUCTS

*Ayub Yu. Aliev<sup>1</sup>, Sergei V. Fedotov<sup>2</sup>, Nataliya S. Belozertseva<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Caspian Zonal Research Veterinary Institute – branch of the Federal State  
Budgetary Scientific Institution «FANTS RD»,

Makhachkala, 367000, Russian Federation

<sup>2,3</sup> Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K.I. Scriabin,  
Moscow 10947, Russian Federation

<sup>1</sup> alievayb1@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-4433-602X>

<sup>2</sup> serfv@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-0004-3639>

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

**Abstract.** When applying hygiene products «Gikor-D» and «Hamra Blue» before and after milking on the udder in the milk of cows no excess of safety indicators was detected. At the same time, disinfectants provided protection of the udder and breast nipples from contamination by pathogenic microflora. In cows, that were treated with disinfectants based on chlorhexidine bigluconate during lactation, there is a positive correlation between the number of somatic and of mesophilic cells aerobic and facultative-anaerobic microorganisms in milk. Indicators of density, CFR, fat, SOMO and caloric content of milk after the use of disinfectants are higher than without their use. There are no significant biochemical changes in the milk of cows, therefore, the use of disinfectants before and after milking of cows does not worsen the quality of milk, and also protects the udder and breast nipples from disease during lactation.

**Key words:** cows, mastitis, biochemistry of milk, disinfectants «Gikor-D» and «Hamra Blue»

**For citation:** Aliev A. Yu., Fedotov S. V., Belozertseva N. S. Qualitative characteristics of milk of cows after the use of hygiene products // Russian Journal «Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology». 2023. № 3 (47). P. 300–306 (In Russ.). doi: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202303007  
EDN: DKNBYR

### Введение

В настоящее время одной из первостепенных задач является увеличение количества биологически полноценного молока, в полном объеме удовлетворяющего физиологические потребности организма человека, в том числе детей [1, 2].

Молоко представляет собой полноценный, универсальный продукт питания, оно содержит почти все необходимые для человека питательные вещества и, следовательно, является высокоценным пищевым продуктом. В его состав входят белки, жиры, углеводы (молочный сахар), минеральные соли, витамины, причем в очень доступном для усвоения виде, поэтому молоко считается незаменимым в пищевом рационе взрослых и особенно детей.

Благодаря направленной племенной работе, можно достигнуть наилучших результатов по улучшению качества молока и молочной продукции. Однако повышенная секреция молочной железы провоцирует ее заболевания и приводит к выбраковке животных из стада, численность таких патологий может достигать до 51% поголовья [5, 8].

Воспаление молочной железы у высокопродуктивных коров широко распространено. Наибольшую хозяйственно-экономическую проблему представляют скрыто протекающие субклиниче-

ские маститы, которые встречаются в 4...5 раз чаще, чем клинически выраженные. Они наносят наибольший экономический ущерб животноводству за счет снижения молочной продуктивности, ухудшения качества молока, расстройств воспроизводительной функции, преждевременной выбраковки животных и затрат на лечение. В таком молоке отмечено снижение содержания жира, белка, лактозы и повышение количества соматических клеток [3, 11].

К биологическим факторам воспаления молочной железы относят микроорганизмы, проникающие в цистерну вымени через сосковый канал и вызывающие воспалительный процесс. Наиболее распространенными патогенами являются *E. coli*, *St. aureus*, *St. uberis*, *C. sporogenes*, *C. butyricum*, а также *C. tyrobutyricum*, *C. tertium*, *Salmonella* spp. [4].

В условиях современного животноводства положительную динамику в борьбе со скрытыми маститами дает применение фармакологических препаратов для лечения и профилактические мероприятия для предупреждения развития заболеваний вымени и сосков у коров в период лактации [6, 7].

Цель работы: определить качественные показатели и провести ветеринарно-санитарную оценку молока после применения гигиенических дезинфицирующих средств.

### Материалы и методы

Исследования проводили в АО «Леднево» Владимирской области на черно-пестрых коровах голштинской породы, с удоем 9500 кг на фуражную корову. Условия кормления и содержания во всех исследуемых группах было одинаковыми.

Изучено влияние профилактических дезинфицирующих средств «Хамра Блу» и «Гикор-Д» на качественные показатели молока. В исследовании участвовало 120 клинически здоровых коров во время лактации. Животные были разделены на три экспериментальные группы по 40 гол. в каждой. Коровам 1-й группы перед доением применяли систему, принятую в хозяйстве (туалет вымени с использованием одноразовых салфеток). Животным 2-й группы после туалета вымени наносили гигиеническое средство «Хамра Блу», а животным 3-й группы – «Гикор-Д».

Учет молочной продуктивности и отбор средних проб молока проводили в соответствии с общепринятыми правилами по ГОСТ Р 58340-2019 («Молоко и молочная продукция. Метод отбора проб»).

Качественный состав молока подопытных животных определяли классическими методами, утвержденными действующей нормативной документацией [9]. В исследуемом молоке изучали содержание

соматических клеток по ГОСТ 23453-2014 («Молоко сырье. Методы определения соматических клеток»).

Эксперименты на животных проводили в соответствии с правилами, принятыми Европейской Конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и иных научных целей.

Экспериментальные данные обрабатывали с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel пакета «Анализ данных». При этом были рассчитаны следующие величины:  $\bar{x}$  – средняя арифметическая,  $m_x$  – среднеквадратическая ошибка, P – показатель достоверности разницы. Достоверность разницы результатов относительно опытных групп оценивали по стандартному критерию Стьюдента при P<0,05, P<0,01 и P<0,001.

### Результаты исследований и обсуждение

Одним из существенных вопросов в борьбе со скрытыми маститами является их ранняя диагностика, которая заключается в определении санитарных показателей молока: соматических клеток, титриметрической и активной кислотности, механической загрязненности и бактериальной обсемененности (табл. 1).

Таблица 1. Ветеринарно-санитарные показатели молока черно-пестрых коров (n=40)

Table 1. Veterinary and sanitary indicators of milk of black-motley cows (n=40)

Показатель	Группа животных		
	1-я (контрольная) $\bar{x} \pm m_x$	2-я (опытная) $\bar{x} \pm m_x$	3-я (опытная) $\bar{x} \pm m_x$
Содержание соматических клеток, в 1 см <sup>3</sup> , не более	281861,00±8290,52***	241547,00±6188,83	215009,00±10827,70
pH	6,61±0,01	6,62±0,01	6,63±0,01
Титриметрическая кислотность, °Т	17,99±0,08	17,74±0,06*	17,63±0,08*
Механическая загрязненность, группа чистоты	Первая	Первая	Первая
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1029,49±0,08	1029,53±0,07	1029,73±0,13

Примечание: \*P<0,05, \*\*P<0,01, \*\*\*P<0,001.

Note: \*P<0,05, \*\*P<0,01, \*\*\*P<0,001.

Данные таблицы 1 свидетельствуют, что содержание соматических клеток в молоке всех исследуемых животных не превышало 300 тыс/см<sup>3</sup>. Подопытные животные 1-й группы превосходили коров 2-й и 3-й групп по содержанию соматических клеток на 40 тыс/см<sup>3</sup> (P < 0,01) и 67 тыс/см<sup>3</sup> (P < 0,001). Наибольшее содержание соматических клеток в молоке исследуемых коров было отмечено в 1-й и 3-й группах.

Кислотность молока является как показателем свежести молока, так и индикатором, сигнализирующим о наличии воспалительного процесса в молочной железе, а именно пораженной четверти или четвертях. Снижение титриметрической кислотности (меньше 15°Т) и повышение pH (более 6,8) молока указывает о начале воспалительного процесса в вымени животного.

Активная кислотность – относительно стабильная величина, что обусловлено буферностью молока. Активная кислотность (рН) молока у коров опытных групп повышалась незначительно, различия составили 0,01 и 0,02.

Титриметрическая кислотность у коров достоверно понижалась от I в контрольной до II в опытной группе, разница составила 0,25°Т (P<0,05) и 0,36°Т (P<0,05).

Плотность молока является функцией его состава, т.е. зависит от содержания жира. Референсные значения могут колебаться в пределах нормы. Следует отметить, что плотность молока коров 1-й группы по сравнению с таковой 3-й группы повышалась незначительно, что объясняется соответствующим увеличением содержания сухого вещества в нем.

Количество механических загрязнений на фильтре у всех испытуемых животных соответствовало первой группе чистоты, что свидетельствовало о хороших санитарных условиях и соблюдении гигиены доения на фермах.

Молоко представляет собой благоприятную среду для развития микроорганизмов, вследствие

чего в свежесвыдоенном молоке они присутствуют в достаточном количестве, а численность может достигать нескольких сотен тысяч в 1 см<sup>3</sup>.

Обычный состав микрофлоры молока представлен молочнокислыми, маслянокислыми, пропионовокислыми бактериями, кишечной палочкой, различными гнилостными бактериями, плесневыми грибами и дрожжами.

В случае несоблюдения гигиенических условий доения молоко может загрязняться микробами, находящимися на поверхности сосков, вымени, на руках доильниц и на доильной посуде, а также в шерсти животных и воздухе. В молоко могут попасть возбудители дизентерии, брюшного тифа, бруцеллеза, туберкулеза и др.

Среди молочнокислых стрептококков, без сомнения, следует выделить молочнокислые виды: *Str. lactis*, *Str. cremoris*, *Str. paracitrovomm*. Чем больше в молоке повышается численность микроорганизмов, тем они активнее вырабатывают в процессе жизнедеятельности ферменты – дегидразы (редуктазы) и, соответственно, быстрее обесцвечивают резазурин (редуктазная проба отражает бактериальную обсемененность).

**Таблица 2. Содержание микроорганизмов в молоке черно-пестрых коров (n=40)**

*Table 2. Nhe content of microorganisms in the milk of black-motley cows (n=40)*

Показатель	Группа животных		
	1-я (контрольная) $\bar{x} \pm m_x$	2-я (опытная) $\bar{x} \pm m_x$	3-я (опытная) $\bar{x} \pm m_x$
Уровень бактериальной обсемененности, тыс/см <sup>3</sup>	до 500	до 500	до 500
КМАФАнМ, КОЕ/см <sup>3</sup> , не более	363,00±0,30	357,48±0,37	355,13±0,14*
БГКП колиформы, см <sup>3</sup>	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены
Патогенные микроорганизмы, см <sup>3</sup>	То же	То же	То же

*Примечание:* \*P<0,05, \*\*P<0,01, \*\*\*P<0,001.

*Note:* \*P<0,05, \*\*P<0,01, \*\*\*P<0,001.

При постановке редуктазной пробы мы установили, что уровень бактериальной обсемененности в исследуемом молоке составил до 500 тыс/см<sup>3</sup> (табл. 2), молоко соответствует основным показателям ГОСТ 32901-2014 «Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа».

Показателем уровня бактериальной обсемененности молока является количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. Таким образом, было необходимо определить бактериальную обсемененность молока у исследуемых коров, различия в количестве

мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в молоке. Уровень бактериальной обсемененности молока коров всех трех групп не превышал 500 тыс/см<sup>3</sup>. Различия между 1-й (контрольной) и 2-й опытной группами оказалось достоверным (P<0,05) и составило 8 КОЕ/см<sup>3</sup> (363,00±0,30...357,48±0,37).

Патогенные микроорганизмы и бактерии группы кишечной палочки отсутствовали в молоке всех испытуемых животных.

Таким образом, по итогам микробиологического анализа молока экспериментальных коров

можно сделать вывод, что оно соответствовало ГОСТ 32901-2014 («Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа») и требованиям ТР Таможенного Союза 033/2013.

Из данных таблицы 3 видно, что содержание сухого вещества и сухого обезжиренного молочного остатка в молоке исследуемых коров существенных различий не имело.

В результате проведенных исследований установлено, что показатели содержания жира между

1-й и 3-й, 2-й и 3-й группами животных оказались достоверными, но незначительными: 0,28% (P<0,05) и 0,25% (P<0,05), содержания белка соответственно 0,25% (P<0,05) и 0,14%, содержания лактозы соответственно 0,19 (P<0,01) и 0,13 (P<0,05).

Однако уровень содержания жира и белка в молоке во всех трех группах был значительно выше средней базисной нормы жира (не менее 2,8%) и белка (не менее 2,8%), установленной ГОСТ Р 31449-2013 для молока-сырья по России.

**Таблица 3. Качественный состав молока черно-пестрых коров (n=40)**

**Table 3. Qualitative composition of milk of black- motley cows (n=40)**

Показатель	1-я группа $\bar{x} \pm m_x$	2-я группа $\bar{x} \pm m_x$	3-я группа $\bar{x} \pm m_x$
Содержание в молоке, % Сухое вещество, в том числе: СОМО жир белок лактоза	13,97±0,14 9,42±0,07 4,53±0,06 3,51±0,03 5,12±0,05	13,71±0,10 9,51±0,06* 4,43±0,09 3,59±0,04 5,03±0,03	14,06±0,14 9,58±0,09 4,46±0,07 3,48±0,11 5,16±0,02
Макроэлементы, мг/100 г кальций фосфор Отношение Са:Р	121,0900±0,0400 92,1700±0,0900 1,32:1,00	121,0100±0,0300 92,0600±0,0400 1,33:1,00	121,8700±0,0300* 91,9100±0,0700 1,33:1,00
Витамины, мг/100 г витамин А витамин С	0,0248±0,0001 1,4960±0,004	0,0249±0,0001 1,5000±0,001*	0,0248±0,0001 1,4940±0,002

Примечание: \*P<0,05, \*\*P<0,01, \*\*\*P<0,001.

Note: \*P<0,05, \*\*P<0,01, \*\*\*P<0,001.

Макроэлементы молока обуславливают его пищевую ценность, они находятся в свободном состоянии, являются электролитами и стабилизируют коллоидное состояние белков, оказывают важное свертывающее действие, обуславливают буферное действие молока по отношению к водородным ионам [10].

Ионы кальция входят в состав казеинаткальцийфосфатного комплекса, они укрепляют гидратную оболочку, повышая устойчивость коллоидного состояния казеина. От содержания ионов кальция зависят технологические свойства молока. Содержание кальция в молоке у испытуемых животных в среднем оказалось 121...122 мг/100 г, существенного отличия у опытных коров не было выявлено, различия между группами оказались незначительными и составили 0,08 мг/100 г.

Различные формы фосфора в соотношении с кальцием определяют степень дисперсности и гидратации белковых частиц, их стабильность при

тепловой обработке и дестабилизацию в процессе сычужного свертывания молока.

Содержание фосфора в молоке колеблется от 74 до 130 мг%, причем большая его часть приходится на долю неорганического – 70...77% и 23...30% – органического фосфора.

У подопытных животных содержание фосфора при применении гигиенических средств оставалось в пределах нормы, различия составили 0,11 и 0,26 мг/100 г соответственно между 1-й и 2-й и 1-й и 3-й группами.

В молоке находятся все жизненно важные витамины, необходимые для нормальной жизнедеятельности организма человека, хотя некоторые из них присутствуют в недостаточном количестве.

Витамин А относится к группе жирорастворимых витаминов, он принимает участие при образовании тканей и клеточных группировок. Содержание витамина А в молоке животных опытных и контрольной групп было практически одинаково.

вым, разница составила 0,0001 мг/100 г между 1-й и 2-й группами.

В состав ферментов, в том числе ферментов молока, входит витамин С. Разница между испытываемыми группами по содержанию водорастворимого витамина С оказалась несущественной и недостоверной и составила 0,01 мг/100 г.

По результатам изучения качественного состава молока можно сделать вывод, что молоко во всех трех исследуемых группах соответствовало ГОСТ Р 31449-2013 («Молоко коровье сырое. ТУ»), а также требованиям ТР Таможенного союза (ТР ТС 033/2013).

### Заклучение

У коров, которым на протяжении периода лактации применяли дезинфицирующие средства,

содержащие хлоргексидина биглюконат, отмечена положительная корреляция между количеством соматических и мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в молоке.

По результатам наших исследований можно сделать вывод, что такие показатели, как плотность, СМО, жир, СОМО значительно не различались между испытываемыми группами, однако было отмечено небольшое повышение калорийности молока в 3-й опытной группе. В молоке коров не зарегистрировано существенных биохимических изменений.

Следовательно, использование дезинфицирующих средств до и после доения коров обеспечивает защиту молочной железы от заболевания во время лактации, не ухудшая при этом качественных показателей молока.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Алиев А.Ю., Федотов С.В., Белозерцева Н.С. Влияние субклинической формы мастита на качественный состав молока // Кормление и ветеринария. 2021. № 6. С.4-7.
2. Авдеенко В.С., Федотов С.В., Белозерцева Н.С. и др. Прогнозирование репродуктивных качеств и предрасположенности к маститам коров голштинской и симментальской пород // Изв. ТСХА. 2020. № 3. С.107-121.
3. Белозерцева Н.С., Федотов С.В., Яхаев И.М. Зависимость репродуктивной способности черно-пестрых коров от физиологического статуса // Ветеринария. 2019. № 6. С. 41-44.
4. Федотов С.В., Белозерцева Н.С., Яхаев И.М., Гансе А.Э. Показатели репродуктивной способности и молочная продуктивность черно-пестрых коров различного типа телосложения // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 2 (160). С. 102-106.
5. Федотов С.В., Белозерцева Н.С., Деринев А.В., Болтенков В.А. Особенности ранней диагностики субклинических маститов у коров // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 5. С.104-108.
6. Федотов С.В., Белозерцева Н.С., Деринев А.В. Применение иммуномодулирующих препаратов при субклинических маститах // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 9. С.81-85.
7. Федотов С.В., Белозерцева Н.С., Удалов Г.М. Совершенствование ранней диагностики субклинического мастита у коров // Ветеринария. 2013. № 5. С.37-40.
8. Яхаев И.М., Федотов С.В., Белозерцева Н.С. Гинеколо-маммологическая диспансеризация лактирующих коров // Ветеринария. 2020. № 6. С.33-38.
9. Технический регламент на молоко и молочную продукцию. Федеральный закон от 22 июля 2010 года №163 – ФЗ.
10. Рогожин В.В. Биохимия молока и молочных продуктов. СПб.: ГИОРД, 2006. 320 с.
11. Fedotov S.V., Avdeenko V.S., Belozerczeva N.S., Yahaev I.M. The qualitative composition of milk from cow with sub-clinical mastitis // Reproduction in domestic animals. 2019. V. 54. S. 3. P. 138-139.

### REFERENCES

1. Aliev A.Yu., Fedotov S.V., Belozerczeva N.S. Vliyanie subklinicheskoy formy` mastita na kachestvenny`j sostav moloka. Kormlenie i veterinariya. 2021. № 6. S.4-7.
2. Avdeenko V.S., Fedotov S.V., Belozerczeva N.S. i dr. Prognozirovanie reproduktivny`kx kachestv i predraspolozhenosti k mastitam korov golshtinskoj i simmental`skoj porod // Izv. TSKXA. 2020. № 3. S.107-121.
3. Belozerczeva N.S., Fedotov S.V., Yakhaev I.M. Zavisimost` reproduktivnoj sposobnosti cherno-pestry`kx korov ot fiziologicheskogo statusa // Veterinariya. 2019. № 6. S. 41-44.
4. Fedotov S.V., Belozerczeva N.S., Yakhaev I.M., Ganse A.E`. Pokazateli reproduktivnoj sposobnosti i molochnaya produktivnost` cherno-pestry`kx korov razlichnogo tipa teloslozheniya // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. № 2 (160). S. 102-106.

5. Fedotov S.V., Belozerczeva N.S., Derinov A.V., Boltenev V.A. Osobennosti rannej diagnostiki subklinicheskikh mastitov u korov // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. № 5. S.104-108.
6. Fedotov S.V., Belozerczeva N.S., Derinov A.V. Primenenie immunomoduliruyushchikh preparatov pri subklinicheskikh mastitakh // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. № 9. S.81-85.
7. Fedotov S.V., Belozerczeva N.S., Udalov G.M. Sovershenstvovanie rannej diagnostiki subklinicheskogo mastita u korov // Veterinariya. 2013. № 5. S.37-40.
8. Yakhaev I.M., Fedotov S.V., Belozerczeva N.S. Ginekologo-mammologicheskaya dispanserizatsiya laktiruyushchikh korov // Veterinariya. 2020. № 6. S.33-38.
9. Tekhnicheskij reglament na moloko i molochnyuyu produkcziyu. Federal'nyj zakon ot 22 iyulya 2010 goda №163 – FZ.
10. Rogozhin V.V. Biokhimiya moloka i molochnykh produktov. SPb.: GIOR, 2006. 320 s.
11. Fedotov S.V., Avdeenko V.S., Belozerczeva N.S., Yahaev I.M. The qualitative composition of milk from cow with sub-clinical mastitis // Reproduction in domestic animals. 2019. V. 54. S. 3. P. 138-139.

### **Информация об авторах**

Алиев А.Ю. – д-р вет. наук, директор института.

Федотов С.В. – д-р вет. наук, профессор кафедры.

Белозерцева Н.С. – канд. биол. наук, доцент кафедры.

### **Information about the authors**

Aliev A.Yu. – Doct. Vet. Sci., Director of Institute.

Fedotov S.V. – Doct. Vet. Sci., Professor of the Department.

Belozertseva N.S. – Cand. Biol. Sci., Senior Lecturer.

### **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 conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 20.03.2023; одобрена после рецензирования 07.04.2023. Дата опубликования 29.09.2023.

The article was submitted 20.03.2023; approved after reviewing 07.04.2023. Date of publication 29.09.2023.

Научная статья  
УДК 597.553.2:619:614:31.637  
doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303008  
EDN: DLEIBB

## ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА И СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПЕРЕСЛАВСКОЙ И СИБИРСКОЙ РЯПУШКИ

*Полина Владимировна Кулач<sup>1</sup>, Инга Михайловна Нитяга<sup>2</sup>,  
Людмила Павловна Сатюкова<sup>3</sup>, Асият Мухтаровна Абдуллаева<sup>4</sup>,  
Алена Игоревна Панфилова<sup>5</sup>*

*<sup>1,2,3,4,5</sup> Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)  
Москва 125080, Российская Федерация*

<sup>1</sup> kulachpv@mgupp.ru

<sup>2</sup> NityagaIM@mgupp.ru

<sup>3</sup> satukovalp@mgupp.ru

<sup>4</sup> abdullaevaam@mgupp.ru

<sup>5</sup> aleona.panfilowa@yandex.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты ветеринарно-санитарной экспертизы переславской и сибирской ряпушки. Проведены биологический анализ с измерением массы и длины тела, а также органолептические, физико-химические, паразитологические и микробиологические исследования. По результатам исследований удалось оценить качество и безопасность переславской и сибирской ряпушки, выловленных и приобретенных в г. Переславле.

**Ключевые слова:** ветеринарно-санитарная экспертиза, переславская ряпушка, европейская ряпушка, сибирская ряпушка

**Для цитирования:** Кулач П.В., Нитяга И.М., Сатюкова Л.П., Абдуллаева А.М., Панфилова А.И. Ветеринарно-санитарная экспертиза и сравнительная оценка переславской и сибирской ряпушки // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2023. № 3 (47). С. 307–313. doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303008  
EDN: DLEIBB

Original article

## VETERINARY SANITARY EXPERTISE AND COMPARATIVE ASSESSMENT OF PERESLAVSKAYA AND SIBERIAN RYAPUSHKA

*Polina V. Kulach<sup>1</sup>, Inga M. Nityaga<sup>2</sup>, Lyudmila P. Satyukova<sup>3</sup>,  
Asiyat M. Abdullaeva<sup>4</sup>, Alena I. Panfilova<sup>5</sup>*

*<sup>1,2,3,4,5</sup> Russian Biotechnological University  
Moscow 125080, Russian Federation*

<sup>1</sup> kulachpv@mgupp.ru

<sup>2</sup> NityagaIM@mgupp.ru

<sup>3</sup> satukovalp@mgupp.ru

<sup>4</sup> abdullaevaam@mgupp.ru

<sup>5</sup> aleona.panfilowa@yandex.ru

**Abstract.** The article presents the results of the veterinary and sanitary examination of the Pereslavl and Siberian vendace. A biological analysis was carried out with the measurement of body

weight and body accumulations, as well as organoleptic, physico-chemical, parasitic and microbiological studies. Based on the results of the study, it was possible to assess the quality and safety of the Pereslavl and Siberian vendace caught and purchased in the city of Pereslavl.

**Key words:** veterinary and sanitary examination, pereslavskaya vendace, european vendace, siberian vendace

**For citation:** Kulach P.VI., Nityaga I.M., Satyukova L.P., Abdullaeva A.M., Panfilova A.Ig. Veterinary sanitary expertise and comparative assessment of pereslavskaya and siberian ryapushka // Russian Journal «Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology». 2023. № 3 (47). P. 307–313 (In Russ.). doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303008  
EDN: DLEIBB

### Введение

Переславская ряпушка (*Coregonus albula pereslavicus*) – форма европейской ряпушки, вида пресноводных рыб рода сигов. Обитает только в одном водоеме – озере Плещево, являющемся изолированным пресноводным водоемом, который находится на юге Ярославской области. Длина рыбы может достигать 35 см. Средняя масса ряпушки составляет около 300 г.

Переславская ряпушка – чисто озерная рыба, обитает в прохладной воде, хорошо насыщенной кислородом. Большую часть года она держится в глубоких местах озера, преимущественно в придонных слоях на глубине 25 м и более, где температура во все сезоны года постоянна и составляет около 4°C. С приближением осени и понижением температуры воды ряпушка поднимается в более высокие слои. В ноябре, когда температура воды становится практически одинаковой на всех глубинах, ряпушка покидает центральную часть озера и направляется нереститься к берегам. Нерест продолжается с 15 ноября по 15 декабря и совпадает с началом установления сплошного ледяного покрова на озере, а иногда проходит подо льдом. Икрометание происходит только в ночное время, а днем ряпушка снова уходит в глубь озера. Рыба предпочитает песчаное, всегда чистое, пологое дно. Икра желто-оранжевого цвета. Для продолжения рода ей необходимо находиться в воде, температура которой близка к нулевой отметке. Питается рыба глубоководным планктоном, главным образом дафниями, циклопами, изобилующими в озере, за счет которых и накапливает много жира. Мясо нежное, приятное на вкус, является легко усвояемой, диетической пищей. Этими отменными особенностями наша ряпушка выгодно отличается от других сородичей.

Переславская ряпушка имеет многовековую историю. Она всегда была в поле зрения великокняжеского, позднее царского, двора. В уставной

грамоте Василия III уже с 1498 г. (при Иоанне III) был введен обычай: после коронации наследника престола подавать блюдо переславских сельдей (ряпушки). Название же «переславская сельдь» официально упоминается уже в начале XVII в. Так, из росписи царских кушаний – документа за 1610–1613 гг. видно, что поставка рыбы для столицы была связана с Плещеевым озером. По вылову данной рыбы известны внушительные цифры: в 1647 г. доставка в Москву составила 33 600 ряпушек. В 1668 г. вышла правительственная грамота, согласно которой запрещалась добыча мелких рыб этого вида. Но как следует из источников, уже в 1670 г. весь улов переславской ряпушки составил 77 640 рыб, а в 1676 г. он оказался самым большим за всю историю вылова данной рыбы – 400 тыс. штук. Позднее, в XIX в., добыча ряпушки была не маленькая: например, в 1868 г. улов за год составил 200 тыс. рыб. Но в дальнейшем промысел стал существенно снижаться. В XX в. самый большой улов был в 1927 г. – 14,8 т. В 1961 г. на вылов переславской ряпушки ввели пятитысячный лимит.

Переславская ряпушка занесена в Красные книги России и Ярославской области, а единственное место ее обитания с 1975 г. является охранной зоной национальным парком «Плещеево озеро». На всей территории озера с 1974 г. ввели запрет на использование моторных лодок, а стоки предприятий отведены непосредственно за пределы охраняемой зоны.

По данным Красной книги Ярославской области, вышедшей в 2004 г., численность переславской ряпушки составляет от нескольких тысяч до нескольких десятков тысяч экземпляров [7].

Сибирская ряпушка (*Coregonus sardinella*) достигает длины до 35 см (максимум), максимальная масса не более 1 кг. Размножается осенью. Обитает в водоемах бассейна Северного Ледовитого океана, от Белого моря до Аляски. Рыба ни-

зовьев и придельтовых пространств северных рек, заходит в солоноватые воды заливов и губ, имеются отдельные озерные популяции. Холодолюбивая рыба, образующая косяки и мигрирующая для нереста вверх по рекам. Нерест происходит перед ледоставом, иногда после ледостава при температуре воды около 4°C и ниже в конце сентября – первой половине ноября в зависимости от географической широты. Сибирская ряпушка живет до 12 лет, редко более. Темп роста, размеры рыб и возраст достижения половой зрелости различны в разных водоемах. Наиболее мелкая ряпушка – в Енисее и Белом море. Половой зрелости обская и енисейская ряпушки достигают на четвертом-пятом году жизни, колымская – на пятом-шестом, ханганская и ленская — на шестом-седьмом. Самцы достигают половой зрелости на год раньше самок.

У переславской ряпушки в отличие от сибирской (*Coregonus sardinella*) нежная и легко опадающая циклоидная чешуя, антедорсальное расстояние (AD) больше 42% длины тела и меньше число позвонков (54...59, чаще 55...56). Три последних хвостовых позвонка загнуты вверх, преуральный и уральный позвонки не сливаются в один, конечный. Общий промысловый улов ряпушки в водоемах Сибири за последние предвоенные годы составлял более 3 тыс. т. Приблизительно 1 тыс. т приходилась на потребительский лов [9].

### Материалы и методы

Исследования проводили на базе ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)» кафедры «Ветеринарно-санитарная экспертиза и биологическая безопасность» с 1 июня 2021 г.

Материалом исследований были образцы переславской ряпушки, пойманной на удочку в озе-

ре Плещеево в период с июля по август – 3 шт. (образцы свежей охлажденной рыбы № 1, 2, 3); 6 штук ряпушки, приобретенных на рынках г. Переславля: 3 образца охлажденной переславской рыбы (№ 4, 5, 6) и 3 образца замороженной сибирской ряпушки (№ 7, 8, 9).

Органолептические исследования проводили согласно ГОСТ 7631-2008 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей» [3].

Микробиологические исследования проводили по ГОСТ 32031-2012 «Продукты пищевые. Методы выявления бактерий *Listeria monocytogenes*» [2], ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002) «Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*» [3], ГОСТ 10444.15-94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов» [4], ГОСТ 31747-2012 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)» [5], ГОСТ 31746-2012 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus*» [6].

Исследование на паразитарные болезни проводили согласно МУК 3.2.988-00 «Методические указания. Профилактика паразитарных болезней, методы санитарно-паразитологической экспертизы рыб, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки» [8].

### Результаты исследований и обсуждение

Результаты биологического анализа образцов переславской и сибирской ряпушки приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты биологического анализа  
 Table 1. Results of biological analysis

Образец	Масса, г	Длина тела, общая, см	Наибольшая высота тела, см
1	2	3	4
Образец № 1. Переславская ряпушка (свежая охлажденная)	228±0,5	25	3
Образец № 2. Переславская ряпушка (свежая охлажденная)	413±0,5	30,1	4,1
Образец № 3. Переславская ряпушка (свежая охлажденная)	356±0,5	28	3,4

1	2	3	4
Образец № 4. Ряпушка, купленная на городском рынке (охлажденная)	478±0,5 (икра)	33,2	4,8
Образец № 5. Ряпушка, купленная на городском рынке (охлажденная)	522±0,5	35	5
Образец № 6. Ряпушка, купленная на городском рынке (охлажденная)	565±0,5(икра)	34	5,2
Образец № 7. Сибирская ряпушка, купленная на продуктовом рынке (замороженная)	399±0,5	29,4	4,2
Образец № 8. Сибирская ряпушка, купленная на продуктовом рынке (замороженная)	442±0,5 (икра)	29,8	4,6
Образец № 9. Сибирская ряпушка, купленная на продуктовом рынке (замороженная)	488±0,5 (икра)	29	4

Таким образом мы видим, что образцы № 1, 2, 3 переславской ряпушки немного отличались по размерам, они были более мелкие. Все остальные образцы крупнее, а также в образцах № 4, 6, 8 и 9 была обнаружена икра.

Проведенные *органолептические исследования* позволили установить, что у всех образцов сохранился товарный вид, а органолептические показатели соответствуют показателям доброкачественной рыбы: слизь в умеренном количестве, прозрачная, запах, свойственный рыбе данного вида, жабры

светло-розового цвета, крышки плотно прилегают, глаза чистые, выпуклые, мышцы упругой консистенции, брюшко не вздуто, внутренние органы хорошо различимы, чешуя мелкая, легко снимается (свойственна рыбе данного вида). При проведении пробы варкой в образцах № 4 и 5 бульон был немного мутным, без наличия хлопьев, остальные образцы соответствовали норме (табл. 2).

Из *физико-химических показателей* определяли аммиак, сероводород и концентрацию водных ионов (рН).

**Таблица 2. Результаты физико-химических исследований**

*Table 2. Results of physicochemical studies*

Показатель	Качественная реакция на аммиак	Качественная реакция на сероводород	Концентрации водородных ионов (рН)
1	2	3	4
Норма	Отрицательная	Следы	6,5...6,9
Образец № 1 Переславская ряпушка (свежая охлажденная)	-«-	-«-	6,6
Образец № 2 Переславская ряпушка (свежая охлажденная)	-«-	-«-	6,8
Образец № 3 Переславская ряпушка (свежая охлажденная)	-«-	-«-	6,7
Образец № 4 Ряпушка, купленная на городском рынке (охлажденная)	Слабоположительная	-«-	7,0

1	2	3	4
Образец № 5 Ряпушка, купленная на городском рынке (охлажденная)	Слабоположительная	-«-	7,0
Образец № 6 Ряпушка, купленная на городском рынке (охлажденная)	Отрицательная	-«-	6,9
Образец № 7 Сибирская ряпушка, купленная на продуктовом рынке (замороженная)	-«-	-«-	6,7
Образец № 8 Сибирская ряпушка, купленная на продуктовом рынке (замороженная)	-«-	-«-	6,8
Образец № 9 Сибирская ряпушка, купленная на продуктовом рынке (замороженная)	-«-	-«-	6,8

Исходя из результатов исследования, мы установили, что все показатели находятся в пределах нормы и свидетельствуют о доброкачественности рыбы, кроме образцов № 4 и 5, в которых качественная реакция на сероводород была слабоположительной, рН равен 7,0 что говорит о недоброкачественности рыбы.

По результатам микробиологических исследований во всех образцах БГКП не выявлены. Установлено превышение КМАФАнМ в образцах № 4 и 5, которое составило  $6 \cdot 10^4$  КОЕ/г, при норме  $5 \cdot 10^4$  КОЕ/г согласно требованиям ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» [10] для охлажденной рыбы. Также в образцах № 5 и 6 была выделена *Listeria monocytogenes*, которая является патогенным микроорганизмом и не должна содержаться в пищевой продукции.

При исследованиях на паразитарные болезни переславской и сибирской ряпушки определяли в рыбе наличие *Diphyllbothrium latum* (лентец широкий) и *Opisthorchis felineus*. Ни в одном из образцов данные паразиты не были выявлены.

### Заключение

Проведенные исследования позволили оценить качество и безопасность переславской и сибирской ряпушки, выловленной и приобретенной в г. Переславле. Не все образцы отвечали требованиям по микробиологическим показателям: образцы № 4 и 5, купленные на городском рынке, имели повышенные показатели КМАФАнМ –  $6 \cdot 10^4$  КОЕ/г, что, возможно, свидетельствует о полном размораживании рыбы и реализации ее как охлажденной при температуре свыше  $20^\circ\text{C}$ . Микробиологические исследования показали наличие *Listeria monocytogenes* в образцах № 5 и 6. Также в образце № 6 была обнаружена икра, как и у сибирской ряпушки, приобретенной на продовольственном рынке г. Переславля.

Таким образом, переславская и сибирская ряпушка почти не имеют отличий друг от друга, и для ее идентификации необходимо проводить более глубокий анализ, особенно в связи с тем, что недобросовестные продавцы сибирскую ряпушку продают под видом переславской. В связи с тем, что добыча переславской ряпушки запрещена в период нереста, ее истинное происхождение доказывает отсутствие икры.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- ГОСТ 7631-2008 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей».
- ГОСТ 32031-2012 «Продукты пищевые. Методы выявления бактерий *Listeria monocytogenes*».

3. ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002) «Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода Salmonella».
4. ГОСТ 10444.15-94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов».
5. ГОСТ 31747-2012 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)».
6. ГОСТ 31746-2012 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и Staphylococcus aureus».
7. *Кравец А.М.* Переславская Краеведческая Инициатива. Тема: природа. 637/Переславская ряпушка: взгляд на проблему // Коммунар. 1985. 3 декабря, 4 декабря, 6 декабря, 10 декабря. С. 3-4; 4; 3.
8. МУК 3.2.988-00 «Методические указания. Профилактика паразитарных болезней. Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыб, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки».
9. Промысловые рыбы России. В двух томах / под ред. О.Ф. Гриценко, А.Н. Котляра Б.Н. Котенёва. М.: Изд-во ВНИРО, 2006.
10. ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции».

## REFERENCES

1. GOST 7631-2008 «Ry`ba, nery`bny`e ob`ekty` i produkcziya iz nixk. Metody` opredeleniya organolepticheskix i fizicheskix pokazatelej».
2. GOST 32031-2012 «Produkty` pishhevy`e. Metody` vy`yavleniya bakterij Li`steria monocytogenes».
3. GOST 31659-2012 (ISO 6579:2002) «Produkty` pishhevy`e. Metod vy`yavleniya bakterij roda Salmonella».
4. GOST 10444.15-94 «Produkty` pishhevy`e. Metody` opredeleniya kolichestva mezofil`ny`kx ae`robnny`kx i fakul`tativno-anae`robnny`kx mikroorganizmov».
5. GOST 31747-2012 «Produkty` pishhevy`e. Metody` vy`yavleniya i opredeleniya kolichestva bakterij grupy` kishechny`kx palochek (koliformny`kx bakterij)».
6. GOST 31746-2012 «Produkty` pishhevy`e. Metody` vy`yavleniya i opredeleniya kolichestva koagulazopolozhitel`ny`kx stafilokokkov i Staphylococcus aureus».
7. *Kravec A.M.* Pereslavskaya Kraevedcheskaya Inicziativa. Tema: priroda. 637/Pereslavskaya ryapushka: vzglyad na problemu // Kommunar. 1985. 3 dekabrya, 4 dekabrya, 6 dekabrya, 10 dekabrya. S. 3-4; 4; 3.
8. МУК 3.2.988-00 «Metodicheskie ukazaniya. Profilaktika parazitarny`kx boleznej. Metody` sanitarno-parazitologicheskoy e`kspertizy` ry`b, mollyuskov, rakoobrazny`kx, zemnovodny`kx, presmy`kayushhiixsya i produktov ikx pererabotki».
9. Promy`slovy`e ry`by` Rossii. V dvukx tomakx / pod red. O.F. Griczenko, A.N. Kotlyara B.N. Koteniyova. M.: Izd-vo VNIRO, 2006.
10. TR EAE`S 040/2016 «O bezopasnosti ry`by` i ry`bnoj produkczii».

## Информация об авторах

Кулач П.В. – канд. вет. наук, доцент.

Нитяга И.М. – канд. биол. наук, доцент.

Сатюкова Л.П. – канд. вет. наук, доцент.

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

Панфилова А.И. – лаборант.

## Information about the authors

Kulach P.V. – Cand. Vet. Sci., associate professor.

Nityaga I.M. – Cand. Biol. Sciences, associate professor.

Satyukova L.P. – Cand. Vet. Sci., associate professor.

Abdullaeva A.M. – Doctor of Biol. Sciences, Head of the Department.

Panfilova A.I. – laboratory assistant.

## Вклад авторов

Кулач П.В. – постановка цели работы, сбор литературных данных, участие в проведении экспериментов, написание статьи.

Нитяга И.М. – анализ результатов, написание статьи.

Сатюкова Л.П. – определение методов выполнения работы, введение, проведение экспериментов.

Абдуллаева А.М. – проведение экспериментов, написание статьи.

Панфилова А.И. – участие в проведении экспериментов.

### **Contribution of the authors**

Kulach P.V. – setting the goal of the work, collection of literature data, participation in experiments, writing an article.

Nityaga I.M. – analysis of the results, writing an article.

Satyukova L.P. – definition of methods of performance of work, introduction, carrying out experiments.

Abdullaeva A.M. – conducting experiments, writing an article.

Panfilova A.I. – participation in experiments.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 25.03.2023; одобрена после рецензирования 30.03.2023. Дата опубликования 29.09.2023.

The article was submitted 25.03.2023; approved after reviewing 30.03.2023. Date of publication 29.09.2023.

Научная статья

УДК 619:614.31:638.1

doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303009

EDN: FCQJFH

## СРАВНЕНИЕ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАТУРАЛЬНОГО И ФАЛЬСИФИЦИРОВАННОГО МЕДА

*Ольга Александровна Грузнова<sup>1</sup>, Антон Валерьевич Лобанов<sup>2</sup>, Алексей Борисович Сохликов<sup>3</sup>, Дмитрий Вячеславович Грузнов<sup>4</sup>*

<sup>1,2</sup> *ФИЦ химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, Москва 119991, Российская Федерация*

<sup>1</sup> *ООО «АПИ-САН», Москва 129090, Российская Федерация*

<sup>2</sup> *Московский педагогический государственный университет, Москва 119991, Российская Федерация*

<sup>3,4</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии – филиал ФНЦ ВИЭВ им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко РАН, Москва 123022, Российская Федерация*

<sup>1</sup> [gruznova\\_olga@bk.ru](mailto:gruznova_olga@bk.ru), <https://orcid.org/0000-0002-0241-1482>

<sup>2</sup> [av.lobanov@mpgu.su](mailto:av.lobanov@mpgu.su), <https://orcid.org/0000-0003-4205-7630>

<sup>3</sup> [asohlikov@yandex.ru](mailto:asohlikov@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0001-6402-4624>

<sup>4</sup> [79164422245@yandex.ru](mailto:79164422245@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0001-6679-9466>

**Аннотация.** В настоящее время наиболее распространенными и сложными для детекции являются такие фальсификаты меда, как «сахарный мед» (получаемый подкормкой пчел сахарным сиропом в период медосбора), а также «искусственный мед» (получаемый ферментативным гидролизом сахарозы). Для их выявления проводят комплексную оценку органолептических и физико-химических показателей, что является трудо- и времязатратным процессом, но, к сожалению, не всегда гарантирует получение объективных результатов. В статье представлены результаты палинологического, органолептического и физико-химического анализов данных фальсификатов, а также образцов натурального липового меда. Установлено, что оба фальсификата характеризовались низким содержанием пыльцевых зерен. Анализ их органолептических показателей не выявил значительных отклонений от нормативов. Достоверные данные были получены в результате проведения комплексной оценки физико-химических параметров, как регламентированных ГОСТами, так и некоторых дополнительных. Из анализируемых дополнительных показателей наиболее перспективным представляется определение содержания пероксида водорода (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>).

**Ключевые слова:** мед, фальсификации, палинологический анализ, органолептические показатели, физико-химические показатели, пероксид водорода (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)

**Для цитирования:** Грузнова О.А., Лобанов А.В., Сохликов А.Б., Грузнов Д.В. Сравнение органолептических и физико-химических показателей натурального и фальсифицированного меда // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2023. № 3 (47). С. 314–320. doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303009  
EDN: FCQJFH

Original article

## COMPARISON OF ORGANOLEPTIC AND PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS OF NATURAL AND FALSIFIED HONEY

*Olga A. Gruznova<sup>1</sup>, Anton V. Lobanov<sup>2</sup>, Alexey B. Sokhlikov<sup>3</sup>,  
Dmitry V. Gruznov<sup>4</sup>*

<sup>1,2</sup> *N.N. Semenov Federal Research Center for Chemical Physics Russian Academy of Sciences, Moscow 119991, Russian Federation*

<sup>2</sup> *LLC «API-SAN», Moscow 129090, Russian Federation*

<sup>1</sup> *Moscow Pedagogical State University, Moscow 119991, Russian Federation*

<sup>3,4</sup> *All-Russian Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology – Branch of Federal State Budget Scientific Institution «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*

<sup>1</sup> [gruznova\\_olga@bk.ru](mailto:gruznova_olga@bk.ru), <https://orcid.org/0000-0002-0241-1482>

<sup>2</sup> [av.lobanov@mpgu.su](mailto:av.lobanov@mpgu.su), <https://orcid.org/0000-0003-4205-7630>

<sup>3</sup> [asohlikov@yandex.ru](mailto:asohlikov@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0001-6402-4624>

<sup>4</sup> [79164422245@yandex.ru](mailto:79164422245@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0001-6679-9466>

**Abstract.** Currently, such falsifications of honey as «sugar honey» (obtained by feeding bees with sugar syrup during the honey collection time) and «artificial honey» (obtained by enzymatic hydrolysis of sucrose) are the most common and difficult to detect. To identify them, the comprehensive assessment of organoleptic and physicochemical parameters is carried out. It's a labor- and time-consuming process, and, unfortunately, doesn't always guarantee obtaining objective results. The paper presents the results of palynological, organoleptic and physicochemical analyzes of these falsifications, as well as samples of natural linden tree honey. It has been established that both falsifications were characterized by a low content of pollen grains. The analysis of their organoleptic parameters didn't reveal significant deviations from the standards. The reliable data have been obtained as the result of a comprehensive assessment of physicochemical parameters, both regulated by State Standards and some additional ones. The determination of hydrogen peroxide content ( $H_2O_2$ ) is the most promising additional indicators.

**Key words:** honey, falsifications, palynological analysis, organoleptic parameters, physicochemical parameters, hydrogen peroxide ( $H_2O_2$ )

**For citation:** Gruznova O.A., Lobanov A.V., Sokhlikov A.B., Gruznov D.V. Comparison of organoleptic and physicochemical parameters of natural and falsified honey // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology» 2023. № 3 (47). P. 314–320 (In Russ.).

doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303009

EDN: FCQJFH

### *Введение*

Натуральный пчелиный мед содержит в своем составе значительное количество веществ, обуславливающих его биологическую уникальность и питательную ценность [1, 2]. Однако довольно высокая стоимость и активный спрос на этот пищевой продукт приводят к увеличению случаев реализации недобросовестными пчеловодами разнообразных фальсификатов, которые не только не обладают полезными свойствами, но могут представлять угрозу для здоровья потребителей [3...5].

Под термином «фальсификация» (от лат. *falsifico* – поддельваю) следует понимать действия, целью которых является реализация под видом меда продукта с заведомо низкими потребительскими свойствами. По степени сложности выявления фальсификации подразделяют на легко и сложно выявляемые. К первой группе относятся фальсификаты, полученные путем добавления к меду пищевых или непищевых заменителей, для обнаружения которых разработаны и успешно применяются специальные качественные реакции.

Представители второй группы – «сахарный мед» (получаемый подкормкой пчел сахарным сиропом в период медосбора) и «искусственный мед» (получаемый ферментативным гидролизом сахарозы). Их детекция основывается на проведении комплексной оценки рекомендованных ГОСТами органолептических и физико-химических показателей, что является трудо- и времязатратным процессом, но, к сожалению, не всегда гарантирует получение объективных результатов. Кроме того, указанные фальсификаты наиболее распространены, что также обуславливает актуальность совершенствования способов их выявления [3, 6, 7].

Данная проблема может быть решена проведением сравнительного анализа натурального меда и фальсификатов по рекомендованным нормативной документацией (НД), а также по дополнительным параметрам, что позволит установить наиболее показательные из них и повысить достоверность получаемых результатов.

### Материалы и методы

В данном исследовании были использованы образцы липового меда (*Tilia cordata* Mill.), отобранные в Краснодарском крае, Волгоградской и Ростовской областях ( $n = 25$ ) в период 2021–2022 гг.

Фальсификат «искусственный мед» получали путем ферментативного гидролиза сахарозы, для чего были взяты кристаллический сахар (сахароза), питьевая вода и натуральный мед в соотношении 5:2:1 (масс.%), а также уксусная кислота в количестве 0,4 г на 1 кг смеси. Полученную смесь выдерживали в термостате при температуре  $37 \pm 1^\circ\text{C}$  в течение 1 мес [3, 8]. Другой фальсификат – «сахарный мед» был получен на экспериментальной пасеке ВНИИВСГЭ – филиала ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН в результате подкормки семей пчел сахарным сиропом (конц. 50%) в период медосбора (июль 2021 г.). Всего было исследовано по 10 проб каждого фальсификата.

Подготовку проб, органолептический, физико-химический и палинологический анализы проводили в соответствии с действующими ГОСТами [9...16]. Содержание пероксида водорода ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) детектировали с помощью спектрально-иодометрического метода, ранее нами адаптированного и модифицированного для этих целей [17]. Активность ферментов каталазы и глюкозооксидазы определяли согласно авторским методикам, подробно изложенным в литературных источниках [18, 19].

Статистическую обработку результатов проводили с использованием программного обеспечения MS Excel.

### Результаты исследований и обсуждение

Согласно ГОСТ 31766-2022 натуральный липовый мед должен содержать не менее 30% пыльцевых зерен липы. При этом общее количество пыльцевых зерен при проведении палинологического анализа не может быть менее 500. Изученные контрольные образцы липового меда полностью соответствовали указанным требованиям: общее количество пыльцевых зерен превышало 600, из них  $42 \pm 2\%$  были определены как пыльцевые зерна липы (*Tilia*).

В фальсификате «искусственный мед» пыльцевые зерна были обнаружены в незначительном количестве (порядка 50...55 во всех полях зрения), а их количество в «сахарном меде» не превышало 150.

Результаты оценки органолептических показателей натурального и фальсифицированного меда представлены на рисунке.

Как видно из полученных данных, анализ органолептических показателей не позволил обнаружить фальсификаты, так как выявленное отклонение (слабый по сравнению с контрольными образцами аромат) не было критичным.

В таблице приведены данные по оценке физико-химических показателей контрольных образцов и фальсификатов, проведенной по нормативным требованиям, а также по таким дополнительным критериям, как определение содержания  $\text{H}_2\text{O}_2$  и ферментативной активности каталазы и глюкозооксидазы. Согласно литературным данным уровень активности данных ферментов и содержание  $\text{H}_2\text{O}_2$  позволяют судить о качестве меда [18, 19].

Из данных таблицы видно, что все физико-химические параметры образцов липового меда соответствовали требованиям НД. Анализ дополнительных показателей продемонстрировал соответствующий липовому меду уровень активности каталазы и глюкозооксидазы, а также содержания  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

Фальсификат «искусственный мед» по всем параметрам (кроме массовой доли воды) существенно отличался от липового меда и не соответствовал НД. Так, качественная реакция на ГМФ была положительной. Кроме того, массовая доля ГМФ превышала предельно допустимый уровень в 4,7 раза, а аналогичный показатель липового



Рис. Органолептические показатели образцов натурального липового меда (контроль), искусственного меда и сахарного меда

Fig. Organoleptic parameters of natural linden tree honey (control), artificial honey and sugar honey samples

Таблица. Физико-химические показатели образцов липового меда и фальсификатов  
 Table. Physicochemical parameters of linden tree honey and falcified samples

Анализируемый показатель, ед. изм.	Требования НД	Образцы		
		Липовый мед (контроль)	Фальсификаты	
			искусственный мед	сахарный мед
Массовая доля воды, %	Не более 20,0	18,2±0,5**	17,7±0,8**	18,5±0,4**
Глюкоза, %	Суммарная массовая доля не менее 66,0%	36,42±2,41	28,8±2,1	33,8±3,63
Фруктоза, %		40,18±3,25	32,6±2,61	38,6±4,21
Сахароза, %	Не более 6,0%	2,52±0,45	10,81±0,15**	5,9±0,28**
Свободная кислотность, мэкв/кг	10,0...25,0	19,7±0,8**	35,4±1,2**	20,3±0,4**
Диастазное число, ед. Готе	Не менее 8,0	17,5±0,8**	2,9±0,4	8,4±0,3**
Каталаза, мм <sup>3</sup> O <sub>2</sub>	Н/р*	330,0±14,0**	43,4±2,0**	270,1±8,2**
Глюкозооксидаза, мкг H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /ч г	Н/р*	432,1±10,5**	58,3±3,2	389,4±12,6**
Качественная реакция на гидроксиметилфурфураль (ГМФ)	Должна быть отрицательной	Отрицательная	Положительная	Отрицательная
Массовая доля ГМФ, мг/кг	Не более 25,0	2,36±0,11**	116,5±3,4**	2,68±0,2
Содержание H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , мг/кг	Н/р*	11,15±0,47**	0,14±0,05	1,6±0,25

Примечание: Н/р\* – не регламентировано НД; \*\*P ≤ 0,05.

Note: n/r\* – not regulated by State Standards; \*\*P ≤ 0,05.

меда – почти в 50 раз. Содержание сахарозы было в 1,8 раз выше допустимого уровня и в 4,3 раза выше, чем в образцах липового меда. Свободная кислотность также была повышена. Активность анализируемых ферментов была значительно снижена: диастазы – в 6 раз (и в 2,7 раза ниже минимально допустимого уровня по НД), каталазы – в 7,6 раза и глюкозооксидазы – в 7,4 раза. Содержание  $H_2O_2$  было в 80 раз ниже, чем в натуральном меде.

В сахарном меде уровень диастазы и содержание сахарозы находились на максимально допустимом пределе, но при этом диастазное число было в 2 раза ниже аналогичного показателя липового меда. Содержание  $H_2O_2$  в фальсификате составило в среднем 1,6 мг/кг, что в 7 раз ниже, чем в образцах натурального меда. Активность ферментов каталазы и глюкозооксидазы также была ниже, чем в липовом меде, в 1,22 и 1,11 раза, соответственно.

### Заключение

Из вышесказанного можно сделать вывод, что оба фальсификата, по сравнению с контрольными образцами, характеризовались низким содержанием пыльцевых зерен. Анализ их органолептических показателей не выявил значительных отклонений от нормативов. Достоверные

данные были получены в результате проведения комплексной оценки физико-химических параметров, как регламентированных ГОСТами, так и дополнительных критериев. Фальсификат «искусственный мед» не соответствовал требованиям НД по всем показателям, за исключением массовой доли воды. Кроме того, была отмечена низкая активность ферментов каталазы и глюкозооксидазы, а также незначительное содержание  $H_2O_2$ . В случае анализа фальсификата «сахарный мед» к показательным параметрам можно отнести только низкое содержание  $H_2O_2$ , так как остальные находились в пределах, установленных НД. Следует также отметить, что метод определения  $H_2O_2$  в меде значительно проще в исполнении, чем анализ активности ферментов каталазы и глюкозооксидазы. Таким образом, данный показатель можно рекомендовать для использования при проведении контроля качества этого продукта.

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. Dranca F., Ropciuc S., Pauliuc D. et al. Honey adulteration detection based on composition and differential scanning calorimetry (DSC) parameters // *LWT – Food Science and Technology*. 2022. 168. 113910. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113910>.
2. *Комлацкий В.И., Плотников С.А.* Химический состав меда от пчел разных пород // *Пчеловодство*. 2006. №2. С. 54-56.
3. *Заикина В.И.* Экспертиза меда и способы обнаружения его фальсификации. М.: ИД «Дашков и Ко», 2012. 168 с.
4. Cárdenas-Escudero J., Galán-Madruga D., Cáceres J.O. Rapid, reliable and easy-to-perform *chemometric-less* method for rice syrup adulterated honey detection using FTIR-ATR // *Talanta*. 2023. 253. 123961 <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2022.123961>.
5. Limm W., Karunathilaka S.R., Mossoba M.M. Fourier transform infrared spectroscopy and chemometrics for the rapid screening of economically motivated adulteration of honey spiked with corn or rice syrup // *Journal of Food Protection*. 2023. 86. 100054 <https://doi.org/10.1016/j.jfp.2023.100054>.
6. *Хорт Х., Корд Л.* Все о меде. Производство, получение, экологическая чистота и сбыт. М.: Астрель, 2007. 345 с.
7. Mitra P.K., Karmakar R., Nandi R. et al. Low-cost rapid workflow for honey adulteration detection by UV-Vis spectroscopy in combination with factorial design, response surface methodology and supervised machine learning classifiers // *Bioresource Technology Reports*. 2023. 21. 101327 <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2022.101327>.
8. *Ченурной И.П.* Экспертиза качества меда. М.: ИД «Дашков и Ко», 2002. 217 с.
9. ГОСТ 19792-2017. Мед натуральный. Технические условия [Текст]. Введ. 01-01-2019. М.: Стандартинформ, 2017. 17 с.
10. ГОСТ 31774-2012. Мед натуральный. Рефрактометрический метод определения воды [Текст]. Введ. 01-07-2013. М.: Стандартинформ, 2018. 11 с.
11. ГОСТ 32167-20123. Мед натуральный. Метод определения сахаров [Текст]. Введ. 01-01-2014. М.: Стандартинформ, 2018. 17 с.

12. ГОСТ 31768-2012. Мед натуральный. Методы определения гидроксиметилфурфурала [Текст]. Введ. 01-07-2013. М.: Стандартиформ, 2019. 16 с.
13. ГОСТ 34232-2017. Мед натуральный. Методы определения активности сахаразы, диастазного числа, нерастворимых веществ [Текст]. Введ. 01-01-2019. М.: Стандартиформ, 2017. 22 с.
14. ГОСТ 32169-2013. Мед натуральный. Метод определения водородного показателя и свободной кислотности [Текст]. Введ. 01-01-2014. М.: Стандартиформ, 2019. 11 с.
15. ГОСТ 31769-2012. Мед натуральный. Метод определения частоты встречаемости пыльцевых зерен [Текст]. Введ. 01-07-2013. М.: Стандартиформ, 2019. 15 с.
16. ГОСТ 31766-2022. Меды монофлорные. Технические условия [Текст]. Введ. 01-01-2023. М.: Стандартиформ, 2012. 22 с.
17. Грузнова О.А., Лобанов А.В., Сохликов А.Б. и др. Определение корреляции между содержанием 5-гидроксиметилфурфуrolа и пероксида водорода в меде // Химическая безопасность. 2022. № 6(2). С. 215-226. <https://doi.org/10.25514/CHS.2022.2.23014>
18. Аганин А.В. Мед и его исследование. Изд-во Саратов. ун-та, 1985. 152 с.
19. Flanjak I., Strelec I., Kenjeric D., et al. Croatian produced unifloral honey characterized according to the protein and proline content and enzyme activities // Journal of Apicultural Science. 2016. 60(1). 39-48. <https://doi.org/10.1515/jas-2016-0005>.

## REFERENCES

1. Dranca F., Ropciuc S., Pauliuc D. et al. Honey adulteration detection based on composition and differential scanning calorimetry (DSC) parameters // LWT – Food Science and Technology. 2022. 168. 113910. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113910>.
2. Komlaczki V.I., Plotnikov S.A. KХимический состав меда от пчел разных пород // Пчеловодство. 2006. №2. С. 54-56.
3. Zaikina V.I. E'kspertiza meda i sposoby` obnaruzheniya ego fal`sifikaczii. М.: ID «Dashkov i Ko», 2012. 168 с.
4. Cárdenas-Escudero J., Galán-Madruga D., Cáceres J.O. Rapid, reliable and easy-to-perform chemometric-less method for rice syrup adulterated honey detection using FTIR-ATR // Talanta. 2023. 253. 123961 <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2022.123961>.
5. Limm W., Karunathilaka S.R., Mossoba M.M. Fourier transform infrared spectroscopy and chemometrics for the rapid screening of economically motivated adulteration of honey spiked with corn or rice syrup // Journal of Food Protection. 2023. 86. 100054 <https://doi.org/10.1016/j.jfp.2023.100054>.
6. Kхорт Кх., Kord L. Vse o mede. Proizvodstvo, poluchenie, e`kologicheskaya chistota i sby`t. М.: Astrel`, 2007. 345 с.
7. Mitra P.K., Karmakar R., Nandi R. et al. Low-cost rapid workflow for honey adulteration detection by UV–Vis spectroscopy in combination with factorial design, response surface methodology and supervised machine learning classifiers // Bioresource Technology Reports. 2023. 21. 101327 <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2022.101327>.
8. СHepurnoj I.P. E'kspertiza kachestva meda. М.: ID «Dashkov i K°», 2002. 217 с.
9. GOST 19792-2017. Med natural`ny`j. Tekhnicheskie usloviya [Текст]. Введ. 01-01-2019. М.: Стандартиформ, 2017. 17 с.
10. GOST 31774-2012. Med natural`ny`j. Refraktometricheskij metod opredeleniya vody` [Текст]. Введ. 01-07-2013. М.: Стандартиформ, 2018. 11 с.
11. GOST 32167-20123. Med natural`ny`j. Metod opredeleniya sakxarov [Текст]. Введ. 01-01-2014. М.: Стандартиформ, 2018. 17 с.
12. GOST 31768-2012. Med natural`ny`j. Metody` opredeleniya gidroksimetilfurfuralya [Текст]. Введ. 01-07-2013. М.: Стандартиформ, 2019. 16 с.
13. GOST 34232-2017. Med natural`ny`j. Metody` opredeleniya aktivnosti sakxarazy`, diastaznogo chisla, nerastvorimy`kx veshhestv [Текст]. Введ. 01-01-2019. М.: Стандартиформ, 2017. 22 с.
14. GOST 32169-2013. Med natural`ny`j. Metod opredeleniya vodorodnogo pokazatelya i svobodnoj kislotnosti [Текст]. Введ. 01-01-2014. М.: Стандартиформ, 2019. 11 с.
15. GOST 31769-2012. Med natural`ny`j. Metod opredeleniya chastoty` vstrechaemosti py`l`czevy`kx zeren [Текст]. Введ. 01-07-2013. М.: Стандартиформ, 2019. 15 с.
16. GOST 31766-2022. Medy` monoflorny`e. Tekhnicheskie usloviya [Текст]. Введ. 01-01-2023. М.: Стандартиформ, 2012. 22 с.
17. Грузнова О.А., Лобанов А.В., Сохликов А.Б. и др. Определение корреляции между содержанием 5-гидроксиметилфурфуrolа и пероксида водорода в меде // Kхимическая безопасность. 2022. № 6(2). С. 215-226. <https://doi.org/10.25514/CHS.2022.2.23014>
18. Аганин А.В. Мед и его исследование. Изд-во Саратов. ун-та, 1985. 152 с.
19. Flanjak I., Strelec I., Kenjeric D., et al. Croatian produced unifloral honey characterized according to the protein and

proline content and enzyme activities // Journal of Apicultural Science. 2016. 60(1). 39-48. <https://doi.org/10.1515/jas-2016-0005>.

### **Информация об авторах**

Грузнова О.А. – канд. биол. наук, старший научный сотрудник; начальник отдела обеспечения качества.

Лобанов А.В. – д-р хим. наук, заведующий лабораторией; профессор кафедры.

Сохликов А.Б. – канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник.

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

### **Information about the authors**

Gruznova O.A. – Cand. Biol. Sci, senior researcher; Head of Quality Assurance Department.

Lobanov A.V. – Dr. Chem. Sci, Head of Laboratory, department professor.

Sokhlikov A.B. – Cand. Biol. Sci., leader researcher.

Gruznov D.V. – Cand. Vet. Sci., senior researcher.

### **Вклад авторов**

Грузнова О.А. – организация и участие в проведении экспериментов, введение, заключение, анализ литературных источников.

Лобанов А.В. – организация и участие в проведении экспериментов, анализ результатов экспериментов, написание статьи.

Сохликов А.Б. – определение цели и методов выполнения работы, организация и участие в проведении экспериментов.

Грузнов Д.В. – организация и участие в проведении экспериментов, введение, заключение, написание статьи.

### **Contribution of the authors**

Gruznova O.A. – organization of experiments and conducting experiments, introduction, conclusion of the scientific articles, analysis of literary sources.

Lobanov A.V. – organization of experiments and conducting experiments, analysis of experimental results, writing an article.

Sokhlikov A.B. – aim and methods of work, organization of experiments and conducting experiments.

Gruznov D.V. – organization of experiments and conducting experiments, introduction, conclusion of the scientific articles, writing an article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 13.03.2023; одобрена после рецензирования 22.05.2023. Дата опубликования 29.09.2023.

The article was submitted 13.03.2023; approved after reviewing 22.05.2023. Date of publication 29.09.2023.

Научная статья  
УДК 636.087.26/.2.034  
doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303010  
EDN: DVVGXG

## РАПСОВЫЙ ЖМЫХ И ШРОТ: ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ МИКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Галина Пантелеевна Кононенко<sup>1</sup>, Алексей Анатольевич Буркин<sup>2</sup>,  
Елена Алексеевна Пирязева<sup>3</sup>, Елена Владимировна Зотова<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</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> kononenkogg@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9144-615X>  
<sup>2</sup> aaburkin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5674-2818>  
<sup>3</sup> piryazeva01@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5443-3213>  
<sup>4</sup> zotelena63@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1479-8602>

**Аннотация.** В статье приведены результаты обследования 26 производственных партий рапсового жмыха и шрота на пораженность микроскопическими грибами и контаминацию микотоксинами. Показатель общего числа грибов в большинстве образцов соответствовал регламентированной норме 5000 КОЕ/г, в составе микобиоты преобладали *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., реже выявляли *Cladosporium* spp., *Scopulariopsis* spp., в малых содержаниях – мукооровые грибы и дрожжи. Методом непрямого конкурентного иммуноферментного анализа установлено присутствие во всех образцах токсина антрахинонового ряда эмодаина, несколько реже детектированы альтернариол, микофеноловая кислота и эргоалкалоиды, в единичных случаях – афлатоксин В<sub>1</sub>, циклопиазоновая кислота и Т-2 токсин. Обсуждаются перспективы дальнейших исследований и необходимость оценки потенциала токсинообразования санитарно-значимыми микромицетами.

**Ключевые слова:** жмых рапсовый, шрот рапсовый, микроскопические грибы, микотоксины, иммуноферментный анализ

**Для цитирования:** Кононенко Г.П., Буркин А.А., Пирязева Е.А., Зотова Е.В. Рапсовый жмых и шрот: первые результаты микотоксикологического обследования // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2023. № 3 (47). С. 321–329.  
doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303010  
EDN: DVVGXG

Original article

## RAPESEED CAKE AND MEAL: FIRST RESULTS OF MYCOTOXICOLOGICAL EXAMINATION

Galina P. Kononenko<sup>1</sup>, Alexey A. Burkin<sup>2</sup>, Elena A. Piryazeva<sup>3</sup>,  
Elena V. Zotova<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</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> kononenkogg@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9144-615X>

<sup>2</sup> aaburkin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5674-2818>

<sup>3</sup> piryazeva01@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5443-3213>

<sup>4</sup> zotelena63@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1479-8602>

**Abstract.** The article presents the results of a survey of 26 production batches of rapeseed cake and meal for microscopic fungi and mycotoxin contamination. The indicator of the total number of fungi in most samples corresponded to the regulated norm of 5000 CFU/g, *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp. prevailed in the composition of the mycobiota, *Cladosporium* spp., *Scopulariopsis* spp. were detected less often, and flour fungi and yeasts were found in small amounts. The presence of the anthraquinone toxin emodin in all samples was established by the method of indirect competitive enzyme immunoassay, alternariol, mycophenolic acid and ergoalkaloids were detected somewhat less frequently, in isolated cases – aflatoxin B<sub>1</sub>, cyclopiazonic acid and T-2 toxin. The prospects for further research and the need to assess the potential of toxin formation by sanitary-significant micromycetes are discussed.

**Key words:** rapeseed cake, rapeseed meal, microscopic fungi, mycotoxins, enzyme immunoassay

**For citation:** Kononenko G.P., Burkin A.A., Piryazeva E.A. Zotova E.V. Rapeseed cake and meal: first results of mycotoxicological examination // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2023. № 3 (47). P. 321–329 (In Russ.).

doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303010

EDN: DVVGXG

### Введение

Производство и переработка семян рапса в России в последние десятилетия активно развиваются, теперь эту культуру возделывают во всех федеральных округах и объем посевных площадей увеличился почти вдвое [21]. Побочная продукция от переработки на масло – жмыхи и шроты – становится все более востребованной в кормопроизводстве [2, 7], а биологически модифицированный рапсовый жмых рассматривается как перспективный функциональный ингредиент для пищевой промышленности [8]. К сожалению, регулярный контроль санитарного качества этого сырья в нашей стране пока не организован.

Цель работы – выборочное обследование рапсового жмыха и шрота на пораженность микроскопическими грибами и встречаемость санитарно-значимых микотоксинов.

### Материалы и методы

Объектами исследования были 26 средних образцов рапсового жмыха и шрота, отобранных от производственных партий в разных регионах страны – Кировской, Липецкой, Орловской, Омской, Пензенской, Тульской, Тюменской областях, Алтайском и Краснодарском краях, республиках Башкортостан и Татарстан.

Процедура микологического анализа включала первичные посевы, количественный учет и начальную дифференциацию грибов, выделение чистых культур, определение родовой и видовой

принадлежности изолятов [5, 6]. К навеске образца массой 10 г добавляли 100 мл стерильного 0,1%-го водного раствора Твина-80, интенсивно встряхивали и затем готовили 100- и 1000-кратные разведения полученной взвеси в том же растворе. Далее в чашки Петри на поверхность агара Чапека–Докса, содержащего 10 об.% медицинской консервированной желчи, 50 тыс. ЕД пенициллина и 100 тыс. ЕД стрептомицина в расчете на 1 л, вносили, равномерно распределяя, по 1 мл каждой взвеси. Через 5...7 сут инкубирования при температуре 25°C проводили количественный учет выросших колоний и, по возможности, описывали принадлежность грибов к роду или виду.

Для токсикологического исследования размолотые образцы стационарно экстрагировали в течение 14 ч с двукратным интенсивным перемешиванием смесью ацетонитрила и воды в объемном соотношении 84:16 при расходе 5 мл на 1 г навески. После 10-кратного разведения фосфатно-солевым буферным раствором (рН 7,4) с Tween 20 в экстрактах определяли микотоксины методом непрямого конкурентного иммуноферментного анализа по унифицированной методике (ГОСТ 31653–2012) с помощью панели из 15 аттестованных коммерческих и исследовательских тест-систем (ВНИИВСГЭ, Россия). Нижние пределы количественных измерений соответствовали 85%-му уровню связывания антигенов и составили, мкг/кг: 1 (афлатоксин В<sub>1</sub>, эргоалкалоиды), 2 (Т-2 токсин, охратоксин А, стеригматоцистин), 5 (роридин А), 10 (альтерариол, эмодин,

микофеноловая кислота, циклопиазоновая кислота, зеараленон, цитринин), 40 (дезоксиниваленон, фумонизины группы В) и 50 (PR-токсин).

**Результаты исследований  
и обсуждение**

По данным микологического анализа, в целом для жмыхов характерно более интенсивное инфицирование микроскопическими грибами, чем для шротов (табл. 1). Все эти образцы по степени пораженности равномерно распределялись относительно уровня 1000 КОЕ/г, при этом в одном из них регламентированный уровень ОЧГ (5000 КОЕ/г, не более) был превышен, а у двух составил 4800 КОЕ/г, т.е. находился вблизи этого предельно допустимого значения. У шротов в 7 из 9 образцов этот показатель не превышал 1000 КОЕ/г, а у двух других инфици-

рования грибами не отмечено. Меньшая пораженность грибами шротов в сравнении со жмыхами, являющимися более богатым субстратом, представляется вполне объяснимой.

По составу микобиоты жмыхи и шроты имели признаки сходства – наиболее распространенными были представители родов *Penicillium* и *Aspergillus*, реже выявляли грибы *Cladosporium* spp., *Scopulariopsis* spp., *Mucor* spp. и дрожжи (табл. 1). Однако по отдельным видам *Aspergillus* между ними отмечались различия. Так, *A. flavus* чаще и с повышенным накоплением встречался в жмыхах, *A. glaucus* group – в шротах, а *A. nidulans* и *A. niger* находили только в жмыхах, хотя единично и с низким содержанием (10 и 30 КОЕ/г). Лишь в одной пробе жмыха был обнаружен грибок *Alternaria* spp. в малом количестве.

**Таблица 1. Пораженность микроскопическими грибами и контаминация микотоксинами образцов рапсового жмыха и шрота**

*Table 1. Infection with microscopic fungi and contamination with mycotoxins of samples of rapeseed cake and meal*

Показатель	n <sup>+</sup>	
	жмых, n=17	шрот, n=9
Пораженность микроскопическими грибами, КОЕ/г, мин.–макс.:		
ОЧГ (по уровням): 0	–	2
<1000	9 (30–700)	7 (20–730)
>1000	8 (1100–7500)	–
<i>Penicillium</i> spp.	14 (10–4600)	5 (10–200)
<i>Aspergillus</i> spp.	12 (10–1600)	5 (10–480)
<i>A. flavus</i>	10 (10–1600)	2 (10–240)
<i>A. glaucus</i> group	1 (10)	3 (20–480)
<i>A. nidulans</i>	1 (10)	–
<i>A. niger</i>	1 (30)	–
<i>Cladosporium</i> spp.	6 (10–400)	1 (20)
<i>Scopulariopsis</i> spp.	2 (30, 200)	4 (10–30)
<i>Alternaria</i> sp.	1 (10)	–
<i>Mucor</i> spp.	11 (10–500)	3 (10–100)
Дрожжи	3 (2000–3200)	3 (40–600)
Содержание микотоксинов, мкг/кг, мин. –среднее–макс.:		
Эмодин	17 (9–57–170)	9 (7–34–100)
Альтернариол	3 (10–15–24)	4 (7–13–28)
Микофеноловая кислота	2 (8, 10)	3 (5–8–11)
Эргоалкалоиды	3 (4–5–5)	2 (2, 25)
Афлатоксин В <sub>1</sub>	1 (<1)	1(<1)
Циклопиазоновая кислота	–	1(<10)
Т-2 токсин	1 (2)	–

Примечание: n – число исследованных образцов, n<sup>+</sup> – число образцов, пораженных грибами или контаминированных микотоксинами.

Note: n – the number of examined samples, n<sup>+</sup> – the number of samples infected with fungi or contaminated with mycotoxins.

Микотоксикологическое обследование всех образцов выполнено на содержание микотоксинов 15 типов, из которых для большинства (эмодин, эргоалкалоиды, микофеноловая кислота, циклопиазоновая кислота, цитринин, стеригматоцистин, роридин А, PR-токсин) попыток обнаружения в этих видах сырья ранее не предпринималось. Как следует из данных, представленных в таблице 1, для жмыхов и шротов отмечен сходный тип контаминации микотоксинами – во всех образцах был найден эмодин и реже – альтернариол, микофеноловая кислота и эргоалкалоиды. Контаминацию жмыхов и шротов этими токсинами в целом следует оценить как слабую с минимальными количествами у пределов определения метода и средними значениями на уровнях десятков и единиц микрограмм на 1 кг (мкг/кг). В единичных образцах у предела определения метода в жмыхах и шротах находили афлатоксин В<sub>1</sub>, в одном из образцов шрота была детектирована циклопиазоновая кислота, в образце жмыха – Т-2 токсин в фоновом содержании 2 мкг/кг (табл. 1).

Важно отметить, что выборка, использованная в работе, была составлена из единичных образцов с географически удаленных территорий и поэтому при переходе к обобщающим оценкам этот факт следует принимать во внимание и учитывать редкие случаи обнаружения микотоксинов. Таким образом, в составе комплекса возможных контаминантов рапсового жмыха и шрота, произведенных на российской территории, следует рассматривать эмодин, альтернариол, микофеноловую кислоту, эргоалкалоиды, а также афлатоксин В<sub>1</sub>, циклопиазоновую кислоту и Т-2 токсин. Это вполне согласуется с двумя ранее проведенными нами точечными обследованиями российского сырья. Так, в 2018 г. в жмыхе из Краснодарского края были найдены эмодин (38 мкг/кг) и циклопиазоновая кислота (50 мкг/кг), а в 2021 г. в образце из Калининградской области микотоксины обнаружить не удалось. Уточнить представления о реальных факторах риска для этого вида кормового сырья возможно лишь на основе обобщения результатов обширных мониторинговых исследований.

Контаминация жмыхов и шротов микотоксинами, выявленная в данной работе, могла быть следствием активизации роста токсигенных грибов в процессе хранения и транспортировки партий готовой продукции, и среди ее источников, очевидно, могли быть микромицеты, обнаруженные в составе микобиоты. Как было показано ранее, оригиналь-

ным (репродукционным) семенам рапса, полученным при соблюдении правил фитосанитарного контроля и условий послеуборочного хранения, не свойственна загрязненность микотоксинами, однако были и редкие исключения, вызванные влиянием неблагоприятных внешних факторов – так, один из образцов содержал микофеноловую кислоту и несколько – эргоалкалоиды и альтернариол [1, 3]. Это позволяет предположить, что к контаминации переработанной продукции могут иметь отношение и нарушения условий хранения и транспортировки семян на переработку. Мониторингового исследования производственных партий семян рапса на территории страны пока не проводили. Присутствие альтернариола и Т-2 токсина в продукции могло также быть следствием их попадания в семена растений, пораженных в полевых условиях альтернариозом и фузариозом. Нельзя исключать и участие в контаминации эмодином фомоидных грибов, способных к биосинтезу метаболитов антрахинонового ряда [19] и служащих возбудителями фомоза – распространенного грибкового заболевания рапса [11].

Сообщение о присутствии в продукции переработки семян рапса эмодина, микофеноловой кислоты, эргоалкалоидов, а также циклопиазоновой кислоты сделано в данной работе впервые, поэтому сопоставить результаты с данными других исследователей не представляется возможным. Мировые сведения о контаминации микотоксинами продукции от переработки семян рапса весьма ограничены (табл. 2). Судя по доступной информации, к настоящему времени число обследованных образцов в европейских и азиатских странах не превышает 150, однако это все же позволяет дать оценку встречаемости таких уже известных контаминантов, как альтернариол, Т-2 токсин и афлатоксин В<sub>1</sub>. Альтернариол выявлен в двух из 30 образцов шрота в количествах 54 и 81 мкг/кг в Великобритании [15], описаны два случая обнаружения Т-2 токсина в двух образцах шрота европейского происхождения [12] и в двух из трех исследованных образцах жмыха в Литве [14] на уровнях 9 и 11,8 мкг/кг соответственно. Афлатоксин В<sub>1</sub> индивидуально и в виде суммы афлатоксинов постоянно находили в шротах европейского и азиатского происхождения в фоновых концентрациях [12] и в количествах до 18 мкг/кг в Румынии [18].

При достаточно высокой чувствительности метода в исследованных образцах нам не удалось обнаружить дезоксиниваленол, зеараленон и фу-

монизины группы В, свойственные грибам *Fusarium*, а также охратоксин А. Тем не менее, эти фузариотоксины определены в числе постоянных компонентов в шротах из европейских [14, 18] и азиатских стран [12]. Однако в Германии при многокомпонентном анализе шротов на группу фузариогенных трихотеценов и лактонов резорциловой кислоты дезоксиниваленол выявляли редко, а зеараленон не обнаружен [16]. Фумонизины группы В находили в сборах шротов из азиатских и европейских стран на фоновых уровнях 13 и 45 мкг/кг, охратоксин А – в еще меньших содержаниях 1 и 2 мкг/кг [12], однако в Пакистане сообщено о случаях накопления этого токсина в количестве до 37 мкг/кг [10]. Дезоксиниваленол не был обнаружен в образце шрота в Японии [17], дезоксиниваленол, зеараленон, фумонизины группы В и охратоксин А – в трех образцах из Сербии [13].

Систематических исследований территориально локализованной продукции известно немного. Только недавно предпринято трехлетнее обследо-

вание шротов из разных провинций Китая, при котором неизменно находили афлатоксин В<sub>1</sub> до уровня 14,9 мкг/кг, дезоксиниваленол в количествах, близких или превышающих 1000 мкг/кг, и зеараленон – до уровня 300 мкг/кг [20], что указывает на устойчивый характер загрязненности.

Применение многокомпонентного анализа в ряде случаев приводило к расширению спектра возможных токсикантов – так, в шротах из Великобритании, наряду с альтернариолом, были детектированы два других альтернариотоксина – его метиловый эфир и тенуазоновая кислота [15], а в Германии, наряду с дезоксиниваленолом, его 15-моноацетат [16]. Учитывая возможность множественной контаминации этой продукции, особо важное значение приобретает выполнение полномасштабных национальных проектов, направленных на обеспечение обоснованного контроля ее безопасности. Ранее региональные особенности контаминации микотоксинами подсолнечного жмыха и шрота подробно обсуждались в работе [4].

**Таблица 2. Данные по встречаемости и содержанию микотоксинов в рапсовом шроте и жмыхе из европейских и азиатских стран**

*Table 2. Data on the occurrence and content of mycotoxins in rapeseed cake and meal from European and Asian countries*

<b>Анализируемые микотоксины</b>	<b>n*/n (количество, мкг/кг)</b>	<b>Ссылка</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<i>Великобритания (шрот)</i>		
Альтернариол	2/30 (54, 81)	[15]
Монометиловый эфир альтернариола	2/30 (49, 60)	
Тенуазоновая кислота	9/30 (средн. 730, макс. 970)	
Альтенуен, изо-альтенуен, альтертоксин I	0/30	
<i>Румыния (шрот)</i>		
Афлатоксины	8/8 (6.3–18.2)	[18]
Дезоксиниваленол	8/8 (14.3–81.9)	
Зеараленон	8/8 (3.3–41.7)	
<i>Германия (шрот)</i>		
Дезоксиниваленол	1/12 (144)	[16]
Зеараленон	0/12	
<i>Литва (жмых)</i>		
Дезоксиниваленол	7/7 (средн. 387)	[14]
Зеараленон	6/7 (средн. 12,3)	
Т-2 токсин	2/3 (средн. 11,8)	
<i>Дания, Нидерланды, Австрия (шрот)</i>		
Сумма афлатоксинов	2/2 (средн. 2)	[12]
Дезоксиниваленол	2/2 (средн. 44)	
Зеараленон	0/2	
Т-2 токсин	2/2 (средн. 9)	
Сумма фумонизинов В <sub>1</sub> и В <sub>2</sub>	2/2 (средн. 45)	
Охратоксин А	2/2 (средн. 1)	

1	2	3
<b>Вьетнам, Индонезия, Мьянма (шрот)</b>		
Сумма афлатоксинов	7/7 (средн. 2)	[12]
Дезоксиниваленол	7/7, (средн. 931, макс. 2431)	
Зеараленон	7/7 (средн. 145, макс. 278)	
T-2 токсин	0/7	
Сумма фумонизинов В <sub>1</sub> и В <sub>2</sub>	7/7 (средн. 13)	
Охратоксин А	7/7 (средн. 2)	
<b>Китай (шрот)</b>		
<b>2018 г.</b>		[20]
Афлатоксин В <sub>1</sub>	24/24 (средн. 8,5, макс. 14,9)	
Дезоксиниваленол	24/24 (средн. 691,9, макс. 1321,3)	
Зеараленон	24/24 (средн. 79,9, макс. 336,3)	
<b>2019 г.</b>		
Афлатоксин В <sub>1</sub>	4/4, (средн. 7,3, макс. 12,2)	
Дезоксиниваленол	4/4 (средн. 482,7, макс. 785,9)	
Зеараленон	4/4 (средн. 59,3, макс. 92,1)	
<b>2020 г.</b>		
Афлатоксин В <sub>1</sub>	5/5 (средн. 3,7, макс. 5,6)	
Дезоксиниваленол	5/5 (средн. 629,7, макс. 701,4)	
Зеараленон	5/5 (средн. 58,3, макс. 85,3)	
<b>Пакистан (шрот)</b>		
Охратоксин А	3/20, 15–37	[10]

Примечание: n<sup>+</sup>/n – число образцов, содержащих микотоксин / число исследованных образцов; мин., средн., макс. – минимальное, среднее, максимальное количество.

Note: n<sup>+</sup>/n – the number of samples containing mycotoxin / the number of samples examined; min., avg., max. – minimum, average, maximum.

### Заклучение

Для рапсового жмыха и шрота, производимых в России, впервые изучены особенности контаминации микотоксинами и характер пораженности микроскопическими грибами. Многообразие факторов, способных влиять на интенсивность накопления микотоксинов и состав микобиоты этого сырья, указывает на целесообразность проведения в стране масштабных комплексных микотоксикологических исследований, которые позволят

получить более полное представление о реальных факторах риска при его использовании.

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

- Буркин А.А., Кононенко Г.П., Воловик В.Т., Сергеева С.Е. Изучение органотропности токсинов микромицетов в растениях: Трансмиссия в семена. Материалы конференции «Биоразнообразие грибов и лишайников особо охраняемых природных территорий» (29 сент. – 1 окт. 2021 г., г. Минск – Березинский биосферный заповедник, Витебская область, п. Домжерицы), Минск: Колорград. 2021. С. 27-34. (ISBN 978-985-596-992-2).
- Егорова Т.А., Ленкова Т.Н. Рапс (*Brassica napus* L.) и перспективы его использования в кормлении птицы // Сельскохозяйственная биология. 2015. Т. 50. № 2. С. 172–182 (doi: 10/15389/agrobiology.2015.2.172rus).
- Кононенко Г.П., Воловик В.Т., Буркин А.А., Сергеева С.Е. Профиль микотоксинов, типичный для оригинальных (репродукционных) семян рапса масличного // Сельскохозяйственная биология. 2022. № 5. С. 1001-1009 (doi: 10.15389/agrobiology.2022.5.1001rus).
- Кононенко Г.П., Устюжанина М.И., Буркин А.А. Проблема безопасного использования подсолнечника (*Helianthus annuus* L.) для пищевых и кормовых целей (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 3. С. 485-498 (doi: 10.15389/agrobiology.2018.3.485rus).

5. Методические рекомендации по идентификации основных видов патогенных и токсигенных микроскопических грибов в кормах, утв. 23.10.2008 г. Отделением ветеринарной медицины РАСХН.
6. Методические указания по выделению и количественному учету микроскопических грибов в кормах, кормовых добавках и сырье для производства кормов, утв. 14.07.2003 г. Департаментом ветеринарии МСХ РФ.
7. Пахомов В.И., Хлыстунов В.Ф., Брагинец С.В., Бахчевников О.Н. Состояние и перспективы использования растительного сырья в кормах для аквакультуры (обзор) // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2022. Т. 23. № 3. С. 281-294 (doi: 10.30766/2072-9081.2022.23.3.281-294).
8. Пахомова О.Н. Разработка и использование функционального пищевого обогатителя из жмыха рапсового: канд. дисс. Орел, 2014.
9. Рекомендации по микотоксикологическому контролю кормов для сельскохозяйственных животных. Утв. НТС Минсельхоза России 30.10.2014.
10. Anjum M.A., Sahota A.W., Akram M., Ali I. Prevalence of mycotoxins in poultry feeds and feed ingredients in Pinjab (Pakistan) // *The Journal of Animal and Plant Sciences*. 2011. Vol. 21. № 2. P. 117-120.
11. Gomzhina M.M., Gasich E.L. Plenodomus species infecting oilseed rape in Russia // *Plant Protection News*. 2022. Vol. 105. № 3. P. 135-147 (doi:10.31993/2308-6459-2022-105-3-15425).
12. Gonçalves R.A., Schatzmayr D., Hofstetter U., Santos G.A. Occurrence of mycotoxins in aquaculture: preliminary overview of Asian and European plant ingredients and finished feeds // *World Mycotoxin Journal*. 2017. Vol. 10. № 2. P. 183-194 (doi: 10.3320/WMJ2016.2111).
13. Kokić B.M., Čabarkapa I.S., Levič J.D., Mardić A.I., Matić J.J., Ivanov D.S. Screening of mycotoxins in animal feed from the region of Vojrodina // *Zbornic matice srpske za prirodne nauke*. 2009. P. 87–96 (doi: 10.2298/ZMSPN0917087).
14. Mankevičienė A., Supronienė S., Brazauskienė I., Gruzdevienė E. Natural occurrence of Fusarium mycotoxins in oil crop seed // *Plant Breeding and Seed Science*. 2011. Vol. 63. P. 109-116 (doi:10.2478/v10129-011-0022-1).
15. Nawaz S., Scudamore K.A., Rainbird S. Mycotoxins in ingredients of animal feeding stuff: I. Determination of Alternaria mycotoxins in oilseed rape meal and sunflower seed meal // *Food Additives & Contaminants*. 1997. Vol. 14. № 3. P. 249–262 (doi: 10.1080/02652039709374522).
16. Schollenberger M., Müller H.-M., Rühle M., Suchy S., Plank S., Drochner W. Natural occurrence of 16 Fusarium toxins in grains and feedstuffs of plant origin from Germany // *Mycopathologia*. 2006. Vol. 161. P. 43-52 (doi: 10.1007/s11046-005-0199-7).
17. Shirai Y. Natural occurrence of type B trichothecenes in formula feeds and feedstuffs in Japan // *Mycotoxins*. 2004. Vol. 54. № 2. P. 88-94.
18. Tabuc K., Stefan G. Assessment of mycologic and mycotoxicologic contamination of soybean, sunflower and rape seeds and meals during 2002–2004 // *Archiva Zootechnica*. 2005. № 8. P. 51-56.
19. Turner W.B., Aldridge D.C. Fungal Metabolites II. Academic Press. 1983. 631 p.
20. Zhao L., Zhang L., Xu Z., Liu X., Chen L., Dai J., Karrow N.A., Sun L. Occurrence of aflatoxin B1, deoxynivalenol and zearalenone in feeds in China during 2018–2020 // *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2021. Vol. 12. P. 1-12 (doi: 10.1186/s40104-021-00603-0).
21. USDA. Годовой отчет масличным и продуктам переработки в России. [www.zol.ru/n/33b4c](http://www.zol.ru/n/33b4c).

## REFERENCES

1. Burkin A.A., Kononenko G.P., Volovik V.T., Sergeeva S.E. Izuchenie organotropnosti toksinov mikromiczetov v rasleniyakh: Transmissiya v semena. Materialy` konferenczii «Bioraznoobrazie gribov i lishajnikov osobo okhranyаемy`kh prirodny`kh territorij» (29 sent. – 1 okt. 2021 g., g. Minsk – Berezinskij biosferny`j zapovednik, Vitebskaya oblast`, p. Domzhericyz), Minsk: Kolograd. 2021. S. 27-34. (I`SBN 978-985-596-992-2).
2. Egorova T.A., Lenkova T.N. Raps (Brassi`ca napus L.) i perspektivy` ego ispol`zovaniya v kormlenii pticyz` // *Sel`skokhozyajstvennaya biologiya*. 2015. T. 50. № 2. S. 172–182 (doi: 10/15389/agrobi`ology.2015.2.172rus).
3. Kononenko G.P., Volovik V.T., Burkin A.A., Sergeeva S.E. Profil` mikotoksinov, tipichny`j dlya original`ny`kh (reprodukcionny`kh) semyan rapsa maslichnogo // *Sel`skokhozyajstvennaya biologiya*. 2022. № 5. S. 1001-1009 (doi: 10.15389/agrobi`ology.2022.5.1001rus).
4. Kononenko G.P., Ustyuzhanina M.I., Burkin A.A. Problema bezopasnogo ispol`zovaniya podsolnechnika (Heli`anthus annuus L.) dlya pishhevy`kh i kormovy`kh czelej (obzor) // *Sel`skokhozyajstvennaya biologiya*. 2018. T. 53. № 3. S. 485-498 (doi: 10.15389/agrobi`ology.2018.3.485rus).
5. Metodicheskie rekomendaczii po identifikaczii osnovny`kh vidov patogenny`kh i toksigenny`kh mikroskopicheskix gribov v kormakh, utv. 23.10.2008 g. Otdeleniem veterinarnoj mediczny` RASKXN.
6. Metodicheskie ukazaniya po vy`delenyu i kolichestvennomu uchetu mikroskopicheskix gribov v kormakh, kormovy`kh dobavkax i sy`r`e dlya proizvodstva kormov, utv. 14.07.2003 g. Departamentom veterinarii MSKX RF.

7. Pakhomov V.I., Kxly`stunov V.F., Braginecz S.V., Bakxchevnikov O.N. Sostoyanie i perspektivy` ispol`zovaniya rastitel`nogo sy`r`ya v kormax dlya akvakul`tury` (obzor) // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2022. T. 23. № 3. S. 281-294 (doi: 10.30766/2072-9081.2022.23.3.281-294).
8. Pakhomova O.N. Razrabotka i ispol`zovanie funkczional`nogo pishhevogo obogatitelya iz zhmy`kxa rapsovogo: kand. diss. Orel, 2014.
9. Rekomendaczii po mikotoksikologicheskomu kontrolyu kormov dlya sel`skokhozyajstvenny`kx zhivotny`kx. Utv. NTS Minsel`kxoza Rossii 30.10.2014.
10. Anjum M.A., Sahota A.W., Akram M., Ali I. Prevalence of mycotoxins in poultry feeds and feed ingredients in Pinjab (Pakistan) // The Journal of Animal and Plant Sciences. 2011. Vol. 21. № 2. P. 117-120.
11. Gomzhina M.M., Gasich E.L. Plenodomus species infecting oilseed rape in Russia // Plant Protection News. 2022. Vol. 105. № 3. P. 135-147 (doi:10.31993/2308-6459-2022-105-3-15425).
12. Gonçalves R.A., Schatzmayr D., Hofstetter U., Santos G.A. Occurrence of mycotoxins in aquaculture: preliminary overview of Asian and European plant ingredients and finished feeds // World Mycotoxin Journal. 2017. Vol. 10. № 2. P. 183-194 (doi: 10.3320/WMJ2016.2111).
13. Kokić B.M., Čabarkapa I.S., Levič J.D., Mardić A.I., Matić J.J., Ivanov D.S. Screening of mycotoxins in animal feed from the region of Vojrodina // Zbornic matice srpske za prirodne nauke. 2009. P. 87–96 (doi: 10.2298/ZM-SPN0917087).
14. Mankevičienė A., Supronienė S., Brazauskienė I., Gruzdevienė E. Natural occurrence of Fusarium mycotoxins in oil crop seed // Plant Breeding and Seed Science. 2011. Vol. 63. P. 109-116 (doi:10.2478/v10129-011-0022-1).
15. Nawaz S., Scudamore K.A., Rainbird S. Mycotoxins in ingredients of animal feeding stuff: I. Determination of Alternaria mycotoxins in oilseed rape meal and sunflower seed meal // Food Additives & Contaminants. 1997. Vol. 14. № 3. P. 249–262 (doi: 10.1080/02652039709374522).
16. Schollenberger M., Müller H.-M., Rühle M., Suchy S., Plank S., Drochner W. Natural occurrence of 16 Fusarium toxins in grains and feedstuffs of plant origin from Germany // Mycopathologia. 2006. Vol. 161. P. 43-52 (doi: 10.1007/s11046-005-0199-7).
17. Shirai Y. Natural occurrence of type B trichothecenes in formula feeds and feedstuffs in Japan // Mycotoxins. 2004. Vol. 54. № 2. P. 88-94.
18. Tabuc K., Stefan G. Assessment of mycologic and mycotoxicologic contamination of soybean, sunflower and rape seeds and meals during 2002–2004 // Archiva Zootechnica. 2005. № 8. P. 51-56.
19. Turner W.B., Aldridge D.C. Fungal Metabolites II. Academic Press. 1983. 631 p.
20. Zhao L., Zhang L., Xu Z., Liu X., Chen L., Dai J., Karrow N.A., Sun L. Occurrence of aflatoxin B1, deoxynivalenol and zearalenone in feeds in China during 2018–2020 // Journal of Animal Science and Biotechnology. 2021. Vol. 12. P. 1-12 (doi: 10.1186/s40104-021-00603-0).
21. USDA. Godovoj otchet maslichny`m i produktam pererabotki v Rossii. www.zol.ru/n/33b4c.

### Информация об авторах

Кононенко Г.П. – д-р биол. наук, профессор, главный научный сотрудник.

Буркин А.А. – канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник.

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

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

### Information about the authors

Kononenko G.P. – Dr. Biol. Sci., Prof., Chief researcher.

Burkin A.A. – Cand. Med. Sci., Leading research associate.

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

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

### Вклад авторов

Кононенко Г.П. – планирование экспериментов, обзор и анализ литературных источников, анализ полученных данных, написание статьи, общее руководство.

Буркин А.А. – проведение экспериментов, участие в написании статьи.

Пирязева Е.А. – проведение экспериментов, поиск литературных источников, участие в написании статьи.

Зотова Е.В. – проведение экспериментов, поиск литературных источников.

### **Contribution of the authors**

Kononenko G.P. – review and analysis of literary sources, analysis of the received data, writing of the article, general guidance.

Burkin A.A. – conducting experiments, participation in the writing of the article.

Piryazeva E.A. – conducting experiments, search for literary sources, participation in the writing of the article.

Zotova E.V. – conducting experiments, search for literary sources.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 28.02.2023; одобрена после рецензирования 18.03.2023. Дата опубликования: 29.09.2023.

The article was submitted 28.02.2023; approved after reviewing 18.03.2023. Date of publication 29.09.2023.

## САНИТАРНАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ

### SANITARY MICROBIOLOGY

Научная статья

УДК 615.37:613287

doi: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202303011

EDN: FZPGNE

## НУТРИЦЕВТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ БАКТЕРИОЦИНПРОДУЦИРУЮЩИХ ЛАКТОКОККОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ

Лидия Григорьевна Стоянова<sup>1</sup>, Сария Джоновна Дбар<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> stoyanovamsu@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлены данные по нутрицевтическим показателям, включая антимикробную и супероксидазную активность, штаммов *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* для создания функциональных продуктов.

Добавление свободных аминокислот (аланина, глутаминовой кислоты, серина, тирозина и триптофана) в среду в разной степени усиливало антимикробное действие рекомбинантных штаммов F-116 и F-119 на штаммы-контаминанты пищевых продуктов и сырья. Наиболее эффективно действие изолейцина, который способствовал повышению ингибиторной активности штамма F-116 на *Staphylococcus aureus* до 32,1% и на *Escherichia coli* до 84%, чего не наблюдалось у штамма F-119. Бактерицидное действие рекомбинантного штамма F-119 на *Escherichia coli* повышалось при добавлении в среду серина от 1900 до 2550 ед/мл (по левомидину), т.е. на 34%, триптофана на 37% и тирозина на 55%.

При добавлении глутаминовой кислоты за 15 ч культивирования фунгицидная активность на *Aspergillus niger* увеличилась только у штамма F-116 от 2600 до 3300 ед/мл (по нистатину), что составило 27%, на *Candida albicans* до 40%. Тирозин увеличил активность штамма F-119 на *Candida albicans* до 25%, а триптофан – до 26%.

Штаммы обладали высокой супероксиддисмутазной активностью (27,02...30 ед / мг белка). СОД была в 5...6 раз выше у рекомбинантных штаммов по сравнению с СОД-активностью родительских штаммов 729 и 1605.

**Ключевые слова:** нутрицевтики, функциональные продукты, пробиотики, рекомбинантные штаммы *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, антимикробные свойства, бактериоцины, низин, супероксиддисмутазная активность (СОД)

**Для цитирования:** Стоянова Л.Г., Дбар С.Д. Нутрицевтические показатели бактериоцинпродуцирующих лактококков для создания ферментированных функциональных продуктов // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2023. № 3 (47). С. 330–338. doi: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202303011  
EDN: FZPGNE

Original article

## NUTRACEUTICAL INDICATORS OF BACTERIOCIN-PRODUCING LACTOCOCCI FOR THE CREATION OF FERMENTED FUNCTIONAL PRODUCTS

Lydia G. Stoyanova<sup>1</sup>, Saria D. Dbar<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> stoyanovamsu@mail.ru

**Abstract.** The article presents data on nutraceutical indicators, including antimicrobial and superoxide activities of strains of *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, to create functional products.

The addition of free amino acids (alanine, glutamic acid, serine, tyrosine, and tryptophan) to the medium enhanced the antimicrobial effect of recombinant strains F-116 and F-119 on food and raw material contaminant strains to varying degrees. The effect of isoleucine is most effective, which contributed to an increase in the inhibitory activity of the F-116 strain on *Staphylococcus aureus* up to 32.1% and on *Escherichia coli* up to 84%, which was not observed in the F-119 strain. The bactericidal effect of the recombinant strain F-119 on *Escherichia coli* increased when serine was added to the medium from 1900 to 2550 units/ml (according to chloramphenicol), i.e. by 34%, tryptophan - by 37% and tyrosine - by 55%.

With the addition of glutamic acid for 15 hours of cultivation, the fungicidal activity on *Aspergillus niger* increased only in strain F-116 from 2600 to 3300 units/ml (according to nystatin), which amounted to 27%, on *Candida albicans* up to 40%. Tyrosine increased the activity of strain F-119 on *Candida albicans* to . 25%, and tryptophan – 26%.

The strains had high superoxide dismutase activity (27.02–30.0 U/mg of protein). SOD was 5–6 times higher in recombinant strains compared to the SOD activity of parental strains 729 and 1605.

**Keywords:** nutraceuticals, functional foods, probiotics, recombinant strains of *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, antimicrobial properties, bacteriocins, nisin, superoxide dismutase activity (SOD).

**For citation:** Stoyanova L.G., Dbar S.D. Nutraceutical indicators of bacteriocin-producing lactococci for the creation of fermented functional products // Russian journal «Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology». 2023. № 3 (47). P. 330–338 (In Russ.).

doi: 10.36871/vet.san.hygg.ecol.202303011

EDN: FZPGNE

### Введение

Последние десятилетия прошлого и начало нынешнего века характеризуются интенсивным развитием нутрициологии как науки о питании здорового человека, создании продуктов функционального питания с пробиотической микробиотой и заданными функциональными свойствами. Функциональные продукты – это продукты, которые, помимо питательных веществ, содержат в своем составе ингредиенты, которые действуют конкретно на функции организма, связанные с контролем и снижением риска развития некоторых заболеваний. Пищевые продукты интенсивно изучаются на предмет дополнительных физиологических преимуществ, которые могут снизить риск хронических заболеваний или иным образом улучшить здоровье [10]. Растущий интерес у населения вызывает особая категория продуктов,

называемых «функциональными продуктами», или нутрицевтиками. Функциональная роль нутрицевтиков направлена: на компенсацию недостатка основных питательных веществ; целенаправленное изменение метаболизма; повышение резистентности организма к действию вредных факторов внешней среды; оказание иммуномодулирующего эффекта; связывание и устранение посторонних веществ; улучшение питания человека; укрепление здоровья и профилактику различных заболеваний [2]. Биофункциональные пищевые продукты обычно используют, когда желаемый биологический, медицинский или физиологический эффект оказывают микроорганизмы [11]. К таким микроорганизмам относятся пробиотики – микроорганизмы, благотворно влияющие на здоровье человека. Их можно применять в качестве пищевых ингредиентов, а также в виде

ферментированных молочных продуктов [6]. Установлено, что в дистальном отделе кишечника их основными представителями являются лактобактерии, принимающие самое деятельное участие в формировании индигенной микробиоты и ответственные за поддержание иммунной системы человека [7]. В ходе своего метаболизма они продуцируют целый спектр необходимых и полезных для здоровья человека веществ.

Известно, что лактококки обладают антимикробной активностью в отношении многих микроорганизмов, включая те, которые вызывают порчу пищевых продуктов. Их антимикробный эффект обусловлен снижением pH за счет накопления молочной кислоты как основного метаболита в процессе сбраживания углеводов, конкуренцией за питательные вещества и выработкой специфических метаболитов белковой природы – бактериоцинов [13]. Эти антимикробные молекулы входят в число полезных пептидов, которые синтезируются некоторыми молочнокислыми бактериями во время ферментации и оказывают бактериостатическое или бактерицидное действие на родственные группы бактерий и реже – против широкого круга неродственных групп бактерий. Однако штамм-продуцент имеет систему иммунной защиты от собственного бактериоцина. Таким образом, они составляют важную часть системы микробной защиты [9].

Физиологической особенностью природных штаммов *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* является синтез бактериоцинов-лантибиотиков, среди которых наиболее известен низин, состоящий из 34 аминокислотных остатков, включая небелковую аминокислоту лантионин, с молекулярной массой 3353 Да. Низин оказывает бактерицидное действие на грамположительные бактерии (образование пор за счет связывания с липидом 2 клеточной стенки), может адсорбироваться на поверхности спор чувствительных к нему спорообразующих микроорганизмов, нарушает проницаемость мембран, снижает термоустойчивость спор [5]. Однако низин не эффективен против грамотрицательных бактерий, к которым относятся многие энтеробактерии – возбудители инфекций желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), и микромицетов, вызывающих микозы.

На кафедре микробиологии биологического факультета МГУ методом слияния протопластов родственных штаммов *L. lactis* subsp. *lactis* с низкой низинсинтезирующей активностью были по-

лучены штаммы, обладающие высокой активностью и широким спектром бактерицидного и фунгицидного действия [3].

Известна возможность оптимизировать процесс биосинтеза бактериоцинов, изменяя состав среды. Так, добавление аминокислот, являющихся структурными компонентами антимикробных пептидов, в ферментационную среду лактококков способно повлиять на уровень антимикробной активности.

Помимо индигенной микробиоты, в макроорганизм с продуктами питания могут поступать молочнокислые бактерии извне. Рост и тех, и других микроорганизмов зависит от процессов, в том числе свободнорадикальных, происходящих в макроорганизме. Интенсивность свободнорадикальных процессов в организме человека может быть вызвана как увеличением концентрации активных форм кислорода (АФК), свободных радикалов ( $\text{OH}^*$ ,  $\text{HOO}^*$ ,  $\text{O}_2^*$ ,  $\text{NO}^*$ ), низкомолекулярных эндогенных пероксидов ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{ROOH}$ ,  $\text{HOCl}$ ,  $\text{ONOOH}$ ), так и снижением эффективности действия биологических систем их утилизации и детоксикации. Свободные радикалы повреждают молекулы ДНК, белков, липидов, образуя перекисные соединения. Радикал  $\text{OH}^*$  может присоединяться, например, по двойной связи между 5- и 6-м положениями в молекуле тимидина и, тем самым, нарушать структуру ДНК. АФК также запускает программируемую клеточную смерть – апоптоз [1].

Метаболиты могут функционировать в ЖКТ как потенциальные естественные биотерапевтические агенты, облегчающие конкуренцию пробиотических штаммов и/или ингибирующие патогены [12]; могут иметь различную функциональную направленность, в частности, обладать антиоксидантным, антигипертензивным, иммуномодулирующим, антибактериальным и противовирусным свойствами. Тем самым они вносят потенциальный вклад в баланс микробиоты и здоровье человека [8]. Штаммы, продуцирующие бактериоцины, могут стать потенциальной альтернативой антибиотикам и быть полезны для контроля носительства патогенов, поэтому их рассматривают в качестве биологически активного соединения для разработки нутрицевтиков или функциональных продуктов питания [14].

Цель исследования: изучить нутрицевтические показатели бактериоцинпродуцирующих штаммов *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* для создания функциональных продуктов.

### Материалы и методы

В работе использовали лиофильно высушенные рекомбинантные штаммы *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, ранее полученные методом слияния протопластов F-119 и F-116 (GenBank: F100778.1; GenBank: EF100777.1), обладающие высокой антимикробной активностью в отношении грамположительных, грамотрицательных бактерий, дрожжей и грибов [3].

Родительские штаммы с низкой ингибиторной активностью: *L. lactis* subsp. *lactis* штамм 729 – низкоактивный (300 МЕ/мл) по синтезу низина, сильный кислотообразователь (GenBank EF 102814) и мутантный штамм 1605, полученный от исходного 729 штамма комбинированным воздействием ультрафиолетовых лучей и этиленimina (GenBank EF 102815) с активностью 500 МЕ/мл.

Лиофилизированные штаммы после хранения в холодильнике при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$  восстанавливали в стерильной воде, а затем культивировали в стерильном обезжиренном молоке до образования плотного молочного сгустка. Из обраты пересевали в посевную среду, приготовленную на водопроводной воде с добавлением дрожжевого экстракта (35 г/л) и глюкозы (10 г/л), pH среды доводили до 6,8...7,0 20%-м раствором NaOH. Затем посевной материал (в количестве 5%) вносили в питательную среду следующего состава, г/л: глюкоза – 10;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 20; NaCl – 2;  $\text{MgSO}_4$  – 0,2; дрожжевой экстракт – 35; pH 6,8...7,0 [4].

Изучали антимикробный спектр действия штаммов в течение 24 ч и СОД-активность, влияние свободных аминокислот, добавляемых в среду культивирования, на рост и уровень антимикробной активности.

Для установления спектра антибиотической активности лактококков в качестве тест-культур использовали грамположительные бактерии *S. aureus* AP017922.1, грамотрицательные бактерии *E. coli* 52, а также один штамм микроскопических грибов *Aspergillus niger* INA 00760 и дрожжи *Candida albicans* INA 00763. Бактерии выращивали на МПА при температуре  $37^{\circ}\text{C}$ , микромицеты – на среде Сабуро, г/л: глюкоза – 40; пептон – 10; агар – 20; левомицетин – 2,5% при температуре 28... $30^{\circ}\text{C}$ . Количественное определение антибиотической активности проводили с помощью метода диффузии в агар, по измерению зон подавления роста тест-культур с дальнейшим пересчетом по калибровочной кривой стандартных растворов антибиотиков [4]. В качестве стандарта

на грамположительные бактерии использовали коммерческий препарат низина «Nisaplin» (фирма Aplin&Barrett, Ltd, Великобритания) активностью  $1 \cdot 10^6$  МЕ/г, грамотрицательные бактерии – растворы левомицетина (HiMedia Laboratories Limited, Индия) концентрацией 100, 50 и 25 ед/мл, в качестве стандарта на микромицеты использовали растворы 100, 50, 40 ед/мл нистатина (Sigma, ФРГ) активностью 4670 ед/мг. Для титрования антибиотиков использовали фосфатный буферный раствор (pH 5,5) и суточные суспензии грамотрицательных бактерий и грибов, которыми засеивали соответственно МПА и среду Сабуро.

Активность СОД в экстрактах клеток определяли спектрофотометрически с использованием ксантиоксидазо-цитохромного метода. Реакции с ксантином учитывали по увеличению поглощения при  $\lambda = 550$  нм на спектрофотометре НТАСНІ 200-20 в течение 5 мин относительно контроля – реакционной смеси, содержащей вместо препарата СОД соответствующий объем деионизованной воды. За 1 единицу активности СОД принимали количество фермента, которое ингибирует скорость восстановления цитохрома на 50% при pH 7,8 и температуре  $25^{\circ}\text{C}$  [1]. Статистическую обработку результатов исследований проводили с использованием компьютерных программ Excel 2017 (MicrosoftInc., Statistica for Windows, v.5.0 StatSoftInc). Достоверность различий между средними значениями оценивали с использованием t-критерия Стьюдента ( $p \leq 0,05$ ).

### Результаты исследований и обсуждение

Изучение антимикробного спектра действия штаммов *L. lactis* subsp. *lactic* на разные группы микроорганизмов представлено на рисунках 1 и 2. Как видно из полученных результатов, штаммы F-116 и F-119 обладают широким спектром антимикробного действия, оказывают влияние на грамположительные и грамотрицательные бактерии, грибы и дрожжи.

Исследование антимикробной активности в динамике позволяет определить период роста продуцента, когда синтез бактериоцина достигает максимума своей активности. Следует заметить, что не все аминокислоты способствовали увеличению антибактериальной и антимикотической активности лактококков.

В качестве тест-микроорганизмов отбирали представителей разных групп контаминантов пи-

щего сырья, способных вызывать заболевания человека. Например, *S. aureus* может вызывать широкий диапазон заболеваний, начиная с легких кожных инфекций – угрей, импетиго, до смертельно опасных заболеваний, таких как пневмония, менингит, остеомиелит, эндокардит, инфекционно-токсический шок и сепсис.

Штаммы *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* способны к синтезу антимикробных пептидов. Добавление свободных аминокислот в среду в разной степени усиливало действие штамма F-116 на *S. aureus*. Наиболее эффективно действовал изолейцин, который способствовал повышению ингибиторной активности в этот период от 1600 до 2400 МЕ/мл (по низину), что составило 50% за 18 ч инкубирования, чего не наблюдалось у штамма F-119 (рис. 1, 2).

Бактерицидное действие рекомбинантного штамма F-119 на грамотрицательные бактерии (на примере *E. coli*) за 9 ч культивирования повышалось при добавлении в среду серина от 1900 до

2550 ед/мл (по левомицетину), т.е. на 34%, триптофана – на 37% и тирозина – на 55% (см. рис. 2). Ингибиторный эффект штамма F-116 на *E. coli* увеличился после 15 ч инкубирования при добавлении в среду изолейцина от 1900 до 3500 ед/мл (по левомицетину), что соответствует 84% (см. рис. 1). *E. coli* – условно-патогенные бактерии, вирулентные штаммы которых могут вызывать гастроэнтериты, воспаления мочеполовой системы, а также менингит у новорожденных, в редких случаях перитонит, мастит и сепсисы.

Об антимикотическом эффекте лактококков подвида *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* известно очень мало. Результаты наших экспериментов показали способность рекомбинантных штаммов проявлять фунгицидную активность по отношению к отобранным тест-культурам *Aspergillus niger* и дрожжам *Candida albicans*. При добавлении глутаминовой кислоты за 15 ч культивирования фунгицидная активность на *A. niger*

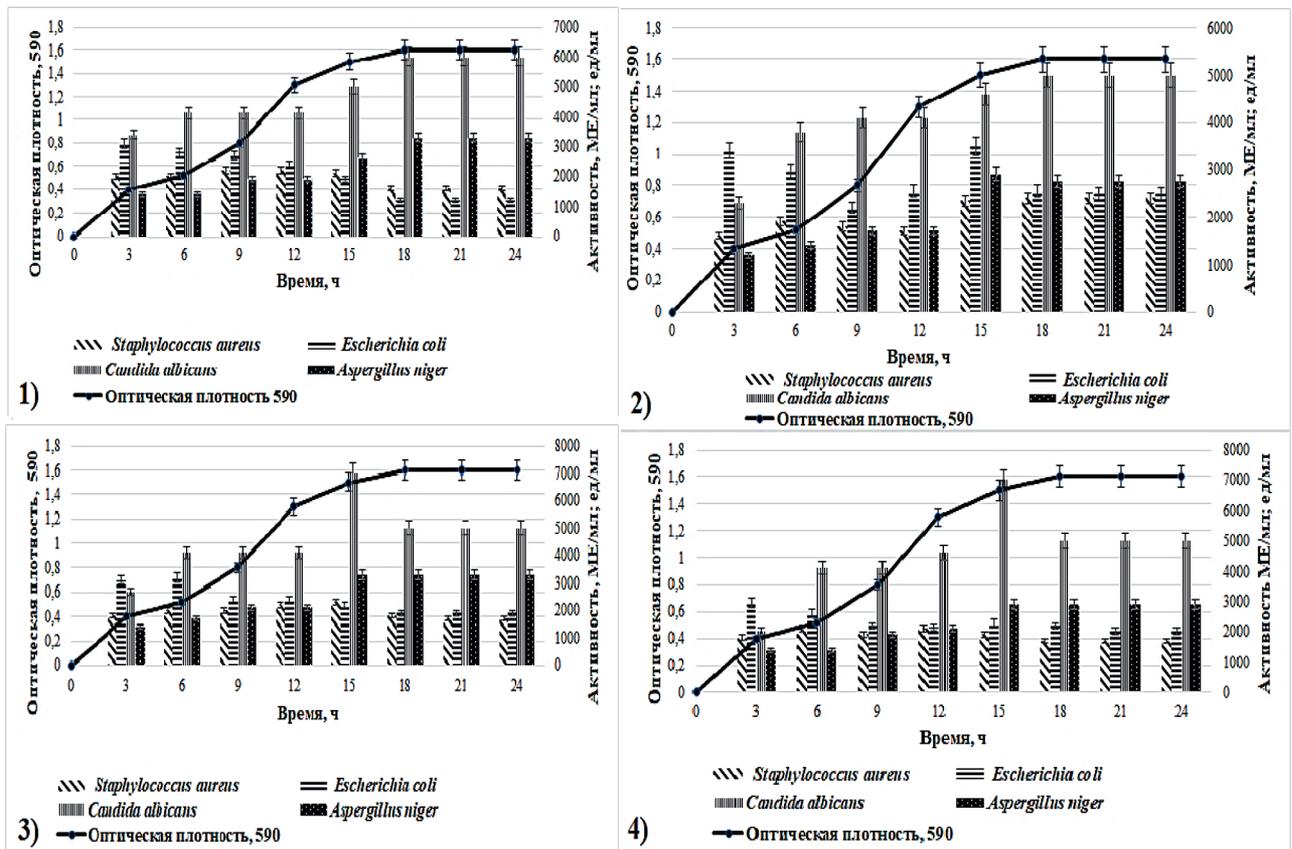


Рис. 1. Антимикробная активность штамма F-116 *L. lactis* subsp. *lactis* в динамике роста с добавлением аминокислот. 1 – контроль; 2 – изолейцин; 3 – глутаминовая кислота; 4 – серин. Тест-культуры – *E. coli*, *S. aureus*, *C. albicans*, *A. niger*,  $p \leq 0,05$

Fig. 1. Antimicrobial activity of strain F-116 *L. lactis* subsp. *lactis* in the dynamics of growth with the addition of amino acids. 1 – control; 2 – isoleucine; 3 – glutamic acid; 4 – serine. Test cultures – *E. coli*, *S. aureus*, *C. albicans*, *A. niger*,  $p \leq 0,05$

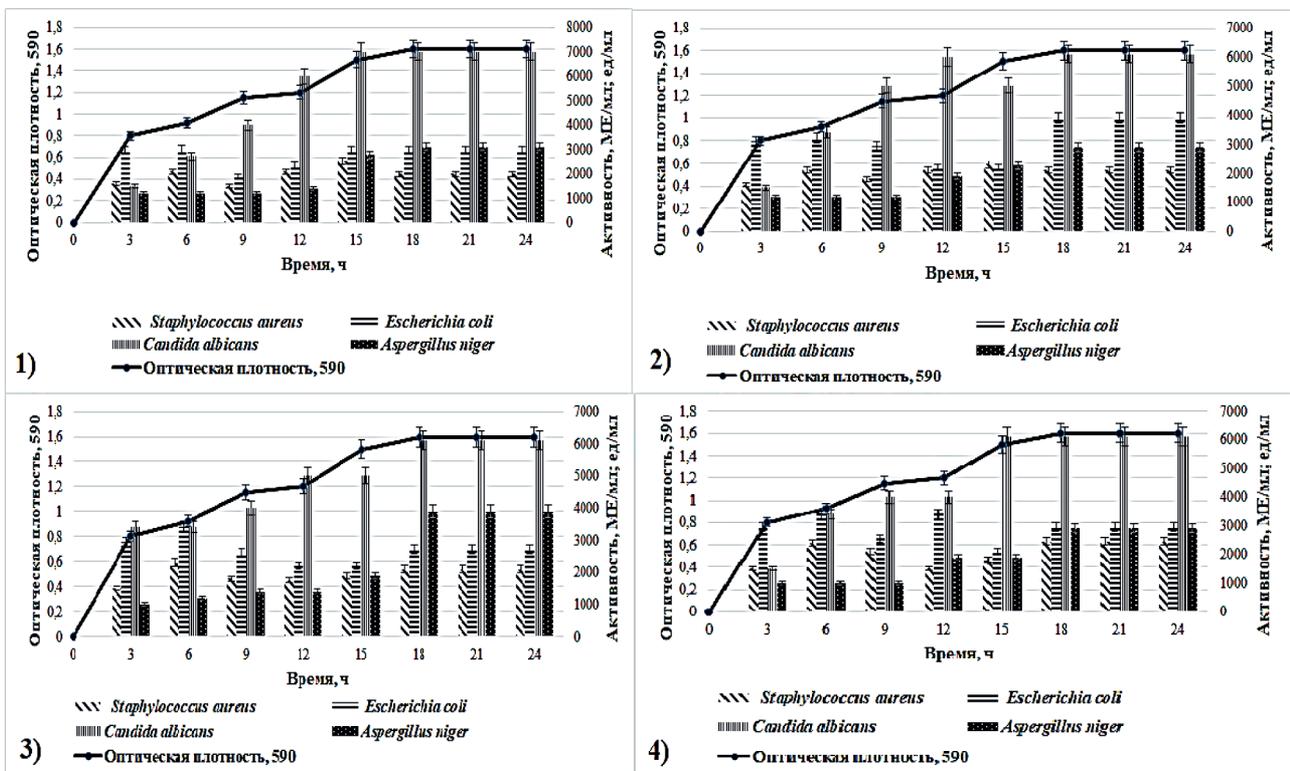


Рис. 2. Антимикробная активность штамма F-119 *L. lactis subsp. lactis* в динамике роста с добавлением аминокислот. 1 – контроль; 2 – тирозин; 3 – триптофан; 4 – серин. Тест-культуры – *E. coli*, *S. aureus*, *C. albicans*, *A. niger*,  $p < 0,05$

Fig. 2. Antimicrobial activity of strain F-119 *L. lactis* in the dynamics of growth with the addition of amino acids. 1 – control; 2 – tyrosine; 3 – tryptophan; 4 – serine. Test cultures – *E. coli*, *S. aureus*, *C. albicans*, *A. niger*,  $p < 0.05$

увеличилась только у штамма F-116 от 2600 до 3300 ед/мл (по нистатину), что составило 27%. Глутаминовая кислота и серин за 15 ч культивирования повысили фунгицидную активность на *C. albicans* у F-116 от 5000 до 7000 ед/мл (по нистатину), что составило 40%, а у штамма F-119 тирозин увеличил активность от 4000 до 5000 ед/мл (по нистатину), т.е. на 25%, триптофан – 26% (см. рис. 1, 2).

Микромицеты *Aspergillus niger* и *Candida albicans* выделяют токсины, служат причиной плесневения продуктов питания, в частности колбас, хлебобулочных изделий, фруктов, овощей, а, как известно, дрожжи *Candida albicans* – возбудители кандидозов у человека и животных.

Аминокислоты необходимы для роста и питания лактококков, а также являются структурными компонентами бактериоцинов пептидной природы, вследствие чего они способны усилить антимикробную активность штаммов F-116 и F-119. Повышение бактерицидной активности этих штаммов при добавлении в среду изолейцина привело к смещению повышения уровня активности

из лаг-фазы на стационарную, а при добавлении глутаминовой кислоты и серина уровень активности был оптимальным уже к стационарной фазе роста продуцентов.

Установленная бактерицидная активность штаммов лактококков на грамположительные бактерии связана с продукцией бактериоцина низина. Повышенная антимикотическая активность может быть вызвана синтезом алкилароматического кетона [5].

Рост молочнокислых бактерий в микробиоте человека, а также при поступлении пробиотиков в виде продуктов извне зависит от происходящих в макроорганизме процессов, в том числе свободнорадикальных. В силу нежелательного действия свободных радикалов на макроорганизм анализ систем детоксикации активных форм кислорода и свободных радикалов – один из наиболее важных критериев при создании пробиотического препарата. Активность СОД в пересчете на белок была высокой у рекомбинантных штаммов *L. lactis subsp. lactis* и составила 27,02...30 ед/мг белка (таблица).

Таблица. Супероксиддисмутазная активность в клетках *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ( $p \leq 0,05$ )Table. Superoxide dismutase activity in *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ( $p \leq 0.05$ )

Штамм	Содержание белка, мкг/мл	Активность, ед/мл	Активность, ед/мг белка
<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> штамм 729	2100	10,20	4,86
<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> штамм 1605	1275	7,14	5,60
<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> штамм F-116	320	9,60	30,00
<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> штамм F-119	300	7,85	27,02

Самой высокой СОД-активностью обладает штамм F-116, в то время как СОД-активность у родительских штаммов 729 и 1605 (мутант штамма 729) была примерно в 6 и 5 раз меньше.

Следует отметить, что штамм F-116 проявляет высокую СОД-активность и обладает фунгицидной активностью, что является актуальным на данный момент ввиду того, что микромицеты служат причиной многих заболеваний человека и порчи продуктов питания. Одним из факторов окружающей среды, способным негативно влиять на рост бактериальных клеток, является кислород. Активные формы кислорода, индуцирующие окислительный стресс, способны увеличивать частоту мутаций в клетках, повышая, в частности, чувствительность к антибиотикам. На примере *S. aureus* было показано, что для защиты от действия АФК повышается уровень экспрессии генов *sodA* (супероксиддисмутаза) и *goxA* (субъединица хинолоксидазы), которые, нейтрализуя АФК, снижают частоту нежелательных мутаций [1].

### Заключение

Таким образом, изученный в данной работе антимикробный спектр действия штаммов F-116 и F-119 *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, позволяет предположить, что бактерии способны к синте-

зу антимикробных агентов, в различной степени действующих на грамположительные, грамотрицательные бактерии, грибы и дрожжи. Изолейцин, глутаминовая кислота и серин повышают антибактериальную и антимикотическую активность штаммов в разной степени. Феномен широкого спектра действия лактококков можно объяснить после более детального изучения молекулярных механизмов действия бактериоцинов. Возможно, это связано с наличием нескольких одинаковых рецепторов-мишеней для антимикробных пептидов у *S. aureus*, *E. coli*, *A. niger* и *C. albicans*. Штамм *L. lactis* subsp. *lactis* F-116 можно рекомендовать к применению в качестве пробиотических микроорганизмов с высокой антиоксидантной активностью, что, возможно, позволит создать эффективные препараты для борьбы с некоторыми тяжелыми заболеваниями и ранними признаками старения.

Полученные данные позволяют отнести бактериоцинпродуцирующие штаммы *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* к перспективным пробиотикам, а их бактериоцины – к антимикробным препаратам, которые целесообразно применять в комплексной терапии ряда заболеваний, а также в качестве биологически активных соединений для разработки нутрицевтиков или функциональных продуктов питания.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Брюханов А.Л., Климко А.И., Нетрусов А.И. Антиоксидантные свойства молочнокислых бактерий // Микробиология. 2022. Т. 91. №. 5. С. 519-536.
2. Романцова С.Н., Лосевская С.А. Пищевые добавки в продуктах питания, их влияние на здоровье человека // Цифровизация современной науки: стратегии, инновации. 2022. С. 303-305.
3. Стоянова Л.Г., Егоров Н.С. Получение низинпродуцирующих бактерий методом слияния протопластов двух родственных штаммов *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, низкоактивных по синтезу низина // Микробиология. 1998. Т. 67. №. 1. С. 47-54.
4. Стоянова Л.Г., Сорокина Е.В., Дбар С.Д. Скрининг перспективных штаммов *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* для создания нетоксичных антимикотиков // Проблемы медицинской микологии. 2020. Т. 22. №. 4. С. 46-53.

5. Стоянова Л.Г., Устюгова Е.А., Нетрусов А.И. Антимикробные метаболиты молочнокислых бактерий: разнообразие и свойства (обзор) // Прикладная биохимия и микробиология. 2012. Т. 48. № 3. С. 259-275.
6. Хавкин А.И. Пробиотические продукты питания и естественная защитная система организма // РМЖ. 2009. Т. 17. № 4. С. 241-245.
7. Шендеров Б. А., Голубев В. Л., Данилов А. Б., Прищепина А. В. Кишечная микробиота человека и нейродегенеративные заболевания // Поликлиника. 2016. №. 1-1. С. 7-13.
8. Chernukha I.M., Mashentseva N.G., Afanasev D.A., Vostrikova N.L. Biologically active peptides of meat and meat product proteins: a review. Part 1. General information about biologically active peptides of meat and meat products // Theory and Practice of Meat Processing. 2019. V. 4. №. 4. P. 12-16
9. Dobson A., Cotter P.D., Ross R.P., Hill C. Bacteriocin production: a probiotic trait? // Applied and environmental microbiology. 2012. V. 78. №. 1. P. 1-6.
10. Espín J.C., García-Conesa M.T., Tomás-Barberán F.A. Nutraceuticals: facts and fiction // Phytochemistry. 2007. V. 68. №. 22-24. P. 2986-3008.
11. Gobbetti M., Cagno R.D., De Angelis M. Functional microorganisms for functional food quality // Critical reviews in food science and nutrition. 2010. V. 50. №. 8. P. 716-727.
12. Nes I.F., Yoon S.S., Diep D.B. Ribosomally synthesized antimicrobial peptides (bacteriocins) in lactic acid bacteria: a review // Food Science and Biotechnology. 2007. V. 16. №. 5. P. 675-690.
13. Srivastava R.K. Enhanced shelf life with improved food quality from fermentation processes // J. Food Technol. Preserv. 2018. V. 2. P. 8-14.
14. Yadav K., Bhardwaj A., Kaur G. et al. Potential of *Lactococcus lactis* as a probiotic and functional lactic acid bacteria in dairy industry // International Journal of Probiotics and Prebiotics. 2009. V. 4. №. 3. P. 219-228.

## REFERENCES

1. Bryukxanov A.L., Klimko A.I., Netrusov A.I. Antioksidantny`e svoystva molochnokisly`kx bakterij // Mikrobiologiya. 2022. T. 91. №. 5. S. 519-536.
2. Romanczova S.N., Losevskaya S.A. Pishhevyy`e dobavki v produktax pitaniya, ikh vliyanie na zdorov`e cheloveka // Czfirovizacziya sovremennoj nauki: strategii, innovaczii. 2022. S. 303-305.
3. Stoyanova L.G., Egorov N.S. Poluchenie nizinproducziruyushhix bakterij metodom sliyaniya protoplastov dvukh rodstvenny`kx shtammov *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, nizkoaktivny`kx po sintezu nizina // Mikrobiologiya. 1998. T. 67. №. 1. S. 47-54.
4. Stoyanova L.G., Sorokina E.V., Dbar S.D. Skrining perspektivny`kx shtammov *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* dlya sozdaniya netoksichny`kx antimikotikov // Problemy` mediczinskoj mikologii. 2020. T. 22. №. 4. S. 46-53.
5. Stoyanova L.G., Ustyugova E.A., Netrusov A.I. Antimikrobny`e metabolity` molochnokisly`kx bakterij: raznoobrazie i svoystva (obzor) // Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya. 2012. T. 48. № 3. S. 259-275.
6. Kxavkin A.I. Probioticheskie produkty` pitaniya i estestvennaya zashhitnaya sistema organizma // RMZH. 2009. T. 17. №. 4. S. 241-245.
7. Shenderov B. A., Golubev V. L., Danilov A. B., Prishhepa A. V. Kishechnaya mikirobiota cheloveka i nejrodegenerativny`e zabolevaniya // Poliklinika. 2016. №. 1-1. S. 7-13.
8. Chernukha I.M., Mashentseva N.G., Afanasev D.A., Vostrikova N.L. Biologically active peptides of meat and meat product proteins: a review. Part 1. General information about biologically active peptides of meat and meat products // Theory and Practice of Meat Processing. 2019. V. 4. №. 4. P. 12-16
9. Dobson A., Cotter P.D., Ross R.P., Hill C. Bacteriocin production: a probiotic trait? // Applied and environmental microbiology. 2012. V. 78. №. 1. P. 1-6.
10. Espín J.C., García-Conesa M.T., Tomás-Barberán F.A. Nutraceuticals: facts and fiction // Phytochemistry. 2007. V. 68. №. 22-24. P. 2986-3008.
11. Gobbetti M., Cagno R.D., De Angelis M. Functional microorganisms for functional food quality // Critical reviews in food science and nutrition. 2010. V. 50. №. 8. P. 716-727.
12. Nes I.F., Yoon S.S., Diep D.B. Ribosomally synthesized antimicrobial peptides (bacteriocins) in lactic acid bacteria: a review // Food Science and Biotechnology. 2007. V. 16. №. 5. P. 675-690.
13. Srivastava R.K. Enhanced shelf life with improved food quality from fermentation processes // J. Food Technol. Preserv. 2018. V. 2. P. 8-14.
14. Yadav K., Bhardwaj A., Kaur G. et al. Potential of *Lactococcus lactis* as a probiotic and functional lactic acid bacteria in dairy industry // International Journal of Probiotics and Prebiotics. 2009. V. 4. №. 3. P. 219-228.

### **Информация об авторах**

Стоянова Л.Г. – д-р биол. наук, ведущий научный сотрудник.  
Дбар С.Д. – аспирантка.

### **Author information**

Stoyanova L.G. – Dr. Biol. Sci., Leading Researcher.  
Dbar S.D. – postgraduate student.

### **Вклад авторов**

Стоянова Л.Г. – постановка цели работы, обсуждение данных, написание статьи.  
Дбар С.Д. – сбор литературы, проведение экспериментов, анализ данных.

### **Contribution of the authors**

Stoyanova L.G. – setting the goal of the work, discussing the data, article writing.  
Dbar S.D. – collecting literature, conducting an experiments, data analysis.

Авторы заявляют об отсутствии конфликтных интересов.  
The authors declare no conflicts of interest.

Статья поступила в редакцию 29.05.2023; одобрена после рецензирования 19.06.2023. Дата опубликования 29.09.2023.

The article was submitted 29.05.2023; approved after reviewing 19.06.2023. Date of publication 29.09.2023.

Обзорная статья  
УДК 619:579  
doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303012  
EDN: GIVYUQ

## ХАРАКТЕРИСТИКА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ БАКТЕРИЙ РОДА *LISTERIA*

*Владислав Сергеевич Курило*<sup>1</sup>, *Асият Мухтаровна Абдуллаева*<sup>2</sup>  
*Валентина Георгиевна Лобанова*<sup>3</sup>, *Антон Александрович Покровский*<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> *Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)*  
*Москва 125080, Российская Федерация*

<sup>3</sup> *Федеральный центр охраны здоровья животных (ФГБУ «ВНИИЗЖ»)*  
*Владимир 600901, Российская Федерация*

<sup>1</sup> vladislove222@yandex.ru

<sup>2</sup> AbdullaevaAM@mgupp.ru

<sup>3</sup> lobanova.13.73@mail.ru

**Аннотация.** В обзоре представлены фенотипические и генетические характеристики всех представителей бактерий рода *Listeria* с акцентом на *Listeria sensu lato* и виды *Listeria*. Ознакомление с недавно признанным расширенным разнообразием микроорганизмов рода *Listeria* позволит понимать эволюцию характеристик, связанных с вирулентностью в этой важной грамположительной группе, и будет способствовать разработке и внедрению эффективных методов тестирования как для *L. monocytogenes*, так и для других бактерий рода *Listeria*.

**Ключевые слова:** бактерии рода *Listeria*, фенотипические и генетические характеристики

**Для цитирования:** Курило В.С., Абдуллаева А.М., Лобанова В.Г., Покровский А.А. Характеристика и распространение бактерий рода *Listeria* // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2023. № 3 (47). С. 339–344.

doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303012

EDN: GIVYUQ

Review article

## CHARACTERIZATION AND DISTRIBUTION BACTERIA OF THE GENUS *LISTERIA*

*Vladislav S. Kurilo*<sup>1</sup>, *Asiat M. Abdullaeva*<sup>2</sup>,  
*Valentina G. Lobanova*<sup>3</sup>, *Anton Al. Pokrovsky*<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> *Russian Biotechnological University, (BIOTECH University),*  
*Moscow 125080, Russian Federation*

<sup>3</sup> *Federal Center for Animal Health, Vladimir 600901, Russian Federation*

<sup>1</sup> vladislove222@yandex.ru

<sup>2</sup> AbdullaevaAM@mgupp.ru

<sup>3</sup> lobanova.13.73@mail.ru

**Abstract.** The review presents the phenotypic and genetic characteristics of all representatives of the bacteria of the genus *Listeria* with an emphasis on *Listeria sensu lato* and *Listeria* species. Familiarization with the recently recognized expanded diversity of microorganisms of the genus

*Listeria* will allow understanding the evolution of virulence-related characteristics in this important gram-positive group, and will contribute to the development and implementation of effective testing methods for both *L. monocytogenes* and other bacteria of the genus *Listeria*.

**Keywords:** *Listeria* bacteria, phenotypic and genetic characteristics

**For citation:** Kurilo V.S., Abdullaeva A.M., Lobanova V.G., Pokrovsky A.A. Characteristics and distribution of bacteria of the genus *Listeria* // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2023. № 3 (47). P. 339–344 (In Russ.).  
doi: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202303012  
EDN: GIVYUQ

### Введение

Род *Listeria* в настоящее время состоит из 17 видов, в том числе 9 видов, которые были описаны с 2009 г. Случаи заболеваний человека и вспышки, вызванные этим микроорганизмом, оказывают значительное влияние на общество, экономику и продовольственную безопасность. Кроме того, лаборатории пищевой промышленности, а также регулирующие органы по всему миру проводят большое число анализов образцов сырья, готовых продуктов и объектов окружающей среды для обнаружения *L. monocytogenes* и *Listeria* spp., следовательно, реализация тест-наборов для выявления этих микроорганизмов служит важным источником дохода для ряда компаний [9]. Важно отметить, что обнаружение бактерий рода *Listeria* часто используют в пищевой промышленности в качестве маркера для выявления условий, которые позволяют определить присутствие, рост и сохранение *L. monocytogenes*. Следовательно, идентификация новых видов бактерий рода *Listeria* и изменения в таксономии *Listeria* могут оказать значительное влияние на пищевую промышленность и производителей тест-наборов [6].

Для сравнительной характеристики новых видов *Listeria*, с акцентом на *Listeria sensu lato*, мы использовали информацию о распространенности, фенотипе, генетических характеристиках и вирулентности, взятую из открытых источников.

К *Listeria sensu strictu* относятся *L. monocytogenes*, *L. seeligeri*, *L. ivanovii*, *L. welshimeri* и *L. innocua*, описанные до 1985 г., а также вид *L. marthii*, который был впервые описан в 2010 г.

Хорошо известно, что большинство видов, входящих в *Listeria sensu strictu*, широко распространены и обычно встречаются в разных средах. *L. monocytogenes* выделена по всему миру, в том числе в Северной Америке, Южной Америке, Европе, Азии, Африке и Океании. Случаи листериоза человека были зарегистрированы во всем мире,

включая Африку, Океанию, Южную и Северную Америку, Европу и Азию [16].

Виды *Listeria sensu strictu* имеют много общих фенотипических характеристик. Ключевые фенотипические характеристики, общие для всех видов *Listeria sensu strictu*, включают способность расти при температурах до 4°C, подвижность (при температуре 30°C), положительную реакцию каталазы, неспособность восстанавливать нитрат до нитрита и положительную реакцию в тесте Фогеса–Проскауэра, указывающую на способность вырабатывать ацетонин в результате ферментации глюкозы путем бутандиола. Более того, все виды *sensu strictu* способны ферментировать *D*-арабитол,  $\alpha$ -метил *D*-глюкозид, целлобиозу, *D*-фруктозу, *D*-маннозу, *N*-ацетилглюкозамин, мальтозу и лактозу, в то время как ни один из видов не может ферментировать инозит, *L*-арабинозу и *D*-маннит [4, 8].

Геномы *Listeria sensu strictu* имеют много общих характеристик. Содержание G+C варьируется от 34,6 до 41,6%; размеры генома – от 2,8 до 3,2 Мб, а геномы *Listeria* очень синтетичны (т.е. порядок генов консервативен у разных видов). Пангеном оценивается примерно в 6500 генов, 17% из которых участвуют в метаболизме нуклеотидов, нуклеозидов и нуклеиновых кислот, 14% участвуют в клеточном макромолекулярном метаболизме, а 10% – в процессе метаболизма белков [11].

*L. monocytogenes* относится к факультативным внутриклеточным патогенам, вызывает редкое, но тяжелое заболевание человека; типичные симптомы включают сепсис, аборт и энцефалит. Кроме того, сообщалось о нескольких случаях, когда заражение людей *L. monocytogenes* приводило к желудочно-кишечным заболеваниям без системных инфекций. Листериоз человека практически всегда вызывает *L. monocytogenes*. Также сообщалось, что данный вид вызывает инвазивные заболевания более чем у 40 видов животных. *L. ivanovii* также считается патогеном,

но преимущественно связанным с болезнями животных [7, 12, 13].

К *Listeria sensu lato* относятся *L. grayi* (впервые описан в 1966 г.), а также *L. fleischmannii*, *L. floridensis*, *L. aquatica*, *L. newyorkensis*, *L. cornellensis*, *L. rocourtiae*, *L. weihenstephanensis*, *L. grandensis*, *L. riparia* и *L. booriae*. Филогенетически *L. grayi* наиболее тесно связан с видами *Listeria sensu strictu*. *L. fleischmannii*, *L. floridensis* и *L. aquatica* имеют последнего общего предка с видами *L. grayi* и *sensu strictu*, в то время как другие виды *Listeria sensu lato* объединяются в базальный кластер в пределах рода [17].

За исключением *L. grayi*, виды *Listeria sensu lato* были описаны совсем недавно и их распространение еще предстоит всесторонне изучить. Однако два вида – *L. newyorkensis* и *L. fleischmannii*, идентифицированные в Северной Америке и в Европе, позволяют предположить, что их распространение может быть широким, по крайней мере в северном полушарии. *L. newyorkensis* была выделена из сырого молока в Италии и на заводе по переработке морепродуктов на северо-востоке США. *L. fleischmannii* выделена из сыров в Италии и Швейцарии и из окружающей среды скотоводческого ранчо в штате Колорадо, США [10].

Представители всех видов *sensu lato*, как и видов *Listeria sensu strictu*, являются каталазоположительными, не образующими спор и капсул палочковидными микроорганизмами. Виды *Listeria sensu lato* обладают несколькими фенотипическими характеристиками, отличающими их от видов *Listeria sensu strictu*. В то время как все виды *sensu strictu* имеют положительную реакцию Фогеса–Проскауэра и, следовательно, способны продуцировать ацетон, среди видов *sensu lato* только *L. grayi* и один из двух проанализированных штаммов *L. aquatica* обладают этой способностью. И наоборот, хотя ни один из видов *sensu strictu* не способен восстанавливать нитрат до нитрита, все виды *sensu lato*, кроме *L. floridensis*, могут снижать уровень нитратов. Подвижность – еще одна характеристика, которая является отличительной чертой *Listeria sensu strictu* и *L. grayi*, хотя первоначально результаты были получены для *L. rocourtiae* и *L. weihenstephanensis*. В первоначальных исследованиях Leclercq и соавт. (2010) и Lang Halter и соавт. (2013) сообщили, что изоляты, представляющие эти виды, были подвижными, в то время как последующие исследования [Bertsch et al. 2013; den Bakker et al. 2014] выявили отсутствие подвижности у представителей этих

видов. Последующие исследования, проведенные Weller и соавт. (2015), также не выявили подвижности у всех протестированных штаммов *sensu lato* (за исключением штаммов *L. grayi*) при температурах от 4 до 37°C. Эти результаты согласуются с геномными исследованиями, в которых сообщалось об отсутствии жгутиковых генов у всех штаммов *Listeria sensu lato* (кроме *L. grayi*), что позволяет предположить, что *L. grayi* является единственным подвижным видом *Listeria sensu lato* [4, 15].

Доступность данных о последовательности генома для всех видов *Listeria sensu lato* не только предоставила уникальные возможности для лучшей характеристики этих видов, но и позволила по-новому взглянуть на эволюцию аспектов, связанных с вирулентностью, и других соответствующих фенотипов во всем роде *Listeria*. Содержание G+C в геномах *sensu lato* варьируется от 38,3% (*L. fleischmannii*) до 45,2% (*L. newyorkensis* и *L. booriae*). Как и ожидалось на основе полученных фенотипических данных, анализ генома показал, что ни один из видов *Listeria sensu lato* не содержит остров патогенности *Listeria* 1, который включает основные гены вирулентности *prfA*, *plcA*, *hly*, *mpl*, *actA*, *plcB*, или остров патогенности *Listeria* 2, который включает *inlA* и *inlB*. За исключением *L. grayi*, ни один из других видов *sensu lato* не несет генов подвижности, которые кодируют жгутиковые белки, что объясняет неподвижность представителей этих видов. Филогенетические анализы показывают, что предок *Listeria sensu strictu* и *L. grayi* приобрел все жгутиковые биосинтетические гены путем горизонтального переноса генов от предка *Bacillus cereus*. Единственным геномом, связанным с подвижностью, который присутствует у чувствительных видов (кроме *L. grayi*), является *mogR*, который был идентифицирован только у *L. fleischmannii*. Этот ген кодирует репрессор гена подвижности *MogR* и его специфическую функцию у этого вида еще предстоит определить. Еще одна интересная геномная особенность наблюдалась среди последовательностей генома для двух штаммов *L. grayi*. Среди этих штаммов были обнаружены четыре гена, сгруппированные геномно и кодирующие белки, участвующие в биосинтезе рибофлавина [14].

*L. monocytogenes* служит возбудителем заболевания пищевого происхождения – листериоза человека. Потребление зараженных, не подвергшихся термической обработке молочных продуктов, мясопродуктов, овощей, морепродуктов и готовых к употреблению продуктов питания, явля-

ется основной причиной инфекции. Клинические симптомы включают гастроэнтерит, менингит, менингоэнцефалит, септицемию и внутриутробную инфекцию [1...3, 5, 12].

Листериоз человека характеризуется высокой смертностью – до 20...30%. Независимо от раннего лечения антибиотиками, младенцы, пожилые люди и люди с ослабленным иммунитетом образуют группу риска. При попадании в организм патоген сталкивается с защитными барьерами. Например, во время прохождения через желудочно-кишечный тракт на патоген действует кислота. Считается, что эти физиологические факторы служат сигналом для подготовки клетки к инвазии и внутриклеточному образу жизни. Например, кислотный и осмотический стрессы во время прохождения через желудок и тонкую кишку запускают экспрессию сигма-фактора В ( $\sigma^B$ ), который индуцирует несколько генов, связанных с реакцией на стресс и вирулентностью.  $\sigma^B$  работает синергически с положительным регуляторным фактором А, терморегулируемым фактором транскрипции, активным при температуре 37°C (температура тела хозяина), а также при температурах окружающей среды, при индукции низким рН; этот фактор транскрипции контролирует экспрессию основных генов вирулентности.

### Обсуждение и заключение

За последнее десятилетие род *Listeria* значительно расширился и включает 17 видов с разнообразными фенотипическими и генотипическими характеристиками. Сравнительная характеристика девяти видов, описанных с 2009 г., в том числе с помощью сравнительного геномного анализа, позволила по-новому взглянуть на эволюцию листерий и предполагает необходимость переоценки таксономии рода *Listeria*. В частности, имеются доказательства того, что группа видов *Listeria* (*Listeria sensu lato*), которая отличается от *L. mo-*

*nocytogenes*, может потребовать переклассификации в три разных рода (включая возрождение ранее предложенного рода *Murraya*); эти виды включают все, кроме одного, виды *Listeria*, о которых недавно сообщалось. Переоценка таксономии *Listeria sensu lato* и уточнение генетических и фенотипических характеристик этой группы имеют особое значение, поскольку в эту группу входят виды, которые демонстрируют фенотипы, отличные от *Listeria sensu strictu*, которые включают *L. monocytogenes*. Например, все виды *Listeria sensu lato* и *L. grayi* лишены подвижности, а отдельное подмножество видов *Listeria sensu lato* (предположительно представляющих новый род *Mesolisteria*) не обладает способностью расти при температуре ниже 7°C. Идентификация ряда новых видов *Listeria*, отличающихся от *Listeria sensu strictu* (включая *L. monocytogenes*), которые предварительно обозначены как *Listeria sensu lato*, также важна для производителей диагностических наборов и пищевой промышленности, использующей тесты для рода *Listeria* в качестве индикатора, который определяет условия, способствующие росту и сохранению *L. monocytogenes*. В частности, необходима ясность, должен ли анализ для выявления *L. monocytogenes* выявлять только *Listeria sensu strictu* или должен обнаруживать все 17 описанных в настоящее время видов *Listeria*.

Переклассификация *Listeria sensu lato* в разные роды внесла бы ясность в этот вопрос и обозначила род *Listeria* как генетически и фенотипически ограниченную группу, включающую только шесть видов, которые имеют общие ключевые фенотипы, такие как способность расти при низких температурах и положительную реакцию Фогеса–Проскауэра. Конечным пользователям важно понимать, какие виды листерий обнаруживает данный анализ, и соответствующим образом интерпретировать его результаты [6, 11].

## 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.
2. Абдуллаева А.М., Блинкова Л. П., Уша Б. В. и др. Микробиологический мониторинг контаминации птицепродуктов // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2020. № 3 (35). С. 291-303.
3. Абдуллаева А.М., Ленченко Е.М., Плотникова И.В. Индикация патогенных бактерий, выделенных из пищевого сырья // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2019. № 2 (30). С. 190-197.
4. Александр А.В., Уокер Р.Л., Джонсон Б.Дж. и др. Аборты крупного рогатого скота, вызванные *Listeria ivanovii*: четыре случая. Калифорнийская ветеринарная диагностическая лабораторная система, Школа ветеринарной медицины, Калифорнийский университет, Дэвис. 1992.

5. Ахметзянова А.А., Абдуллаева А.М., Блинкова Л.П. и др. Мониторинговый контроль антибиотикоустойчивости *Listeria monocytogenes* из сырья и продуктов животного происхождения // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 4 (96). С. 191-199.
6. Барбоса А.В., Серкейра Аде М., Русак Л.А. и др. Характеристика эпидемических клонов *Listeria monocytogenes* серотипа 4b, выделенных от людей и мясных продуктов в Бразилии. Инфекционные разработки Стриес. 2015.
7. Билле Дж., Катимель Б., Баннерман Е. и др. API *Listeria*, новая и многообещающая однодневная система для идентификации изолятов листерий. Приложение Environ Microbiol. 1992.
8. Грей М. Дж., Фрейтаг Н.Э. и Бур К. Дж. Как бактериальный патоген *Listeria monocytogenes* опосредует переход от окружающей среды // Infect. Immun. 2006.
9. Лобанова В.Г., Абдуллаева А.М., Блинкова Л.П. и др. Анализ эффективности применения питательных сред для диагностики листериоза в практике лабораторной экспертизы // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2022. № 3 (43). С. 340-348.
10. Перрин М., Бемер М., Деламар С. Смертельный случай бактериемии *Listeria innocua* // J. Clin. Microbiol. 2003.
11. Писарро-Серда Дж., Кухбахер А., Коссарт П. Проникновение *Listeria monocytogenes* в эпителиальные клетки млекопитающих: обновленный обзор Cold Spring Harb Perspect Med. 2012.
12. Соколова Н.А., Абдуллаева А.М., Лоцинин М.Н. Возбудители зооантропонозов, пищевых отравлений, порчи сырья и продуктов животного происхождения: учебное пособие. Изд. 2-е, доп. и перераб. М.: ТД ДеЛи плюс, 2020. 174 с. DOI: 10.31016/viev-2020-5.
13. Фэрли Р.А., Колсон М. Кишечный листериоз у 10-месячного теленка // N.-Z. Vet. J. 2013.
14. Фокс Э.М., Уолл П.Г., Фаннинг С. Контроль безопасности пищевых продуктов вида *Listeria* на предприятии по производству кормов для птицы // Food Microbiol. 2015.
15. Чатуронгакуль С., Раенгпрадуб С., Видман М., Бур К.Дж. Модуляция стресса и вирулентности у *Listeria monocytogenes*. Тенденции микробиологии. 2008.
16. Акравие С.О., Икхелoa J.O. Вспышка листериоза у крупного рогатого скота в Нигерии. Отделение ветеринарной патологии, Университет Ибадана, Нигерия. 1992.
17. Conner C.P., Heithoff D.M., Julio S.M. et al. Дифференциальные закономерности приобретенных генов вирулентности штаммов сальмонелл. Протокол Natl Acad Sci USA. 1998.

## 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.
2. Abdullaeva A.M., Blinkova L. P., Usha B. V. i dr. Mikrobiologicheskij monitoring kontaminaczii pticzeproduktov // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2020. № 3 (35). S. 291-303.
3. Abdullaeva A.M., Lenchenko E.M., Plotnikova I.V. Indikaczija patogenny`kx bakterij, vy`delenny`kx iz pishhevogo sy`r`ya // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2019. № 2 (30). S. 190-197.
4. Aleksandr A.V., Uoker R.L., Dzhonson B.Dzh. i dr. Aborty` krupnogo roगतого skota, vy`zvanny`e Li`steria i`vano-vi`i: chety`re sluchaya. Kalifornijskaya veterinarnaya diagnosticheskaya laboratornaya sistema, SHkola veterinarnoj medicziny`, Kalifornijskij universitet, De`vis. 1992.
5. Akxmetzyanova A.A., Abdullaeva A.M., Blinkova L.P. i dr. Monitoringovy`j kontrol` antibiotikoustojchivosti Li`steria monocytogenes iz sy`r`ya i produktov zhivotnogo proiskxozhdeniya // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022. № 4 (96). S. 191-199.
6. Barbosa A.V., Serkejra Ade M., Rusak L.A. i dr. KХarakteristika e`pidemicheskikx klonov Li`steria monocytogenes serotipa 4b, vy`delenny`kx ot lyudej i myasny`kx produktov v Brazilii. Infekzionny`e razrabotki Ctri`es. 2015.
7. Bille Dzh., Katimel` B., Bannerman E. i dr. API` Li`steri`a, novaya i mnogoobeshhayushhaya odnodnevnyaya sistema dlya identifikaczii izolyatov listerij. Prilozhenie Envi`ron Mi`crobi`ol. 1992.
8. Grej M. Dzh., Frejtag N.E`. i Bur K. Dzh. Kak bakterial`ny`j patogen Li`steria monocytogenes oposreduet perekhod ot okruzhayushhej sredy` // I`nfect. I`mmun. 2006.
9. Lobanova V.G., Abdullaeva A.M., Blinkova L.P. i dr. Analiz e`ffektivnosti primeneniya pitatel`ny`kx sred dlya diagnostiki listerioza v praktike laboratornoj e`kspertizy` // Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii». 2022. № 3 (43). S. 340-348.
10. Perrin M., Bemmer M., Delamar S. Smertel`ny`j sluchaj bakteriemii Li`steria i`nnocua // J. Cli`n. Mi`crobi`ol. 2003.
11. Pissarro-Serda Dzh., Kukxbakher A., Kossart P. Proniknovenie Li`steria monocytogenes v e`pitelial`ny`e kletki mleko-pitayushhikx: obnovlenny`j obzor Cold Spri`ng Harb Perspect Med. 2012.
12. Sokolova N.A., Abdullaeva A.M., Loshhinin M.N. Vozbuditeli zooantropozov, pishhevy`kx otravlenij, porchi sy`r`ya i produktov zhivotnogo proiskxozhdeniya: uchebnoe posobie. Izd. 2-e, dop. i pererab. M.: TD DeLi plus, 2020. 174 s. DOI: 10.31016/vi`ev-2020-5.

13. Fe`rli R.A., Kolson M. Kishechny`j listerioz u 10-mesyachnogo telenka // N. Z. Vet. J. 2013.
14. Foks E`.M., Uoll P.G., Fanning S. Kontrol` bezopasnosti pishhevy`kx produktov vida Li`steria na predpriyatii po proizvodstvu kormov dlya pticy` // Food Mi`crobi`ol. 2015.
15. CHaturongakul` S., Raengpradub S., Vidman M., Bur K.Dzh. Modulyacziya stressa i virulentnosti u Li`steria monocytogenes. Tendenczii mikrobiologii. 2008.
16. Akpavie S.O., I`kheloa J.O. Vspy`shka listerioza u krupnogo rogatogo skota v Nigerii. Otdelenie veterinarnoj patologii, Universitet Ibadana, Nigeriya. 1992.
17. Conner C.P., Hei`thoff D.M., Julio S.M. et al. Differenczial`ny`e zakonomernosti priobretenny`kx genov virulentnosti shtammov sal`monell. Protokol Natl Acad Sci` USA. 1998.

#### **Информация об авторах:**

Курило В.С. – аспирант.  
Абдуллаева А.М. – научный руководитель, д-р биол. наук, заведующая кафедрой.  
Лобанова В.Г. – аспирант, научный сотрудник.  
Покровский А.А. – аспирант.

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

Kurilo V.S. – postgraduate student.  
Abdullayeva A.M. – scientific supervisor, Doctor of Biological Sciences, Head of the Department.  
Lobanova V.G. – postgraduate student, researcher.  
Pokrovsky A.A. – postgraduate student.

#### **Вклад авторов**

Курило В.С. – сбор и анализ литературных источников, написание статьи.  
Абдуллаева А.М. – постановка цели работы, написание статьи.  
Лобанова В.Г. – сбор и анализ литературных источников.  
Покровский А.А. – сбор и анализ литературных источников.

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

Kurilo V.S. – collection and analysis of literary sources, writing an article.  
Abdullayeva A.M. – setting the goal of the work, writing an article.  
Lobanova V.G. – collection and analysis of literary sources.  
Pokrovsky A.A. – collection and analysis of literary sources.

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

Статья поступила в редакцию 13.03.2023; одобрена после рецензирования 23.03.2023. Дата опубликования 29.09.2023.

The article was submitted 13.03.2023; approved after reviewing 23.03. 2023. Date of publication 29.09.2023.

ЭКОЛОГИЯ  
ECOLOGY

Научная статья  
УДК 631.86.879.2  
doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303013  
EDN: GOOJWI

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ ИНТЕНСИВНОЙ  
АЭРОБНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ КОМПОСТНЫХ СМЕСЕЙ  
НА ОСНОВЕ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД**

*Татьяна Юрьевна Анисимова<sup>1</sup>, Сергей Иванович Тарасов<sup>2</sup>,  
Владимир Григорьевич Тюрин<sup>3</sup>*

<sup>1,2</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт органических удобрений и торфа –  
филиал «Верхневолжский федеральный научный центр»*

*601261, Владимирская обл., Суздальский р-н, пос. Новый, Российская Федерация*

<sup>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>3</sup> *Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –  
МВА имени К. И. Скрябина, Москва 109472, Российская Федерация*

<sup>1</sup> *anistan2009@mail.ru; <https://orcid.org/0000-00031654-7783>*

<sup>2</sup> *anistan2009@mail.ru; <https://orcid.org/>*

<sup>3</sup> *potyemkina@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0153-9775>*

**Аннотация.** В статье определена эффективность различных режимов интенсивной аэробной переработки компостных смесей на основе осадков сточных вод (ОСВ) в биокомпосты. Интенсивная аэробная переработка в сравнении с традиционными технологиями компостирования позволило вдвое сократить в компостах на основе ОСВ потери органического вещества и азота. Полное обеззараживание компостной смеси на основе ОСВ от патогенной вегетативной микрофлоры достигается при ее аэробной переработке в термофильном режиме (при температуре 55°C и выше) в течение 48 ч.

**Ключевые слова:** осадки сточных вод, торф, помет, микробные удобрения, компостные смеси, ускоренное компостирование, термофильный режим, биокомпосты

**Для цитирования:** Анисимова Т.Ю., Тарасов С.И., Тюрин В.Г. Эффективность различных режимов интенсивной аэробной переработки компостных смесей на основе осадка сточных вод // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии гигиены и экологии» 2023. № 3 (47). С. 345–352. doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303013  
EDN: GOOJWI

Original article

**EFFICIENCY OF DIFFERENT MODES OF INTENSIVE AEROBIC  
PROCESSING OF COMPOST MIXTURES BASED ON  
WASTEWATER SLUDGE**

*Tatyana Y. Anisimova<sup>1</sup>, Sergey I. Tarasov<sup>2</sup>, Vladimir G. Tyurin<sup>3</sup>*

<sup>1,2</sup> *All-Russian Research Institute of Fertilizers and Peat – a branch of the  
«Upper Volga Federal Research Center»  
601261, Vladimir region, Russian Federation;*

<sup>3</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>3</sup> *Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –  
MVA by K.I. Skryabin, Moscow 109472, Russian Federation*

<sup>1</sup> anistan2009@mail.ru; <https://orcid.org/0000-00031654-7783>

<sup>2</sup> anistan2009@mail.ru; <https://orcid.org/>

<sup>3</sup> potyemkina@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0153-9775>

**Abstract.** The article defines the efficiency of using various modes of intensive aerobic processing of compost mixtures based on sewage sludge (WWS) into biocomposts.

The use of intensive aerobic processing in comparison with traditional composting technologies made it possible to reduce the loss of organic matter and nitrogen in compost based on WWS by half. Complete disinfection of the compost mixture based on WWS from pathogenic vegetative microflora is achieved by its aerobic processing in thermophilic mode (at a temperature of 55°C and above) for 48 hours.

**Keywords:** sewage sludge, peat, manure, microbial fertilizers, compost mixtures, accelerated composting, thermophilic regime, biocompost

**For citation:** Anisimova T.Yu., Tarasov S.I., Tyurin V.G. Efficiency of different modes of Intensive aerobic processing of compost mixtures based on sewage sludge // Russian Journal «Problems of veterinary sanitation hygiene and ecology» 2023. № 3 (47). P. 345–352.

doi: 10.36871/vet.san.hygiene.ecol.202303013

EDN: GOOJWI

### **Введение**

В пахотных почвах Российской Федерации ежегодные потери органического вещества при возделывании сельскохозяйственных культур составляют в Нечерноземной зоне 0,5...0,7; Черноземной 1,0...1,5; Западной Сибири 0,3...0,7; на Дальнем Востоке 0,6...1 т/га. Для воспроизводства почвенного гумуса необходимо ежегодно вносить около 600 млн т органических удобрений или, в пересчете на стандартный подстилочный навоз, 6 т на 1 га пашни [1]. Однако даже при полной мобилизации всех традиционных видов органических удобрений на основе навоза и помета потребность пашни в органических удобрениях для воспроизводства гумуса в настоящее время может быть удовлетворена лишь на 17...20%. Одним из важнейших ресурсов для производства органических удобрений служат иловые осадки – осадки сточных вод (ОСВ), ежегодный объем накопления которых в стране превышает 100 млн т влажностью 97...98% [3]. Сухое вещество ОСВ на 50...65% состоит из органического вещества. В 1 т ОСВ содержится до 20 кг NPK (азот, фос-

фор, калий), что превышает их содержание в подстилочном навозе [4, 5]. В Российской Федерации в настоящее время основную массу ОСВ подвергают складированию и захоронению на специально оборудованных полигонах, незначительное их количество сжигают. В качестве удобрений в сельскохозяйственном производстве используют менее 7% ежегодного объема накоплений ОСВ [6]. Основными факторами, регламентирующими производство органических удобрений на основе ОСВ, являются: низкий уровень технологических решений; отсутствие специализированной техники их переработки; высокие риски содержания в осадках токсичных соединений; значительный инфекционный и инвазионный потенциал.

В странах Европейского союза, США, Канаде, Японии внедрение современных экологически безопасных методов и технологий биоконверсии, основанных на активизации микробиологических процессов переработки, позволило резко увеличить производство органических удобрений на основе ОСВ. В качестве удобрений в данных странах используется от 40 до 90% накопления ОСВ [7]. В стра-

нах ЕС при производстве органических удобрений на основе ОСВ наибольшее распространение получила технология ускоренного компостирования в специализированных установках с принудительной интенсивной аэрацией [2, 8, 9]. К преимуществам технологии относятся простота в эксплуатации технологического оборудования, низкие энергозатраты, высокая производительность, окупаемость в короткие сроки. Эффективность использования различных способов аэробной переработки ОСВ в интенсивном термофильном режиме в настоящее время изучена не полностью.

В мировой практике ускоренная аэробная переработка ОСВ признана технологией, соответствующей требованиям ресурсо- и энергосбережения, охраны окружающей среды, повышения плодородия почв, концепции разумного потребления и устойчивого развития (Sustainable Development) [10].

Цель исследований – определить эффективность различных режимов интенсивной аэробной переработки компостных смесей на основе ОСВ в высококачественные, экологически безопасные биокомпосты при нормированном содержании токсичных веществ [9, 11, 12].

### **Материал и методы**

В исследованиях использовали верховой торф в соотношении 1:1. Для ускорения аэробной переработки в интенсивном режиме в компостную смесь на основе ОСВ и торфа добавляли активаторы биотермических процессов – птичий помет и микробные удобрения «Омуг» и «Бамил».

Твердофазную интенсивную аэробную переработку компостных смесей проводили в стационарной установке конструкции ВНИИМЗ на площадке производственных испытаний ВНИИОУ. Подачу воздуха осуществляли с помощью компрессора мощностью 2,5 кВт с интенсивностью 2,3...2,7 м<sup>3</sup>/мин в течение 4, 6 и 24 ч. Длительность аэробной переработки компостных смесей в интенсивном режиме составляла 15 сут.

Схема опыта: ОСВ+торф (1:1) – контроль; ОСВ+торф (1:1)+ птичий помет (10% от общей массы смеси); ОСВ+торф (1:1)+микробное удобрение «Омуг» (10% от общей массы смеси); ОСВ+торф (1:1)+микробное удобрение «Бамил» (10% от общей массы смеси). Опыт проводили в пятикратной повторности.

Исходная влажность компостных смесей составляет 69...73%; соотношение C/N – 26...35. В компостных смесях и биокомпостах определя-

ли: рН, влажность, содержание органического вещества, валового азота, аммиачного и нитратного азота, фосфора общего, калия общего, фосфора подвижного, калия подвижного в соответствии с существующими ГОСТами.

В целях репрезентативности исследований использовали тест-объекты, которыми служили навески компостных смесей массой 5 кг, контаминированные бактериями группы *E. coli* 1257, *S. typhi murium*, *St. aureus* 209 P из расчета 1 и 10 тыс/г, что соответствовало значениям коли-титра 0,001 и 0,0001. Тест-объекты помещали в капроновые мешки и закладывали в средние слои компостных смесей. Численность и выживаемость санитарно-показательных микроорганизмов учитывали согласно общепринятым методикам с последующим их посевом на питательных средах. Степень обеззараживания компостных смесей и биокомпостов на основе ОСВ и торфа оценивали по существующим нормативным документам [11, 12...15].

### **Результаты исследований и обсуждение**

Согласно результатам исследований в условиях ежедневной 4- и 6-часовой аэрации в интенсивном режиме в компостных смесях контрольного варианта (ОСВ+торф) биотермические процессы развивались на низком уровне. При ежедневной 6-часовой непрерывной аэрации на протяжении 15 сут температура в компостной смеси не превышала 32°C. Температурный максимум отмечался на 6-е сутки биотермической переработки (рис. 1). Использование активаторов компостирования – птичьего помета, микробных удобрений «Омуга» и «Бамила» – позволило ускорить биотермические процессы в компостной смеси ОСВ+торф. При применении птичьего помета температура повышалась до 40°C. Микробные удобрения «Омуга» и «Бамила» способствовали более быстрому развитию биотермических процессов, что позволило повысить температуру в компостной смеси до 49°C. Температурный максимум при их применении на 2...3-и сутки опережал его значения при переработке контрольной компостной смеси (без добавления активаторов биотермической переработки). Применение «Омуга» и «Бамила» также позволило длительное время (на 2...4 сут) поддерживать более высокую температуру в перерабатываемой компостной смеси. В компостной смеси с микробными активаторами компостирования на 2-е сутки быстрее исчезал специфический неприятный запах, характерный для ОСВ.

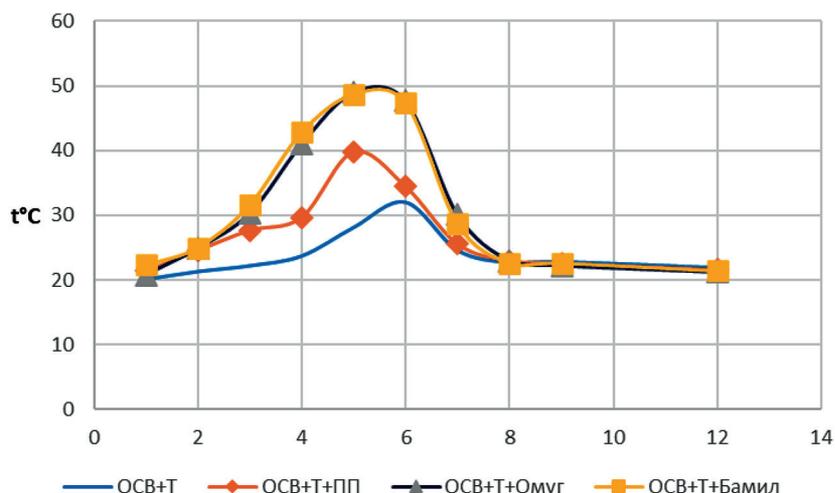


Рис. 1. Изменение температуры в компостных смесях

Fig. 1. Temperature change in compost mixtures

Ежедневная 4- и 6-часовая аэрация компостных смесей в интенсивном режиме сопровождалась изменениями их агрофизических и агрохимических свойств (табл. 1). В биокомпостах, в сравнении с

исходными компостными смесями, снижались влажность, содержание органического вещества, общего и аммиачного азота. В сравнении с традиционными технологиями, использование которых сопровождается 30...40%-ми потерями органического вещества и соединений азота, аэробная твердофазная переработка в интенсивном режиме позволила снизить потери органического вещества, азота из компостных смесей на основе ОСВ и торфа вдвое, что, вероятно, обусловлено резким сокращением сроков их переработки с 2...3 мес до 10...15 сут. В результате повышалась кислотность биокомпостов, вероятно, за счет увеличения содержания нитратов. Валовое содержание калия в биокомпостах не изменялось, однако повышалось содержание подвижного калия.

Таблица 1. Влияние интенсивной аэробной переработки компостных смесей на основе ОСВ на агрофизические и агрохимические свойства биокомпостов

Table 1. The influence of high aerobic processing of compost mixtures based on WWS on the agrophysical and agrochemical properties of biocomposts

Показатель	Субстрат	Вариант			
		ОСВ+торф	ОСВ+торф+помет	ОСВ+торф+«Омуг»	ОСВ+торф+«Бамил»
1	2	3	4	5	6
Содержание органического вещества, %	Компостная смесь	35,6	42,2	39,4	40,0
	Биокомпост	31,3	35,5	32,3	32,7
	± %	-12,0	-16,0	-18,0	-18,2
Валовое содержание азота, %	Компостная смесь	1,44	1,54	1,48	1,50
	Биокомпост	1,25	1,29	1,27	1,28
	± %	-13,0	-14,0	-15,0	-16,0
Содержание аммиачного азота, NH <sub>4</sub> , мг/кг	Компостная смесь	0,4	0,5	1,1	1,22
	Биокомпост	0,08	0,1	0,49	0,69
	± мг/кг	-0,32	-0,4	-0,61	-0,53
Содержание нитратного азота, N-NO <sub>3</sub> , мг/кг	Компостная смесь	6,4	8,2	7,4	8,2
	Биокомпост	70,8	84,4	88,8	92,8
	± мг/кг	+64,4	+76,2	+81,4	+84,6
Валовое содержание фосфора, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %	Компостная смесь	1,34	1,52	1,66	1,58
	Биокомпост	1,32	1,49	1,61	1,52
	± %	-1,6	-1,9	-3,0	-3,8
Содержание подвижных форм фосфора, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	Компостная смесь	354	388	396	406
	Биокомпост	340	362	374	378
	± мг/кг	-14	-26	-22	-28

1	2	3	4	5	6
Валовое содержание калия K <sub>2</sub> O, %	Компостная смесь	0,48	0,54	0,58	0,56
	Биокомпост	0,48	0,53	0,57	0,55
	± %	0	-1,6	0,17	-1,1
Содержание подвижных форм калия, K <sub>2</sub> O, мг/кг	Компостная смесь	78	89	92	90
	Биокомпост	94	113	116	118
	± мг/кг	+16	+24	+24	+28
рН	Компостная смесь	7,2	7,8	7,4	7,4
	Биокомпост	6,6	6,8	6,6	6,5
Влажность, %	Компостная смесь	58,2	54,65	51,55	58,70
	Биокомпост	45,8	46,9	46,7	47,15

Согласно результатам микробиологических исследований численность микроорганизмов в биокомпостах на основе ОСВ зависела от состава компостных смесей и ретенции интенсивной аэрации (табл. 2). В компостных смесях доминировали микроорганизмы, усваивающие органический азот, их число увеличилось в 2...5 раз по сравнению с контролем, в то время как количество микробиоты, усваивающей минеральный азот, повышалось всего в 1,1...1,6 раза, что, вероятно, объясняется незначительным содержанием легкодоступных минеральных соединений азота в компостных сме-

сях. Использование коэффициентов минерализации-иммобилизации (соотношение численности микроорганизмов, использующих минеральные формы азота, к микроорганизмам, использующим органические формы азота) позволило определить функциональную направленность микробиологических процессов в компостных смесях в начале ферментации, которая свидетельствовала об интенсивной деструкции органического вещества (коэффициент составляет 0,43...0,65 при 1,1 в контроле). Параметры коэффициента минерализации-иммобилизации в биокомпостах (1,22...1,84

**Таблица 2. Влияние интенсивной биотермической переработки компостных смесей на основе ОСВ и торфа на численность микроорганизмов в исходных смесях и биокомпостах**

*Table 2. Influence of intensive biothermal processing of compost mixtures on based WWS and peat on the number of microorganisms in initial mixtures and biocomposts*

Вариант	Численность микроорганизмов, 10 <sup>6</sup> КОЕ/г сухого вещества									
	Используемые органические формы азота на МПА	Использующие минеральные формы азота на среде КАА			Целлюлозоразрушающие на среде Гетчинсона				Грибы на среде Чапека	Влажность, %
		общее	в том числе		общее	в том числе				
			бактерии	актиномицеты		бактерии	грибы	актиномицеты		
<i>Компостная смесь (нативная, до аэробной переработки в интенсивном режиме)</i>										
ОСВ+торф (контроль)	596,0	656,2	615,8	40,4	0,35	0,08	0,06	0,21	0,74	59,95
ОСВ+торф+ помет	1735,7	739,8	595,3	144,5	0,40	0,14	0,11	0,15	0,88	65,45
ОСВ+торф+ «Омуг»	1584,2	1041,6	1019,3	22,3	0,64	0,30	0,10	0,24	1,03	73,10
ОСВ+торф+«Бамил»	1145,6	665,2	634,0	31,7	0,50	0,06	0,06	0,38	1,01	68,5
<i>Биокомпосты (на основе компостных смесей, прошедших интенсивную аэробную переработку)</i>										
ОСВ+торф (контроль)	377,1	318,7	337,6	41,1	1,01	0,03	0,02	0,96	0,25	59,5
ОСВ+торф+помет	505,0	615,0	372,7	242,3	1,3	1,18	-	0,12	0,38	60,0
ОСВ+торф+«Омуг»	431,8	625,1	252,3	72,8	0,95	0,51	0,19	0,25	0,46	60,6
ОСВ+торф+ «Бамил»	859,9	1580,7	795,0	785,1	1,74	0,02	0,02	1,7	0,17	56,9

при 0,84 в контроле) свидетельствовали о преобладании процессов синтеза органического вещества над его деструкцией в условиях аэробной переработки в интенсивном режиме компостных смесей, содержащих активаторы биотермических процессов (помет, «Омуг», «Бамил»).

Целлюлозоразлагающие микроорганизмы (ЦМ) в компостных смесях и биокомпостах представлены в основном бактериями и микроскопическими грибами. К окончанию ферментации численность ЦМ в биокомпостах всех вариантов возросла в 2...3 раза по сравнению с исходным количеством. Наибольшее увеличение их численности отмечали в биокомпостах на основе компостных смесей, активированных «Бамилом». В отличие от бактерий наибольшая численность ЦМ во всех вариантах опыта отмечена в начале интенсивной аэрации. Однако с повышением температуры их количество в компостных смесях снижалось.

Согласно результатам санитарно-гигиенических исследований исходная компостная смесь ОСВ+торф не содержала патогенных микроорганизмов и характеризовалась высокой микробной численностью. В 1 г каждой неинфицированной смеси содержание бактерий группы кишечных палочек, кокковой микрофлоры превышало десятки и сотни миллионов. Учитывая требование о соответствии органических удобрений по санитарно-гигиеническим показателям требованиям, предъявляемым к чистой почве сельскохозяйственных угодий, селитебных и рекреационных территорий, указанные компостные смеси по степени эпидемиологической опасности, по показателям коли-титра, титра анаэробных микроорганизмов (0,001...0,0001) оценивались как «опасные», «чрезвычайно опасные» [13].

Применение ежедневной 6-часовой аэробной твердофазной переработки в интенсивном режиме в течение 15 сут в данной неинфицированной компостной смеси повысило значения коли-титра, титра анаэробов: при температуре 32, 40 и 49°C с 0,0001 до 0,001, однако это не позволило получить экологически безопасные биокомпосты, соответствующие требованиям СанПиН 2.3684 [13], Регламента ЕС № 2019/1009 [15].

Поэтому следующим этапом наших исследований был поиск и научное обоснование оптимального режима аэробной переработки компостных смесей, обеспечивающего полное их обеззараживание от вегетативной патогенной микрофлоры.

Для этого нами были изменены режимы аэрации компостной смеси с 6-часовой на круглосуточную. Исследования показали, что круглосуточная аэрация органической массы в интенсивном режиме за 4 сут обеспечила повышение температуры в компостной смеси до 55°C. Согласно результатам ветеринарно-санитарных исследований на 5-е сутки круглосуточной аэробной переработки, через 24 ч после достижения указанной температуры отмечалось полное обеззараживание компостных смесей от *E. coli*, а через 48 ч – от *St. aureus* и *S. typhi murium*.

### Заключение

В сравнении с традиционными технологиями производства органических удобрений аэробная твердофазная переработка в интенсивном режиме позволила в компостных смесях на основе ОСВ и торфа снизить потери органического вещества, общего азота более чем в 2 раза.

Ежедневная 6-часовая аэробная твердофазная переработка компостной смеси ОСВ+торф с дополнительным применением активаторов компостирования – птичьего помета, микробных удобрений «Омуга», «Бамила» – в интенсивном режиме в течение 15 сут при температурах ниже 55°C не обеспечивает их надежного обеззараживания.

В целях производства обеззараженных биокомпостов, соответствующих нормативным требованиям ГОСТ Р 55570 и ГОСТ Р 54651, аэробная твердофазная переработка инфицированных компостных смесей на основе ОСВ+торф в интенсивном режиме должна проводиться круглосуточно при температуре 55°C и выше в течение не менее 48 ч.

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) и заданием Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на период до 2030 г. «Разработать экологически безопасные методы и технологии биоконверсии органических отходов агропромышленного комплекса и коммунального хозяйства для производства и использования новых видов органических и органоминеральных удобрений в земледелии» (FGNW-2022-0002).

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Еськов А.И.* Проблемы и перспективы производства и применения удобрений на основе промышленно-бытовых отходов и осадков сточных вод // Экологические и технологические вопросы производства и использования органических и органоминеральных удобрений на основе осадков городских сточных вод и твердых бытовых отходов: сб. научных трудов ГНУ ВНИПТИОУ. Владимир. 2004. С. 6-19.
2. *Тюрин В.Г., Лысенко В.П., Семенов В.Г.* Использование отходов птицеводства. Учеб. пособие. – Чебоксары. ООО «Крона-2». 2021. 517 с.
3. Работа с осадками сточных вод [Электронный ресурс]. Режим доступа proza.ru>2010/02/20/1199 htm, свободный (дата обращения 02.01.2023).
4. *Еськов А.И., Лукин С.М., Мерзлая Г.Е.* Современное состояние и перспективы использования органических удобрений в сельском хозяйстве России // Плодородие. 2018. №. 1 (100). С. 20-23.
5. *Лапа В.В. и др.* Справочник агрохимика. Минск: Белорусская книга, 2022. 390 с.
6. *Зайнуллин Р.Р., Галяутдинов А.А.* Современное состояние и перспективы утилизации осадков сточных вод // Инновационная наука. 2016. № 6. С. 74-76.
7. *Тихонова И.О.* Утилизация иловых осадков в экономике замкнутого цикла – опыт Германии [Электронный ресурс]. Режим доступа otkod.com>files/materials / htm, свободный. (дата обращения 23.03.2022).
8. *Пахненко Е.П.* Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения. М.: Бинوم. 2007. 311 с.
9. Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 гг.): распоряжение Правительства Российской Федерации от 31.12.2020 г. № 3684-р.
10. *Ван Х. и др.* Взаимосвязь бактериального разнообразия и параметров окружающей среды при компостировании различного сырья // Технология биоресурсов. 2015. Т. 198. с. 395–402. doi:10.1016/j. biortech .2015.09.
11. ГОСТ Р 54651-2011. Удобрения органические на основе осадков сточных вод. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2012. 15 с.
12. ГОСТ Р 55570-2013. Удобрения органические. Биокومпосты. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2014. 15 с.
13. СанПиН 2.1.3684-21 Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий. [Электронный ресурс]. Режим доступа docs.cntd.ru>document/573536177 htm свободный (дата обращения 15.02.2022).
14. Методы контроля: биологические и микробиологические факторы, методы микробиологического контроля почвы: методические рекомендации от 24.12.2004 (МР ФЦ/4022) [Электронный ресурс]. Режим доступа normativ.kontur.ru>document, htm свободный (дата обращения 15.02.2022).
15. Регламент Европейского Парламента и Совета Европейского Союза 2019/1009 от 5 июня 2019 г. «Об установлении правил размещения удобрений на рынке ЕС и об изменении Регламентов (ЕС) 1069/2009 и (ЕС) 1107/2009, а также об отмене Регламента (ЕС) 2003/2003» [Электронный ресурс]. Режим доступа base.garant.ru> 74313554 / htm свободный (дата обращения 15.07.2022).

## REFERENCES

1. Es'kov A.I. Problemy` i perspektivy` proizvodstva i primeneniya udobrenij na osnove promy`shlenno-by`tovy`kx otkhodov i osadkov stochny`kx vod // E`kologicheskie i tekhnologicheskie voprosy` proizvodstva i ispol`zovaniya organicheskikx i organomineral`ny`kx udobrenij na osnove osadkov gorodskikx stochny`kx vod i tverdyy`kx by`tovy`kx otkhodov: sb. nauchny`kx trudov GNU VNIPTIOU. Vladimir. 2004. S. 6-19.
2. Tyurin V.G., Ly`senko V.P., Semenov V.G. Ispol`zovanie otkhodov pticzevodstva. Ucheb. posobie. – Cheboksary`. ООО «Krona-2». 2021. 517 s.
3. Rabota s osadkami stochny`kx vod [E`lektronny`j resurs]. Rezhim dostupa proza.ru>2010/02/20/1199 htm, svobodny`j (data obrashheniya 02.01.2023).
4. Es'kov A.I., Lukin S.M., Merzlaya G.E. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy` ispol`zovaniya organicheskikx udobrenij v sel'skom khoz'yajstve Rossii // Plodorodie. 2018. №. 1 (100). S. 20-23.
5. Lapa V.V. i dr. Spravochnik agrokximika. Minsk: Belorusskaya kniga, 2022. 390 s.
6. Zajnullin R.R., Galyautdinov A.A. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy` utilizacziy osadkov stochny`kx vod // Innovaczionnaya nauka. 2016. № 6. S. 74-76.
7. Tikxonova I.O. Utilizacziya ilovy`kx osadkov v e`konomie zamknutogo czikla – opy`t Germanii [E`lektronny`j resurs]. Rezhim dostupa otkod.com>fi`les/materi`als / htm, svobodny`j. (data obrashheniya 23.03.2022).
8. Pakxnenko E.P. Osadki stochny`kx vod i drugie netradicziionny`e organicheskie udobreniya. M.: Binom. 2007. 311 s.

9. Programma fundamental'ny'kh nauchny'kh issledovaniy v Rossijskoj Federacii na dolgosrochny'j period (2021–2030 gg.): rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 31.12.2020 g. № 3684-r.
10. Van X. i dr. Vzaimosvyaz' bakterial'nogo raznoobraziya i parametrov okruzhayushhej sredy' pri kompostirovanii razlichnogo sy'r'ya // Tekhnologiya bioresursov. 2015. T. 198. s. 395–402. doi:10.1016/j.biortech.2015.09.
11. GOST R 54651-2011. Udobreniya organicheskie na osnove osadkov stochny'kh vod. Tekhnicheskie usloviya. M.: Standartinform, 2012. 15 s.
12. GOST R 55570-2013. Udobreniya organicheskie. Biokomposty'. Tekhnicheskie usloviya. M.: Standartinform, 2014. 15 s.
13. SanPiN 2.1.3684-21 Sanitarno-e'pidemiologicheskie trebovaniya k sodержaniyu territorij gorodskikh i sel'skikh poselenij, k vodny'm ob'ektam, pit'evoj vode i pit'evomu vodosnabzheniyu, atmosfernomu vozdukhу, pochvam, zhily'm pomeshheniyam, e'kspluataczii proizvodstvenny'kh, obshhestvenny'kh pomeshhenij, organizaczii i provedeniyu sanitarno-protivoe'pidemicheskikh (profilakticheskikh) meropriyatij. [E'lektronny'j resurs]. Rezhim dostupa docs.cntd.ru/document/573536177 htm svobodny'j (data obrashheniya 15.02.2022).
14. Metody' kontrolya: biologicheskie i mikrobiologicheskie faktory', metody' mikrobiologicheskogo kontrolya pochvy' metodicheskie rekomendaczii ot 24.12.2004 (MR FCZ/4022) [E'lektronny'j resurs]. Rezhim dostupa normati.v.konkur.ru/document, htm svobodny'j (data obrashheniya 15.02.2022).
15. Reglament Evropejskogo Parlamenta i Soveta Evropejskogo Soyuza 2019/1009 ot 5 iyunya 2019 g. «Ob ustanovlenii pravil razmeshheniya udobrenij na ry'nke ES i ob izmenenii Reglamentov (ES) 1069/2009 i (ES) 1107/2009, a takzhe ob otmene Reglamenta (EC) 2003/2003» [E'lektronny'j resurs]. Rezhim dostupa base.garant.ru/74313554 / htm svobodny'j (data obrashheniya 15.07.2022).

### Информация об авторах

Анисимова Т.Ю. – канд. с/х наук, ведущий научный сотрудник.

Тарасов С.И. – канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник.

Тюрин В.Г. – д-р вет. наук, проф., главный научный сотрудник.

### Author information

Anisimova T.Yu. – Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher.

Tarasov S.I. – Cand. Biol. Sciences, Leading Researcher.

Tyurin V.G. – Dr. Vet. Sci., Prof., Chief Researcher.

### Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Contribution of the authors

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

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 19.06.2023; одобрена после рецензирования 15.07.2023. Дата опубликования: 29.09.2023.

The article was submitted 19.06.2023; approved after reviewing 15.07.2023. Date of publication: 29.09.2023.

ЗООГИГИЕНА  
ZOOHYGIENE

Обзорная статья  
УДК 614.9:614.94  
doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303014  
EDN: HQCYLL

**ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЦЕНОЗА ВОЗДУХА ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ  
ПОМЕЩЕНИЙ НА ЗДОРОВЬЕ ПТИЦ**

*Виталий Юрьевич Морозов<sup>1</sup>, Василий Иванович Дорожкин<sup>2</sup>,  
Ирина Павловна Салеева<sup>3</sup>, Ксения Андреевна Калиткина<sup>4</sup>,  
Роман Олегович Колесников<sup>5</sup>, Алексей Николаевич Черников<sup>6</sup>*

<sup>1,3,4,5,6</sup> Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,  
г. Пушкин 196601, Российская Федерация

<sup>2</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> supermoroz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3688-1546>

<sup>2</sup> tox.dor@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1188-4449>

<sup>3</sup> saleevaip@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7446-1593>

<sup>4</sup> kalitkina.xeniya@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9541-6839>

<sup>5</sup> roman-koles@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2760-4141>

<sup>6</sup> alexei\_chernikov92@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0718-0855>

**Аннотация.** Проведен анализ молекулярно-генетических методов исследований и микробной обсемененности воздушной среды птицеводческих помещений. Установлено, что сильными сторонами данных методов является их способность обнаруживать виды, которые невозможно культивировать, а также виды, имеющие низкую численность. Также было выявлено, что присутствие в большом количестве плесневых грибов, дрожжей и микотоксинов в воздухе птицефабрик может привести к различным заболеваниям птиц. Для борьбы с ними предложены многочисленные варианты, например антимикробная обработка.

**Ключевые слова:** микроорганизмы, птица, микробная обсемененность, воздух птицефабрик, пыль, грибы

**Для цитирования:** Морозов В.Ю., Дорожкин В.И., Салеева И.П., Калиткина К.А., Колесников Р.О., Черников А.Н. Влияние микробиоценоза воздуха птицеводческих помещений на здоровье птиц // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2023. № 3 (47). С. 353–358. doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303014  
EDN: HQCYLL

Review article

**INFLUENCE OF AIR MICROBIOCENOSIS POULTRY-FARMING PREMISES  
ON POULTRY AND THEIR HEALTH**

*Vitaliy Y. Morozov<sup>1</sup>, Vasily I. Dorozhkin<sup>2</sup>, Irina P. Saleeva<sup>3</sup>,  
Kseniya A. Kalitkina<sup>4</sup>, Roman O. Kolesnikov<sup>5</sup>, Alexei N. Chernikov<sup>6</sup>*

<sup>1,3,4,5,6</sup> Saint Petersburg State Agricultural University, Saint Petersburg,  
Pushkin 196601, Russian Federation

<sup>2</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> supermoroz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3688-1546>

<sup>2</sup> tox.dor@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1188-4449>

<sup>3</sup> saleevaip@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7446-1593>

<sup>4</sup> kalitkina.xeniya@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9541-6839>

<sup>5</sup> roman-koles@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2760-4141>

<sup>6</sup> alexei\_chernikov92@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0718-0855>

**Abstract.** Analysis of molecular genetic methods of research and microbial contamination of the air environment of poultry premises was carried out. It was found that the strengths of these methods are their ability to detect species that cannot be cultivated, as well as species that have low numbers. It has also been found that the presence of high levels of molds, yeast and mycotoxins in the air of poultry farms can lead to various bird diseases. To combat this, numerous options are proposed, for example, antimicrobial treatment.

**Keywords:** microorganisms, poultry, microbial contamination, air of poultry farms, dust, fungi

**For citation:** Morozov V.Y., Dorozhkin V.I., Saleeva I.P., Kalitkina K.A., Kolesnikov R.O., Chernikov A.N. Influence of air microbiocenosis poultry-farming premises on poultry and their health // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology» 2023. № 3 (47). P. 353–358 (In Russ.). doi: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202303014  
EDN: HQCYLL

### Введение

Интенсификация птицеводства связана с высокой концентрацией органической пыли, которая представляет собой сложную смесь органических и неорганических частиц фекалий, корма, подстилки, перьев, клещей, микроорганизмов и токсинов. Микробные аэрозоли в помещениях птицефабрик содержат бактерии, грибы, вирусы и токсины, источником которых служат, в основном, сами птицы, их помет и подстилка [15]. Органическая пыль может содержать бактерии и грибы в концентрациях до  $10^{14}$  КОЕ/г [10]. Микробная обсемененность воздуха представляет собой серьезную проблему, учитывая высокую скученность поголовья в закрытых помещениях при промышленном разведении. Риски для здоровья существуют как для птиц, так и для окружающей среды [14]. По мере роста цыплят и изменения уровня их метаболизма с возрастом, повышения экскреции и относительной плотности содержания происходят изменения в структуре и численности микробного сообщества в воздухе птичников [13].

**Методы исследования микрофлоры птицеводческих помещений.** Ранние исследования состава бактерий и грибов в воздухе птицефабрик были в основном выполнены с использованием

классических методов микробиологии, что не давало представления о точном составе микроорганизмов. В последние годы вырос интерес к проблеме загрязнения воздуха в местах выращивания птицы, что инициировало использование для анализа состава микроорганизмов молекулярно-генетических методов, таких как секвенирование ампликона 16S рРНК, ITS1 и метагеномное секвенирование. Преимуществами данных методов является их способность обнаруживать виды, которые невозможно культивировать, а также виды, имеющие низкую численность [20]. Так, при использовании технологии секвенирования ампликона ITS1 G. Chen и соавт. [4] в воздушной пыли на птицефабриках идентифицировали микромицеты из 178 родов, что гораздо выше по сравнению с данными, полученными классическими методами микробиологии. Показано, что с увеличением возраста птиц показатели  $\alpha$ -разнообразия (индексы Чао1 и Шеннона) грибкового сообщества в воздухе птичников постепенно увеличивались. При этом показатели  $\alpha$ -разнообразия грибковых сообществ, находящихся в воздухе, были ниже, чем показатели бактериальных сообществ за тот же период времени [20].

**Присутствие плесневые грибов, дрожжей и микотоксинов в воздухе.** Сообщалось, что в составе пыли на птицефабриках преобладают плесени следующих видов: *Acremonium*, *Alternaria*, *Aurobasidium Aspergillus*, *Basidiospores*, *Cladosporium*, *Chryso-sporium*, *Drechslera*, *Epicoccum*, *Eurotium*, *Fusarium*, *Geomyces*, *Mucor*, *Penicillium*, *Pithomyces*, *Rhizomucor*, *Scopulariopsis* и *Ulocladium*. [9] Многие из них (например, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium*) признаны аллергенными. В исследовании, проведенном на цыплятах-бройлерах и курах-несушках на 10 птицефабриках с поголовьем от 8000 до 42 000 гол., было показано, что концентрация микроорганизмов в осевшей пыли составила  $3,2 \cdot 10^9$  КОЕ/г для бактерий

и  $1,2 \cdot 10^6$  КОЕ/г для грибов [14]. С наибольшей частотой встречаемости выделены следующие виды грибов: *Aspergillus penicillioides* (72,5%), *Eurotium chevelierii* (32,5%), *Mucor fragilis* (27,5%), *Absidia glauca* (27,5%) (таблица). В образцах осевшей пыли были идентифицированы 27 химических веществ, классифицированных как вторичные метаболиты плесневых грибов – микотоксины. Идентифицированными в высоких концентрациях были ауурофузарин, дезоксиниваленон, 15-гидроксикальморин, зеараленон, зеараленонсульфат, инфектопирон и неохинулин А. Асперглауцид, бревианамид F, энниатин В, энниатин В1 были обнаружены во всех образцах из 10 птицефабрик.

**Таблица. Виды грибов и дрожжей, выделенные из образцов осевшей пыли на 10 птицефабриках**

**Table. Species of fungi and yeasts isolated from samples of settled dust at 10 poultry farms**

№	Вид	Частота присутствия в пробах, %	Доля в сообществе, %	Место изоляции*
1	<i>Absidia glauca</i>	27,5	7,2	I...III; V; VII; X
2	<i>Alternaria alternata</i>	10,0	0,8	III; VI
3	<i>Aspergillus fumigatus</i>	15,0	5,3	V; VI
4	<i>Aspergillus penicillioides</i>	72,5	32,5	I...X
5	<i>Candida pelliculosa</i>	15,0	2,3	III; VII; VIII
6	<i>Cephalophora tropica</i>	5,0	0,0	II
7	<i>Chaetomium globosum</i>	15,0	0,7	II; VI; X
8	<i>Cryptococcus uniguttulatus</i>	25,0	8,5	I...VI
9	<i>Eurotium chevelierii</i>	32,5	15,2	IV; V; IX; X
10	<i>Mucor fragilis</i>	27,5	20,2	II; IV; V; VII; VIII; X
11	<i>Mucor pirimiformis</i>	17,5	2,1	I; II; V; VI; VIII
12	<i>Paecilomyces variotii</i>	60,0	4,0	I...X
13	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	27,5	1,2	I...V; VIII

\* *Примечание:* I...X – условные номера птицефабрик.

\* *Note:* I...X – conditional numbers of poultry farms.

**Бактерии в воздухе птицефабрик.** В воздухе помещений птицефабрик нередко выявляют патогенные микроорганизмы, которые могут представлять опасность для поголовья птиц. Среди них часто детектируют *Bacillus anthracis*, *Chlamydia ornithosis*, *Salmonella choleraesuis* var, *Listeria monocytogenes*, *Mycoplasma* spp., *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp., *Corynebacterium* spp., *Enterobacter* spp., *Flavobacterium* spp., *Pseudomonas* spp., *E. coli*. Кроме того, пыль содержит бактериальные токсины, в том числе факторы иммунотоксичности [17].

**Угроза для здоровья птиц.** Существуют исследования, доказывающие, что виды плесневых

грибов, выделяемые из образцов осевшей пыли, являются преимущественно сапрофитными организмами и специфичны для почвы или растительного материала. Тем не менее гриб *A. fumigatus*, относящийся к плесневым, выявляемый в образцах осевшей пыли на птицефабриках, относится ко второй группе риска для здоровья птиц. Этот вид известен своими инфекционными, аллергенными и токсигенными свойствами. Обнаруживаемые в помещениях птицефабрик грибы *Paecilomyces variotii* имеют выраженную способность выживать в тканях позвоночных [5]. Дрожжи видов *Candida pelliculosa* и *Cryptococcus uniguttula-*

*tus* способны вызывать кандидозы млекопитающих. *Candida albicans* является наиболее распространенным патогенным грибом, вызывающим заболевание домашней птицы, приводящее к поражению пищеварительного тракта, проявляющемуся диспепсией, ухудшением конверсии корма и иногда приводит к падежу [8].

Воздействие микотоксинов, которые обнаруживают в воздухе птицефабрик, может привести к нарушениям пищеварения, метаболизма, иммунитета и продуктивности животных, в том числе птиц [6].

**Способы улучшения микрофлоры помещений.** Некоторые исследователи полагают, что первоначальное загрязнение птицефабрик может произойти из-за редкой замены подстилки [3]. Другие считают, что источниками загрязнения воздуха могут быть корма, пыль, помет, кожа и наружный воздух [19]. Поэтому состав микрофлоры воздуха птицеводческих помещений во многом зависит от частоты удаления помета, его температуры и влажности, способа хранения помета и характеристик воздушного потока. Показано, что частое проветривание может снизить концентрацию грибкового аэрозоля в птичниках, а усиленная вентиляция снижает заболеваемость микозом на 75% [7, 18].

Возможным решением описанных выше проблем является антимикробная обработка. При обработке воздушных фильтров используют раз-

личные противомикробные агенты, в том числе йод и серебро.

Для поддержания чистоты биоаэрозолей разрабатываются многочисленные инженерные решения, включая фильтрацию воздуха, ультрафиолетовое бактерицидное облучение, ионизацию воздуха, диэлектрический барьерный разряд и др. [1, 2, 11, 12, 16].

### Выводы

Осевшая пыль, переносимые по воздуху микроорганизмы, вторичные метаболиты грибов и бактерий и запахи, присутствующие в воздушной среде птицефабрик, могут привести к потенциальным негативным последствиям для здоровья птиц. Данный обзор подчеркивает необходимость постоянного мониторинга микробиологического качества воздуха в птичниках. Однако в настоящее время методы обнаружения патогенных микроорганизмов в птицеводстве слишком времязатратны и трудоемки. В дальнейшем представляет интерес разработка наборов для быстрого обнаружения наиболее распространенных патогенов, вызывающих болезни птицы. Это будет иметь большое значение в ветеринарно-санитарных исследованиях и своевременной профилактике распространения заболеваний. Кроме того, следует проводить исследования для проверки эффективности инновационных систем очистки воздуха в птицеводческих помещениях.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Прокопенко А.А. Использование бактерицидного ультрафиолетового излучения на небольших птицефабриках и в фермерских хозяйствах для обеззараживания воздуха помещений и профилактики аэрогенных инфекций птиц // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2010. № 2. С. 9.
2. Тюрин В.Г., Мысова Г.А. Эффективные способы обеззараживания помета на птицеводческих предприятиях // Материалы XVI конференции «Достижения в современном птицеводстве: исследования и инновации. Всемирная научная ассоциация по птицеводству (ВНАП) Российское отделение. г. Сергиев Посад. 2009. С. 407.
3. Arné P., Thierry S., Wang D. et al. *Aspergillus fumigatus* in poultry // Int J Microbiol. 2011. 2011:746356 DOI: 10.1155/2011/746356.
4. Chen G., Ma D., Huang Q. et al. Aerosol Concentrations and Fungal Communities Within Broiler Houses in Different Broiler Growth Stages in Summer // Front Vet Sci. 2021. 8:775502 DOI: 10.3389/fvets.2021.775502.
5. De Hoog G.S. Risk assessment of fungi reported from humans and animals // Mycoses. 1996. 39:407-417.
6. Haschek W.M., Voss K., Beasley V.R. 25 – Selected Mycotoxins Affecting Animal and Human Health // Handbook of Toxicological Pathology. 2002. PP. 645-69.
7. Lee J.H., Wu C.Y., Wysocki K.M. et al. Efficacy of iodine-treated biocidal filter media against bacterial spore aerosols // J. Appl. Microbiol. 2008. 105:1318–1326.
8. Liu J., Liu H., Yan J. et al. Molecular typing and genetic relatedness of 72 clinical, *Candida albicans*, isolates from poultry // Vet Microbiol. 2018. 214:36–43. DOI: 10.1016/j.vetmic.2017.11.030.
9. Lugauskas A., Krikstaponis A., Sveistyte L. Airborne fungi in industrial environments: Potential agents of respiratory diseases // Ann. Agric. Environ. Med. 2004. 11:19–25.

10. Nimmermark S., Lund V., Gustafsson G., Eduard W. Ammonia, dust and bacteria in welfare-oriented systems for laying hens // *Ann. Agric. Environ. Med.* 2009. 16:103–113.
11. Park C.W., Hwang J. Susceptibility constants of airborne bacteria to dielectric barrier discharge for antibacterial performance evaluation // *J Hazard Mater.* 2013. 244:421–428.
12. Schmid S., Seiler C., Gerecke A.C. et al. Studying the fate of non-volatile organic compounds in a commercial plasma purifier // *J. Hazard Mater.* 2013. 256–267:76–83.
13. Seedorf J., Hartung J., Schroder M. et al. Concentrations and emissions of airborne endotoxins and microorganisms in livestock buildings in Northern Europe // *J. Agr. Eng. Res.* 1998. 70:97–109. DOI: 10.1006/jaer.1997.0281.
14. Skóra J., Matusiak K., Wojewódzki P. et al. Evaluation of Microbiological and Chemical Contaminants in Poultry Farms // *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2016. 13(2):192. DOI: 10.3390/ijerph13020192.
15. Sowiak M., Bródka K., Kozajda A. et al. Fungal aerosol in the process of poultry breeding—quantitative and qualitative analysis // *Med. Pr.* 2012. 63:1–10. DOI: 10.1016/j.bbi.2015.03.008.
16. Woo M., Grippin A., Anwar D. et al. Effects of relative humidity and spraying medium on UV decontamination of filters loaded with viral aerosols // *Appl. Environ. Microbiol.* 2012. 78:5781–5787.
17. Yang Z., Aarnink A.J.A., de Jong M.C.M., Koerkamp P.W.G.G. Airborne microorganisms from livestock production systems and their relation to dust // *Cri. Rev. Environ. Sci. Technol.* 2014. 44:1071–1128.
18. Yoon K.Y., Byeon J.H., Park C.W., Hwang J. Antimicrobial effect of silver particles on bacterial contamination of activated carbon fibers // *Environ. Sci. Technol.* 2008. 42:1251–1255.
19. Zafra R., Pérez J., Pérez-Écija R.A. et al. Concurrent aspergillosis and ascites with high mortality in a farm of growing broiler chickens // *Avian Dis.* 2008. 52:711–3. DOI: 10.1637/8283-031208-Case.1.
20. Zhang J., Li Y., Xu E. et al. Bacterial communities in PM2.5 and PM10 in broiler houses at different broiler growth stages in spring // *Pol. J. Vet. Sci.* 2019. 22:495–504. DOI: 10.24425/pjvs.2019.129957.

## REFERENCES

1. Prokopenko A.A. Ispol'zovanie baktericidnogo ul'trafioljetovogo izlucheniya na nebol'shix pticzeftabrikax i v fermerskix kxozyajstvax dlya obezzarazhivaniya vozdukxa pomeshenij i profilaktiki ae'rogenny'kx infekcij pticz // *Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii».* 2010. № 2. S. 9.
2. Tyurin V.G., My`sova G.A. E`ffektivny`e sposoby` obezzarazhivaniya pometa na pticzevodcheskix predpriyatiyax // *Materialy` XVI` konferenczii «Dostizheniya v sovremennom pticzevodstve: issledovaniya i innovacii. Vsemirnaya nauchnaya asocijacziya po pticzevodstvu (VNAP) Rossijskoe otdelenie. g. Sergiev Posad.* 2009. S. 407.
3. Arné P., Thierry S., Wang D. et al. *Aspergillus fumigatus* in poultry // *Int J Microbiol.* 2011. 2011:746356 DOI: 10.1155/2011/746356.
4. Chen G., Ma D., Huang Q. et al. Aerosol Concentrations and Fungal Communities Within Broiler Houses in Different Broiler Growth Stages in Summer // *Front Vet Sci.* 2021. 8:775502 DOI: 10.3389/fvets.2021.775502.
5. De Hoog G.S. Risk assessment of fungi reported from humans and animals // *Mycoses.* 1996. 39:407-417.
6. Haschek W.M., Voss K., Beasley V.R. 25 – Selected Mycotoxins Affecting Animal and Human Health // *Handbook of Toxicological Pathology.* 2002. PP. 645-69.
7. Lee J.H., Wu C.Y., Wysocki K.M. et al. Efficacy of iodine-treated biocidal filter media against bacterial spore aerosols // *J. Appl. Microbiol.* 2008. 105:1318–1326.
8. Liu J., Liu H., Yan J. et al. Molecular typing and genetic relatedness of 72 clinical, *Candida albicans*, isolates from poultry // *Vet Microbiol.* 2018. 214:36–43. DOI: 10.1016/j.vetmic.2017.11.030.
9. Lugauskas A., Krikstaponis A., Sveistyte L. Airborne fungi in industrial environments: Potential agents of respiratory diseases // *Ann. Agric. Environ. Med.* 2004. 11:19–25.
10. Nimmermark S., Lund V., Gustafsson G., Eduard W. Ammonia, dust and bacteria in welfare-oriented systems for laying hens // *Ann. Agric. Environ. Med.* 2009. 16:103–113.
11. Park C.W., Hwang J. Susceptibility constants of airborne bacteria to dielectric barrier discharge for antibacterial performance evaluation // *J Hazard Mater.* 2013. 244:421–428.
12. Schmid S., Seiler C., Gerecke A.C. et al. Studying the fate of non-volatile organic compounds in a commercial plasma purifier // *J. Hazard Mater.* 2013. 256–267:76–83.
13. Seedorf J., Hartung J., Schroder M. et al. Concentrations and emissions of airborne endotoxins and microorganisms in livestock buildings in Northern Europe // *J. Agr. Eng. Res.* 1998. 70:97–109. DOI: 10.1006/jaer.1997.0281.
14. Skóra J., Matusiak K., Wojewódzki P. et al. Evaluation of Microbiological and Chemical Contaminants in Poultry Farms // *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2016. 13(2):192. DOI: 10.3390/ijerph13020192.
15. Sowiak M., Bródka K., Kozajda A. et al. Fungal aerosol in the process of poultry breeding—quantitative and qualitative analysis // *Med. Pr.* 2012. 63:1–10. DOI: 10.1016/j.bbi.2015.03.008.

16. Woo M., Grippin A., Anwar D. et al. Effects of relative humidity and spraying medium on UV decontamination of filters loaded with viral aerosols // *Appl. Environ. Microbiol.* 2012. 78:5781–5787.
17. Yang Z., Aarnink A.J.A., de Jong M.C.M., Koerkamp P.W.G.G. Airborne microorganisms from livestock production systems and their relation to dust // *Cri. Rev. Environ. Sci. Technol.* 2014. 44:1071–1128.
18. Yoon K.Y., Byeon J.H., Park C.W., Hwang J. Antimicrobial effect of silver particles on bacterial contamination of activated carbon fibers // *Environ. Sci. Technol.* 2008. 42:1251–1255.
19. Zafra R., Pérez J., Pérez-Écija R.A. et al. Concurrent aspergillosis and ascites with high mortality in a farm of growing broiler chickens // *Avian Dis.* 2008. 52:711–3. DOI: 10.1637/8283-031208-Case.1.
20. Zhang J., Li Y., Xu E. et al. Bacterial communities in PM2.5 and PM10 in broiler houses at different broiler growth stages in spring // *Pol. J. Vet. Sci.* 2019. 22:495–504. DOI: 10.24425/pjvs.2019.129957.

### Информация об авторах

Морозов В.Ю. – д-р вет., доцент, заведующий кафедрой.

Дорожкин В.И. – д-р биол. наук, проф., академик РАН, руководитель научного направления.

Салеева И.П. – д-р сельхоз. наук, член-корр. РАН, профессор РАН, главный научный сотрудник.

Калиткина К.А. – аспирантка.

Колесников Р.О. – канд. вет. наук, доцент кафедры.

Черников А.Н. – канд. вет. наук, доцент кафедры.

### Information about the authors

Morozov V.Y. – Dr. Vet. Sci., Head of the department.

Doroshkin V.I. – Dr. Biol. Sci., Prof., Acad. of the Russ. Acad. of Sciences, Head of the III scientific direction.

Saleeva I.P. – Dr. Agricult. Sci., Corresponding Member of the Russ. Acad. of Sciences, Professor of the RAS, senior researcher.

Kalitkina K.A. – postgraduate student.

Kolesnikov R.O. – Cand. Vet. Sci., Associate Professor of the Department.

Chernikov A.N. – Cand. Vet. Sci., Associate Professor 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 31.03.2023; одобрена после рецензирования 30.05.2023; дата опубликования 29.09.2023.

The article was submitted 31.03.2023; approved after reviewing 30.05.2023; date of publication 29.09.2023.

ФАРМАКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЯ  
PHARMACOLOGY AND TOXICOLOGY

Научная статья  
УДК 636: 618.19-002 + 615.036.8  
doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303015  
EDN: IDNTUM

**АНАЛИЗ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА КРОВИ ТЕЛЯТ  
ОТ МОЛОЧНЫХ КОРОВ НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ  
ПРЕПАРАТА BOVISTIM-K**

*Елена Павловна Симурзина<sup>1</sup>, Роман Сергеевич Караулов<sup>2</sup>,  
Владимир Григорьевич Семенов<sup>3</sup>*

*<sup>1,2,3</sup> Чувашский государственный аграрный университет,  
Чебоксары 428003, Чувашская Республика, Российская Федерация*

<sup>1</sup> gra92gra@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-3539-7808>

<sup>2</sup> kafmorf@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7968-3411>

<sup>3</sup> semenov\_v.g@list.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0349-5825>

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований по изучению эффективности разработанного комплексного препарата Bovistim-K для усиления колострального иммунитета у телят. Изучены морфологические показатели крови новорожденных телят, матерям которых были проведены трехкратные инъекции препарата. Выявлено, что препараты на основе полисахаридного комплекса дрожжевых клеток в комбинации с бета-каротином способны значительно повысить важные показатели крови, а именно уровень гемоглобина и эритроцитов. Анализ лейкоцитарной формулы позволил определить наличие более выраженных адаптационных реакций у новорожденных телят после применения комплексного препарата Bovistim-K, чем в контроле.

**Ключевые слова:** коровы, телята, иммунопрофилактика, Bovistim-K, гемопоэз, лейкограмма

**Для цитирования:** Симурзина Е.П., Караулов Р.С., Семенов В.Г. Анализ морфологического состава крови телят от молочных коров на фоне применения препарата Bovistim-K // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2023. № 3 (47). С. 359–363. doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303015  
EDN: IDNTUM

Original article

**ANALYSIS OF THE MORPHOLOGICAL COMPOSITION OF THE BLOOD  
OF CALVES FROM DAIRY COWS AGAINST THE BACKGROUND  
OF THE USE OF BOVISTIM-K**

*Elena P. Simurzina<sup>1</sup>, Roman S. Karaulov<sup>2</sup>, Vladimir G. Semenov<sup>3</sup>*

*<sup>1,2,3</sup> Chuvash State Agrarian University, Cheboksary 428003, Chuvash Republic, Russian Federation*

<sup>1</sup> gra92gra@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-3539-7808>

<sup>2</sup> kafmorf@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7968-3411>

<sup>3</sup> semenov\_v.g@list.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0349-5825>

**Abstract.** The article presents the results of studies on the effectiveness of the developed complex drug Bovistim-K to enhance the colostral immunity of calves. The morphological parameters of the blood of newborn calves, whose mothers received three injections of the drug, were studied. It was found that preparations based on the polysaccharide complex of yeast cells in combination with beta-carotene can significantly increase important blood parameters, namely the level of hemoglobin and erythrocytes. Analysis of the leukocyte formula made it possible to determine the presence of more pronounced adaptive reactions in newborn calves after the use of the Bovistim-K complex preparation than in the control.

**Key words:** cows, calves, immunoprophylaxis, Bovistim-K, hematopoiesis, leukogram

**For citation:** Simurzina E.P., Karaulov R.S., Semenov V.G. Analysis of the morphological composition of the blood of calves from dairy cows against the background of the use of Bovistim-K // Russian Journal «Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology». 2023. № 3 (47). P. 359–363 (In Russ.). doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303015  
EDN: IDNTUM

### Введение

У телят в первые 2 мес постнатального периода защитную функцию выполняет колостральный иммунитет. Данный период характеризуется низким уровнем синтеза антител, индекс фагоцитоза невысок, слизистые оболочки и кожный покров подвержены проникновению патогенных микроорганизмов [1, 3].

Особое значение для повышения жизнеспособности новорожденных телят имеют иммуностимулирующие средства, которые можно вводить на поздних сроках беременности с целью повысить потенциал иммунной системы плода. Известно, что иммуноглобулины у коров накапливаются в молозиве за 3...9 сут до отела. В это время организм телят нуждается в стимуляции неспецифической резистентности, и действие иммуномодулирующих препаратов в данный период проявляется более отчетливо [2, 4].

Ряд веществ может способствовать аккумуляции иммуноглобулинов, тем самым обеспечивая ими новорожденного теленка. Также не исключается поступление через плаценту веществ, регулирующих защитные факторы плода, а также поступление этих регуляторов с молозивом.

Цель исследования – изучить влияние комплексного биопрепарата Bovistim-K на морфологические показатели крови новорожденных телят после трехкратных инъекций глубококостельным коровам-матерям.

### Материалы и методы

Исследования проведены на коровах и телятах черно-пестрой породы. Коровы были подобраны по принципу пар-аналогов с учетом живой массы, возраста и клинико-физиологического со-

стояния. Всего сформировано три группы коров по 10 гол. и три группы новорожденных телят по 8 гол. (в соответствии с группами коров-матерей). Глубококостельным коровам опытной группы за 60, 30 и 15 сут до отела проводили внутримышечные инъекции разработанного комплексного препарата Bovistim-K в дозе 10 мл, животных контрольной группы профилактировали по принятой в хозяйстве схеме – внутримышечно за 60 сут до отела вводили 8 мл препарата Элеовит и 10 мл Е-селена.

В работе применяли комплексный биопрепарат Bovistim-K, разработанный учеными Чувашского ГАУ. Препарат содержит полисахариды, получаемые из *Saccharomyces cerevisiae*, и бета-каротин. Оба компонента оказывают положительное влияние на обмен веществ, повышают защитную функцию слизистых оболочек и активизируют деятельность клеточных факторов неспецифической резистентности организма.

Научно-исследовательская работа была проведена с применением следующих методик:

- ветеринарных – отбор проб крови на 1, 3 и 7-е сутки жизни телят из яремной вены с помощью одноразовых вакуумных пробирок и двусторонних игл;
- гематологических – общий анализ крови (определение уровня эритроцитов, гемоглобина, лейкоцитов) проводили на автоматическом гематологическом анализаторе PCE 90 Vet;
- статистических – полученные в ходе эксперимента цифровые данные анализировали методом вариационной статистики на достоверность различий сравниваемых показателей ( $P < 0,05 \dots 0,001$ ) с использованием компьютерной программы Statistica 6.0.

**Результаты исследования  
и обсуждение**

В результате исследований выявлено, что у телят опытной группы, полученных от коров-матерей, которым проводили трехкратные инъекции Bovistim-K, на всем протяжении наблюдения отмечены более высокие содержание эритроцитов и концентрация ге-

моглобина в крови по сравнению с животными контрольной группы (рис. 1 и 2). Так, в период с 1-х по 7-е сутки жизни у телят контрольной группы уровень эритроцитов увеличился с  $7,64 \cdot 10^{12}/л$  до  $7,92 \cdot 10^{12}/л$ , в опытной группе с  $8,05 \cdot 10^{12}/л$  до  $8,7 \cdot 10^{12}/л$ . Разница по данному показателю между контрольной и опытной группами была недостоверной.



Рис. 1. Уровень эритроцитов,  $10^{12}/л$   
Fig. 1. Erythrocyte level,  $10^{12}/л$



Рис. 2. Концентрация гемоглобина, г/л  
Fig. 2. Hemoglobin concentration, г/л

Концентрация гемоглобина в контрольной группе уменьшилась к 3-м суткам жизни с 108,5 до 107,2 г/л (на 1,3 г/л), затем, к недельному возрасту, вновь увеличилась до 108,8 г/л. В опытной группе отмечалось лишь увеличение – с 110,6 до 120,9 г/л (на 10,3 г/л). Отмечено достоверное превосходство по содержанию гемоглобина в крови подопытных животных над контрольными животными в 1-е сутки жизни на 2,1 г/л (1,9%),

на 3-и сутки – 9,8 г/л (9,1%) и на 7-е сутки – на 12,1 г/л (11,1%) ( $P < 0,05$ ).

В рамках проведенного опыта телята опытной группы, родившиеся от коров, которым проводили трехкратные инъекции разработанного препарата Bovistim-K, в первую неделю жизни имели превосходство по уровню лейкоцитов в 1, 3 и 7-е сутки жизни – соответственно на 9,5, 7,2 и 2,1%, по сравнению с контролем (таблица). Следует от-

Таблица. Лейкоцитарная формула новорожденных телят  
Table. Leukocyte formula of newborn calves

Показатель	Период наблюдения		
	1-е сутки жизни	3-и сутки жизни	7-е сутки жизни
1	2	3	4
Контрольная группа			
Лейкоциты, тыс/мкл	8,12±0,27	9,06±0,15	9,62±0,75
Общее количество нейтрофилов, тыс/мкл	5,1±0,23	4,9±0,85	4,75±0,91
палочкоядерные нейтрофилы, % сегментоядерные нейтрофилы, %	8,7 36,5	6,6 33,1	5,7 30,6
Эозинофилы, %	1,3±0,13	1,2±0,25	1,0±0,08
Моноциты, %	2,7±0,42	2,4±0,26	2,0±0,51
Лимфоциты, %	54,3±5,9	57,2±1,3	62,4±3,65
Базофилы, %	0,2±0	0±0	0,6±0
Лимфоциты/сегментоядерные нейтрофилы	1,48	1,72	2,03

1	2	3	4
Опытная группа, Bovistim-K			
Лейкоциты, тыс/мкл	8,89±0,55*	9,71±0,63	9,82±1,04*
Общее количество нейтрофилов, тыс/мкл	5,54±0,23*	5,20±0,85*	4,92±0,91
палочкоядерные нейтрофилы, %	7,4±0,64	5,3±0,28	5,1±0,77
сегментоядерные нейтрофилы, %	33,0 ±2,05	30,2±1,58	28,3±2,42
Эозинофилы, %	1,1±0,22	0,9±0,16*	0,8±0,11
Моноциты, %	2,4±0,35*	2,9±0,72	3,1±0,51
Лимфоциты, %	51,1±2,2	55,4±3,6	60,3±4,02*
Базофилы, %	0±0	0±0	0,4±0
Лимфоциты/сегментоядерные нейтрофилы	1,56	1,83	2,13

Примечание: \*P<0,05.

Note: \*P<0,05.

метить, что максимальное увеличение количества лейкоцитов отмечалось у животных с 1-х по 3-и сутки жизни: в контрольной группе на 11,6%, в опытной – на 9,2%, что в первую очередь объясняется выпойкой молозива высокого качества.

Полученные результаты исследований указывают на то, что в крови телят опытной группы в 1-е сутки жизни нейтрофилов содержалось на 8,6% больше по сравнению с животными контрольной группы. К 7-м суткам жизни данный показатель у молодняка обеих групп незначительно снижался, при этом количество нейтрофилов было больше у животных опытной группы на 3,6%.

В крови новорожденных телят опытной группы по сравнению с контролем содержание палочкоядерных нейтрофилов было меньше на 17,6%, сегментоядерных нейтрофилов – на 10,6%. Общее количество нейтрофилов у телят опытной группы было выше в 1-е сутки жизни на 8,6%, 3-и сутки – на 6,1%, 7-е сутки – на 3,6%.

Содержание эозинофилов было выше в крови телят контрольной группы в сравнении с опытной на всех этапах наблюдения в среднем на 0,2%. У всех животных отмечалось незначительное снижение данного показателя с 1-х по 7-е сутки жизни.

Процентное содержание лимфоцитов у телят опытной группы было ниже в 1-е сутки жизни на 3,2%, затем, спустя 3 сут, на 1,8% и к 7-м суткам жизни на 2,1%. Уровень данных форменных элементов в крови телят контрольной группы увеличился в течение первой недели жизни на 8,1%, а в опытной группе на 9,2%.

В первую неделю жизни происходят существенные изменения в динамике моноцитов в лейкограмме новорожденных телят. После рождения телят их количество составляет в контроле 2,7±0,42%, на 3-и сутки жизни – 2,4±0,26%, на 7-е

сутки – 2,0±0,51%, в опытной группе – 2,4±0,35, 2,9±0,72 и 3,1±0,51% соответственно; т.е. у телят в контроле уровень моноцитов активно снижался, в то время как в опытной группе, наоборот, увеличивался.

Указанные изменения в составе крови мы объясняем активным воздействием разработанного биопрепарата на развитие неспецифической резистентности и иммунологической реактивности организма коров-матерей.

Индекс лимфоциты/сегментоядерные нейтрофилы отражает способность к адаптации животных к внешним условиям. В нашем опыте более выраженный эффект был отмечен у телят под действием препарата Bovistim-K. На первом этапе наблюдений (1-е сутки жизни) индекс лимфоциты/сегментоядерные нейтрофилы у телят контрольной группы составил 1,48, а у опытных телят – 1,56, что выше на 5,4%, чем у телят в контроле. По мере приближения к недельному возрасту индекс лимфоциты/сегментоядерные нейтрофилы в опытной группе увеличился до 2,13 и был на 4,9% выше, чем у телят в контрольной группе (2,03).

### Заключение

Результаты проведенных исследований крови новорожденных телят позволили определить адекватность реакций молодняка по процентному содержанию лимфоцитов и их отношению к сегментоядерным нейтрофилам. Содержание других форменных элементов крови и общее количество лейкоцитов были лишь вспомогательными показателями реакций, указывающими на степень их полноценности и напряженности. Высокий индекс лимфоциты/сегментоядерные нейтрофилы у телят опытной группы свидетельствует о более быстрой адаптации к условиям внешней среды.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Богомолова О.А. Методы оценки колострального иммунитета новорожденных телят // Таврический вестник аграрной науки. 2017. № 2. С. 9-16.
2. Симурзина Е.П., Семенов В.Г., Иванова Е.Н. Роль дрожжевых и биогенных стимуляторов в регуляции иммунного ответа стельных и новотельных коров // Современные проблемы и перспективы развития ветеринарной медицины и практического животноводства: Мат. междунар. науч.-практ. конф. Чебоксары, 2021. С. 104-110.
3. Турейко К.А. Колостральный иммунитет новорожденных телят и способы его повышения // Научные исследования в решении актуальных проблем АПК. Иркутск, 2022. С. 167-173.
4. Харитонов О.В., Харитонов О.В., Великанов В.И. Исследование эффективности различных способов повышения колострального иммунитета у новорожденных телят // Проблемы биологии продуктивных животных. 2018. №2.

## REFERENCES

1. Bogomolova O.A. Metody` ocenki kolostral`nogo immuniteta novorozhdenny`kx telyat // Tavricheskij vestnik agrarnoj nauki. 2017. № 2. S. 9-16.
2. Simurzina E.P., Semenov V.G., Ivanova E.N. Rol` drozhzhevy`kx i biogeny`kx stimulyatorov v regulyaczii immunnogo otveta stel`ny`kx i novotel`ny`kx korov // Sovremenny`e problemy` i perspektivy` razvitiya veterinarnoj medicziny` i prakticheskogo zhivotnovodstva: Mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. CHEboksary`, 2021. S. 104-110.
3. Turejko K.A. Kolostral`ny`j immunitet novorozhdenny`kx telyat i sposoby` ego povu`sheniya // Nauchny`e issledovaniya v reshenii aktual`ny`kx problem APK. Irkutsk, 2022. S. 167-173.
4. Kхаритонova O.V., Kхаритонов O.V., Velikanov V.I. Issledovanie e`ffektivnosti razlichny`kx sposobov povu`sheniya kolostral`nogo immuniteta u novorozhdenny`kx telyat // Problemy` biologii produktivny`kx zhivotny`kx. 2018. №2.

### Информация об авторах

Симурзина Е.П. – канд. вет. наук, доцент кафедры.

Караулов Р.С. – соискатель.

Семенов В.Г. – д-р биол. наук, проф., заведующий кафедрой.

### Information about the authors

Simurzina E.P. – Cand. vet. Sciences, Associate Professor.

Karaulov R.S. – Applicant of the Department.

Semenov V.G. – Dr. Biol. Sci., prof., Head of the Department.

### Вклад авторов

Симурзина Е.П. – постановка цели работы, определение задач исследований, проведение экспериментов.

Караулов Р.С. – учет результатов, обобщение полученных данных, написание статьи.

Семенов В.Г. – постановка цели работы, определение задач исследований, обобщение полученных данных.

### Contribution of the authors

Simurzina E.P. – setting the goal of the work, defining research objectives, conducting experiments.

Karaulov R.S. – taking into account the results, summarizing the data obtained, writing an article.

Semenov V.G. – setting the goal of the work, defining research objective, generalization of the received data.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests

Статья поступила в редакцию 20.03.2023. одобрена после рецензирования 17.04.2023. Дата опубликования 29.09.2023.

The article was submitted 20.03.2023. approved after reviewing 17.04.2023. Date of publication 29.09.2023

Научная статья  
УДК 619:615.099  
doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303016  
EDN: ITAEЕЕ

## ИЗУЧЕНИЕ ДЕЙСТВИЯ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «ФИТОДОК НЕЙРО» НА БЕЛЫХ КРЫС В ХРОНИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ (сообщение 2)

*Наталья Сергеевна Павлова<sup>1</sup>, Галина Ивановна Павленко<sup>2</sup>,  
Василий Иванович Дорожкин<sup>3</sup>, Екатерина Сергеевна Енгашева<sup>4</sup>,  
Любовь Львовна Захарова<sup>5</sup>*

*<sup>1, 2, 3, 4, 5</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> 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> tox.dor@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1188-4449>

<sup>4</sup> kengasheva@vetmag.ru

<sup>5</sup> zakharovall1951@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0392-8045>

**Аннотация.** Кормовые добавки, содержащие биологически активные вещества, все чаще используют для нивелирования отрицательного действия различных токсикантов, стрессов, возрастных изменений мозга и для повышения когнитивных способностей животных. Изучено влияние кормовой добавки «Фитодок нейро» в дозах 4, 12 и 20 г/кг корма на функциональное состояние печени, почек и нервной системы, а также поведенческие реакции белых крыс в четырехмесячном эксперименте. При поступлении средства в терапевтической дозе негативных изменений со стороны важных для организма органов и систем не выявлено. Напротив, на четвертом месяце эксперимента отмечалась тенденция к повышению массы тела и работоспособности животных. У животных, получавших корм с препаратом в дозах 12 и 20 г/кг, в конце третьего месяца достоверно повышалась масса тела. При дозе 12 г/кг начиная с третьего, при дозе 20 г/кг после второго и четвертого месяцев увеличивалась мышечная сила на горизонтальном стержне, что характеризует насыщение организма энергией.

**Ключевые слова:** протекторное действие, кормовая добавка «Фитодок нейро», экотоксиканты, функциональное состояние

**Для цитирования:** Павлова Н.С., Павленко Г.И., Дорожкин В.И., Енгашева Е.С., Захарова Л.Л. Изучение действия кормовой добавки «Фитодок нейро» на белых крыс в хроническом эксперименте (сообщение 2) // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2023. № 3 (47). С. 364–373. doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303016  
EDN: ITAEЕЕ

Original article

## STUDYING THE EFFECT OF FEED ADDITIVE «PHYTODOC NEURO» ON WHITE RATS IN A CHRONIC EXPERIMENT (message 2)

*Natalya S. Pavlova<sup>1</sup>, Galina I. Pavlenko<sup>2</sup>, Vasily I. Dorozhkin<sup>3</sup>,  
Ekaterina S. Engasheva<sup>4</sup>, Lyubov L. Zakharova<sup>5</sup>*

© Павлова Н.С., Павленко Г.И., Дорожкин В.И., Енгашева Е.С., Захарова Л.Л., 2023

<sup>1, 2, 3, 4, 5</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> 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> tox.dor@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1188-4449>

<sup>4</sup> kengasheva@vetmag.ru

<sup>5</sup> zakharovall1951@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0392-8045>

**Abstract.** Feed additives containing biologically active substances are increasingly used to neutralize the negative effects of various toxicants, stress, age-related changes in the brain and to improve the cognitive abilities of animals. The influence of the feed additive «Phytodoc neuro» in doses of 4; 12 and 20 g/kg of feed on the functional state of the liver, kidneys and nervous system, as well as the behavioral responses of white rats in a four-month experiment was studied. Upon receipt of the drug in a therapeutic dose, no negative changes were found on the part of organs and systems important for the body. On the contrary, in the fourth month of the experiment, there was a tendency to increase the body weight and capacity to work of the animals. The body weight of animals fed with the drug at doses of 12 and 20 g/kg, significantly increased at the end of the third month. At a dose of 12 g/kg, starting from the third, at a dose of 20 g/kg after the second and fourth months, muscle strength on the horizontal rod increased, which characterizes the saturation of the body with energy.

**Key words:** protective effect, Phytodoc neuro feed additive, ecotoxicants, functional state

**For citation:** Pavlova N.S., Pavlenko G.I., Dorozhkin V.I., Engasheva E.S., Zakharova L.L. Studying the effect of feed additive «Phytodoc neuro» on white rats in a chronic experiment (message 2) // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2023. № 3 (47). P. 364–373 (In Russ.). doi: 10.36871/vet.san.hyge.ecol.202303016  
EDN: ITAEED

### **Введение**

Для нивелирования возрастных нарушений работы мозга и повышения когнитивных способностей животных при дрессировке все чаще используют кормовые добавки (КД) на основе биологически активных веществ. Возрастает число домашних питомцев, доживающих до глубокой старости благодаря заботе хозяев и успехам ветеринарии. Поэтому все чаще встает проблема лечения и профилактики возрастных изменений, в том числе старческого слабоумия, у животных, являющихся, кроме всего прочего, удобной моделью для изучения подобных болезней человека [1].

Улучшают работу мозга, ускоряют интенсивность обмена веществ и снижают негативное действие токсикантов биологически активные вещества, такие как аминокислоты, витамины, микроэлементы и другие соединения, участвующие в нормальном метаболизме [2, 3]. В связи с этим для снижения действия экотоксикантов на организм животных перспективна новая функциональная КД «Фитодок нейро», содержащая в качестве действующих веществ глицин, вита-

мин Е, лецитин и карнитин основание, рекомендованная изготовителем для улучшения когнитивных способностей и поддержания функций мозга у собак и кошек.

Глицин давно известен как седативное и антидепрессивное средство, действующее благодаря оптимизации метаболических процессов в мозге [4]. Нормализуя процессы возбуждения и торможения в центральной нервной системе (ЦНС), эта аминокислота повышает умственную работоспособность, защищает нервные клетки, улучшает процессы вегетативной регуляции [4, 5]. При отравлении тяжелыми металлами (ТМ) интерес представляет ее антистрессовое и антитоксическое действие, способность защищать сульфгидрильные группы ферментов [6].

Карнитин также представляет интерес как вещество, участвующее в защите нервных клеток. Благодаря карнитину повышается выработка фактора роста нервов, он защищает от повреждений миелиновую оболочку нейронов, что способствует улучшению когнитивных способностей животных. К сожалению, не всегда домашние животные

могут синтезировать карнитин в достаточном количестве, особенно при ожирении, поэтому требуется вводить его в рацион [7, 8].

Лецитин нормализует липидный обмен, содержание холестерина, способствует всасыванию и трансформации жирорастворимых витаминов, благодаря чему оказывает гепатопротекторное действие. Кроме того, он снижает утомляемость и раздражительность, повышает внимание, улучшает память и работоспособность [9]. Карнитин и лецитин увеличивают конверсию корма, перевариваемость жиров, протеина и использование азота [10].

Витамин Е является природным антиоксидантом, тормозит окисление ненасыщенных жирных кислот, активизирует процессы клеточного дыхания и окислительно-восстановительные реакции, способствует нормальной работе нервной и эндокринной систем [11].

Таким образом, введение в рацион животных средств на основе глицина, карнитина и витамина Е должно способствовать снижению негативного действия тяжелых металлов и других токсикантов.

Проведенное нами исследование действия новой КД «Фитодок нейро» на гематологические показатели белых крыс при его применении в течение 4 мес. выявило достоверное повышение уровня гемоглобина, лейкоцитов и иммуноглобулинов, что указывает на положительное влияние КД на организм животных [12].

Цель настоящего исследования – изучить действие новой КД «Фитодок нейро» на организм белых крыс при длительном применении в терапевтической и превышающих ее дозах.

### Материалы и методы

В работе использована КД «Фитодок нейро», производства ООО «НВЦ Агроветзащита С-П.» (Россия). Она представляет собой бежевый порошок со специфическим запахом.

Для экспериментальных исследований, проведенных в лаборатории фармакологии и токсикологии и виварии ВНИИВСГЭ – филиала ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, использовали половозрелых беспородных белых крыс-самцов из питомника ООО «КролИнфо». Животных распределяли по группам случайным образом (масса тела варьировалась в пределах 178...186 г) по 8 гол. в каждой [13].

Изготовитель рекомендует для улучшения когнитивных способностей, повышения обучаемости и работоспособности при дрессировках скармливать средство однократно в дозе 2 г на животное в день не менее 30 дней или для пожилых животных с синдромом когнитивных дисфункций двукратно по 2 г утром и вечером, не ограничивая продолжительность применения.

Исходя из этого, максимальная суточная (терапевтическая) доза определена нами для крыс как 0,4 г/кг массы тела (4 г/кг корма). Животные 1-й группы получали с кормом средство в терапевтической дозе в течение 4 мес, 2-й – в 3 раза большей, 12 г/кг корма, 3-й – в 5 раз больше терапевтической, 20 г/кг корма. Крысы 4-й группы служили контролем и получали обычный корм (табл. 1).

На протяжении опыта проводили обследование животных: определяли массу тела, поведенческие реакции (методом определения «верти-

**Таблица 1. Схема проведения эксперимента по изучению хронического действия КД «Фитодок нейро» на белых крыс, белые крысы-самцы, массой 180 г**

**Table 1. The scheme of the experiment for the study of chronic action of CD «Phytodoc neuro» on white rats, white male rats, weighing 180 g**

Условия эксперимента	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я (контроль)
Доза «Фитодок нейро», г/кг корма	4	12	20	0
Продолжительность эксперимента, мес	4			
Режим и способ введения	С кормом 1 раз в день			
Ежемесячное обследование	Масса тела, ВДА, СПП, удержание на горизонтальном стержне, исследование мочи (суточный диурез, относительная плотность, содержание белка, гиппуровой кислоты и хлоридов)			
Обследование через 2 и 4 мес	Общий белок в сыворотке крови, SH-группы			
Обследование в конце эксперимента	Патолого-анатомическое вскрытие и определение массовых коэффициентов внутренних органов			

кального» двигательного компонента и удерживания животных на горизонтальном стержне) [14], функциональное состояние ЦНС (по величине суммационно-порогового показателя (СПП) [15], печени (по уровню выделения с мочой гиппуровой кислоты, содержанию общего белка [16] (табл. 2...5) и SH-групп в сыворотке крови [17]) и почек (по уровню диуреза, относительной плотности мочи, содержанию в ней белка и хлоридов) [16] (табл. 2...5). В конце эксперимента животных усыпляли, вскрывали и определяли массовые коэффициенты внутренних органов (табл. 6).

Для обработки данных использовали метод вариационной статистики, определяли сред-

нее арифметическое и его стандартную ошибку ( $M \pm m$ ). Для интерпретации данных и оценки достоверности различий применяли метод Стьюдента в модификации Типпета ( $p < 0,05$ ) [18].

### Результаты исследований и обсуждение

Изготовитель рекомендует применять «Фитодок нейро» для животных длительно, поэтому для оценки безвредности средства поставлен хронический эксперимент продолжительностью 4 мес. в условиях введения его с кормом. Результаты ежемесячного определения массы тела белых крыс представлены в таблице 2.

Таблица 2. Масса тела крыс, получавших «Фитодок нейро» с кормом на протяжении 4 мес

Table 2. Body weight of rats receiving «Phytodoc neuro» with food for 4 months

Показатель	Сроки, мес	Контроль	Доза, г/кг корма		
			4	12	20
Масса тела, г	Фон	182,6±2,3	180,6±2,5	181,6±2,2	183,5±2,3
	1	197,2±3,6	196,0±3,6	206,2±4,7	200,4±4,0
	2	246,2±9,4	254,4±11,2	257,1±8,2	260,1±8,1
	3	305,3±4,2	305,5±5,3	318,0±5,2	317,9±4,9
	4	333,9±4,9	340,4±6,2	343,3±4,4	345,5±3,0

Анализ полученных данных показал, что на протяжении 2 мес во всех опытных группах животных не было отмечено достоверного повышения массы тела по сравнению с контролем, хотя тенденция к повышению явно прослеживалась ко концу второго месяца. К концу третьего месяца в группах животных, получавших с кормом «Фитодок нейро» в дозах 12 и 20 г/кг, масса тела достоверно повышалась. Однако к концу четырехмесячного эксперимента масса тела всех подопытных животных выровнялась и достоверно не отличалась от таковой контрольных крыс.

Возможно, это связано с тем, что некоторым ингредиентам в составе «Фитодок нейро», в частности карнитину, свойственно снижать накопление жировой ткани. Этот факт используется для комплексного лечения карнитином ожирения, а также в животноводстве и птицеводстве для увеличения выхода мышечной ткани и снижения накопления жировой [19].

Как следует из таблицы 3, СПП на протяжении 2 мес во всех опытных группах достоверно не отличался от контроля и не выходил за границу нормы для крыс. Однако в конце третьего и чет-

Таблица 3. Некоторые показатели состояния ЦНС и работоспособности животных, получавших с кормом «Фитодок нейро» в четырехмесячном эксперименте

Table 3. Some indicators of the state of the central nervous system and the performance of animals fed with «Phytodoc neuro» in a four-month experiment

Показатель	Сроки, мес	Контроль	Доза, г/кг корма		
			4	12	20
1	2	3	4	5	6
СПП, усл.ед.	1	3,8±0,26	3,9±0,26	3,5±0,27	3,9±0,35
	2	4,3±0,39	3,8±0,52	3,9±0,30	4,0±0,27
	3	3,4±0,13	3,6±0,26	3,9±0,26	5,1±0,26 P<0,05
	4	3,9±0,26	3,8±0,26	4,5±0,26	5,3±0,26 P<0,05

1	2	3	4	5	6
ВДА, число вертикальных стоек за 3 мин	1	6,2 ± 0,62	6,0 ± 0,71	6,6 ± 0,65	6,8 ± 0,59
	2	7,3 ± 0,80	7,9 ± 0,81	7,4 ± 0,78	8,4 ± 0,52
	3	8,3 ± 0,59	8,1 ± 0,65	5,9 ± 0,31 P<0,05	6,5 ± 0,91 P<0,05
	4	9,9 ± 0,29	9,4 ± 0,39	5,8 ± 0,52 P<0,05	6,4 ± 0,78 P<0,05
Удержание на горизонтальном стержне, с	1	19,7 ± 0,3	19,6 ± 0,4	19,6 ± 0,3	20,0 ± 0,5
	2	24,4 ± 0,3	25,4 ± 0,5	25,6 ± 0,5	26,8 ± 0,31 P<0,05
	3	20,0 ± 0,5	21,0 ± 0,5	23,4 ± 0,5 P<0,05	22,8 ± 0,9 P<0,05
	4	21,5 ± 0,8	24,0 ± 0,5 P<0,05	24,9 ± 0,4 P<0,05	24,1 ± 0,5 P<0,05

вертого месяцев у животных, получавших корм с препаратом в дозе 12 г/кг, намечалась тенденция к увеличению СПП, а в группе, получавшей средство в дозе 20 г/кг корма, повышение СПП было статистически достоверным. При этом внешне животные были несколько заторможены.

Последнее сказалось на числе стоек за 3 мин. У животных, получавших корм с препаратом в дозе в 3 и 5 раз больше терапевтической, было отмечено снижение вертикального двигательного компонента.

Тем не менее участие аминокислот, в частности глицина и карнитина, входящих в состав «Фитодок нейро», в насыщении организма энергией и усиле-

нии работоспособности животных, сказалось на способности подопытных крыс удерживаться на горизонтальном стержне. В результате, такой показатель, как горизонтальный двигательный компонент во всех группах, начиная со второго месяца, имел либо тенденцию к повышению (P=0,05), либо статистически достоверно повышался (P<0,05) по сравнению с контрольными значениями.

Как следует из таблицы 4, относительная плотность и уровень хлоридов в моче у животных, получавших с кормом «Фитодок Нейро» во всех дозах, достоверно не отличались от аналогичных показателей в контроле и не выходили за границу физиологических колебаний для животных данного вида.

**Таблица 4. Показатели функционального состояния почек у животных в условиях хронического действия «Фитодок нейро»**

**Table 4. Indicators of the functional state of the kidneys of animals under conditions of chronic action «Phytodoc neuro»**

Показатель	Сроки, мес	Контроль	Доза, г/кг корма		
			4	12	20
Суточный диурез, мл	1	4,5 ± 0,30	3,9 ± 0,8	4,8 ± 0,60	4,9 ± 0,40
	2	5,2 ± 0,40	4,4 ± 0,45	5,0 ± 0,29	4,9 ± 0,33
	3	4,4 ± 0,31	4,6 ± 0,22	4,5 ± 0,23	4,7 ± 0,29
	4	4,9 ± 0,34	4,6 ± 0,32	5,5 ± 0,33	5,8 ± 0,21 P<0,05
Относительная плотность	1	1,007 ± 0,01	0,999 ± 0,02	1,009 ± 0,01	1,011 ± 0,01
	2	1,019 ± 0,01	1,015 ± 0,003	1,016 ± 0,003	1,015 ± 0,003
	3	1,014 ± 0,003	1,019 ± 0,002	1,012 ± 0,005	1,015 ± 0,005
	4	1,013 ± 0,006	1,012 ± 0,011	1,010 ± 0,007	1,019 ± 0,001
Белок в моче, мг/мл	1	0,75 ± 0,09	0,82 ± 0,10	0,78 ± 0,12	0,77 ± 0,12
	2	1,10 ± 0,05	1,05 ± 0,07	1,09 ± 0,04	1,12 ± 0,06
	3	1,10 ± 0,05	1,07 ± 0,05	1,18 ± 0,04	1,09 ± 0,06
	4	1,05 ± 0,08	0,95 ± 0,05	1,69 ± 0,08 P<0,05	1,54 ± 0,11 P<0,05
Хлориды, мг/мл	1	2,59 ± 0,18	2,28 ± 0,19	2,54 ± 0,21	2,33 ± 0,20
	2	2,85 ± 0,18	2,35 ± 0,17	2,47 ± 0,18	2,64 ± 0,20
	3	2,48 ± 0,18	2,32 ± 0,19	2,61 ± 0,20	2,59 ± 0,19
	4	2,42 ± 0,33	2,20 ± 0,21	2,42 ± 0,20	2,56 ± 0,24

Однако в конце четырехмесячного эксперимента в группах, получавших корм с КД в дозах 12 и 20 г/кг, достоверно повысилось содержание белка в моче. Кратковременные эпизоды незначительной протеинурии могут проявляться после приема большого количества богатой белками и аминокислотами пищи, что имело место и в нашем эксперименте. Поэтому можно предположить, что в данном случае повышенное содержание белка в моче является физиологической, естественной реакцией организма на определенные условия, не связанной с какой-либо патологией мочевыводящей системы и не приводящей к каким-либо последствиям [20].

В конце эксперимента наблюдали также достоверное увеличение диуреза у животных в группе, получавшей наибольшую из доз (20 г/кг). Тенденция к повышению диуреза отмечена и при даче дозы 12 г/кг. С одной стороны, это может быть следствием торможения канальцевой реабсорбции воды, которое наблюдается при канальцевых поражениях почек. С другой, увеличение диуреза может возникнуть и вторично вследствие возбуждения центра жажды, так как было замечено, что

крысы опытных групп выпивали больше воды, чем контрольные животные. Вместе с тем повышение содержания белка и увеличение диуреза – это признак нефрологического неблагополучия, которое (даже при отсутствии других симптомов или, вернее сказать, особенно в этом случае) нуждается в обязательном нормировании подобных кормовых добавок в рационе.

Учитывая, что данный факт отмечен только у животных, получавших препарат в больших дозах, можно предположить, что опасность данного средства на уровне дозы, рекомендуемой к применению для домашних животных, отсутствует.

Показатели, характеризующие функциональное состояние печени подопытных животных, статистически достоверно не отличались от контрольных (табл. 5).

Как следует из таблицы 6, массовые коэффициенты почек, сердца и селезенки у животных опытных групп достоверно не отличаются от контроля. При взвешивании печени в группе крыс, получавших с кормом «Фитодок нейро» в дозе, в 5 раз больше терапевтической, отмечено достоверное увеличение массовых коэффициентов органа.

**Таблица 5. Некоторые показатели функционального состояния печени животных при поступлении с кормов КД «Фитодок Нейро» в условиях хронического эксперимента**

*Table 5. Some indicators of the functional state of the liver of animals at receiving of FA «Phytodoc neuro» from the feed in the conditions of a chronic experiment*

Показатель	Срок, мес	Контроль	Доза, г/кг корма		
			4	12	20
Гиппуровая кислота, мг/сут	1	89,5±2,5	89,1±2,3	86,4±3,5	91,4±3,5
	2	89,2±3,25	90,3±2,0	84,5±3,4	89,8±3,1
	3	87,2±3,7	90,8±2,6	85,4 ±2,9	90,6±3,7
	4	89,7±3,3	92,2±2,8	89,3±3,7	89,7±3,0
Общий белок, г/л	2	7,5±0,25	7,7±0,29	6,8±0,3 0	6,5±0,48
	4	6,8±0,42	6,9±0,47	7,8±0,30	7,1±0,20
Общие SH-группы, мкмоль/100 мл	2	26,5±0,52	25,9±0, 75	25,6±0,90	26,2±0,60
	4	24,5±1,1	24,4±0,76	26,3±0,75	25,4±0,83

**Таблица 6. Массовые коэффициенты внутренних органов животных, получавших с кормом «Фитодок нейро»**

*Table 6. Mass coefficients of the internal organs of animals fed with feed «Phytodoc neuro»*

Орган	Контроль	Доза, г/кг корма		
		4	12	20
Печень	2,8±0,18	2,9±0,21	3,0 ±0,22	3,6±0,19 P<0,05
Почки	0,369±0,02	0,371±0,03	0,360±0,02	0,373±0,02
Сердце	0,310±0,05	0,312±0,05	0,309±0,06	0,311±0,04
Селезенка	0,363±0,03	0,359±0,05	0,360±0,03	0,358±0,03

При патолого-анатомическом вскрытии у некоторых животных 3-й группы печень была почти белой, что указывает на ожирение (жировой гепатоз) – заболевание, при котором происходит перерождение печеночной ткани в жировую, развивающееся в результате нарушения обмена веществ. В группах, получавших дозы 12 и 20 г/кг, выявлена слабовыраженная зернистая дистрофия эпителия почек.

Таким образом, при введении на протяжении 4 мес с кормом КД «Фитодок нейро» на уровне рекомендуемой (терапевтической) дозы не зарегистрировано какого-либо отрицательного (токсического) действия на организм животных. Напротив, отмечено насыщение организма энергией, что проявилось в увеличении мышечной силы животных.

Повышение массы тела при поступлении КД в высоких дозах можно связать с присутствием глицина и карнитина, которые принимают участие в насыщении организма энергией [6,10]. Кроме того, глицин – одна из трех аминокислот, образующих креатин, необходимый для роста мышечных тканей и производства энергии при физических нагрузках, также он играет важную роль в процессе синтеза гормонов, отвечающих за активность организма. Выявленное нами ранее повышение содержания иммуноглобулина, гемоглобина и числа лейкоцитов при дозе 20 г/кг может свидетельствовать об усилении метаболизма в организме животных [12]. Данные изменения не оказывают отрицательного действия на функциональное состояние организма, совместимы с нормальной жизнедеятельностью и указывают, скорее, на положительное влияние КД.

Кроме этих изменений, которые можно оценивать как положительное влияние на организм, у животных, получавших корм с увеличенным содержанием кормовой добавки, наблюдалось повышение СПП, которое сопровождалось заторможенностью животных и снижением числа вертикальных стоек.

В конце четырехмесячного эксперимента у животных, получавших корм с препаратом в дозах 12 и 20 г/кг, наблюдалось достоверное повышение содержания белка в моче. Во 2-й группе отмечена тенденция к повышению диуреза, а в группе, получавшей дозу 20 г/кг, – достоверное повышение диуреза, что может указывать на поражение почек. Однако появление в моче белка не всегда является специфическим симптомом поражения

почек, а может быть физиологической, естественной реакцией организма и проявляться после приема значительного количества богатой белками и аминокислотами пищи. Эти изменения могут иметь и краткосрочный характер, подтверждением чего является нормальный уровень креатина у этих животных, который, как известно, считается одним из показателей работы как мышц, так и мочевыделительной системы [20].

С целью предупредить развитие патологии почек и печени при организации полноценного белкового питания необходимо создать гибкую систему нормирования КД в рационе животных с учетом массы их тела и планируемого ее прироста. Только это позволит исключить возможность отрицательного влияния данной КД на организм животных при ее использовании.

### *Выводы и заключение*

1. В условиях четырехмесячного эксперимента при поступлении КД «Фитодок нейро» с кормом в дозе на уровне терапевтической (4 г/кг) не выявлено негативных изменений функционального состояния органов и систем организма животных. Напротив, наблюдалась тенденция к повышению массы тела на втором и четвертом месяцах эксперимента, достоверное повышение содержания иммуноглобулинов и работоспособности животных («горизонтальный стержень») в конце четвертого месяца. Это может свидетельствовать об усилении метаболизма в организме, а также о повышении резистентности животных к интенсивным физическим нагрузкам, что подтверждает более высокий иммунный ответ у животных, получавших «Фитодок нейро».

2. У животных, получавших корм с препаратом в дозах в 3 и 5 раз больше рекомендуемой (12 и 20 г/кг корма), в конце третьего месяца достоверно повышалась масса тела. Насыщение организма энергией проявилось в повышении мышечной силы на горизонтальном стержне на третьем и четвертом месяце у животных 2-й группы, и со второго по четвертый месяцы – у животных 3-й группы. В 3-й группе ранее показано повышение содержания гемоглобина и числа лейкоцитов [12], что также можно объяснить действием аминокислот на метаболизм животных.

3. У животных, получавших с кормом «Фитодок нейро» в дозах в 3 и 5 раз больше терапевтической, в конце четырехмесячного эксперимента отмечали повышение диуреза и содержание бел-

ка в моче, а также повышение СПП и уменьшение числа стоек за 3 мин. С одной стороны, повышение диуреза и уровня белка в моче может указывать на поражение почек, а с другой, – быть естественной реакцией организма на потребление значительного количества богатой белками и аминокислотами пищи. У животных, получавших большую из доз, в конце эксперимента обнаружено повышение массовых коэффициентов печени. У некоторых животных этой группы печень была

почти белой, что указывает на развитие жирового гепатоза (ожирение печени).

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. Osella M.C., Re G., Odore R., Girardi C. et al. Canine cognitive dysfunction syndrome: Prevalence, clinical signs and treatment with a neuroprotective nutraceutical // *Applied Animal Behaviour Science*. 2007. 105. 297-310.
2. Landsberg G.M., Long Pan Y., Mougeot I., Milgram N.W. Efficacy of a therapeutic diet on dogs with signs of cognitive dysfunction syndrome. In book: *Proceedings of the 11th International Veterinary Behaviour Meeting, 14-16th September 2017, Samorin, Slovakia* (pp.114-115) DOI:10.1079/9781786394583.01143.
3. 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.hyg.ecol.202202013.
4. Muller W. Effects of piracetam on membrane fluidity in the aged mouse, rat, and human brain // *Biochem. Pharmacol.* 1997. 53: 135–40.
5. Григорова О.В., Ромасенко Л.В., Файзуллоев А.З. и др. Применение глицина в лечении пациентов, страдающих расстройством адаптации // *Практическая медицина*. 2012. 57 (2). 178-82.
6. Потупчик Т., Веселова О., Эверт Л. и др. Спектр фармакологических эффектов глицина // *Врач*. 2015. № 12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/spektr-farmakologicheskikh-effektov-glicina>.
7. Быков И.Л. Молекулярные механизмы и патогенетическая роль нарушений обмена L-карнитина. Дисс... д-ра мед. наук. 2006.
8. Богомолова Р.А. Физиологическое обоснование применения карнитина сельскохозяйственным животным для коррекции метаболизма и повышения продуктивности: автореф. Дисс... д-ра биол. наук: 06. 02. 02. Казань. 2009.
9. Архипов А.В. Справочник по кормовым добавкам. 2-е изд. перераб. и дополн / Под ред. К.М. Солнцева. Мн.: Урожай, 1990. С. 127-137.
10. Айдинян Г.Т. Лецитин и L-карнитин в комбикормах для бройлеров с различными источниками жира. Дисс. канд. с.х. наук. Сергиев Посад, 2015.
11. Ефимова Е.В., Гуськова Т.А., Копелевич В.М., Гунар В.И. Ацетил-Е-карнитин: биологические свойства и клиническое применение // *Химико-фармацевтический журнал*. 2002. Т. 3. С. 3-9.
12. Павлова Н.С., Павленко Г.И., Дорожкин В.И. Изучение влияния кормовой добавки «Фитодок нейро» на показатели крови белых крыс в хроническом эксперименте (сообщение 1) // *Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии»*. 2023. № 2 (46). С. 240-247.
13. Справочник по клиническим лабораторным методам исследования. М.: Медиздание, 1973.
14. Методические рекомендации по исследованию поведенческих реакций животных в токсикологических исследованиях для целей гигиенического нормирования. Киев. 1980.
15. Сперанский С.В. О преимуществах использования нарастающего тока при изучении способности белых мышей к суммации подпороговых импульсов // *Фарм. и токс.* 1965. №1. С. 123-124.
16. Травина О.В. Руководство по биохимическим исследованиям. М., 1955.
17. Фоломеев Ф.И. Фотоколориметрический микрометод определения SH- групп белка и небелковых соединений крови // *Лабораторное дело*. 1981. №1. С. 33-35.
18. Беленький М.А. Эксперименты количественной оценки фармакологического эффекта. Л., 1983.
19. Sarica S., Corduk M., Kilinc K. The Effect of Dietary L-Carnitine Supplementation on Growth Performance, Carcass Traits, and Composition of Edible Meat in Japanese Quail // *J. Appl. Poult. Res.* 2005. Vol. 14. P. 709-715.
20. Гинецинский А.Г. Физиологические механизмы водно-солевого равновесия. М. – Л., 1963.

## REFERENCES

1. Osella M.C., Re G., Odore R., Girardi C. et al. Canine cognitive dysfunction syndrome: Prevalence, clinical signs and treatment with a neuroprotective nutraceutical // *Applied Animal Behaviour Science*. 2007. 105. 297-310.
2. Landsberg G.M., Long Pan Y., Mougeot I., Milgram N.W. Efficacy of a therapeutic diet on dogs with signs of cognitive dysfunction syndrome. In book: *Proceedings of the 11th International Veterinary Behaviour Meeting*, 14-16th September 2017, Samorin, Slovakia (pp.114-115) DOI:10.1079/9781786394583.01143.
3. 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, gigeny` i e`kologii»*. 2022. № 2 (42). S. 239-247. doi: 10.36871/vet.san.hyge.ecol.202202013.
4. Muller W. Effects of piracetam on membrane fluidity in the aged mouse, rat, and human brain // *Biochem. Pharmacol.* 1997. 53: 135-40.
5. Grigorova O.V., Romasenko L.V., Fajzullov A.Z. i dr. Primenenie glicizina v lechenii paczientov, stradayushhikx rasstrojstvom adaptaczii // *Prakticheskaya mediczina*. 2012. 57 (2). 178-82.
6. Potupchik T., Veselova O., E`vert L. i dr. Spekr farmakologicheskikx e`ffektov glicizina // *Vrach*. 2015. № 12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/spektr-farmakologicheskikh-effektov-glicizina>.
7. By`kov I.L. Molekulyarny`e mekhanizmy` i patogeneticheskaya rol` narushenij obmena L-karnitina. Diss... d-ra med. nauk. 2006.
8. Bogomolova R.A. Fiziologicheskoe obosnovanie primeneniya karnitina sel'skokhozyajstvenny`m zhivotny`m dlya korrekczii metabolizma i povy`sheniya produktivnosti: avtoref. Diss... d-ra biol. nauk: 06. 02. 02. Kazan`. 2009.
9. Arkhipov A.V. Spravochnik po kormovy`m dobavkam. 2-e izd. pererab. i dopoln / Pod red. K.M. Solnceva. Mn.: Urozhaj, 1990. S. 127-137.
10. Ajdinyan G.T. Leczitin i L-karnitin v kombikormax dlya brojlerov s razlichny`mi istochnikami zhira. Diss. kand. s.kx. nauk. Sergiev Posad, 2015.
11. Efimova E.V., Gus`kova T.A., Kopelevich V.M., Gunar V.I. Aczetil-E-karnitin: biologicheskie svojstva i klinicheskoe primeneniye // *Kximiko-farmaczevticheskij zhurnal*. 2002. T. 3. S. 3-9.
12. Pavlova N.S., Pavlenko G.I., Dorozhkin V.I. Izuchenie vliyaniya kormovoj dobavki «Fitodok nejro» na pokazateli krovi bely'kx kry's v kxronicheskom e`ksperimente (soobshhenie 1) // *Rossijskij zhurnal «Problemy` veterinarnoj santarii, gigeny` i e`kologii»*. 2023. « 2 (46). S. 240-247.
13. Spravochnik po klinicheskim laboratorny`m metodam issledovaniya. M.: Medizdanie, 1973.
14. Metodicheskie rekomendaczii po issledovaniyu povedencheskikx reakczij zhivotny`kx v toksikologicheskikx issledovaniyakx dlya czelej gigenicheskogo normirovaniya. Kiev. 1980.
15. Speranskij S.V. O preimushhestvax ispol'zovaniya narastayushhego toka pri izuchenii sposobnosti bely'kx my'shej k summaczii podporogovy`kx impul'sov // *Farm. i toks.* 1965. №1. S. 123-124.
16. Travina O.V. Rukovodstvo po biokhimicheskim issledovaniyam. M., 1955.
17. Folomeev F.I. Fotokolorimetriceskij mikrometod opredeleniya SH- grupp belka i nebelkovy`kx soedinenij krovi // *Laboratornoe delo*. 1981. №1. S. 33-35.
18. Belen'kij M.A. E`ksperimenty` kolichestvennoj ocenki farmakologicheskogo e`ffekta. L., 1983.
19. Sari'ca S., Corduk M., Ki'li'nc K. The Effect of Di`etary L-Carni'ti'ne Supplementati`on on Growth Performance, Carcass Trai'ts, and Composi'ti'on of Edi'ble Meat in Japanese Quail // *J. Appl. Poult. Res.* 2005. Vol. 14. P. 709-715.
20. Gineczinskij A.G. Fiziologicheskie mekhanizmy` vodno-solevogo ravnovesiya. M. – L., 1963.

### Информация об авторах

Павлова Н.С. – канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник.

Павленко Г.И. – канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник.

Дорожкин В.И. – д-р биол. наук, академик РАН, руководитель научного направления.

Енгашева Е.С. – д-р вет. наук, старший научный сотрудник.

Захарова Л.Л. – д-р биол. наук, научный консультант.

### Information about the authors

Pavlova N.S. – Cand. Biol. Sci., Leading research associate.

Pavlenko G.I. – Cand. Biol. Sci., Leading research associate.

Dorozhkin V.I. – Dr. Biol. Sci., Academician of the Russian Academy of Sciences.

Engasheva E.S. – Dr. Vet. Sci., Senior researcher.

Zakharova L.L. – Dr. Biol. Sci., Scientific adviser.

### **Вклад авторов**

Павлова Н.С. – введение, проведение экспериментов, написание статьи.

Павленко Г.И. – общее руководство, введение, проведение экспериментов, заключение.

Дорожкин В.И. – постановка цели и задач, общее руководство.

Енгашева Е.С. – разработка схемы эксперимента.

Захарова Л.Л. – разработка схемы эксперимента.

### **Contribution of the authors**

Pavlova N.S. – introduction, conducting the experiments, writing an article.

Pavlenko G.I. – general guidance, introduction, conducting the experiments, conclusion.

Dorozhkin V.I. – setting goals and objectives, general management.

Engasheva E.S. – development of the experimental scheme.

Zakharova L.L. – development of the experimental scheme.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 09.01.2023; одобрена после рецензирования 17.01.2023. Дата опубликования 29.09.2023.

The article was submitted 09.01.2023 approved after reviewing 17.01.2023. Date of publication 29.09.2023.

Научная статья  
УДК 619:616-099  
doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303017  
EDN: JFIYVV

## СОРБЦИЯ КАДМИЯ И СВИНЦА ВЕЩЕСТВАМИ, ПЕРСПЕКТИВНЫМИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ГЕКСАЦИАНОФЕРРАТОВ

Георгий Александрович Жоров<sup>1</sup>, Наталья Анатольевна Бричко<sup>2</sup>, Любовь Львовна Захарова<sup>3</sup>,  
Виктор Николаевич Обрывин<sup>4</sup>, Светлана Васильевна Лемясева<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5</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> geo\_geo@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4525-6827>

<sup>2</sup> lab311@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5719-3251>

<sup>3</sup> zakharovall1951@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0392-8045>

<sup>4</sup> tacs@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0745-6230>

<sup>5</sup> lemyaseva.svetlana@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0369-2842>

**Аннотация.** Разработка новых лекарственных препаратов и кормовых добавок для снижения накопления антропогенных и природных токсикантов (тяжелые металлы, радионуклиды, микотоксины, пестициды и др.) в организме сельскохозяйственных животных и продукции животноводства остается актуальной задачей. Одним из путей ее решения является создание полифункциональных детоксицирующих средств, содержащих в качестве действующих веществ ферроцианиды (гексацианоферраты) переходных металлов. В медицине и ветеринарии энтеросорбенты на основе соединений этого класса применяются как самостоятельные фармакологические средства, так и в форме композиционных препаратов, которые получают методом фиксации ферроцианидов на различных по происхождению и химическому составу веществах-носителях.

Для изучения возможности использования при разработке новых композиционных препаратов тех или иных веществ в качестве носителей и оценки их влияния на детоксикационные свойства ферроцианидов исследована сорбционная эффективность ряда минеральных и органических веществ в отношении кадмия и свинца. Установлено, что фоновое содержание кадмия и свинца в испытанных веществах не превышает МДУ данных токсикантов в кормах, кормовых добавках и ветеринарных препаратах. В условиях *in vitro* наибольшей эффективностью сорбции кадмия и свинца обладают биомасса гриба *Inonotus obliquus* (чага), препараты ферроцин, бифеж и ХЖ-90, цеолитовый туф шивыртуин, смектит диоктаэдрический, белая сажа и хитозана сукцинат (в отношении кадмия – 50,4...89,0%, свинца – 58,3...95,1%). Сочетанное присутствие кадмия и свинца снижает сорбционную способность у большинства испытанных веществ на 1,6...63,6%.

**Ключевые слова:** сорбенты, ферроцианиды, гексацианоферраты, сорбционные свойства, токсичные элементы, кадмий, свинец

**Для цитирования:** Жоров Г.А., Бричко Н.А., Захарова Л.Л., Обрывин В.Н., Лемясева С.В. Сорбция кадмия и свинца веществами, перспективными для создания композиционных препаратов на основе гексацианоферратов // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2023. № 3 (47). С. 374–380. 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303017 EDN: JFIYVV

Original article

## SORPTION OF CADMIUM AND LEAD WITH SUBSTANCES PROMISING FOR THE CREATION OF COMPOSITE PREPARATIONS BASED ON HEXACYANOFERRATES

Georgy A. Zhorov<sup>1</sup>, Natalya A. Brichko<sup>2</sup>, Lyubov L. Zakharova<sup>3</sup>,  
Victor N. Obryvin<sup>4</sup>, Svetlana V. Lemiyaseva<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5</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> geo\_geo@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4525-6827>

<sup>2</sup> lab311@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5719-3251>

<sup>3</sup> zakharovall1951@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0392-8045>

<sup>4</sup> tacs@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0745-6230>

<sup>5</sup> lemyaseva.svetlana@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0369-2842>

**Abstract.** The development of new drugs and feed additives to reduce the accumulation of anthropogenic and natural toxicants (heavy metals, radionuclides, mycotoxins, pesticides, etc.) in the body of farm animals and livestock products remains an urgent task. One of the ways to solve it is to create multifunctional products containing ferrocyanides (hexacyanoferrates) of transition metals as active substances. In medicine and veterinary medicine, enterosorbents based on compounds of this class are used as independent pharmacological agents, and in the form of composite preparations, which are obtained by fixing ferrocyanides on carrier substances of different origin and chemical composition.

To study the possibility of using certain substances as carriers in the creation of new composite preparations and to assess their effect on the detoxification properties of ferrocyanides, the sorption efficiency of a number of mineral and organic substances with respect to Cd and Pb was studied. It was found that the background content of Cd and Pb in the tested substances does not exceed the maximum permissible levels of these toxicants in feed, feed additives and veterinary preparations. Under *in vitro* conditions, the biomass of the fungus *Inonotus obliquus* (chaga), the preparations ferrocin, bifezh and KhZh-90, zeolite tuff shivyrtauin, smectite dioctahedral, white soot and chitosan succinate have the greatest efficiency of Cd and Pb sorption (with respect to Cd – 50.4-89.0%, Pb – 58.3-95.1%). The combined presence of Cd and Pb reduces the sorption capacity of most of the tested substances by 1.6-63.6%.

**Key words:** sorbents, ferrocyanides, hexacyanoferrates, sorption properties, toxic elements, cadmium, lead

**For citation:** Zhorov G.A., Brichko N.A., Zakharova L.L., Obryvin V.N., Lemiyaseva S.V. Sorption of cadmium and lead with substances promising for the creation of composite preparations based on hexacyanoferrates // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2023. № 3 (47). P. 374–380 (In Russ.). doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303017  
EDN: JFIYVV

### Введение

Ферроцианиды (гексацианоферраты) – неорганические соединения железистосинеродистой кислоты, содержащие комплексный анион  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ ; в качестве катиона чаще всего служат ионы калия, калия-железа и аммония. Малорастворимые ферроцианиды переходных металлов, среди которых Fe, Cu, Zn, Ni, Ti, Co, обладают выраженными ионообменными и сорбирующими свойствами и, образуя прочные нерастворимые комплексы с радиоактивными изотопами цезия и рубидия и ток-

сичными элементами (ТЭ – Cd, Pb, Hg, Tl и др.), удаляют их из различных сред. Эта способность позволяет использовать соединения данного класса в самых разных областях деятельности [2, 3].

Многолетнее применение в ветеринарной медицине сорбционно-детоксицирующих препаратов, содержащих ферроцианиды в качестве действующих веществ (ДВ), доказало их высокую эффективность, в первую очередь в отношении радиоактивного цезия. Основу используемых в животноводстве препаратов этой группы состав-

ляют гексацианоферрат(II) железа(III), аммония и калия-железа(III). Введение их в рацион крупного рогатого скота в реальных условиях радиоактивного загрязнения снижает содержание  $^{137}\text{Cs}$ , %: ферроцин – в молоке на 52...90, в мясе – 42...85, соль Нигровича – на 65...73 и 65...70, соль Гизе – на 89...90 и 75...95, бифеж и ЦИИОМ – на 88...92 и 82...85 соответственно. Одним из наиболее эффективных и безопасных среди них является ферроцин (железистосинеродистое железо, берлинская лазурь, Radiogardase и др.), содержащий соли гексацианоферратов(II)  $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  и  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$  [8, 10, 11].

Использование ферроцианидов в составе композиционных препаратов (бифеж, ХЖ-90, ЦИИОМ и др.), включающих органические или минеральные компоненты, более рационально, так как позволяет значительно улучшить сорбционно-детоксикационные свойства, расширить спектр активности в отношении большего круга токсикантов, устранить негативные свойства и побочное действие на организм. Так, ферроцин, нанесенный на целлюлозный носитель в препарате бифеж, более чем в 2 раза эффективнее сорбирует цезий, чем ферроцин в чистом виде. Аналогично, гексацианоферрат железа, иммобилизованный в матрицу биомассы *Zostera marina*, имеет сорбционную емкость в 1,8 раза выше по сравнению с ферроцином, и более высокую механическую прочность сорбента [7...9].

В связи с постоянно растущим объемом научных данных о высокой детоксикационной эффективности ферроцианидов в отношении не только радиоактивных изотопов, но и ТЭ и микотоксинов, а также об их положительном влиянии на общее состояние здоровья, продуктивность животных и качество получаемой продукции, дальнейшие исследования по повышению сорбционных свойств и совершенствованию методов применения существующих и синтезу новых веществ на основе ферроцианидов следует считать перспективными.

Одним из путей создания новых композиционных детоксикантов является метод фиксации гексацианоферратов переходных металлов на разных по происхождению и составу минеральных и органических веществах-носителях (бентониты, целлюлоза, хитозан, альгинаты, активированные угли и др.), действующих в качестве матрицы для осажденного ДВ [1, 4, 5].

Для адекватной оценки свойств создаваемых композиций, совместимости и взаимного влия-

ния компонентов были изучены сорбционные свойства в отношении кадмия и свинца у ряда веществ, используемых в качестве носителей ферроцианидов.

### Материалы и методы

Исследовали минеральные и органические вещества природного и искусственного происхождения, в разной степени обладающие сорбционными свойствами и оцениваемые как перспективные с точки зрения возможности использовать их в качестве носителей для осажденных ферроцианидов. Использовали: ферроцин и композиционные сорбенты бифеж и ХЖ-90 (препараты сравнения), минеральные вещества – цеолитовый туф (шивыртуин), смектит диоктаэдрический (смекта), кремнийсодержащие сорбенты (полисорб МП, сажа белая, ковелос-сорб), белую глину, вермикулит; органические вещества – активированный уголь, хитозана сукцинат, биомассу гриба *Inonotus obliquus* (чага), полифепан (лигнин).

Сорбционную способность отобранных веществ в отношении кадмия и свинца определяли *in vitro* в статических условиях [6]. Дозы ТЭ составляли около 10 МДУ содержания данных токсикантов в основных видах кормов, входящих в состав рационов продуктивных животных (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.). Использовали водные растворы ТЭ в концентрациях (по металлу): раствор № 1 – 0,5 мг/мл кадмия нитрата ( $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 / 4\text{H}_2\text{O}$ ) и раствор № 2 – 5 мг/мл свинца нитрата ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ). Раствор № 3 содержал смесь солей кадмия и свинца в тех же концентрациях и использовался для определения взаимного влияния токсикантов на сорбционную способность веществ. Чтобы предотвратить образование осадка солей кадмия и свинца, в растворы добавляли одну-две капли концентрированной азотной кислоты.

Для каждого испытуемого образца готовили по три ряда стеклянных емкостей, в которые помещали навески сорбентов в диапазоне масс от 0,01 до 0,25 г. Вносили по 1 мл растворов № 1 (Cd) или № 2 (Pb), или № 3 (Cd + Pb), добавляли дистиллированную воду, доводя объем жидкости до 25 мл. С целью определить фоновые уровни кадмия и свинца в изучаемых веществах, готовили отдельные емкости с сорбентами, куда добавляли

по 25 мл дистиллированной воды без ТЭ. Емкости встряхивали в течение часа, оставляли на сутки, фильтровали через бумажный фильтр (Filtrak, № 90, синяя лента), осадок промывали 5 мл дистиллированной воды.

Содержание кадмия и свинца в полученных фильтрах определяли на атомно-абсорбционном спектрометре AA240FS фирмы Varian. Эффективность сорбции (%) оценивали, сравнивая остаточные количества ТЭ в фильтрате с их исходным содержанием в растворах.

### Результаты исследований и обсуждение

В зависимости от состава и происхождения сорбенты и биологически активные вещества (в первую очередь природные) могут содержать в различных количествах примеси, в том числе токсичные вещества и соединения и способны становиться источником их поступления в организм или влиять на результаты исследований. Поэтому предварительно были определены фоновые уровни содержания кадмия и свинца в испытуемых сорбентах (табл. 1).

При определении ТЭ в фильтрах максимальное фоновое содержание свинца было выявлено

**Таблица 1. Фоновое содержание кадмия и свинца (Cd и Pb) в испытуемых веществах**

**Table 1. Background content of Cd and Pb in the tested substances**

Испытуемое вещество	Содержание токси- кантов, мг/кг	
	Cd	Pb
Ферроцин	< 0,005	< 0,05
Бифеж	< 0,005	< 0,05
ХЖ-90	< 0,005	< 0,05
Цеолит (шивыртуин)	0,045 ± 0,005	9,38 ± 0,12
Смектит диоктаэдрический	< 0,005	0,07 ± 0,01
Вермикулит	< 0,005	0,06 ± 0,01
Полисорб МП	< 0,005	< 0,05
Ковелос-сорб	0,005 ± 0,002	< 0,05
Сажа белая	< 0,005	< 0,05
Глина белая	< 0,005	6,20 ± 0,66
Активированный уголь	< 0,005	< 0,05
Гриб <i>Inonotus obliquus</i> (чага)	0,044 ± 0,002	< 0,05
Хитозана сукцинат	0,011 ± 0,001	< 0,05
Полифепан	< 0,005	< 0,05

в природном минеральном цеолитовом туфе (шивыртуин) и белой глине, соответственно 9,38 и 6,20 мг/кг. Максимальный фон кадмия обнаружен на уровне 0,045 мг/кг в шивыртуине и в органических веществах – биомассе чаги (0,044 мг/кг) и хитозане (0,011 мг/кг). В остальных сорбентах содержание ТЭ не превышало нижних пределов определения. В целом, все исследованные сорбенты по содержанию кадмия и свинца отвечали требованиям безопасности, в соответствии с которыми МДУ в кормах составляют, мг/кг: для свинца – 2...5 (в минеральных добавках 50), для кадмия – 0,2...0,4. При фоновом содержании ТЭ, выявленные в испытуемых веществах, не способны оказывать влияния на результаты определения их сорбционных свойств.

Результаты изучения сорбционных свойств представлены в таблице 2.

Эффективность сорбции у большинства испытанных веществ была выше в отношении свинца, за исключением смектита, вермикулита и ковелос-сорба, которые активнее сорбировали кадмий. Высокий (более 50%) уровень сорбции свинца в основном проявлялся при массе навесок сорбентов более 0,1 г. У вермикулита и полисорба максимальная эффективность сорбции кадмия достигала 38...48,5%, свинца – 31,1...40,5% при массе навесок от 0,05 до 0,1 г и дальнейшее увеличение массы к повышению сорбции не приводило. В то же время, ферроцин, бифеж, ХЖ-90 и белая сажа в отношении свинца проявили высокую (более 50%) сорбционную способность уже при минимальной массе навесок, взятой в опыты (0,01 г), и с повышением массы эффективность сорбции возрастала: у ферроцианидных препаратов до 83,3...92,5%, у белой сажи – до 94,9%. Чага в условиях *in vitro* сорбировала кадмия до 89,0%, а свинца – до 95,1%.

Таким образом, наиболее эффективными сорбентами оказались биомасса чаги, ферроцианидсодержащие препараты ферроцин, бифеж и ХЖ-90, шивыртуин, смектит, белая сажа и хитозан, уровни сорбции у которых в отношении кадмия и свинца находились в диапазоне от 50,4 до 95,1%. Минералы вермикулит, полисорб МП, ковелос-сорб и белая глина, а также активированный уголь и полифепан (лигнин) сорбировали ТЭ значительно слабее – в диапазоне от 3 до 48,5%. Сочетанное присутствие кадмия и свинца в растворах в большинстве случаев влияло негативно, снижая сорбционную способность на 1,6...63,6%.

**Таблица 2. Эффективность сорбции кадмия и свинца (Cd и Pb) исследуемыми веществами**

*Table 2. Efficiency of Cd and Pb sorption in the studied substances*

Испытуемое вещество	Степень извлечения токсикантов, %			
	Раздельное присутствие ТЭ		Сочетанное присутствие ТЭ	
	Cd	Pb	Cd	Pb
Ферроцин	50,4	85,0	48,1	52,5
Бифеж	60,6	83,3	58,5	59,5
ХЖ-90	87,5	92,5	86,1	87,5
Цеолит (шивыртуин)	21,8	88,9	19,5	85,7
Смектит диоктаэдрический	57,9	39,5	62,0	36,5
Вермикулит	48,5	31,1	31,9	31,5
Полисорб МП	38,0	40,5	26,8	35,0
Ковелос-сорб	31,1	12,2	17,4	8,4
Сажа белая	85,7	94,9	80,3	64,1
Глина белая	8,4	17,6	5,4	11,8
Активированный уголь	3,0	16,7	1,2	8,3
Гриб <i>Inonotus obliquus</i> (чага)	89,0	95,1	76,8	88,2
Хитозана сукцинат	24,0	58,3	20,3	50,7
Полифепан	6,6	17,9	2,4	12,8

### Заключение

Синтетические композиционные детоксицирующие средства на основе ферроцианидов (гексацианоферратов), фиксированных на веществах-носителях, обладают преимуществами с точки зрения эффективности, спектра действия и безопасности, по сравнению с ферроцианидами, применяемыми отдельно или в сочетании с другими сорбентами и биологически активными веществами. В связи с этим актуален поиск веществ, способных выполнять роль носителей для ферроцианидов.

Была изучена эффективность сорбции токсичных элементов (кадмия и свинца) у ряда веществ и препаратов, применяемых в медицине и ветеринарии в качестве энтеросорбентов для детоксикации организма при поступлении и кумуляции антропогенных и природных токсикантов различных классов.

Установлено, что фоновые уровни присутствия кадмия (до 0,045 мг/кг) и свинца (до 9,38 мг/кг), выявленные в некоторых веществах, не превышают МДУ в кормах, кормовых добавках и ветеринарных фармакологических средствах и не способны повлиять на результаты изучения сорбционных свойств. Эффективность сорбции в

условиях *in vitro* у большинства испытанных веществ выше в отношении кадмия, чем свинца. Наиболее эффективны биомасса чаги, ферроцианидсодержащие препараты ферроцин, бифеж и ХЖ-90, цеолитовый туф, шивыртуин, смектит диоктаэдрический, белая сажа и хитозана сукцинат, у которых уровни сорбции достигают 50,4...89% в отношении кадмия и 58,3...95,1% – свинца. Сочетанное присутствие кадмия и свинца в растворах в большинстве случаев приводит к снижению сорбционной способности на 1,6...63,6%.

Полученные данные необходимы для оценки совместимости и взаимного влияния используемых компонентов при создании композиционных сорбционно-детоксицирующих средств на основе ферроцианидов (гексацианоферратов) переходных металлов.

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. Антипенко О.Н. Эффективность нового ферроцианидсодержащего сорбента // Медико-биологические проблемы жизнедеятельности. 2019. № 1 (21). С. 30-35.
2. Ванин И.А., Чернышов С.В., Обручникова Я.А., Трошкина И.Д. Извлечение ионов тяжелых металлов синтетическими неорганическими ионообменниками // Успехи в химии и химической технологии. 2016. Т. 30. № 6 (175). С. 44-45.
3. Горячев В.А., Тананаев И.Г., Дергунова Д.П. Извлечение  $^{134,137}\text{Cs}$  целлюлозно-неорганическим сорбентом на основе ферроцианида железа-калия «Анфеж» из ЖРО, содержащих морскую воду // Вопросы радиационной безопасности. 2018. № 1. С. 12-18.
4. Егорин А.М., Диденко Н.А., Кайдалова Т.А., Земскова Л.А. Получение и свойства хитозансодержащих ферроцианидных сорбентов для сорбции  $^{137}\text{Cs}$  из жидких сред // Радиохимия. 2014. Т. 56. № 3. С. 234-240.
5. Зелина М.А., Пан Л.С., Бахирева О.И. Синтез биосорбентов цезия на основе водорослей и ферроцианида железа (III) для их использования в качестве антидота // Химия. Экология. Урбанистика. 2019. Т. 1. С. 387-391.
6. Максатова А.М., Везенцев А.И., Михайлюкова М.О., Калашникова Л.А. Физико-химические основы получения адсорбента на основе диатомита // Вестник современных исследований. 2017. № 7-1 (10). С. 162-169.
7. Пан Л.С., Головкова Ю.А., Бахирева О.И., Соколова М.М. Иммуобилизация гексацианоферрата железа (III) на морской траве *Zostera marina* для высокого и селективного удаления цезия из воды // Вестник Пермского нац. исследовательского политех. университета. Химическая технология и биотехнология. 2022. № 3. С. 16-30.
8. Ремез В.П. Фармакологическая композиция на основе соединений железа. Патент № RU 2625739 от 18.07.2017. 7 с.
9. Ремез М.П., Ремез В.П. Практика удаления радионуклидов цезия из молока в хозяйствах Брянской области с использованием сорбента Бифеж // Тез. докл. Первой Российской конф. по радиохимии, Дубна. 1994. С. 143.
10. Шейко И.П. Получение экологически чистой продукции животноводства в условиях техногенного загрязнения регионов Беларуси // В сб.: Экологический мониторинг окружающей среды. Материалы международной школы молодых ученых. Новосибирский гос. аграрный унив. 2016. С. 191-208.
11. Giese W.W. Countermeasures for reducing the transfer of radiocaesium to animal derived foods // The Sc. of the Total Env. 1989. 85. P. 317-327.

## REFERENCES

1. Antipenko O.N. E`ffektivnost` novogo ferrocyanidsoderzhashhego sorbenta // Mediko-biologicheskie problemy` zhiznedeyatel`nosti. 2019. № 1 (21). S. 30-35.
2. Vanin I.A., Cherny`shov S.V., Obruchnikova Ya.A., Troshkina I.D. Izvlechenie ionov tyazhely`kx metallov sinteticheskimi neorganicheskimi ionoobmennikami // Uspekxi v kximii i kximicheskoy tekhnologii. 2016. T. 30. № 6 (175). S. 44-45.
3. Goryachev V.A., Tananaev I.G., Dergunova D.P. Izvlechenie  $^{134,137}\text{Cs}$  czellyulozno-neorganicheskim sorbentom na osnove ferrocyanida zheleza-kaliya «Anfezh» iz ZhRO, soderzhashhikx morskuyu vodu // Voprosy` radiacionnoj bezopasnosti. 2018. № 1. S. 12-18.
4. Egorin A.M., Didenko N.A., Kajdalova T.A., Zemskova L.A. Poluchenie i svojstva kxitozansoderzhashhikx ferrocyanidny`kx sorbentov dlya sorbczii  $^{137}\text{Cs}$  iz zhidkikx sred // Radiokhimiya. 2014. T. 56. № 3. S. 234-240.
5. Zelina M.A., Pan L.S., Bakhireva O.I. Sintez biosorbentov czeziya na osnove vodoroslej i ferrocyanida zheleza (III) dlya ikh ispol`zovaniya v kachestve antidota // Kximiya. E`kologiya. Urbanistika. 2019. T. 1. S. 387-391.
6. Maksatova A.M., Vezenczev A.I., Mikhajlyukova M.O., Kalashnikova L.A. Fiziko-kximicheskie osnovy` polucheniya adsorbenta na osnove diatomita // Vestnik sovremenny`kx issledovaniy. 2017. № 7-1 (10). S. 162-169.
7. Pan L.S., Golovkova Yu.A., Bakhireva O.I., Sokolova M.M. Immobilizaciya geksacianoferrata zheleza (III) na morskoy trave *Zostera mari`* na dlya vy`sokogo i selektivnogo udaleniya czeziya iz vody` // Vestnik Permskogo nacz. issledovatel`skogo politekh. universiteta. Kximicheskaya tekhnologiya i biotekhnologiya. 2022. № 3. S. 16-30.
8. Remez V.P. Farmakologicheskaya kompozicziya na osnove soedinenij zheleza. Patent № RU 2625739 ot 18.07.2017. 7 s.
9. Remez M.P., Remez V.P. Praktika udaleniya radionuklidov czeziya iz moloka v kxozyajstvax Bryanskoj oblasti s ispol`zovaniem sorbenta Bifezh // Tez. dokl. Pervoj Rossijskoj konf. po radiokximii, Dubna. 1994. S. 143.
10. Shejko I.P. Poluchenie e`kologicheski chistoj produkcii zhivotnovodstva v usloviyax tekhnogennoho zagryazneniya regionov Belarusi // V sb.: E`kologicheskij monitoring okruzhayushhej sredy`. Materialy` mezhdunarodnoj shkoly` molody`kx ucheny`kx. Novosibirskij gos. agrarny`j univ. 2016. S. 191-208.
11. Giese W.W. Countermeasures for reducing the transfer of radiocaesium to animal derived foods // The Sc. of the Total Env. 1989. 85. P. 317-327.

### **Информация об авторах**

Жоров Г.А. – канд. вет. наук, ведущий научный сотрудник.  
Бричко Н.А. – канд. вет. наук, ведущий научный сотрудник.  
Захарова Л.Л. – д-р биол. наук, научный консультант.  
Обрывин В.Н. – канд. вет. наук, научный сотрудник.  
Лемясева С.В. – канд. биол. наук, старший научный сотрудник.

### **Information about the authors**

Zhorov G.A. – Cand. Vet. Sci., Leading research associate.  
Brichko N.A. – Cand. Vet. Sci., Leading research associate.  
Zakharova L.L. – Dr. Biol. Sci., Scientific adviser.  
Obryvin V.N. – Cand. Vet. Sci., Research associate.  
Lemiyaseva S.V. – Cand. Biol. Sci., Senior researcher.

### **Вклад авторов**

Жоров Г.А. – разработка концепции и подготовка текста статьи.  
Бричко Н.А. – выполнение исследований и представление результатов.  
Захарова Л.Л. – анализ научной литературы и нормативных документов.  
Обрывин В.Н. – выполнение исследований и представление результатов.  
Лемясева С.В. – обработка экспериментальных данных.

### **Contribution of the authors**

Zhorov G.A. – development of the concept and preparation of the text of the article.  
Brichko N.A. – performing research and presenting results.  
Zakharova L.L. – analysis of scientific literature and regulatory documents.  
Obryvin V.N. – performing research and presenting results.  
Lemiyaseva S.V. – processing of experimental data.

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

Статья поступила в редакцию 20.02.2023; одобрена после рецензирования: 06.03.2023. Дата опубликования 29.09.2023.

The article was submitted 20.02.2023; approved after reviewing 06.03.2023. Date of publication 29.09.2023.

Научная статья  
УДК 619:615.9  
doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303018  
EDN: JKHJOI

## ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНТЕРОСОРБЕНТА АЛВИСОРБ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ИНТОКСИКАЦИИ ОРГАНИЗМА ПЧЕЛ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ПРЕПАРАТОМ ОКСИВИТ ОТ ЕВРОПЕЙСКОГО ГНИЛЬЦА

*Валентина Павловна Галимова<sup>1</sup>, Николай Валерьевич Блинов<sup>2</sup>,  
Алексей Борисович Сохликов<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> chrodat@gmail.com

<sup>2</sup> blinkolay@yandex.ru, ORCID 0000-0003-0522-7637

<sup>3</sup> asohlikov@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-6402-4624

**Аннотация.** Статья посвящена изучению возможности использования энтеросорбентов для детоксикации организма пчел при действии завышенных доз лекарственных препаратов, применяемых для лечения пчелиных семей от гнильцовых заболеваний. Проведенные исследования подтвердили, что при использовании препарата Оксивит (действующее вещество – окситетрациклина гидрохлорид) с соблюдением терапевтической дозы, жизнеспособность пчел не нарушается и мед остатками антибиотика не загрязняется. Завышение дозы препарата вдвое при опрыскивании соторамок губительно для молодых личинок пчел и отрицательно влияет на качество меда. Отрицательный эффект от применения завышенной дозы антибиотика удалось нейтрализовать с помощью энтеросорбента Алвисорб путем совместного применения.

**Ключевые слова:** европейский гнилец пчел, окситетрациклин, энтеросорбент, мед, ВЭЖХ

**Для цитирования:** *Галимова В.П., Блинов Н.В., Сохликов А.Б.* Изучение эффективности энтеросорбента Алвисорб для снижения интоксикации организма пчел при лечении препаратом Оксивит от европейского гнильца // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». С. 381–386. 2023. № 3 (47). doi: 10.36871/vet.san.hyг.ecol.202303018  
EDN: JKHJOI

Original article

## STUDYING THE EFFICIENCY OF ENTEROSORBENT ALVISORB FOR REDUCING INTOXICATION OF THE BEE ORGANISM DURING TREATMENT WITH OXYVIT FROM EUROPEAN FOULDER

*Valentina P. Galimova<sup>1</sup>, Nicolay V. Blinov<sup>2</sup>, Alexei B. Sokhlikov<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> chrodat@gmail.com

<sup>2</sup> blinkolay@yandex.ru, ORCID 0000-0003-0522-7637

<sup>3</sup> asohlikov@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-6402-4624

**Abstract.** The article is devoted to the study of the possibility of using enterosorbents for detoxification of the organism of bees under the influence of excessive doses of drugs used to treat bee colonies from foul diseases. The conducted studies have confirmed that the use of the drug Oxyvit (active ingredient – oxytetracycline hydrochloride) in compliance with the therapeutic dose, the viability of bees is not impaired and honey is not contaminated with antibiotic residues. Doubling the dose of the drug when spraying honeycombs is detrimental to young bee larvae and adversely affects the quality of honey. The negative effect of the use of an overdose of the antibiotic was neutralized with the help of Alvisorb enterosorbent by joint use.

**Key words:** European foulbrood, oxytetracycline, enterosorbent, honey, HPLC

**For citation:** Galimova V.P., Blinov N.V., Sokhlikov A.B. Studying the efficiency of enterosorbent Alvisorb for reducing intoxication of the bee organism during treatment with Oxyvit from european foulbrood // Russian Journal «Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology». 2023. № 3 (47). P. 381–386 (In Russ.). doi: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202303018  
EDN: JKHJOI

### Введение

Серьезным препятствием на пути развития современного пчеловодства являются инфекционные болезни пчел. Особенно широкое распространение в последние годы получили гнильцовые заболевания. Различают американский, европейский гнилец пчел и парагнилец.

Европейский гнилец пчел (European Foulbrood, EFB) – болезнь открытого расплода, сопровождающаяся гниением и массовой гибелью личинок 3...4-суточного возраста, что приводит к значительному уменьшению количества фуражирующих пчел, ослаблению пчелиных семей и снижению их продуктивности. Возбудителем европейского гнильца служит грамположительная ланцетовидная коккобактерия *Melissococcus plutonius*.

В настоящее время в Российской Федерации для лечения гнильцовых заболеваний пчел разрешены к применению ветеринарные препараты на основе окситетрациклина, который оказывает выраженное бактериостатическое действие, но может отрицательно влиять на организм пчел, а его остаточные количества при неправильном применении могут попадать в товарную продукцию пчеловодства, в том числе и мед. Мед в настоящее время входит в список наиболее часто фальсифицируемых продуктов питания, кроме того, в нем находят следы антибактериальных препаратов, вызывающих у человека аллергию и дисбактериозы. Согласно СанПиН 2.3.21078-01 присутствие антибиотиков в меде не допускается.

Для снижения негативного действия экотоксикантов используют метод энтеросорбции, который основан на связывании и выведении из организма ксенобиотиков. Мы в своей работе использовали энтеросорбент ветеринарного на-

значения Алвисорб (производитель – ООО НПЦ «Фокс и Ко», Москва). Это гелеобразная масса мягкой пористой структуры, предназначенная для адсорбции в пищеварительном тракте токсичных ксенобиотиков и метаболитов естественного происхождения. В просвете желудочно-кишечного тракта препарат связывает и выводит из организма полярные, умеренно полярные и неполярные (липофильные) токсины экзогенной и эндогенной природы, в том числе химического и биологического происхождения.

На экспериментальной пасеке ВНИИВСГЭ – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН были выявлены семьи пчел с клиническими признаками европейского гнильца, что подтверждено бактериологическими исследованиями.

Для лечения семей пчел от европейского гнильца мы использовали зарегистрированный в Российской Федерации препарат Оксивит (производитель – ООО «Апи-Сан», Москва) в порошке. Действующим веществом Оксивита является окситетрациклина гидрохлорид. Препарат применяли в дозе 0,5 г на одну пчелиную семью, используя способ опрыскивания с сахарным раствором и скармливания с сахарным сиропом.

Завышенную дозу Оксивита (1 г на пчелиную семью) испытали на четырех пчелиных семьях, в одной из которых при обработке путем опрыскивания использовали смесь препарата с энтеросорбентом Алвисорб.

### Материалы и методы

Исследования проводили в лаборатории фармакологии и токсикологии, лаборатории ветеринарной санитарии и экологической безопасности в пчеловодстве, на экспериментальной пасеке

ВНИИВСГЭ – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН в соответствии с «Основными методическими требованиями к постановке экспериментов в пчеловодстве» (ВАСХНИЛ, 1971); «Инструкцией по дезинфекции, дезакаризации, дезинсекции и дератизации на пасаках» (утв. ГУВ МСХ СССР 25.06.1982); «Инструкцией о мероприятиях по предупреждению и ликвидации болезней, отравлений и основных вредителей пчел» (утв. Департаментом ветеринарии Российской Федерации 17.08.1998).

Для исследования меда на присутствие остаточных количеств окситетрациклина был использован метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

**Аппаратура и реактивы.** Жидкостной хроматограф HPLC фирмы Waters™ с насосной системой Waters 1500-Series HPLC Pump, обращенно-фазной хроматографической колонкой из нержавеющей стали Simmetri C18, длиной 150 мм, внутренним диаметром 4,6 мм, наполненной сорбентом с порами диаметром 5 мкм (установлена в термостате), ультрафиолетовым детектором Waters 2487, автоинжектором, автосамплером, термостатом колонки и системой управления хроматографом, сбора и обработки данных Breeze™ на базе PC Pentium Dual-Core; узел подготовки подвижной фазы, включающий устройство для фильтрации и дегазации растворов Warning и вакуум-насос; весы аналитические электронные 20-060-102 ЕП 214; ультразвуковая ванна VBS 2DD Wilitek; рН-метр Аквилон-410; ацетонитрил для ВЭЖХ; карбинол для ВЭЖХ; кислоты ортофосфорная, хлористоводородная (соляная) и муравьиная; стандарт аналитический окситетрациклина гидрохлорида, активностью ДВ 99,8%; лабораторная посуда.

**Пробоподготовка.** Пробы меда отбирали непосредственно из гнездовых рамок и исследовали объединенную пробу. Экстракцию, очистку экстрактов и концентрирование пробы проводили способом жидкостной и твердофазной экстракции по методу, разработанному ФГБОУ ВО «Казанская ГАВМ им. Н.Э. Баумана». Навеску меда 2 г помещали в полипропиленовую трубу для центрифугирования и растворяли в 10 мл буферного раствора Mellvaine. Раствор перемешивали в течение 20 мин на шейкере. Затем трубу помещали в центрифугу на 10 мин при 3000 об/мин. Раствор фильтровали через мембранный фильтр  $d = 0,45$  мкм. Фильтрат загружали в концентрирующий патрон Диапак C18, предварительно активи-

ровав его 3 мл метанола и 3 мл воды. Образец промывали 15 мл воды, элюировали 6 мл метанола. Собранный элюат выпаривали в токе азота досуха и перерастворяли в 5 мл 0,1%-го водного раствора муравьиной кислоты. Далее пробу пропускали через мембранный фильтр 0,45 мкм и вводили в хроматограф.

**Условия хроматографического разделения и детектирования.** Хроматографическая колонка из нержавеющей стали обращенно-фазная Simmetri C18, длиной 150 мм, внутренним диаметром 4,6 мм, наполненная сорбентом с порами диаметром 5 мкм. Температура термостатирования колонки 25°C; длина волны УФ детектора 254 нм; подвижная фаза: смесь ацетонитрил–метанол–0,01М водный раствор HCl, рН 2,9; скорость протекания элюента 1 мл/мин; объем петли вводимой пробы 10 мкл. При данных условиях хроматографирования время выхода окситетрациклина составляет 1,3 мин.

Контролем служил свежий мед, искусственно загрязненный аналитическим стандартом окситетрациклина гидрохлорида согласно СанПиН 2.3.2.1078-01 в концентрации 10 мкг/кг.

### *Результаты исследований и обсуждение*

Пчелиные семьи с клиническими признаками европейским гнильца пчел были обработаны по следующей схеме (табл. 1).

Опрыскивание пчел проводили лечебным раствором, для приготовления которого количество препарата, рассчитанное на число обрабатываемых семей, сначала размешивали в небольшом объеме кипяченой воды (температурой 35...40°C), затем вносили в теплый (35...40°C) водный раствор сахарозы (25%-й концентрации). Соторамки с пчелами обрабатывали из мелкодисперсного опрыскивателя, обеспечивающего их равномерное смачивание при норме расхода 10...15 мл лечебного раствора на одну рамку, особенно тщательно обрабатывая зоны размещения пораженного расплода.

Для скармливания пчелам необходимое количество препарата сначала размешивали в небольшом количестве теплой воды, затем добавляли к сахарному сиропу (50%-й концентрации) и скармливали семьям пчел в верхних кормушках из расчета 100 мл на одну соторамку.

Обработки проводили с интервалом 7 сут до исчезновения клинических признаков заболева-

**Таблица 1. Схема обработки семей пчел**

**Table 1. Processing scheme for bee colonies**

№ семьи пчел	Способ внесения препарата в семьи пчел	Доза препарата Оксивит, г	Доза сорбента Алвисорб, г
1	Опрыскивание с сахарным раствором	0,5	–
2	Скармливание с сахарным сиропом	0,5	–
3	Опрыскивание с сахарным раствором	0,5	0,5
4	Скармливание с сахарным сиропом	0,5	0,5
5	Опрыскивание с сахарным раствором	1,0	–
6	Скармливание с сахарным сиропом	1,0	–
7	Опрыскивание с сахарным раствором	1,0	1,0
8	Скармливание с сахарным сиропом	1,0	1,0

ния. Через 7 сут после последней обработки из гнездовых рамок отбирали мед, составляли объединенную пробу от каждой обработанной семьи в количестве 100±20 г и исследовали в лаборатории на содержание остаточных количеств окситетрациклина гидрохлорида методом ВЭЖХ. При проведении лечебных обработок семей пчел препаратом Оксивит было отмечено, что клинические признаки европейского гнильца исчезли после третьей обработки препаратом в терапевтической дозе. Отрицательного действия на рабочих пчел, пчелиных маток и трутней замечено не было.

В пчелиной семье № 5, где использовали препарат Оксивит путем опрыскивания в дозе 1 г (завышенная в 2 раза терапевтическая доза),

была отмечена гибель пчелиной матки и молодых личинок рабочих пчел. Это можно объяснить токсическим действием окситетрациклина гидрохлорида в завышенной в 2 раза терапевтической дозе и использованием метода опрыскивания лечебным раствором рамок с расплодом и находящимися на них пчелами, когда раствор препарата попадает непосредственно на пчел и на молодых личинок в ячейках сотов.

При добавлении к завышенной дозе препарата Оксивит энтеросорбента Алвисорб (семья № 7) негативного действия препарата Оксивит на рабочих пчел, пчелиных маток и трутней пчел не отмечено. Результаты исследования проб меда представлены в таблицах 2...5.

**Таблица 2. Остаточные количества окситетрациклина в меде через 7 сут после первой обработки препаратом Оксивит**

**Table 2. Residual amounts of oxytetracycline in honey in 7 days after the first treatment with Oxyvit**

Доза препарата, г	Способ внесения препарата в семьи пчел	
	опрыскивание пчел	скармливание с сиропом
0,5	Не обнаружено	Не обнаружено
0,5 + Алвисорб	То же	То же
1,0	-«-	-«-
1,0 + Алвисорб	-«-	-«-

**Таблица 3. Остаточные количества окситетрациклина в меде через 7 сут после второй обработки препаратом Оксивит**

**Table 3. Residual amounts of oxytetracycline in honey in 7 days after the second treatment with Oxyvit**

Доза препарата, г	Способ внесения препарата в семьи пчел	
	опрыскивание пчел	скармливание с сиропом
0,5	Не обнаружено	Не обнаружено
0,5 + Алвисорб	То же	То же
1,0	Следы	-«-
1,0 + Алвисорб	Не обнаружено	-«-

**Таблица 4. Остаточные количества окситетрациклина в меде через 7 сут после третьей обработки препаратом Оксивит**

*Table 4. Residual amounts of oxytetracycline in honey in 7 days after the third treatment with Oxivit*

Доза препарата, г	Способ внесения препарата в семьи пчел	
	опрыскивание пчел	скармливание с сиропом
0,5	Не обнаружено	Не обнаружено
0,5 + Алвисорб	То же	То же
1,0	Следы	Следы
1,0 + Алвисорб	Не обнаружено	Не обнаружено

**Таблица 5. Остаточные количества окситетрациклина в меде через 28 сут после начала обработки препаратом Оксивит**

*Table 5. Residual amounts of oxytetracycline in honey in 28 days after the start of treatment with Oxivit*

Доза препарата, г	Способ внесения препарата в семьи пчел	
	опрыскивание пчел	скармливание с сиропом
0,5	Не обнаружено	Не обнаружено
0,5 + Алвисорб	То же	То же
1,0	-«-	-«-
1,0 + Алвисорб	-«-	-«-

Таким образом, применение препарата Оксивит согласно инструкции в лечебной дозе 0,5 г, методом опрыскивания с сахарным раствором или скармливания с сахарным сиропом трижды с интервалом 7 сут привело к исчезновению клинических признаков европейского гнильца пчел. При этом отрицательного действия на пчел не отмечено. Остаточных количеств окситетрациклина в пробах меда методом ВЭЖХ не обнаружено. При обработке пчелиных семей с признаками европейского гнильца препаратом Оксивит путем опрыскивания в дозе, превышающей терапевтическую в 2 раза, отмечена гибель пчелиной матки и молодых личинок рабочих пчел. В меде обнаружены следы окситетрациклина гидрохлорида. При добавлении энтеросгеля Алвисорб к Оксивиту в завышенной вдвое дозе при обработке семей пчел путем опрыскивания негативного воздействия на семьи пчел не отмечено.

### **Заключение**

Для лечения европейского гнильца пчел эффективно применять препарат Оксивит согласно инструкции в лечебной дозе 0,5 г, используя способ опрыскивания с сахарным раствором или скармливания с сахарным сиропом трижды с интервалом 7 сут.

При обработке пчелиных семей с признаками европейского гнильца препаратом Оксивит в дозе,

превышающей терапевтическую в 2 раза, используя способ опрыскивания, была отмечена гибель пчелиной матки и молодых личинок рабочих пчел. В меде обнаружены следы окситетрациклина гидрохлорида. При добавлении энтеросгеля Алвисорб для предотвращения токсического действия Оксивита в завышенной вдвое дозе негативного действия на семьи пчел не отмечено. Проведение лечебных обработок препаратом Оксивит при европейском гнильце пчел с использованием энтеросорбирующего средства Алвисорб способствует снижению токсического действия окситетрациклина гидрохлорида на пчел даже в условиях завышенных доз.

После проведения курса лечения пчелиных семей от европейского гнильца с использованием препаратов на основе окситетрациклина гидрохлорида откачку меда от этих семей можно проводить не ранее чем через 21 сут.

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. Архицкая Е.В., Якушкин И.В. Практическое значение и эффективность применения энтеросорбентов в животноводстве // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. 2016. № 2. URL <http://e-journal.omgau.ru/index.php/spetsvypusk-2/31-spets02/400-00149>.
2. Галютдинова Г.Г. Идентификация антибиотика тетрациклина гидрохлорида в меде методом ВЭЖХ с УФ-детектором. Материалы научно-практ. конф. «Актуальные проблемы аграрной науки Республики Татарстан». Казань, 2018.
3. ГОСТ Р 54655-2011. Мед натуральный. Метод определения антибиотиков. М.: Стандартинформ, 2019.
4. Грбов О.Ф., Смирнов А.М., Попов Е.Т. Болезни и вредители медоносных пчел: Справочник. М: Агропромиздат, 1987.
5. Клочко Р.Т., Луганский С.Н. Европейский гнилец пчел // Пчеловодство. 2016. № 7. С. 18-20.
6. Романов А.В. Определение состава и качества меда методом ВЭЖХ. Автореф. дисс... канд. хим. наук. М., 2009.
7. Удалова А.Ю., Аяри В.В., Дмитриенко С.Г. Выбор сорбента для концентрирования окситетрациклина из растворов // Вестник Московского университета. Серия 2. Химия. 2013. Т. 54.
8. Bailey L., Collins M.D. 1982. Taxonomic studies on *Streptococcus pluton*. Journal of applied Bacteriology, 53:209-213.

## REFERENCES

1. Arkhiczkaya E.V., Yakushkin I.V. Prakticheskoe znachenie i effektivnost` primeneniya enterosorbentov v zhivotnovodstve // Elektronny`j nauchno-metodicheskij zhurnal Omskogo GAU. 2016. № 2. URL <http://e-journal.omgau.ru/index.php/spetsvypusk-2/31-spets02/400-00149>.
2. Galyautdinova G.G. Identifikaciya antibiotika tetraciklina gidrochlorida v mede metodom VE`ZHXX s UF-detektorom. Materialy` nauchno-prakt. konf. «Aktual`ny`e problemy` agrarnoj nauki Respubliki Tatarstan». Kazan`, 2018.
3. GOST R 54655-2011. Med natural`ny`j. Metod opredeleniya antibiotikov. M.: Standartinform, 2019.
4. Grobov O.F., Smirnov A.M., Popov E.T. Bolezni i vrediteli medonosny`kh pchel: Spravochnik. M: Agropromizdat, 1987.
5. Klochko R.T., Luganskij S.N. Evropejskij gnilec pchel // Pchelovodstvo. 2016. № 7. S. 18-20.
6. Romanov A.V. Opredelenie sostava i kachestva meda metodom VE`ZHXX. Avtoref. diss... kanl. kxim. nauk. M., 2009.
7. Udalova A.Yu., Apyari V.V., Dmitrienko S.G. Vy`bor sorbenta dlya koncentrirovaniya oksitetracziklina iz rastvorov // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 2. Kximiya. 2013. T. 54.
8. Bailey L., Collins M.D. 1982. Taxonomic studies on *Streptococcus pluton*. Journal of applied Bacteriology, 53:209-213.

## Информация об авторах

Галимова В.П. – канд. вет. наук, ведущий научный сотрудник.  
Блинов Н.В. – канд. вет. наук, ветеринарный врач.  
Сохликов А.Б. – канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник.

## Information about the authors

Galimova V.P. – Cand. Vet. Sci., leading scientific researcher.  
Blinov N.V. – Cand. Vet. Sci., veterinarian.  
Sokhlikov A.B. – Cand. Biol. Sci., leading scientific researcher.

## Вклад авторов

Галимова В.П. – проведение лабораторных экспериментов, обобщение полученных данных, написание статьи.  
Блинов Н.В. – проведение лабораторных экспериментов, написание статьи.  
Сохликов А.Б. – проведение и учет экспериментов на пасеке, обобщение полученных данных, редактирование статьи.

## Contribution of the authors

Galimova V.P. – conducting laboratory experiments, generalization of the received data, writing an article.  
Blinov N.V. – conducting laboratory experiments, writing an article.  
Sokhlikov A.B. – conducting and recording experiments at the apiary, generalization of the received data, writing an article.

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

Статья поступила в редакцию 10.02.2023. одобрена после рецензирования 14.03.2023. Дата опубликования 29.09.2023.

The article was submitted 10.02.2023. approved after reviewing 14.03.2023. Date of publication 29.09.2023.