

Научная статья

УДК 664:614.3

DOI 10.24888/2541-7835-2024-32-25-33

ДЕЗИНФИЦИРУЮЩЕЕ СРЕДСТВО «ТРИГЕКСИЛОН» ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ТЕХНОЛОГИЯХ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

Галынкин Валерий Абрамович¹, Герасимов Владимир Николаевич²,
Краснов Константин Андреевич³, Кипрушкина Елена Ивановна⁴✉

¹РОСБИО, Санкт-Петербург, Россия

²Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии, Московская обл., Серпуховский р-н, пос. Оболенск, Россия

³Научно-клинический центр токсикологии имени академика С.Н. Голикова Федерального медико-биологического агентства, Санкт-Петербург, Россия

⁴Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Санкт-Петербург, Россия

¹7731254@mail.ru

²ilcvngerasimov@obolensk.org

³krasnov_tox@mail.ru

⁴kipelena@yandex.ru✉

Аннотация. Системный подход в управлении качеством продукции позволяет гарантировать конечному потребителю безопасность. При возрастающих требованиях к качеству и ужесточении критериев безопасности важную роль играют рецептуры и технологии получения оригинальных дезинфицирующих средств нового поколения. Целью исследования являлось обоснование применения современного антисептического средства «Тригексилон» для санитарной обработки технологического оборудования, производственных помещений по переработке сельскохозяйственного сырья и производства продуктов питания. Приведены результаты исследований воздействия разработанного дезинфицирующего средства «Тригексилон», изготовленного на основе хлоргексидина биглюконата (ХГ) с включением в комплекс этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА) и хлорида цинка. Изучена биоцидная активность трехкомпонентного комплекса ХГ-ЭДТА-цинк в опытах *in vitro* в отношении микроорганизмов, являющихся возбудителями пищевых инфекций. При использовании микробиологических и электронно-микроскопических методов определен механизм действия дезинфицирующего средства. Установлено, что механизм инактивирования бактерий запускается в первые минуты дезобработки микробных клеток 5,0 % рабочим раствором дезинфицирующего средства. Потеря жизнеспособности всех клеток бактерий наблюдается к концу 60-90 мин инкубации, а полное отсутствие полноценных клеток в микробной популяции – через 90 мин. Показана целесообразность использования исследуемого дезинфицирующего средства в технологиях производства и переработки сельскохозяйственных продуктов.

Ключевые слова: дезинфицирующее средство (ДС), антимикробный эффект, микробиологическая безопасность

Для цитирования: Дезинфицирующее средство «Тригексилон» для обеспечения микробиологических показателей безопасности в технологиях хранения и переработки сельскохозяйственных продуктов / В.А. Галынкин, В.Н. Герасимов, К.А. Краснов, Е.И. Кипрушкина // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 2(32). С. 25-34. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-25-33>.

Original article

TRIHEXILON DISINFECTANT FOR ENSURING MICROBIOLOGICAL SAFETY INDICATORS IN TECHNOLOGIES OF STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

Valery A. Galynkin¹, Vladimir N. Gerasimov², Konstantin A. Krasnov³, Elena I. Kiprushkina⁴✉

¹ROSBIO, St. Petersburg, Russia

²State Scientific Center of Applied Microbiology and Biotechnology, Moscow region, Serpukhov district, village Obolensk, Russia

³Scientific and Clinical Center of Toxicology named after academician S.N. Golikov Federal Medical and Biological Agency, St. Petersburg, Russia

⁴St. Petersburg State Technological Institute (Technical University), St. Petersburg, Russia

¹7731254@mail.ru

²ilcvngerasimov@obolensk.org

³krasnov_tox@mail.ru

⁴kipelena@yandex.ru✉

Abstract. *With increasing quality requirements and stricter safety criteria, formulations and technologies for the production of original disinfectants of a new generation play an important role. The purpose of the study was to substantiate the use of the modern antiseptic agent "Trihexilon" for the sanitary treatment of technological equipment, production facilities for processing agricultural raw materials and food production. The results of studies of the effects of the developed disinfectant "Trihexilon", made on the basis of chlorhexidine bigluconate (HCG) with the inclusion of ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) and zinc chloride in the complex, are presented. The biocidal activity of the three-component HCG-EDTA-zinc complex was studied in in vitro experiments against microorganisms that are pathogens of food infections. The mechanism of action of the disinfectant has been determined using microbiological and electron microscopic methods. It was found that the mechanism of inactivation of bacteria is triggered in the first minutes of de-treatment of microbial cells with a 5.0% working solution of a disinfectant. The loss of viability of all bacterial cells is observed by the end of 60-90 minutes of incubation, and the complete absence of full-fledged cells in the microbial population is observed after 90 minutes. The expediency of using the investigated disinfectant in the technologies of production and processing of agricultural products is shown.*

Keywords: *disinfectant (DS), antimicrobial effect, microbiological safety*

For citation: «Trihexilon» disinfectant for ensuring microbiological safety indicators in technologies of storage and processing of agricultural products. V.A. Galynkin, V.N. Gerasimov, K.A. Krasnov, E.I. Kiprushkina. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 2(32), pp. 25-33. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-25-33>.

Введение

Дезинфицирующие средства повсеместно используют в технологиях переработки сельскохозяйственных продуктов, пищевой промышленности, медицинской практике, в быту и многих других областях деятельности человека для снижения микробиологического риска. От эффективности защитного действия дезинфицирующего средства к санитарно-показательным микроорганизмам в условиях производственных цехов решается проблема гигиены питания, зависит безопасность готового пищевого продукта, срок его годности.

Дезинфекция – неотъемлемая часть технологического процесса на всех этапах производства. Для обеспечения показателей качества и безопасности готовых продуктов питания важен микробиологический контроль сырья, оборудования, рабочей зоны производства. Чаще всего встречаются возбудители смешанных инфекций, грамотрицательные микроорганизмы среди них более устойчивы к действию большинства применяемых дезинфицирующих средств. В процессе санитарной обработки должны быть инактивированы все предположительно присутствующие патогенные микроорганизмы для устранения микробиологических рисков [1, 8].

В связи с адаптивностью ряда условно-патогенной и патогенной микрофлоры, для обеспечения микробиологической безопасности сырья, технологических процессов и гото-

вой продукции, выполнения требований санитарных норм необходимы инновации в разработке и токсикологических исследованиях новых рецептур дезинфицирующих и антисептических средств.

При разработке новых формул дезинфицирующих средств важно установить механизмы ингибирующего воздействия активного вещества на нежелательную микрофлору. Чаще всего оцениваются деструктивные повреждения клеточной стенки, цитоплазматической мембраны, нарушение метаболизма. Использование хлорсодержащих соединений приводит к окислительным процессам белков. Кроме того, активный хлор помимо высокой летучести, вызывающей аллергические реакции рабочего персонала, воздействует деструктивно на различные покрытия, поверхности. Также из-за резкого запаха для дезинфекции пищевого оборудования хлорсодержащие соединения не применяются. Поверхностно-активные вещества, входящие в состав целого ряда дезинфицирующих средств, повреждают цитоплазматическую мембрану микроорганизмов [3, 5, 10, 12]. Препараты для санитарных обработок на основе высокомолекулярных производных гуанидина разрушительны для клеточных мембран микроорганизмов, создают гидрофобные пленки, плохо смываются водой. Известны дезинфицирующие средства на основе третичных алкиламинов, воздействующих деградирующе на структурные компоненты клеток [6]. Ряд дезинфицирующих препаратов имеют узкий спектр действия, высокую стоимость, отсутствие производства компонентов на территории РФ.

К числу наиболее известных антисептиков и дезинфицирующих средств относится хлоргексидин (1,6-ди-[бис-(4-хлорфенил)бигуанидо]гексана биглюконат), который уже более 60 лет применяют в медицинской, ветеринарной и бытовой практике; до настоящего времени он остается одним из самых востребованных антисептических агентов и дезинфектантов [7]. Препарат приобрел популярность благодаря своей высокой бактерицидной активности в отношении широкого спектра грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов, включая грибы, а также за счет способности сохранять высокую активность при соприкосновении с различными биологическими субстратами. Молекула хлоргексидина состоит из двух симметричных хлорфенилзамещенных бигуанидовых групп, соединенных гидрофобной гексаметиленовой цепочкой, при физиологическом значении pH существует в виде бикатиона [13]. Механизм антимикробного действия хлоргексидина, как и у большинства катионных антисептиков, реализуется на уровне клеточной мембраны. Хлоргексидин является активным началом целого ряда дезинфицирующих препаратов. Вместе с тем хлоргексидин обладает рядом существенных недостатков [13, 14]. В частности, при комнатной температуре он практически не действует на бактериальные споры и поэтому малоэффективен против спорообразующих патогенов. Кислотоустойчивые микроорганизмы преодолевают антимикробный эффект хлоргексидина. Основной проблемой используемых моюще-дезинфицирующих и дезинфицирующих средств является появление резистентных микробиальных штаммов. Долгое время считалось, что устойчивость микроорганизмов к хлоргексидину не вырабатывается, но в настоящее время существуют данные исследований, которые опровергают это мнение [13]. Однако антисептическая активность хлоргексидина может быть увеличена за счет его использования в комбинации с другими химическими средствами.

Целью исследования являлось обоснование применения современного антисептического средства «Тригексилон» для санитарной обработки технологического оборудования, производственных помещений по переработке сельскохозяйственного сырья и производства продуктов питания.

Материалы и методы исследований

Бихелатный трехкомпонентный комплекс «Тригексилон» с вирулицидным и бактерицидным действием разработан ООО «РОСБИО» (Россия) [2].

Проводили изучение особенностей взаимодействия препарата «Тригексилон» с клетками патогенной микрофлоры, исследование его обеззараживающей активности на тест-

поверхностях, тест-объектах, контаминированных бактериями синегнойной палочки (*Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853), бактериями золотистого стафилококка (*Staphylococcus aureus* 906), бактериями кишечной палочки (*Escherichia coli* 1257). Тестовые культуры депонированы в коллекции музея ФБУН ГНЦ ПМБ, являются санитарно-показательными микроорганизмами, регламентированы в пищевой промышленности при оценке микробиологической безопасности пищи. Оценка инактивации условно-патогенной и патогенной микрофлоры в присутствии препарата «Тригексилон» осуществлялась по результатам мониторинга длительности выживаемости тестируемых бактерий. Исследование проводили с использованием микробиологических и электронно-микроскопических методов на базе ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора в 2022-23 гг.

Для приготовления рабочих суспензий бактерий суточных культур смывали стерильным физиологическим раствором и разбавляли до концентрации 1×10^{10} кл/см³. Бактерицидную эффективность дезинфицирующего средства «Тригексилон» определяли суспензионным методом [11].

Обеззараживающие свойства ДС оценивали по наличию или отсутствию роста тестовых микроорганизмов в жидкой и плотной питательных средах *in vitro*. Сравнение проводили с контролем: посев тест-микроорганизмов в питательную среду без добавления ДС «Тригексилон».

Для оценки антимикробного действия и установления эффективности дезинфицирующего средства использован метод исследования и оценки бактерицидной активности дезинфицирующих средств и субстанций в соответствии с «Р 4.2.3676-20. 4.2. Биологические и микробиологические факторы. Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности. Руководство» (утв. Роспотребнадзором 18.12.2020).

Определение степени нарушения первоначальной ультраструктуры (повреждения клеточных структур) микроорганизмов оценивали методом электронной микроскопии. В основе метода определения степени нарушения структуры и изменения в органоидах бактерий лежит изучение ультратонких срезов образцов и оценка состояния отдельных микроорганизмов биомассы с помощью набора цитоструктурных критериев [4].

Результаты исследований и их обсуждение

Исследования в просвечивающем электронном микроскопе тонкой структуры средства «Тригексилон» показали, что исходный препарат и его рабочие растворы имеют сложную структуру. Исследуемое средство – дезинфектант двухфазной дисперсной системы без запаха, состоящий из жидкой опалесцирующей фазы и твердой. Твердая фракция дисперсной фазы представлена свободно распределенными в поле зрения структурными образованиями неопределенной формы диаметром 3-150 нм и многочисленными агрегатами частиц.

При изучении активности ХГ-ЭДТА-цинкового комплекса *in vitro* сравнивалась структура микробной популяции бактерий *Ps.aeruginosa* ATCC 27853 до воздействия дезинфектантом (в контроле) (рис.1) и через 30 мин после воздействия дезинфектантом (рис.2). Установлено, что механизм повреждения и гибели бактерий запускается в первые минуты после начала обработки микробных клеток 5,0 % рабочим раствором дезинфицирующего средства. Потеря жизнеспособности всех клеток бактерий наблюдается к концу 60-90 -минутной инкубации (микробиологический метод). Титр культуры *Ps.aeruginosa* ATCC 27853 после 30 мин обработки 5,0 % раствором снижается примерно на 30 % и составляет $1,5 \times 10^7$ кл/см³ (титр исходной культуры $1,0 \times 10^{10}$ кл/см³). Полное разрушение микроорганизмов наблюдается после 90 мин инкубации с дезинфицирующим препаратом.

Клетки с неповрежденной клеточной стенкой – интактные клетки характеризуются непрерывным, трехслойным контуром внешней и цитоплазматической мембраны, клеточная стенка плотно прилегает к протопласту. Максимальное содержание неповрежденных клеток

в структуре микробной популяции до обработки исследуемым дезинфицирующим средством составляет 91%.



Рисунок 1. Структура микробной популяции бактерий *Ps.aeruginosa* ATCC 27853 до воздействия дезинфектантом (в контроле)

Динамика уменьшения неповрежденных клеток культуры *Ps.aeruginosa* ATCC 27853 позволяет установить характер биоцидной активности защитного препарата: через 30 мин воздействия дезинфектантом количество интактных клеток составляло только 5%, что свидетельствует о проникновении дезинфицирующего средства «Тригексилон» через плазматическую мембрану. Полное отсутствие неповрежденных клеток *Ps.aeruginosa* ATCC 27853 выявлено через 90 мин времени воздействия дезинфицирующего средства.



Рисунок 2. Структура микробной популяции бактерий *Ps. aeruginosa* ATCC 27853 через 30 мин воздействия дезинфектантом

Электронно-микроскопические изображения ультратонких срезов бактерий *Ps.aeruginosa* ATCC 27853 через 30 мин воздействия 5% раствором средства «Тригексилон» представлены на рис.3. Выявлено разрушение клеток, которое начинается с повреждения внешней и цитоплазматической мембран, или полное разрушение клеточной оболочки бактерий [9].

Структурные образования, обнаруженные с помощью просвечивающего электронного микроскопа в дезинфицирующем средстве «Тригексилон», относятся к хелатному трехкомплексу хлоргексидин-ЭДТА-цинк. Об этом свидетельствует отсутствие частиц и агрегатов частиц на электронно-микроскопических изображениях контрольных образцов дезинфицирующего средства «Хлоргексидин» без добавления комплексообразователя, следовательно, не содержащих хелатно-хлоргексидиновых комплексов. Стабильность тройного хелатного комплекса ХГ-ЭДТА-Zn можно объяснить внутримолекулярным солеобразованием, в результате чего катионные и анионные фрагменты в данной системе стехиометрически уравновешивают друг друга, образуя в сумме электронейтральную молекулу.

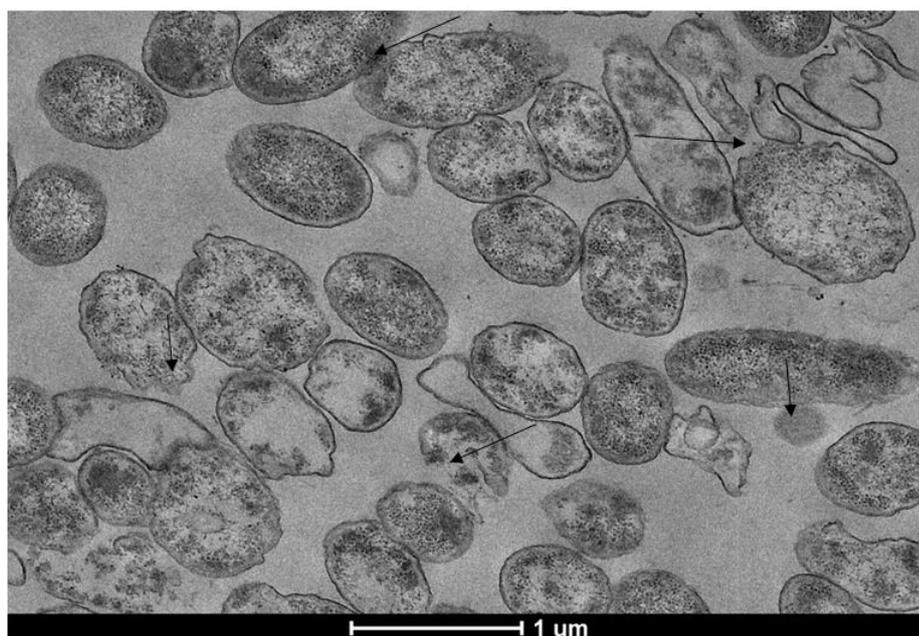


Рисунок 3. Электронно-микроскопические изображения ультратонких срезов бактерий *Ps.aeruginosa* ATCC 27853 через 30 мин воздействия 5% раствором средства «Тригексилон». Клетки с разрывом клеточной оболочки указаны стрелкой. Увеличение на микрофотографии 35000 крат

Также представлены диапазоны концентрационно-временных параметров обеззараживания поверхностей, изделий медицинского назначения и различных объектов и материалов, контаминированных грамотрицательными и грамположительными бактериями, возбудителей особо опасных инфекций, регламентируемых в пищевой промышленности.

Оценка эффективности дезинфицирующего препарата «Тригексилон» без разбавления показала (табл.1), что для поверхностей тары, инвентаря, посуды, технологического пищевого оборудования, изделий медицинского назначения, обсеменённых *E.coli*, шт.1257, *S.aureus*, шт. 906, *P.aeruginosa*, шт. ATCC 27853, время обработки составило от 0,5 до 2 мин. Использование концентрации рабочего раствора ДС от 2% до 5% приводило к значительному (99, 99%) снижению бактериальной обсеменённости при 30 мин времени его экспозиции на тестируемых поверхностях технологического оборудования и производственных помещений, что может быть рекомендовано для их профилактической обработки.

Бактерицидное воздействие исследуемого средства в разбавленном виде в концентрации раствора 1,0% гарантирует антимикробный барьер при времени экспозиции 60 мин.

Таблица 1. Эффективность дезинфицирующего средства «Тригексилон» при обеззараживании тест-объектов, контаминированных возбудителями бактериальных инфекций

Объекты обеззараживания	Оценка биоцидной активности дезинфектанта в зависимости от концентрации раствора ДС (%) и времени экспозиции (мин)		
	<i>E. coli</i> 1257	<i>S. aureus</i> 906	<i>P.aeruginosa</i> ATCC 27853
Поверхности различных объектов	1,0% – 60 мин	1,0% – 60 мин	1,0% – 60 мин
	2,0% – 30 мин	2,0% – 30 мин	2,0% – 30 мин
	без разбавления – 0,5 мин	без разбавления – 0,5 мин	без разбавления – 0,5 мин
Изделия медицинского назначения	3,0% – 90 мин	3,0% – 90 мин	3,0% – 60 мин
	4,0% – 60 мин	4,0% – 60 мин	5,0% – 30 мин
	без разбавления – 2 мин	без разбавления – 2 мин	без разбавления – 2 мин
Технологическое оборудование	3,0% – 60 мин	3,0% – 60 мин	3,0% – 60 мин
	5,0% – 30 мин	5,0% – 30 мин	5,0% – 30 мин
	без разбавления – 2 мин	без разбавления – 2 мин	без разбавления – 2 мин

Механизм действия средства «Тригексилон» на бактериях, по всей вероятности, связан с взаимодействием молекул и/или наночастиц дезинфектанта с клеточной оболочкой бактерий. Взаимодействие молекул дезинфектанта с карбоксильными группами аминокислот и кислых полисахаридов внешней мембраны оболочек приводит к блокированию основных функций клеточных оболочек, к повреждению цитоплазматической мембраны, а затем разрывам в клеточной оболочке, деструкции цитоплазмы и нуклеоида.

Выводы

1. Результаты электронно-микроскопического и микробиологического мониторинга выживаемости свидетельствуют о полном разрушении клеток тестовых патогенных штаммов в зависимости от концентрации раствора бихелатного комплекса и времени экспозиции.

Установлено, что механизм повреждения и гибели бактерий запускается в первые минуты после начала обработки микробных клеток 5,0 % рабочим раствором дезинфицирующего средства. Потеря жизнеспособности всех клеток бактерий наблюдается к концу 60-90 минутной инкубации (микробиологический метод), а полное отсутствие интактных клеток в микробной популяции – через 90 мин (электронно-микроскопическое исследование).

2. При использовании ДС в разбавленном виде эффективность обеззараживания наблюдалась в концентрации растворов от 1,0% и выше при времени экспозиции 30; 60 и 90 мин.

3. Проведенные исследования показывают перспективность использования хелатного трехкомплекса хлоргексидина основания, этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА) и хлорида цинка в составе препарата «Тригексилон» для санитарной обработки технологического оборудования, производственных помещений по переработке сельскохозяйственного сырья и производству продуктов питания с целью снижения микробиологических рисков и обеспечения микробиологической безопасности, может успешно конкурировать с методами санации при повышении резистентности микробных штаммов к существующим дезинфицирующим средствам. При применении «Тригексилон» не образуются плёнки на обработанной поверхности, не происходит коррозии технологического оборудования, обеспечивается высокий уровень гигиены и санитарии производства.

Список источников

1. Азизов Б.М. Производственная санитария и гигиена труда. Москва: Инфра-М, 2018. 349 с.
2. Галынкин В.А. и др. Антимикробная и вирулицидная активность трехкомпонентного комплекса хлоргексидин – ЭДТА-цинк / В.А. Галынкин, А.Х. Еникеев, Е.П. Подольская, А.С. Гладчук, Т.И. Виноградова, Н.В. Заболотных, М.З. Догонадзе, К.А. Краснов // Медицина Экстремальных ситуаций. 2022. № 1. С.43-50.
3. Герасимов В.Н. и др. Морфофункциональные особенности высокочувствительных к дезинфицирующим средствам бактерий *Escherichia coli* K-12 при воздействии дезинфицирующего средства «Тотус» / В.Н. Герасимов, А.Е. Конев, Н.Б. Роганова, Р.Л. Гутерман, А.И. Комарова, Н.В. Киселева, Е.В. Быстрова, Ю.В. Герасимова, С.А. Котов, М.В. Храмов // Бактериология. 2017. № 2(2). С. 59-65.
4. Герасимов В.Н. и др. Возможности трансмиссионной электронной микроскопии в оценке качества клеток бактерий и микробной популяции / В.Н. Герасимов, Н.Н. Маринина, Г.Г. Харсеева, О.С. Щербатая // Клиническая лабораторная диагностика. 2022. Т. 67. № 4. С. 237-244.
5. Девитаева А.А., Леонов С.В., Лазарева М.В. Оценка бактерицидности дезинфицирующих средств методом Аржакова (в модификации) // Сборник трудов научно-практической конференции преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов факультета ветеринарной медицины Новосибирского государственного аграрного университета «Вопросы ветеринарной науки и практики». Новосибирск, 2019. С. 22-24.
6. Диденко Л. В. и др. Изучение механизма действия третичных алкиламинов на клинических изолятах *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus* / Диденко Л.В., Кардаш Г.Г., Смирнова Т.А., Толордава Э.Р., Зубашева М.В., Куршин Д.А., Емшанов О.В. // Дезинфекционное дело. 2015. № 1. С. 32-36.
7. Зверьков А.В., Зузова А.П. Хлоргексидин: прошлое, настоящее и будущее одного из основных антисептиков. Антимикробные препараты. 2013. № 15 (4). С. 279-85
8. Королев А.А. Микробиология, физиология питания, санитария и гигиена. Москва: Академия, 2018. 288 с.
9. Крученок Т.Б. Перспективы развития исследований по механизму действия дезинфицирующих средств // Теория и практика дезинфекции и стерилизации. 1983. С. 8-11.
10. Мартинчик А.Н. Микробиология, физиология питания, санитария и гигиена. Москва: Академия, 2017. 406 с.
11. Методы лабораторных исследований и испытаний медикопрофилактических дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности: Руководство. Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. 615 с.
12. Сeregин И. Г., Никитченко Д.В., Абдуллаева А.М. О болезнях пищевого происхождения// Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2015. № 4. С.101-107.
13. Jones CG. Chlorhexidine: is it still the gold standard? // Periodontol. 1997. No. 15. Pp. 55-62.
14. Junco-Lafuente M.P., Baca-García P., Mesa-Aguado F.L. Utilización de la clorhexidina en la prevención oral de pacientes de la tercera edad // Revista del Ilustre Consejo General de Colegios de Odontólogos y Estomatólogos de España. 2001. No. 6. Pp. 81-89.

References

1. Azizov B.M. Industrial sanitation and occupational hygiene // Moscow: Infra-M, 2018. 349 p.
2. Galynkin V.A. et al. Antimicrobial and viricidal activity of the three-component chlorhexidine – EDTA-zinc complex. V.A. Galynkin, A.H. Enikeev, E.P. Podolskaya, A.S. Gladchuk, T.I. Vinogradova, N.V. Zabolotnykh, M.Z. Dogonadze, K.A. Krasnov. Medicine of Extreme situations, 2022, no. 1, pp. 43-50.

3. Gerasimov V.N. et al. Morphofunctional features of Escherichia coli K-12 bacteria highly sensitive to disinfectants when exposed to the disinfectant «Totus». V.N. Gerasimov, A.E. Konev, N.B. Roganova, R.L. Guterman, A.I. Komarova, N.V. Kiseleva, E.V. Bystrova, Yu.V. Gerasimova, S.A. Kotov, M.V. Khramov. *Bakteriologiya*, 2017, no. 2(2), pp. 59-65.
4. Gerasimov V.N. et al. Possibilities of transmission electron microscopy in assessing the quality of bacterial cells and microbial population. V.N. Gerasimov, N.N. Marinina, G.G. Kharseeva, O.S. Shcherbataya. *Clinical laboratory diagnostics*, 2022, vol. 67, no. 4, pp. 237-244.
5. Devitaeva A.A., Leonov S.V., Lazareva M.V. Evaluation of the bactericidal activity of disinfectants by the Arzhakov method (in modification). Proceedings of the scientific and practical conference of teachers, graduate students, undergraduates and students of the Faculty of Veterinary Medicine of Novosibirsk State Agrarian University «Issues of veterinary science and practice», 2019, pp. 22-24.
6. Didenko L. V. et al. Studying the mechanism of action of tertiary alkylamines on clinical isolates of Escherichia coli and Staphylococcus aureus. Didenko L.V., Kardash G.G., Smirnova T.A., Tolordava E.R., Zubasheva M.V., Kurshin D.A., Yemshanov O.V. *Disinfection business*, 2015, no. 1, pp. 32-36.
7. Zverkov A.V., Zuzova A.P. Chlorhexidine: the past, present and future of one of the main antiseptics. *Antimicrobial drugs*, 2013, no. 15 (4), pp. 279-85
8. Korolev A.A. *Microbiology, physiology of nutrition, sanitation and hygiene*. Moscow: Akademiya Publ., 2018. 288 p.
9. Kruchenok T.B. Prospects for the development of research on the mechanism of action of disinfectants. *Theory and practice of disinfection and sterilization*, 1983, pp. 8-11.
10. Martinchik A.N. *Microbiology, physiology of nutrition, sanitation and hygiene*. Moscow: Akademiya Publ., 2017. 406 p.
11. *Methods of laboratory research and testing of medical preventive disinfectants to assess their effectiveness and safety: Guidelines*. Moscow: Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Russian Consumer Supervision, 2010. 615 p.
12. Seregin I. G., Nikitchenko D.V., Abdullayeva A.M. On diseases of food origin. *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Agronomy and animal husbandry*, 2015, no. 4, pp.101-107.
13. Jones CG. Chlorhexidine: is it still the gold standard? *Periodontol*, 1997, no. 15, pp. 55-62.
14. Junco-Lafuente M.P., Baca-García P., Mesa-Aguado F.L. Utilización de la clorhexidina en la prevención oral de pacientes de la tercera edad. *Revista del Ilustre Consejo General de Colegios de Odontólogos y Estomatólogos de España*, 2001, no. 6, pp. 81-89.

Информация об авторах

- В.А. Галынкин** – доктор технических наук, академик РАН, заместитель исполнительного директора по научной работе;
- В.Н. Герасимов** – доктор биологических наук, заведующий отделом дезинфектологии;
- К.А. Краснов** – кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник;
- Е.И. Кипрушкина** – доктор технических наук, профессор кафедры технологии микробиологического синтеза.

Information about the authors

- V.A. Galynkin** – Doctor of technical sciences, RANH academician, deputy executive director for scientific work;
- V.N. Gerasimov** – Doctor of biological sciences, head of department of disinfectology;
- K.A. Krasnov** – Candidate of chemical sciences, leading researcher;
- E.I. Kiprushkina** – Doctor of technical sciences, professor of the department of microbiological synthesis technology.