

ТЮМЕНЦЕВА ВАЛЕРИЯ СЕРГЕЕВНА

**БАКТЕРИЦИДНОЕ ДЕЙСТВИЕ БИОЦИДОВ И БАКТЕРИОЦИНОВ НА
БИОПЛЕНКИ**

4.2.2 – Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная
экспертиза и биобезопасность

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

МОСКВА 2026

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный научный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук» (ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН)

Научный руководитель:

Попов Петр Александрович - доктор ветеринарных наук, руководитель Всероссийского научно-исследовательского института ветеринарной санитарии, гигиены и экологии — филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр— Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук»
(ВНИИВСГЭ — филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН)

Официальные оппоненты:

Семенов Владимир Григорьевич — доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, заведующий кафедрой морфологии, акушерства и терапии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Чувашский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ)

Белоусов Василий Иванович - доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела координации научно-исследовательских работ Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ»)

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина»
(ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина).

Защита диссертации состоится « 8 » декабря 2026 г. в 11-00 ч. на заседании диссертационного совета 24.1.249.03, созданного при ФГБНУ «Федеральный научный центр - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук» по адресу:

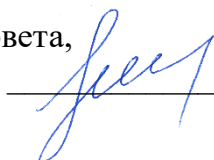
123022, г. Москва, Звенигородское шоссе, д. 5.

Телефон: 8 (499) 256-35-81, E-mail: vniivshe@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ВНИИВСГЭ - филиала ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН по адресу: 123022, г. Москва, Звенигородское шоссе, д. 5, и на сайтах: www.viev.ru и www.vak.gisnauka.ru

Автореферат разослан « _____ » _____ 2026 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор биологических наук

 Денисова Елизавета Аркадьевна

Актуальность темы исследований. Проблема микробных биопленок приобрела в последние десятилетия характер глобального вызова для ветеринарии, пищевой промышленности и биотехнологии. Биопленки представляют собой структурированные сообщества микроорганизмов, заключенные в матрикс внеклеточных полимерных веществ. Такая форма организации обеспечивает бактериям высокую устойчивость к факторам окружающей среды, включая действие антибиотиков и дезинфицирующих средств. Именно эта устойчивость делает биопленки одной из главных причин хронических инфекций, биокоррозии оборудования и порчи продуктов. В связи с этим поиск эффективных средств борьбы с биопленками становится приоритетным направлением микробиологии.

Исследования полностью соответствуют приоритетам научно-технологического развития Российской Федерации, определенным Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145, п. г) переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, разработка и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, хранение и эффективная переработка сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания.

Комбинированное применение биоцидов и бактериоцинов открывает новые перспективы. С одной стороны, биоциды разрушают внешние слои матрикса, облегчая проникновение бактериоцинов. С другой стороны, бактериоцины могут уничтожать те клетки, которые пережили действие биоцида. Такая синергия позволяет снизить концентрации агрессивных химических веществ и минимизировать их токсическое воздействие на окружающую среду и организм человека. Особенно актуально это для медицинского применения, когда требуется избирательное уничтожение патогенной микрофлоры без повреждения собственных тканей организма.

Таким образом, актуальность темы исследований бактерицидного действия биоцидов и бактериоцинов на биопленки обусловлена острой потребностью в эффективных средствах контроля микробных сообществ. Комбинированные подходы, сочетающие химическую дезинфекцию и биологическое воздействие, представляют собой наиболее перспективную стратегию. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию методов доставки бактериоцинов, повышение их стабильности и расширение спектра активности, а также на оценку долгосрочных последствий применения таких препаратов. Только системный подход, объединяющий усилия микробиологов, химиков и биотехнологов, позволит создать надежные средства защиты от биопленок и снизить их негативное влияние на здоровье человека и экономику.

Степень разработанности темы. В процессе развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, на фоне интенсификации сельского хозяйства, политики импортозамещения и, как закономерного следствия, роста поголовья сельскохозяйственных животных, вопросам биологической безопасности уделяется первостепенное значение. В изучение биоцидов и бактериоцинов, а также их воздействия

на биоплёнки, весомый вклад внесли такие отечественные учёные, как А. А. Поляков, А. А. Закомырдин, С. И. Горжавская, Ю. И. Боченин, В. С. Ярных, В. И. Вашков, И. А. Дудницкий, М. А. Симецкий, Г. Н. Коржевенко, А. В. Мкртумян, Н. И. Попов, М. П. Бутко, А. М. Смирнов, а также современные исследователи – А. А. Прокопенко (2019), В. И. Дорожкин (2020), И. Б. Павлова, Е. М. Ленченко и другие.

Цель и задачи исследований. Целью диссертационного исследования является изучение новых биоцидов и бактериоцинов, открывающих перспективы для разработки инновационных средств ветеринарного применения.

Для достижения поставленной цели были определены следующие **задачи**:

- провести сбор и идентификацию основных контаминантов, присутствующих в продукции птицеводства;
- изучить биоцидные свойства (минимальную подавляющую концентрация МПК и минимальную бактерицидную концентрацию МБК) новых биоцидов и бактериоцинов;
- изучить бактерицидное действие новых биоцидов и бактериоцинов на тест микроорганизмы и полевые штаммы, контаминирующие птицеводческую продукцию;
- изучить воздействие новых биоцидов и бактериоцинов на процессы образования биологических плёнок и их деструкцию с использованием сканирующей электронной и световой микроскопии.

Научная новизна работы. Научная новизна заключается в комплексном исследовании новых биоцидов и бактериоцинов, что открывает широкие перспективы для создания инновационных средств ветеринарного применения. В отличие от традиционных, которые часто вызывают резистентность у патогенных микроорганизмов, бактериоцины представляют собой белки или пептиды, синтезируемые бактериями для подавления конкурирующих штаммов. Их высокая специфичность действия позволяет точно воздействовать на возбудителей инфекций, не нарушая нормальную микрофлору кишечника и кожных покровов животных. Это особенно важно в условиях современного животноводства, где массовое применение антибиотиков привело к распространению устойчивых штаммов, таких как метициллинрезистентные стафилококки или полирезистентные энтеробактерии.

Исследование расширяет спектр известных биоцидных соединений за счет открытия новых молекул, активных в отношении грамотрицательных бактерий, которые традиционно труднее поддаются взаимодействию из-за наличия внешней мембраны. Установлено, что некоторые из изученных бактериоцинов демонстрируют синергетический эффект при совместном применении с низкими концентрациями традиционных антисептиков, что позволяет снизить токсическую нагрузку на организм животных. Это дает возможность разрабатывать комбинированные препараты, где бактериоцин выступает как усилитель действия, а биоцид – как барьер для развития вторичных инфекций. Такой подход минимизирует риск формирования резистентности, поскольку патогены не могут одновременно адаптироваться к нескольким механизмам действия.

Теоретическую и практическую значимость работы. Теоретическая значимость исследования обусловлена расширением фундаментальных представлений о механизмах антимикробного действия новых биоцидов и бактериоцинов. Изучение их молекулярных мишеней, спектра активности и условий эффективности позволяет систематизировать знания о природных и синтетических соединениях, способных преодолевать резистентность патогенной микрофлоры. Это создает научную базу для понимания коэволюции микроорганизмов и антимикробных агентов, а также для прогнозирования рисков возникновения перекрестной устойчивости.

Практическая значимость работы заключается в возможности прямой трансформации полученных данных в ветеринарную практику для создания препаратов ветеринарного применения. Новые биоциды и бактериоцины могут быть использованы для создания препаратов с узким и широким спектром антимикробного действия, альтернативных традиционным.

Методология и методы исследований. В качестве методологической и теоретической базы исследования послужили работы как российских, так и зарубежных специалистов, посвященные изучению биоцидных веществ и бактериоцинов. При выполнении работы применяли стандартные и актуальные приемы микробиологического анализа, ветеринарно-санитарной оценки, а также статистической обработки данных, которые соответствуют положениям национальных и международных стандартов.

Основные положения, выносимые на защиту:

- биоцидные свойства (минимальную подавляющую концентрация МПК и минимальную бактерицидную концентрацию МБК) новых биоцидов и бактериоцинов;
- бактерицидное действие новых биоцидов и бактериоцинов на тест - микроорганизмы и полевые штаммы, контаминирующие птицеводческую продукцию;
- воздействию новых биоцидов и бактериоцинов на процессы образования биологических плёнок и их деструкцию, полученные с использованием сканирующей электронной и световой микроскопии.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы представлены и апробированы на Всероссийских, Национальных и Международных конференциях: Международная конференция, посвященная 100-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора Екатерины Александровны Петуховой. Москва, 2026; III Международная научно-практическая конференция. Global Issues Conference 2025: Veterinary Medicine, Biology, Biotechnology, Zootechnology, Pedagogical and Philological Sciences. Москва, 2025; Научно-практическая конференция. Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения. Москва, 2022; Международная научная конференция. Наука. Исследования. Практика. Санкт-Петербург, 2020; VII Международная научно-практическая конференция. ЦЕРЕВИТИНОВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2020. Москва, 2020.

Степень достоверности результатов исследований. Достоверность полученных данных обеспечивается применением сертифицированных приборов, актуальных подходов в области микробиологии и ветеринарно-санитарной оценки. Научные тезисы

подкреплены литературными источниками, а выводы базируются на фактических результатах. Надежность подтверждена достаточным числом наблюдений; для расчета средней арифметической ($\bar{X}$) и ее доверительного интервала I_{95} при $p \leq 0,05$ задействовали программу Microsoft Excel 2007, применяя параметрические критерии, включая t-критерий Фишера – Стьюдента.

Личный вклад автора состоит в непосредственном участии на всех этапах диссертационной работы: изучении литературы по проблеме, составлении плана работы, в получении экспериментального материала, написании статей, подготовке докладов, оформлении диссертации. Личный вклад автора составляет не менее 78 % работы.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертация соответствует паспорту научной специальности 4.2.2. Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность: пункты 2, 3, 5, 16.

Публикации результатов исследований. Основные материалы диссертационной работы опубликованы в 12 научных работах, в том числе 5 – в изданиях, включенных в перечень ведущих рецензируемых научных журналов, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, в том числе 4 по специальности 4.2.2. Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 129 страницах компьютерного текста и содержит следующие разделы: введение, обзор литературы, собственные исследования, их обсуждение, заключение, выводы и практические предложения, приложения; иллюстрирована 25 рисунками и 16 таблицами. Список использованной литературы включает 193 источника, в том числе 106 источников иностранных авторов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Материалы и методы исследования

Работа выполнена в период с 2023 по 2026 гг. в лаборатории санитарной микробиологии ВНИИВСГЭ – филиала ФНЦ ВИЭВ РАН.

Исследование проводили в несколько этапов. На первом этапе осуществляли микробиологическое изучение объектов исследования с выделением и идентификацией чистой культуры микроорганизмов. На втором этапе в экспериментах *in vitro* определяли чувствительность выделенных и тест-штаммов к изучаемым препаратам путем установления минимальной подавляющей концентрации (МПК) и минимальной бактерицидной концентрации (МБК). На третьем этапе проводили моделирование дезинфицирующего действия препаратов на контаминированных тест-поверхностях. На четвертом этапе оценивали влияние исследуемых препаратов на морфологические особенности формирования бактериальных биоплёнок.

Отбор проб проводили в соответствии с инструкцией по санитарно-микробиологическому контролю тушек, мяса птицы, птицепродуктов, яиц и яйцепродуктов на птицеводческих и птицеперерабатывающих предприятиях методом смывов с поверхности скорлупы.

Пробы яиц отбирали методом случайной выборки (10 шт. от партии). Для микробиологического исследования использовали смывы с поверхности скорлупы, полученные методом тампона.

Определение КМАФАнМ, БГКП, бактерий рода *Salmonella*, сульфитредуцирующих клостридий, *Staphylococcus aureus*, бактерий рода *Proteus* проводили согласно инструкции по санитарно-микробиологическому контролю тушек, мяса птицы, птицепродуктов, яиц и яйцепродуктов на птицеводческих и птицеперерабатывающих предприятиях. Выявление *Escherichia coli* O157 проводили по «Методическим рекомендациям по обнаружению бактерий *E. coli*, продуцирующих шига-токсин в кормах для животных»

Параллельно подозрительные колонии подвергали идентификации методом MALDI-TOF масс-спектрометрии (Bruker MALDI Biotyper) для более точного определения видовой принадлежности выделенных микроорганизмов

Чувствительность микроорганизмов к антибактериальным препаратам определяли по МУК 4.2.1890-04 «Методические указания. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам», методом серийных разведений с установлением минимальной подавляющей (МПК) и минимальной бактерицидной (МБК) концентраций. Исследование проводили в мясопептонном бульоне с использованием стерильных 96-луночных полистироловых планшетов размером $128 \times 85,5 \times 17 \text{ мм} \pm 0,2 \text{ мм}$ («МиниМед», Россия). В лунки вносили суспензию тест-культур концентрацией 10^6 КОЕ/мл и инкубировали 24 ч при $(37 \pm 1) ^\circ\text{C}$. МПК устанавливали по отсутствию видимого роста микроорганизмов (помутнения среды). Для определения МБК содержимое лунок после добавления нейтрализатора высевали на мясопептонный агар и инкубировали 24 ч при $(37 \pm 1) ^\circ\text{C}$. **Определение чувствительности микроорганизмов к препаратам методом диффузии в агар.** Чувствительность микроорганизмов к АПБ дополнительно определяли методом диффузии в агар с использованием лунок. Метод основан на диффузии исследуемого вещества из лунки в питательную среду, предварительно засеянную (глубинный посев) тест-культурой. В застывшем агаре стерильным пробойником формировали лунки диаметром 6–8 мм на равном расстоянии друг от друга, в которые вносили исследуемые растворы, оставляя одну лунку для контроля. Чашки Петри инкубировали при температуре $(37 \pm 1) ^\circ\text{C}$ в течение 24 ч. Чувствительность оценивали по диаметру зоны задержки роста микроорганизмов вокруг лунки, который измеряли линейкой или штангенциркулем.

Дезинфицирующее действие биоцидов определяли согласно методическим рекомендациям «О порядке испытания новых дезинфицирующих средств для ветеринарной практики» (утв. ГУВ Госагропрома СССР от 07.01.1987 г.), «Правилам проведения дезинфекции и дезинвазии объектов государственного ветеринарного надзора» (М., 2002), «Руководству Р 4.2.2643–10. Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфицирующих средств для оценки их эффективности и безопасности» (Издание официальное, М., 2011).

Тест-образцы из пластика, стали, кафеля, дерева и бетона инокулировали культурами *E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* ATCC 6538-P FDA 209-P, *B. cereus* шт 96. Посевы выдерживали при температуре $(37 \pm 1) ^\circ\text{C}$, результаты фиксировали через 24 часа и на 7-е сутки. Для обеспечения статистической достоверности опыты проводили в трехкратной повторности.

Динамику развития биоплёнок изучали на стерильных мембранных фильтрах «Владипор» с последующей фиксацией образцов и исследованием методом сканирующей электронной микроскопии и методом оптической микроскопии.

При репрезентативном учете достоверной частоты встречаемости $\geq 90,0 \%$ поля зрения оптического и сканирующего электронного микроскопа визуализировали микроорганизмы типичной для вида структуры и размеров. Бактерии *E. coli* ATCC 25922 – граммотрицательные палочковидной формы, $1,0 - 3,0 \times 0,4 - 0,8$ мкм; *S. aureus* ATCC 6538-P FDA 209-P - грамположительные кокки, $0,5 - 1,5$ мкм; *B. Cereus* шт 96, грамположительные бактерии палочковидной формы, $3,0 - 5,0 \times 1,0 - 1,2$ мкм.

Использовали культуры 3-й генерации *E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* ATCC 6538-P FDA 209-P и *B. cereus* шт. 96. Суспензии микроорганизмов наносили на фильтры, размещённые на МПА, и культивировали в течение 24 ч при $(37 \pm 1) ^\circ\text{C}$. Фиксацию образцов проводили парами 25%-ного глутарового альдегида в течение 4 ч с последующим обезвоживанием пропиленоксидом. Морфометрические показатели оценивали при частоте встречаемости признака $\geq 90\%$ поля зрения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сбор и идентификация основных контаминантов птицеводческой продукции

Значения общего микробного числа в смывах с поверхности партий товарных яиц варьируются от $1,1 \cdot 10^2$ до $5,5 \cdot 10^7$ КОЕ/мл. Статистический анализ данных показал, что среднее значение общего микробного числа (ОМЧ) составило $1,4 \cdot 10^6$ КОЕ/мл. Распределение общего микробного числа по диапазонам выявило, что большая доля образцов (28,6 %) находилась в диапазоне $10^3 - 10^4$ КОЕ/мл. В диапазоне $10^5 - 10^6$ КОЕ/мл находилось 24,4 % образцов, а в диапазоне $10^4 - 10^5$ КОЕ/мл – 18,5 %. Наименьшая доля проб (16,8 %) была отнесена к диапазону $10^2 - 10^3$ КОЕ/мл, что свидетельствует о хорошем санитарном состоянии отдельных партий яиц. Вместе с тем в 11,6 % образцов уровень микробной обсеменённости превышал 10^6 КОЕ/мл.

Всего идентифицировано более 30 видов микроорганизмов, относящихся к различным таксономическим группам. Среди выделенных микроорганизмов преобладали граммотрицательные бактерий, на долю которых приходилось 57,8 % всех изолятов. Грамположительные микроорганизмы составили 41,2 %, тогда как микроскопические грибы были представлены единичным изолятом 1,0 %.

Наибольшую долю выделенных изолятов составили представители родов *Enterococcus*, *Escherichia*, *Enterobacter* и *Citrobacter*. Среди них чаще всего обнаруживались *Enterococcus faecium*, *Escherichia coli* и *Enterobacter cloacae*. Также относительно высокой встречаемостью характеризовались *Citrobacter braakii* и *Proteus mirabilis*.

Наряду с этим были выявлены представители родов *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Kocuria* и другие микроорганизмы, большинство из которых выделялось единично. Их присутствие может быть связано с естественной микрофлорой окружающей среды, загрязнением подстилки, воздуха, кормов или оборудования птицеводческого помещения.

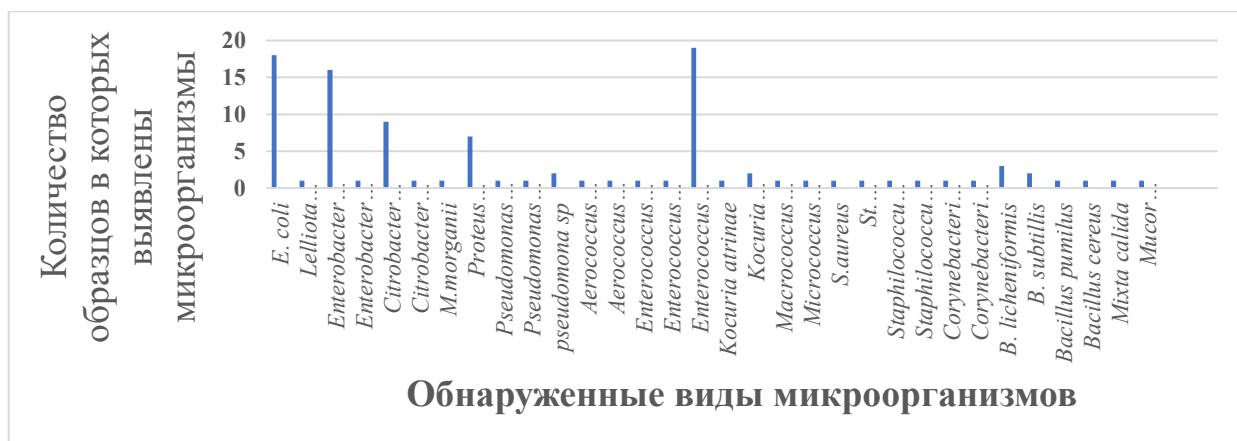


Рисунок 1 – Виды бактерии, выделенные с поверхности скорлупы товарных яиц

Биоцидные свойства нового кислородсодержащего средства

Изучение ингибирующих свойств методом диффузии в агар

Антимикробную активность кислородсодержащего средства оценивали методом диффузии в агар с использованием лунок. Исследовали действие препарата в концентрациях 0,5–5,5% в отношении *E. coli* ATCC 25922 и *S. aureus* ATCC 6538-P FDA 209-P. После инкубации в течение 24 ч при $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$ измеряли диаметры зон задержки роста. Наибольшая ингибирующая активность отмечена при концентрации 3,5% для *E. coli* и 4% для *S. aureus*. Для изучения изменений бактериальных клеток после воздействия препарата дополнительно проводили электронно-микроскопическое исследование.

Изучение минимальной подавляющей концентрации (МПК) и минимальной бактерицидной концентрации (МБК) кислородсодержащего биоцида

Минимальную подавляющую (МПК) и минимальную бактерицидную (МБК) концентрации кислородсодержащего биоцида определяли методом серийных двукратных разведений в мясопептонном бульоне в отношении *E. coli* ATCC 25922 и *S. aureus* ATCC 6538-P FDA 209-P. Препарат исследовали в концентрациях от 64 до 0,25%.

МПК для *E. coli* ATCC 25922 составила 2%, для *S. aureus* ATCC 6538-PFDA 209-P – 4%. Значения МБК составили 4% - *E. coli* ATCC 25922 и 8% для *S. aureus* ATCC 6538-PFDA 209-P. Так же проводили определение МПК и МБК в отношении выделенных изолятов. Исследование проводили аналогичным методом серийных разведений с последующим высевом на плотную питательную среду и подсчетом выросших колоний (в КОЕ). При исследовании чувствительности выделенных изолятов к кислородсодержащему препарату установлена выраженная зависимость антимикробного действия от концентрации. Для большинства грамотрицательных изолятов МПК и МБК составили 4–8%, при этом *E. coli*, *L. amnigena*, *E. cloacae*, *E. ludwigii*, *C. braakii* и *C. freundii*

сохраняли чувствительность до концентрации 4%, тогда как для *M. morganii*, *P. mirabilis*, *P. graminis* и *P. taetrolens* МПК составила 8%. Среди грамположительных кокков МПК варьировала от 2 до 4%: для *A. urinaeequi* и *A. viridans* – 0,5%, для *E. faecium*, *S. aureus*, *S. saprophyticus* и *S. equorum* – 4%, для *K. atrinae*, *K. cornophila* и *M. caseolyticus* – 8%, для *M. luteus* и *S. xylosus* – 0,5 и 1% соответственно. Для грамположительных палочек МПК составила 2–8%: *C. freneyi* – 4%, *C. stationis* – 4%, *B. licheniformis* – 8%, *B. pumilus* – 8%, *B. subtilis* и *B. cereus* – 8%. Таким образом, исследуемый препарат проявлял ингибирующее действие в отношении всех изученных изолятов.

Изучение дезинфицирующего действия кислородсодержащего биоцида на обрабатываемые поверхности

Дезинфицирующее действие препарата исследовали на тест-объектах из пластика, нержавеющей стали, кафеля, дерева и бетона, контаминированных суточными культурами *E. coli* ATCC 25922 и *S. aureus* ATCC 6538-P FDA 209-P в концентрации $2 \cdot 10^9$ клеток/мл. Растворы дезинфицирующего средства наносили в объеме 3 – 5 мл на 100 см² с последующей экспозицией от 5 до 60 мин. После окончания экспозиции с тест-объектов делали смывы и проводили посев на питательные среды. Результаты учитывали после инкубации при температуре 37 °С в течение 24 ч по наличию или отсутствию роста микроорганизмов. В качестве контроля использовали необработанные тест-поверхности.

Полное подавление роста *E. coli* ATCC 25922 достигалось при обработке 3,5%-ным раствором дезинфицирующего средства при экспозиции 30 минут. В отношении *S. aureus* ATCC 6538-P FDA 209-P обеззараживающий эффект наблюдался при использовании 4%-ного раствора также при экспозиции 30 минут (табл. 1).

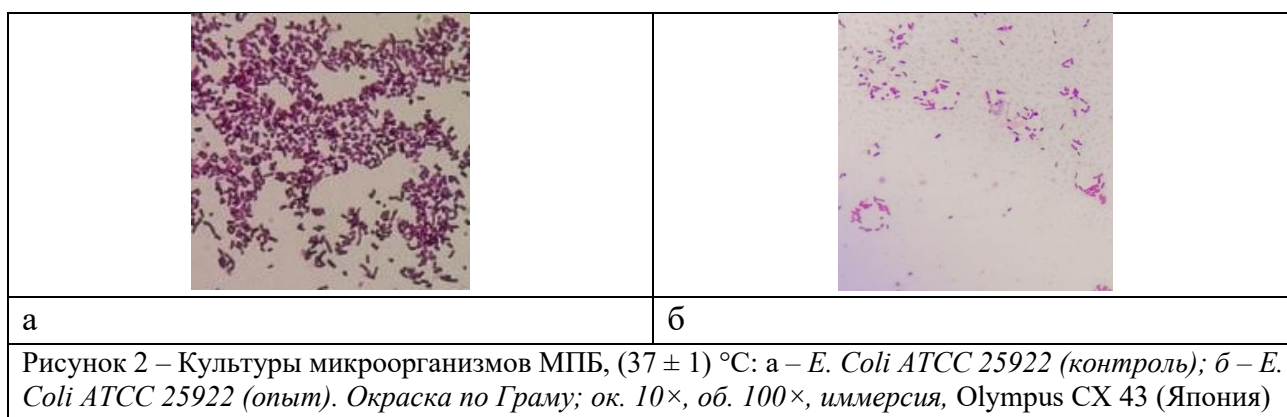
Таблица 1 – Дезинфицирующая активность кислородсодержащего препарата в отношении тест-штаммов *E. coli* ATCC 25922 и *S. aureus* ATCC 6538-P FDA 209-P

Концентрация, %	Экспозиция, мин	Тест-штамм	Тест-объекты					К
			пластик	Нержавеющая сталь	кафель	дерево	бетон	
3,5%	5	<i>E. coli</i> ATCC 25922	+	+	+	+	+	+
	15		+	+	+	+	+	+
	30		-	-	-	-	-	+
	60		-	-	-	-	-	+
4%	5	<i>S. aureus</i> ATCC 6538-P FDA 209-P	+	+	+	+	+	+
	15		+	+	+	+	+	+
	30		-	-	-	-	-	+
	60		-	-	-	-	-	+

Примечание: «+» – наличие роста микроорганизмов; «-» – отсутствие роста микроорганизмов, К – контроль.

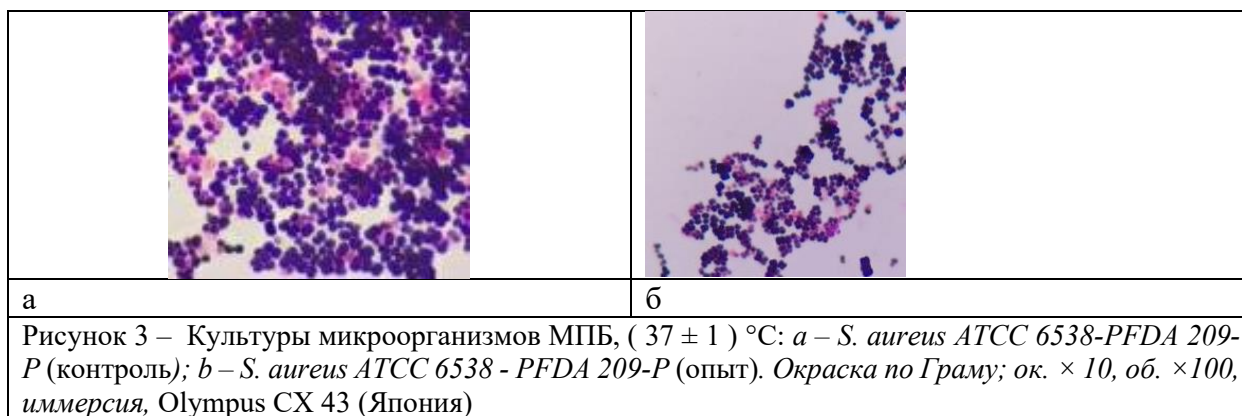
Исследование воздействия кислородсодержащего препарата на структурно-морфологические особенности формирования бактериальных биоплёнок

Исследование морфологии *E. coli* ATCC 25922 при действии кислородсодержащего препарата в концентрации 3,5 % исследовали методами оптической и электронной микроскопии (СЭМ). В контрольных образцах бактерии имели типичную палочковидную форму располагались преимущественно небольшими группами. Через последующие сроки инкубации наблюдалось формирование тонкого диффузного слоя, представленного рыхло расположенными клетками. В отдельных участках выявлялись начальные признаки коагрегации и образования микроколоний, объединенных межклеточным матриксом (рис. 2 а,б).



По данным сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) в контроле выявлялось плотное скопление палочковидных клеток, объединённых межклеточным матриксом (рис. 4, а). После 5 мин воздействия сохранялись отдельные агрегаты, сплошной биоплёночный слой отсутствовал (рис. 4, б). Через 15 мин отмечались уменьшение размеров агрегатов и снижение плотности колонизации поверхности (рис. 4, в). Через 30 мин сохранялись лишь отдельные компактные скопления, большая часть поверхности была свободна от клеток (рис. 4, г). После 60 мин микроколонии практически отсутствовали, межклеточные контакты были слабо выражены, что свидетельствовало о выраженной деструкции биоплёнки (рис. 4, д).

Исследование морфологии *S. aureus* ATCC 6538-P FDA 209-P при действии кислородсодержащего средства, концентрация 4 %. При оптической микроскопии в контроле *S. aureus* ATCC 6538-P FDA 209-P выявлялось активное формирование биоплёнки: клетки образовывали плотные агрегаты и многочисленные микроколонии, объединённые выраженным межклеточным матриксом; в отдельных участках формировались многослойные структуры (рис. 3, а). После воздействия препарата сохранялись кокковые клетки и отдельные агрегаты различной плотности, однако сплошной слой биоплёнки не формировался, что свидетельствовало об угнетении биоплёнкообразования (рис. 3, б).



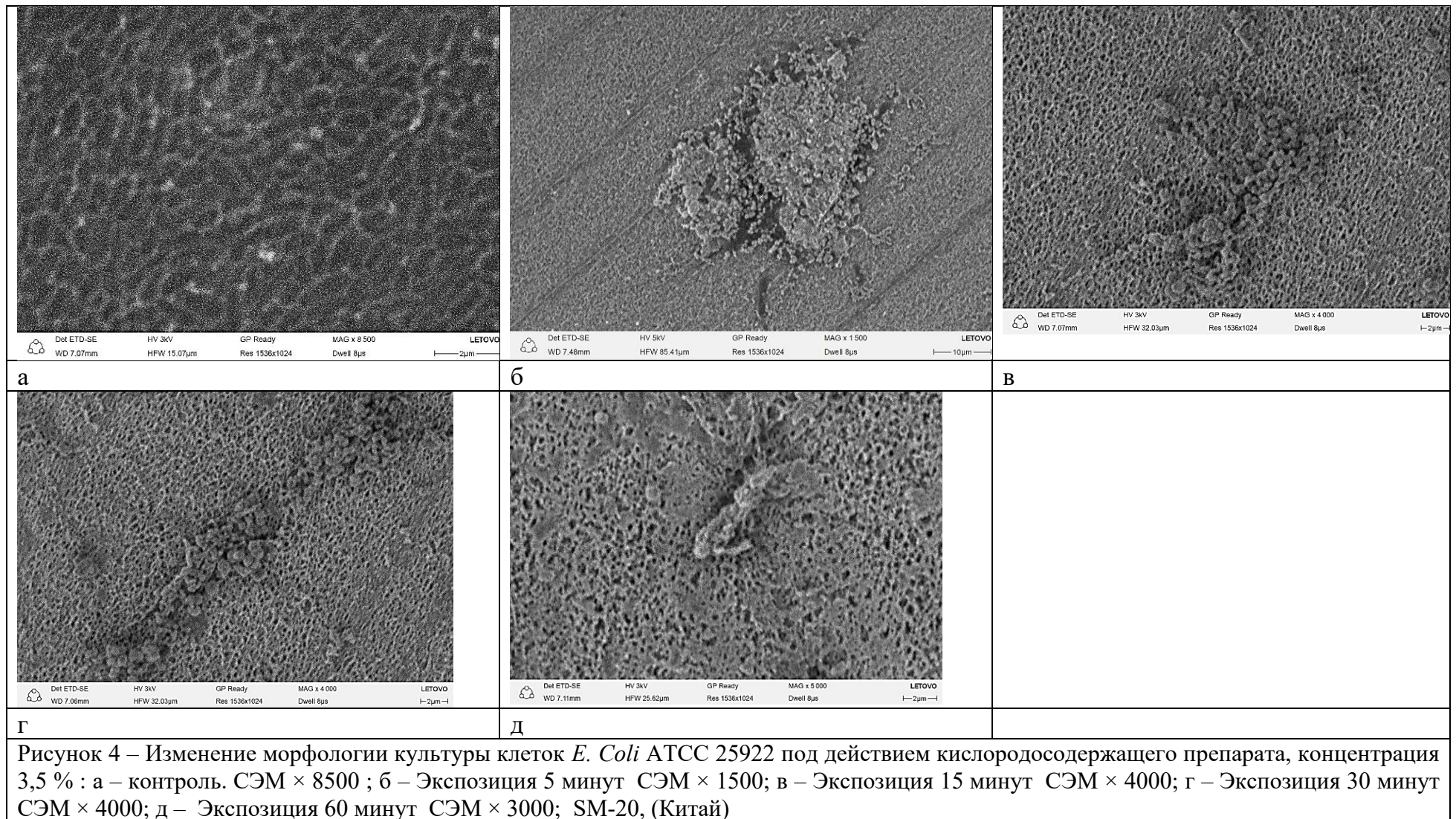
В контроле бактериальные клетки располагаются достаточно плотно, формируя крупные агрегаты и участки непрерывного биоплёночного слоя. (рис. 5, а)

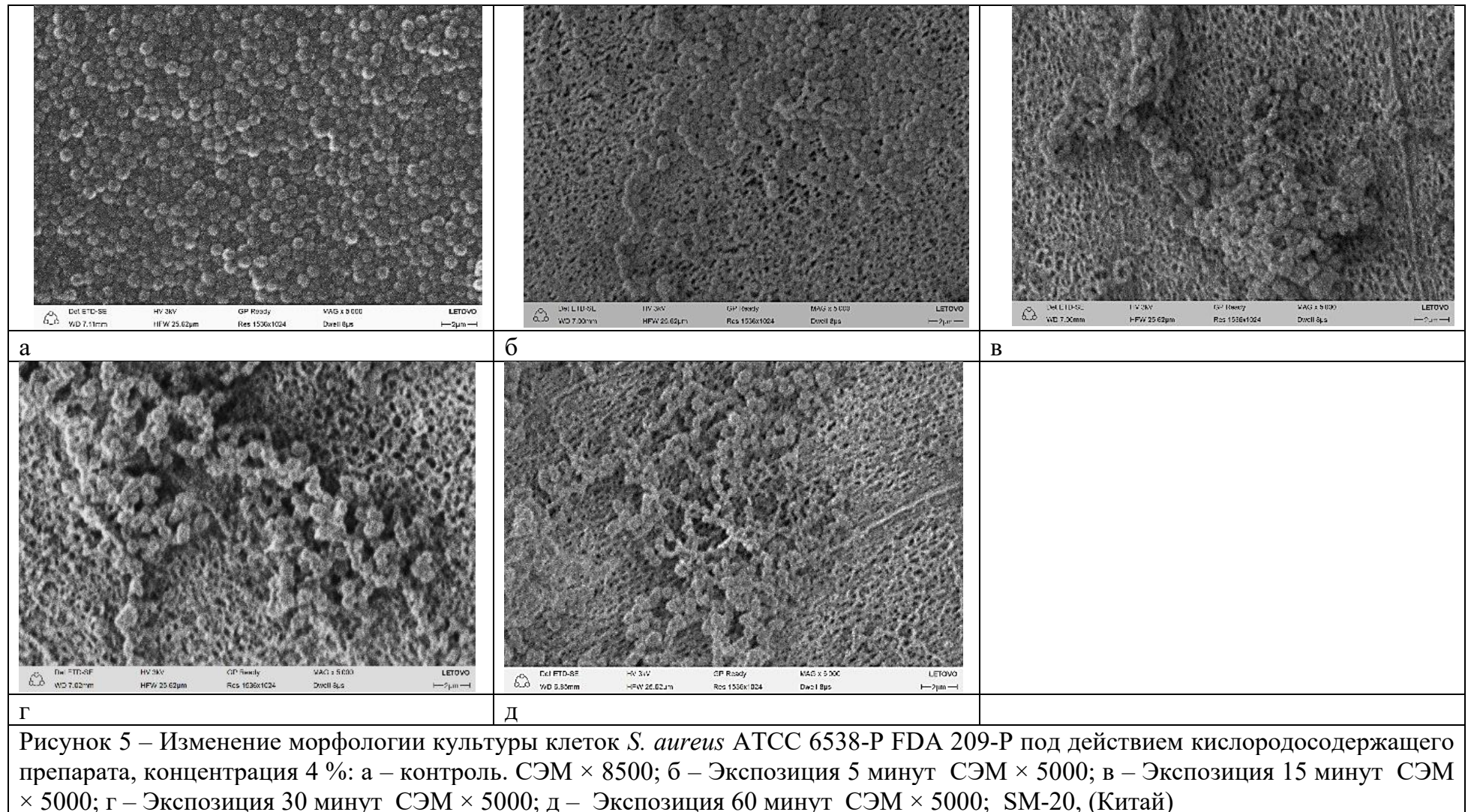
После 5-минутного воздействия дезинфицирующего средства сохраняются обширные участки бактериальной колонизации поверхности субстрата. Бактериальные клетки располагаются достаточно плотно, формируя крупные агрегаты и участки непрерывного биоплёночного слоя. Вместе с тем отмечается снижение компактности клеточных скоплений и появление отдельных участков разрежения биоплёнки. Несмотря на начальные признаки нарушения её целостности, структура бактериального сообщества в целом сохраняется (рис. 5, б).

После действия препарата в течение 15 мин можно видеть два бактериальных агломерата и отдельные клетки стафилококка. Сплошной слой биопленки отсутствует. Клетки в целом сохраняют шаровидную форму, однако отличаются значительной вариабельностью размеров. Также отмечаются признаки нарушения целостности клеточной стенки и повреждения бактериальных клеток (рис. 5, в).

После воздействия в течение 30 мин крупные бактериальные агломераты отсутствуют. Большинство клеток деформированы. Наблюдаются признаки нарушения нормальной клеточной структуры, а также начальные стадии формирования нитевидных образований (рис. 5, г).

После воздействия в течение 60 мин визуализируются нитевидные структуры и деформированные бактериальные клетки. Отмечаются выраженные морфологические изменения, свидетельствующие о нарушении нормального строения клеток под действием препарата (рис. 5, д).





Биоцидные свойства нового средства на основе хлоргексидина основания

Изучение ингибирующих свойств методом диффузии в агар

Оценку влияния препарата на основе хлоргексидина основания определяли методом диффузии в агар при концентрациях 0,1–3,5% в отношении *E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* ATCC 6538-P FDA 209-P и *B. cereus* шт. 96. Наибольшие зоны задержки роста отмечены при 2,5% для *E. coli* ATCC 25922 и 3,5% для *S. aureus* ATCC 6538-P FDA 209-P, тогда как в отношении *B. cereus* шт. 96 активность не выявлена. Влияние препарата на структуру биоплёнок дополнительно оценивали методом сканирующей электронной микроскопии.

Изучение минимальной подавляющей концентрации (МПК) и минимальной бактерицидной концентрации (МБК) хлоргексидин основания

Бактерицидную активность хлоргексидина основания в отношении *E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* ATCC 6538-P FDA 209-P и *B. cereus* шт. 96 оценивали методом серийных двукратных разведений в диапазоне концентраций 56–0,21875% с определением МПК. Для *E. coli* ATCC 25922 МПК составила 1, 75%, для *S. aureus* ATCC 6538-PFDA 209-P – 3,5 %. Значения МБК составили 3,5% - *E. coli* ATCC 25922 и 7% для *S. aureus* ATCC 6538-PFDA 209-P.

При исследовании чувствительности выделенных изолятов к хлоргексидина основанию установленное МПК составило 0,4375 – 3,5 % как для грамотрицательных палочек, так и для грамположительных кокков. Наименьшее значение МПК у *L. amnigena*, *A. viridans*, *M. luteus* - 0,4375. *E. cloacae*, *E. ludwigii*, *E. coli*, *A. urinaeequi*, *M. caseolyticus*, *S. xylosus* – 0,875% *C. braakii*, *C. freundii* и *E. columbae*, *E. casseliflavus*, *S. saprophyticus*, *S. equorum* сохраняли чувствительность до концентрации 1, 75%, тогда как для *M. morganii*, *P. mirabilis*, *P. graminis* и *P. taetrolens*, *E. faecium*, *K. atrinae*, *K. cornophila*, *S. aureus* МПК составила 3,5 %. На *C. freneyi*, *C. stationis*, *B. licheniformis*, *B. pumilus*, *B. subtilis* и *B. cereus* препарат действия не оказал. МБК составило 0,875 – 7 % как для грамотрицательных палочек, так и для грамположительных кокков. Наименьшее значение МБК у *L. amnigena*, *A. viridans*, *M. luteus* - 0,875. *E. cloacae*, *E. ludwigii*, *E. coli* *A. urinaeequi* *M. caseolyticus* *S. xylosus* – 1,75% *C. braakii*, *C. freundii* и *E. columbae*, *E. casseliflavus* *S. saprophyticus*, *S. equorum* сохраняли чувствительность до концентрации 3,5%, тогда как для *M. morganii*, *P. mirabilis*, *P. graminis* и *P. taetrolens*, *E. faecium*, *K. atrinae*, *K. cornophila*, *S. aureus* МБК составила 7 %.

Изучение дезинфицирующего действия хлоргексидин основания

Установлено, что полное подавление роста *E. coli* ATCC 25922 достигалось при обработке 2,5%-м раствором средства с экспозицией 60 мин, тогда как для *S. aureus* ATCC 6538-P FDA 209-P обеззараживающий эффект наблюдался при использовании 3,5%-го раствора при аналогичной экспозиции (табл. 2-3).

Таблица 2 – Дезинфицирующая активность хлоргексидин основания в отношении *E. coli* ATCC 25922

Концентрация, %	Экспозиция, мин	Тест-объекты					
		Дерево	Бетон	Каф. Плитка	Нерж. Сталь	Пластик	К
2,0	30	+	+	+	+	+	+
	45	+	+	+	+	+	+
	60	+	+	+	+	+	+
2,5	30	+	+	+	+	+	+
	45	+	+	-	-	-	+
	60	-	-	-	-	-	+
Примечание: «+» – наличие роста микроорганизмов; «-» – отсутствие роста микроорганизмов, К – контроль.							

Таблица 3 – Дезинфицирующая активность хлоргексидина основания в отношении *S. aureus* ATCC 6538-P FDA 209-P

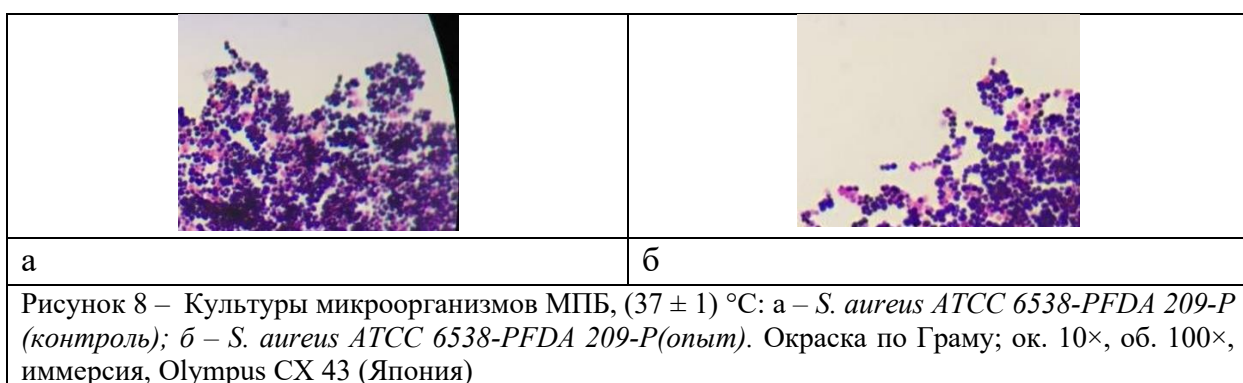
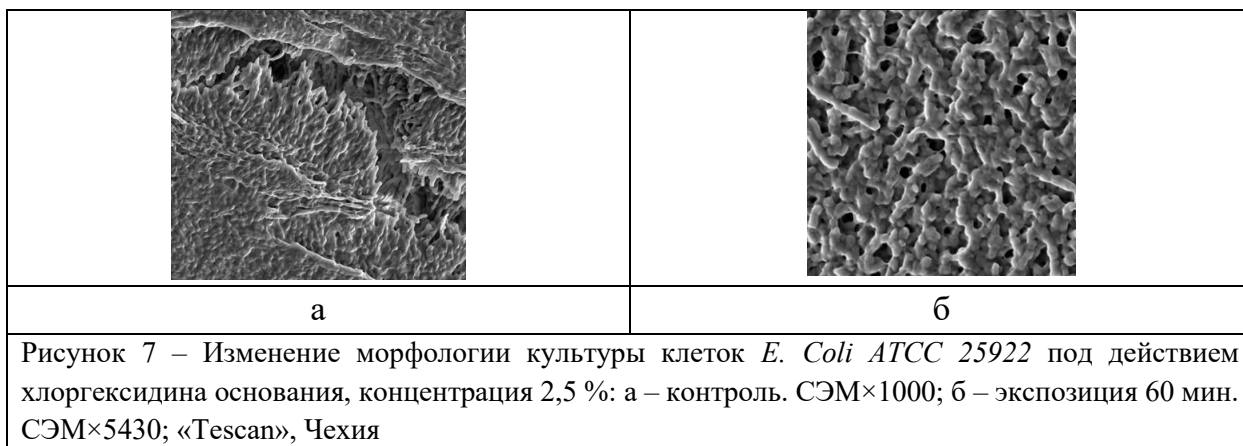
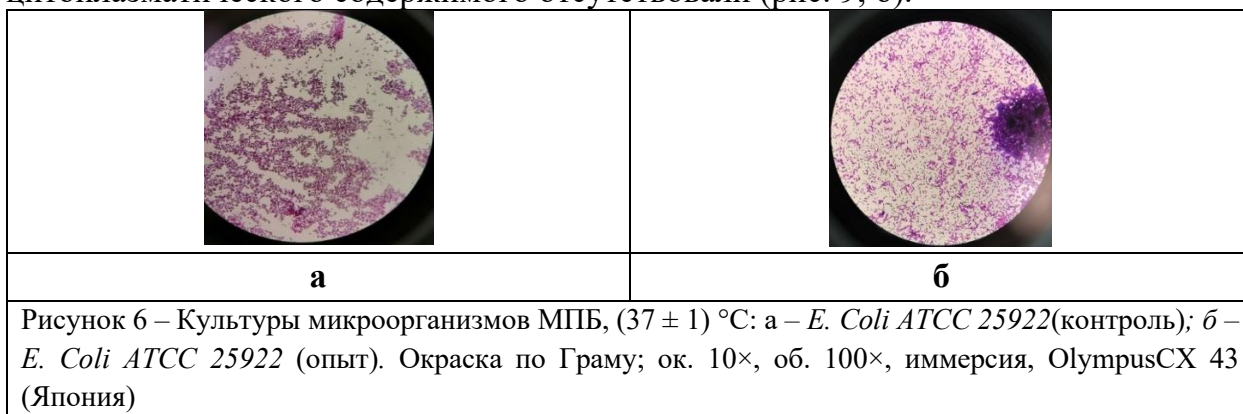
Концентрация, %	Экспозиция, мин	Тест-объекты					
		Дерево	Бетон	Каф. Плитка	Нерж. Сталь	Пластик	К
2,5	30	+	+	+	+	+	+
	45	+	+	+	+	+	+
	60	+	+	+	+	+	+
3,5	30	+	+	+	+	+	+
	45	+	+	-	-	-	+
	60	-	-	-	-	-	+
Примечание: «+» – наличие роста микроорганизмов; «-» – отсутствие роста микроорганизмов, К – контроль.							

Изучение действия хлоргексидина основания на структурно-морфологические особенности формирования бактериальных биоплёнок

При оптической микроскопии *E. coli* ATCC 25922 в контроле выявляли палочковидные клетки, формирующие рыхлый слой с начальными микроколониями и межклеточным матриксом (рис. 6, а). После воздействия препарата преобладали одиночные клетки и небольшие агрегаты, сплошной бактериальный слой отсутствовал. Отмечалось снижение плотности скоплений и нарушение пространственной организации сообщества, что свидетельствовало об ингибировании формирования биоплёнки (рис. 6, б). При сканирующей электронной микроскопии в контроле выявляется плотное скопление бактериальных клеток, палочковидной формы. Клетки, объединены межклеточным матриксом, плотно примыкают друг к другу (Рис. 7, а). После воздействия исследуемых препаратов наблюдается разрыхление межклеточного матрикса, окружающего бактерии, благодаря чему отдельные клетки становятся хорошо различимыми в структуре биоплёнки; популяция остаётся гетерогенной с преобладанием полиморфных слегка изогнутых палочковидных форм (Рис. 7, б).

Исследование морфологии *S. aureus* ATCC 6538-PFDA 209-P при действии хлоргексидин основания, концентрация 3,5 %. В контроле *S. aureus* ATCC 6538-P FDA 209-P формировал плотные агрегаты кокковидных клеток, объединённых

межклеточным матриксом (рис. 8 – 9, а). После воздействия препарата сохранялись отдельные агрегаты и микроколонии, однако сплошной биоплёночный слой отсутствовал (рис. 8, б). После воздействия препарата отмечались выраженные деформации бактериальных клеток: сморщивание, уплощение и утрата правильной округлой формы. Признаки полного разрушения клеточной стенки и выхода цитоплазматического содержимого отсутствовали (рис. 9, б).





Изучение влияние бактериоцина на динамику развития биопленок микроорганизмов

Для оценки влияния низина на динамику развития микроорганизмов *E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* ATCC 6538-P FDA 209-P, *B. cereus* шт 96 определяли его минимальную подавляющую концентрацию (МПК). Исходная концентрация низина составляла 4096 мкг/мл, затем готовили ряд последовательных разведений, концентрации 4096 – 2 мкг/мл.

При оценке чувствительности культур микроорганизмов *E. coli* ATCC 25922 МПК низина составила 1024 мкг/мл; *S. aureus* ATCC 6538-P FDA 209-P – 128 мкг/мл; *B. cereus* шт 96 – 256 мкг/мл. МБК составил 2048 мкг/мл; *S. aureus* ATCC 6538-P FDA 209-P – 256 мкг/мл; *B. cereus* шт 96 – 512 мкг/мл

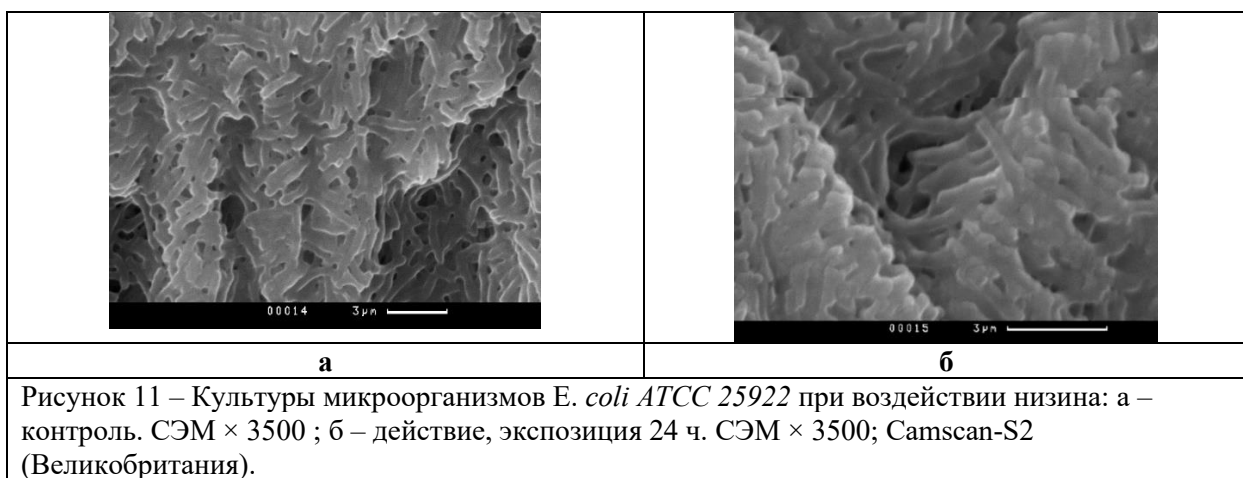
Исследование морфологии *E. coli* ATCC 25922 при действии низина, 1024 мкг/мл. При оптической микроскопии в контроле отмечалось формирование плотных клеточных скоплений и микроколоний, объединённых межклеточным матриксом. После воздействия низина выявлялись отдельные палочковидные клетки и небольшие группы, объединённые межклеточным матриксом (рис. 10 а, б).

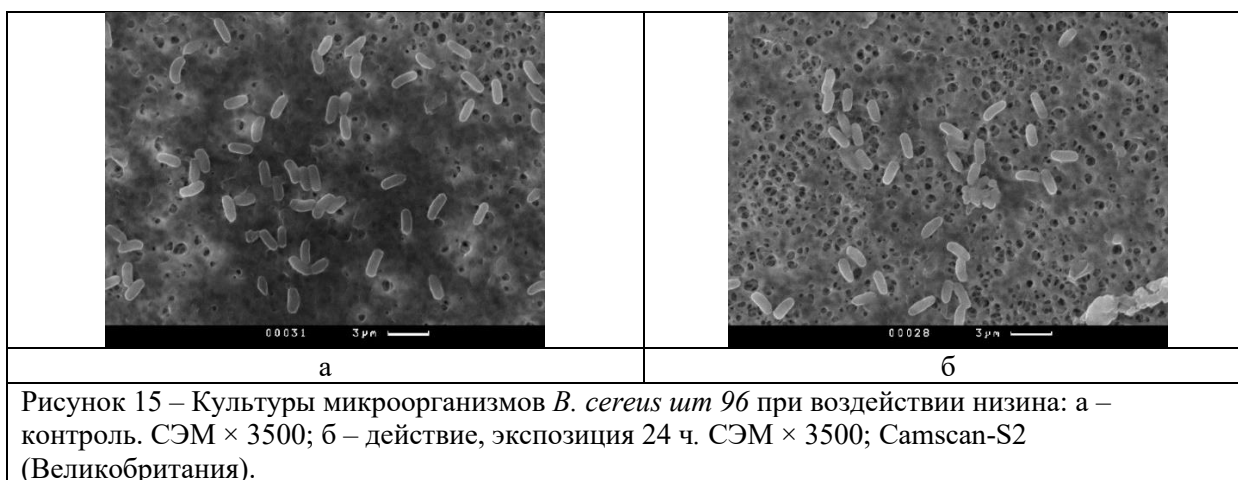
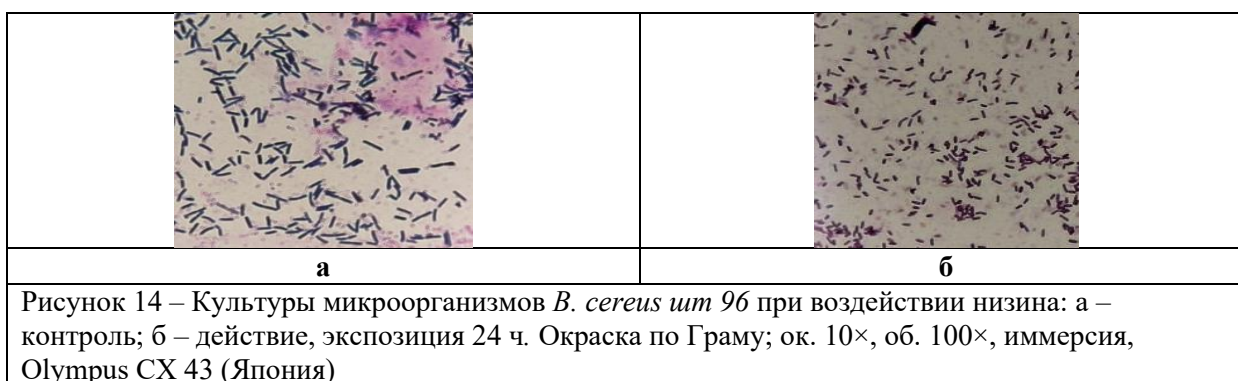
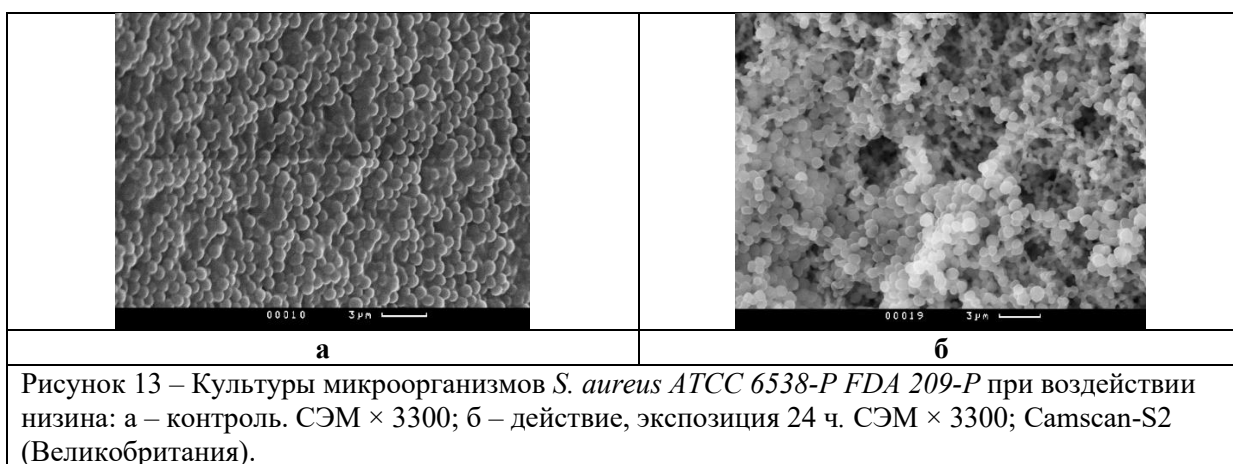
По данным СЭМ в контроле клетки были объединены межклеточным матриксом, выявлялись отдельные делящиеся клетки. При воздействии низина в течении 24 ч были выявлены бактерии палочковидной формы, объединенные межклеточным матриксом, атипичные морфологические формы не выявлялись, изменений в структуре биоплёнки не обнаружено (рис. 11 а, б).

Исследование морфологии *S. aureus* ATCC 6538-P FDA 209-P при действии низина, 128 мкг/мл. При оптической микроскопии в контроле наблюдалось активное формирование биоплёнки с плотными клеточными агрегатами, многочисленными микроколониями и выраженным межклеточным матриксом. После воздействия низина сохранялись отдельные клетки и рыхлые скопления, однако сплошной биоплёночный слой не формировался, межклеточный матрикс выражен слабо (рис. 12 а, б). По данным СЭМ в контроле клетки были объединены межклеточным матриксом, выявлялись делящиеся клетки. После воздействия низина наряду с типичными для вида клетками, присутствовали гетероморфные структуры. Выявлено отсутствие межклеточного матрикса отмечены участки *L* -

трансформации. Также отмечается начало формирования нитевидных структур (рис. 13 а, б).

Исследование морфологии *B. cereus* шт. 96 при действии низина, 256 мкг/мл. При оптической микроскопии в контроле выявлялись преимущественно одиночные клетки и короткие цепочки, микроколонии были немногочисленными. После воздействия низина формировались клеточные скопления, микроколонии и участки биоплёнки, объединённые межклеточным матриксом (рис. 14 а, б). По данным СЭМ в контроле культура была представлена преимущественно единичными клетками. После воздействия низина наряду с типичными клетками выявлялись гетероморфные структуры (рис. 15 а, б).





Заключение

В ходе проведённого исследования были изучены ингибирующие свойства и дезинфицирующая активность препаратов: основе хлоргексидина основания, кислородсодержащего средства и бактериоцина (Низин) в отношении выделенных и музейных штаммов микроорганизмов. Исследования включали в себя идентификацию выделенных бактериальных культур, определение МПК и МБК исследуемых веществ, определение их дезинфицирующей активности в отношении этих культур, а также проведена оценка характера воздействия препаратов на бактериальные клетки методом электронной микроскопии. По результатам диссертационной работы можно сделать следующие выводы:

Изучено и дано научное обоснование новым биоцидам и бактериоцинам, открывающих перспективы для разработки инновационных средств ветеринарного применения.

В результате микробиологического исследования образцов яиц был установлен состав выделенной бактериальной микрофлоры. Из исследованных проб были выделены и идентифицированы следующие микроорганизмы: *E. coli*, *L. amnigena*, *E. cloacae*, *E. ludwigii*, *C. braakii*, *C. freundii*, *M. morganii*, *P. mirabilis*, *P. Graminis*, *P. taetrolens*, *A. urinaeequi*, *A. viridans*, *E. casseliflavus*, *E. columbae*, *E. faecium*, *K. atrinae*, *K. cornophila*, *M. caseolyticus*, *M. luteus*, *S. aureus*, *S. saprophyticus*, *S. equorum*, *S. xylosus*, *C. freneyi*, *C. stationis*, *B. licheniformis*, *B. pumilus*, *B. subtilis*, *B. cereus*. Полученные результаты свидетельствуют о наличии в исследованных образцах значимых для санитарно-гигиенической безопасности микроорганизмов.

Определение минимальной подавляющей концентрации показало, что исследуемые препараты обладали различной выраженности антибактериальным действием в отношении выделенных микроорганизмов. Значения минимальной подавляющей концентрации (МПК) кислородосодержащего средства для вегетативных форм бактерий составляли 2–8 %, хлоргексидина основания – 0,4375–3,5 %, и не оказывали действия на споровые микроорганизмы. При изучении низина были установлены следующие значения: *E. coli* ATCC 25922 – 1024 мкг/мл; *S. aureus* ATCC 6538-P FDA 209-P – 128 мкг/мл; *B. cereus* шт. 96 – 256 мкг/мл.

Результаты определения минимальной бактерицидной концентрации подтвердили способность исследуемых препаратов не только подавлять размножение бактерий, но и оказывать бактерицидное действие. Для кислородосодержащего средства значения МБК составили 4–8 %, для хлоргексидина основания – 0,875–7 %, для бактериоцина низин: *E. coli* ATCC 25922 – 2048 мкг/мл; *S. aureus* ATCC 6538-P FDA 209-P – 256 мкг/мл; *B. cereus* шт. 96 – 512 мкг/мл.

При оценке дезинфицирующего действия тестируемых препаратов установлена их способность обеспечивать полное подавление роста исследуемых микроорганизмов при определённых концентрациях и экспозиции. Для средства на основе хлоргексидина основания полное подавление роста *E. coli* ATCC 25922 достигалось при использовании 2,5 % -го раствора и экспозиции 60 мин, тогда как в отношении *S. aureus* ATCC 6538-P FDA 209-P аналогичный обеззараживающий эффект наблюдался при концентрации 3,5 % и экспозиции 60 мин. Кислородосодержащее дезинфицирующее средство обеспечивало полное подавление роста *E. coli* ATCC 25922 в концентрации 3,5 % и экспозиции 30 мин, а в отношении *S. aureus* ATCC 6538-P FDA 209-P – при использовании 4 %-го раствора и той же экспозиции. Таким образом, оба тестируемых средства проявляли выраженное дезинфицирующее действие в отношении изученных микроорганизмов.

Исследование бактериальных клеток методом электронной микроскопии позволило выявить изменения их морфологического состояния и структуры бактериальных сообществ после воздействия кислородосодержащего дезинфицирующего средства. В контрольных образцах *E. coli* клетки имели

характерную палочковидную форму, плотно располагались друг относительно друга и были объединены выраженным межклеточным матриксом. После кратковременном воздействии препарата отмечалось снижение плотности колонизации исследуемой поверхности и нарушение целостности структуры биоплёнки: вместо сплошного биоплёночного слоя формировались отдельные компактные скопления клеток, между которыми сохранялись участки менее плотной колонизации. При увеличении экспозиции микроколонии практически отсутствовали, а межклеточные контакты были выражены слабо.

В контрольных образцах *S. aureus* клетки располагались компактно, формируя плотные агрегаты и многочисленные микроколонии, объединённые хорошо выраженным межклеточным матриксом. После кратковременного воздействия кислородсодержащего средства крупные бактериальные агломераты не выявлялись, отмечались деформация и нарушение характерной морфологии у большинства клеток. При длительном воздействии наблюдались выраженные морфологические изменения клеток и формирование нитевидных структур. Таким образом, результаты электронной микроскопии свидетельствуют о выраженном воздействии кислородсодержащего средства на структуру бактериальных сообществ *E. coli* и морфологическое состояние клеток *S. aureus*.

При обработке хлоргексидина основанием наблюдались изменение в морфологии *E. coli* ATCC 25922, а именно разрыхление межклеточного матрикса, окружающего бактерии, благодаря чему отдельные клетки становятся хорошо различимыми в структуре биоплёнки; популяция остаётся гетерогенной с преобладанием полиморфных слегка изогнутых палочковидных форм. Исследование *S. aureus* ATCC 6538-PFDA 209-P показало выраженные деформации бактериальных клеток. В отличие от контроля, опытные клетки утратили правильную округлую форму: визуализируются «сморщенные» и уплощенные формы, отдельные клетки выглядят деформированными.

После воздействия низина на *E. coli* ATCC 25922 внешних изменений структуры биоплёнки не обнаружено. При исследовании биопленок *S. aureus* ATCC 6538-PFDA 209-P и *B. cereus* шт. 96 наряду с типичными для вида клетками выявляли гетероморфные структуры.

Сопоставление результатов определения МПК, МБК и дезинфицирующего действия показало, что выраженность антибактериальной активности исследуемых средств не во всех случаях может быть оценена только по одному показателю. Эффективность препарата определяется как его непосредственным воздействием на бактериальную клетку, так и концентрацией, продолжительностью контакта и условиями проведения обработки. Различия в чувствительности отдельных микроорганизмов также указывают на необходимость учитывать видовой состав микрофлоры при выборе средства и режима его применения.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

БГКП – бактерии группы кишечной палочки

КМАФАНМ – количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов

МБК – минимальная бактерицидная концентрация

МПА – мясо-пептонный агар

МПБ – мясо-пептонный бульон

МПК – минимальная подавляющая концентрация

ОМЧ – общее микробное число

СЭМ – сканирующая электронная микроскопия

**Список работ, опубликованных по теме диссертации
В изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России**

1. Тюменцева, В. С. Бактериальная обсемененность товарного куриного яйца / Тюменцева В. С., Попов П. А., Бабунова В. С. [и др.] // Аграрная наука. – 2025. – № 4. – С. 63–68. – DOI: 10.32634/0869-8155-2025-393-04-63-68.
2. Тюменцева, В. С. Изучение антимикробных свойств низина / Тюменцева В. С., Абдуллаева А. М., Блинкова Л. П. // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2023. – Т. 9, № 1 (33). – С. 56–62. – DOI: 10.30914/2411-9687-2023-9-1-56-62.
3. Арсенюк, А. Ю. Морфология биопленок *Pseudomonas aeruginosa* и *Staphylococcus aureus* при воздействии препаратов на основе хлоргексидин-основания / Арсенюк А. Ю., Тюменцева В. С., Банникова Д. А. [и др.] // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». – 2025. – № 3 (55). – С. 426–431. – DOI: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202503012. – EDN OBIVDJ.
4. Тюменцева, В. С. Микрофлора поверхности скорлупы куриных яиц / Тюменцева В. С., Бабунова В. С., Осипова И. С., Хадаева Е. Т. Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2026. № 3 (59). С. 465-470.
5. Тюменцева, В. С. Определение бактериальной контаминации товарных яиц после проведения цикла мойки и дезинфекции их поверхности. Тюменцева В.С., Бабунова В.С., Попов П.А. Дезинфекционное дело. 2024. № S1. С. 126-128.

Публикации в материалах конференций и других научно-практических изданиях:

6. Тюменцева, В. С. Микробиологическая биобезопасность яиц из частных хозяйств областей России / Тюменцева В. С., Бабунова В. С. // Стратегия развития инновационных систем в кормлении животных : Сборник трудов Международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора Екатерины Александровны Петуховой. – М.: ООО "Издательство "Сельскохозяйственные технологии", 2026. – С. 128–132.

7. **Тюменцева, В. С.** Изучение антимикробных свойств бактериоцинов, вырабатываемых молочнокислыми бактериями / Тюменцева В. С. // Труды Всероссийского НИИ экспериментальной ветеринарии имени Я. Р. Коваленко. – 2023. – Т. 83, № 1. – С. 233–237. – DOI: 10.31016/viev-2023-83-3-7. – EDN THZJYB.
8. Методические рекомендации по обнаружению бактерий *E. coli*, продуцирующих шига-токсин, в кормах для животных. Попов П.А., Банникова Д.А., Бабунова В.С., Горяинова Г.М., **Тюменцева В.С.** Москва, 2024.
9. Активность дезинфицирующих средств на основе хлоргексидин-основания. Арсенюк А.Ю., **Тюменцева В.С.**, Токарев С.В. В сборнике: Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения. Сборник трудов научно-практической конференции. Под общей редакцией С.В. Позябина, Л.А. Гнездиловой. Москва, 2022. С. 191-193.
10. Antimicrobial activity and toxicological evaluation of didecyldimethyl- ammonium chloride complexed with fatty alcohol ethoxylate. Gruznova O., Gruznov D., Pavlova N., Shcherbakova G., Shuteeva E., Kuvshinchikov N., Popov N., **Tyumentseva V.**, Pchelkina V., Lobanov A., Tyubaeva P., Varyan I. Veterinary World. 2026. Т. 19. № 4. С. 1724-1746.
11. Биологическая безопасность мясных полуфабрикатов (куриных котлет). Тюменцева В.С., Бабунова В.С. В сборнике: Global Issues Conference 2025: Veterinary Medicine, Biology, Biotechnology, Zootechnology, Pedagogical and Philological Sciences. Материалы III международной научно-практической конференции. Москва, 2025. С. 993-996.
12. **Тюменцева, В. С.** Микробиологическая безопасность птицепродуктов в модифицированной газовой среде при хранении. Тюменцева В.С., Городова А.С., Абдуллаева А.М. Товаровед продовольственных товаров. 2021. № 10. С. 760-763.