

© Коллектив авторов, 2025

УДК 614.484



Совершенствование методов оценки чувствительности микроорганизмов к дезинфицирующим средствам в системе санитарно-бактериологических исследований объектов внешней среды медицинских организаций

А.В. Ильякова¹, Н.И. Еремеева^{1,2,3}, Ю.В. Демина^{1,2}, Ю.А. Захарова¹, А.А. Серов¹,
Ф.А. Мукабенов¹, А.С. Старикова¹, В.А. Новиков¹

¹ Институт дезинфектологии ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Научный проезд, д. 18а, г. Москва, 117246, Российская Федерация

² ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1, г. Москва 125993, Российская Федерация

³ ФГБУ «НМИЦ ФПИ» Минздрава России, ул. 22 Партсъезда, д. 50, г. Екатеринбург, 620039, Российская Федерация

Резюме

Введение. Мониторинг устойчивости микроорганизмов к используемым дезинфицирующим средствам в медицинских организациях, позволяет предотвратить или снизить риски распространения возбудителей инфекционных заболеваний в окружающей среде. Вместе с тем, микробиологические лаборатории сталкиваются с трудностями в связи с отсутствием готовой формы нейтрализатора, который применяется в ходе исследований объектов внешней среды для исключения действия на микробные клетки остаточных количеств дезинфицирующих средств.

Цель исследования: усовершенствовать метод оценки чувствительности микроорганизмов к дезинфицирующим средствам с применением агара с нейтрализующими компонентами.

Материалы и методы. В качестве агара с нейтрализующим компонентом использован нейтрализующий агар Ди-Ингли, содержащий декстрозу 1,0 %, казеиновый пептон 0,5 %, дрожжевой экстракт 0,25 %, лецитин 0,7 %, тиосульфат натрия 0,6 %, твин-80 0,5 %. Эффективность нейтрализации четвертичных аммониевых соединений, альдегидов, хлорактивных и кислородвактивных соединений оценивали в отношении санитарно-показательных микроорганизмов *S. aureus* ATCC 6538P и *E. coli* ATCC 10536. В качестве тест-объектов использовали пластиковую поверхность (дно 12-луночных планшетов). Всего проведено 122 исследований с различными растворами дезинфицирующих средств в рекомендованных концентрациях, согласно инструкциям по применению. Статистическую обработку результатов проводили при помощи компьютерных программ Microsoft Office Excel 2016.

Результаты. Эффективность нейтрализации остаточных количеств дезинфицирующих средств на основе четвертичных аммониевых соединений с использованием нейтрализующего агара Ди-Ингли составила $95,18 \pm 3,2$ %; альдегидов – $98,1 \pm 2,1$ %; хлорактивных соединений – $(93,6 \pm 2,4)$ %; кислородвактивных соединений – $71,4 \pm 5,5$ %. При валидации применяемой методики отклонений полученных результатов от установленных критериев приемлемости относительно утвержденной методики оценки чувствительности микроорганизмов к дезинфицирующим средствам не выявлено.

Заключение. Результаты исследования свидетельствуют о возможности использования нейтрализующего агара Ди-Ингли в методике по определению чувствительности микроорганизмов к дезинфицирующим средствам. Преимуществами предложенного способа являются стандартизация процесса, снижение материальных и временных затрат.

Ключевые слова: медицинские организации; дезинфицирующие средства; определение чувствительности; микроорганизмы; объекты внешней среды; нейтрализующий агар Ди-Ингли.

Для цитирования: Ильякова А.В., Еремеева Н.И., Демина Ю.В., Захарова Ю.А., Серов А.А., Мукабенов Ф.А., Старикова А.С., Новиков В.А. Совершенствование методов оценки чувствительности микроорганизмов к дезинфицирующим средствам в системе санитарно-бактериологических исследований объектов внешней среды медицинских организаций // Здоровье населения и среда обитания. 2025. Т. 33. № 9. С. 78–86. doi: 10.35627/2219-5238/2025-33-9-78-86

Improvement of Methods for Assessing Resistance of Microorganisms to Disinfectants within the System of Sanitary and Bacteriological Testing of Environmental Objects in Health Facilities

Anastasia V. Ilyakova,¹ Natalya I. Eremeeva,^{1,2,3} Yulia V. Demina,^{1,2} Yulia A. Zakharova,¹ Alexey A. Serov,¹
Fedor A. Mukabenov,¹ Anzhelika S. Starikova,¹ Vyacheslav A. Novikov¹

¹ Institute of Disinfectology, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene, 18a Nauchny Driveway, Moscow, 117246, Russian Federation

² Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Bldg 1, 2/1 Barrikadnaya Street, Moscow, 125993, Russian Federation

³ Ural Research Institute of Phthisiopulmonology – Branch of the National Medical Research Center for Phthisiopulmonology and Infectious Diseases, 50, 22 Partsyezda Street, Yekaterinburg, 620039, Russian Federation

Summary

Introduction: Monitoring the resistance of microorganisms to disinfectants used in healthcare facilities helps prevent or mitigate risks of the spread of infectious agents in the indoor environment. At the same time, microbiological laboratories face difficulties related to the lack of a ready form of a neutralizer to be used during testing of environmental objects to eliminate the effect of residual amounts of disinfectants on microbial cells.

Objective: To improve the method of assessing resistance of microorganisms to disinfectants using agar with neutralizing components.

Materials and Methods: We used the Dey-Engley neutralizing agar with 1.0 % dextrose, 0.5 % casein peptone, 0.25 % yeast extract, 0.7 % lecithin, 0.6 % sodium thiosulfate, and 0.5 % twin-80 as an agar with neutralizing components.

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2025-33-9-78-86>
Original Research Article

The effectiveness of neutralization of quaternary ammonium compounds, aldehydes, active chlorine and oxygen-based compounds was evaluated in relation to *S. aureus* ATCC 6538P and *E. coli* ATCC 10536. Plastic surfaces (bottoms of 12-well plates) were used as test objects. A total of 122 tests were conducted with various solutions of disinfectants in the concentrations recommended by the instructions for use. Test results were then analyzed using Microsoft Office Excel 2016.

Results: The effectiveness of neutralizing residual amounts of disinfectants based on quaternary ammonium compounds using the Dey-Engley neutralizing agar was $95.18 \pm 3.2\%$; aldehydes – $98.1 \pm 2.1\%$; active chlorine-based compounds – $93.6 \pm 2.4\%$, and active oxygen-based compounds – $71.4 \pm 5.5\%$. When validating the applied technique, we observed no deviations of test results from the established acceptance criteria relative to the approved methodology for assessing sensitivity of microorganisms to disinfectants.

Conclusions: The study results indicate that it is possible to use the Dey-Engley neutralizing agar in a technique for determining resistance of microorganisms to disinfectants. The advantages of the proposed method include standardization of the process and reduction of material and time costs.

Keywords: health facilities, disinfectants, determination of sensitivity, microorganisms, environmental objects, Dey-Engley neutralizing agar.

Cite as: Ilyakova AV, Ereemeeva NI, Demina YuV, Zakharova YuA, Serov AA, Mukabenov FA, Starikova AS, Novikov VA. Improvement of methods for assessing resistance of microorganisms to disinfectants within the system of sanitary and bacteriological testing of environmental objects in health facilities. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2025;33(9):78–86. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2025-33-9-78-86

Введение. Резистентность микроорганизмов к антибиотикам и биоцидам, в том числе к дезинфицирующим средствам (ДС) является глобальной проблемой современности [1–5], и определена как одна из основных биологических угроз национальной безопасности Российской Федерации¹. Особую актуальность проблема приобрела в медицинских организациях, имея тесную связь с инфекциями, связанными с оказанием медицинской помощи (ИСМП) [6–10]. В этой связи мониторинг устойчивости микроорганизмов, циркулирующих в медицинских организациях (МО), направленный на сдерживание их селекции и снижение риска формирования госпитальных штаммов является важным профилактическим мероприятием в системе эпидемиологического надзора за ИСМП [11–16].

Для оценки чувствительности микроорганизмов к ДС существует несколько методов:

– ускоренный способ определения², основанный на применении цветной питательной среды, изменяющей цвет под влиянием жизнедеятельности размножающихся бактерий, характеризуется относительно низкой степенью достоверности поскольку не предполагает применение нейтрализатора. При исследовании биоцидного действия ДС необходимо исключить его бактериостатическое действие на микроорганизмы [17–21];

– способ определения, основанный на нанесении тестируемого штамма на поверхность тест-объекта с последующей обработкой ДС и нейтрализатором³. При этом полученную смесь с поверхности тест-объекта для дальнейшего исследования снимают сухим стерильным тампоном и осуществляют посев на поверхность плотной питательной среды. Существенными недостатками данного способа являются необходимость приготовления раство-

ров нейтрализаторов в лабораторных условиях из закупленных химических веществ и остаточное содержание тестируемой культуры на поверхности тест-объекта, что искажает результат;

– метод оценки предполагающий использование тест-объектов и нейтрализатора, описанный в МУ 3.5.1.3439–17⁴, где аналогично предыдущему способу предлагается готовить нейтрализатор в лабораторных условиях. Дополнительным недостатком метода также является изготовление тест-объектов из различных видов материала (металла, линолеума, пластика, кафеля и др).

Ключевым фактором, негативно влияющим на практическое выполнение трех описанных выше методов, является отсутствие или трудность в изготовлении нейтрализатора из отдельных компонентов.

В тоже время рынок современных питательных сред располагает готовыми коммерческими предложениями с нейтрализующими составами (в виде агара и бульона), разрешенными для применения в МО. Ранее нами была доказана возможность использования нейтрализующего бульона Ди-Ингли для нейтрализации катионных поверхностно-активных веществ (ПАВ), кислородактивных и хлорактивных соединений, альдегидов и композиционных веществ в отношении микобактерий туберкулеза [22].

Цель исследования: усовершенствовать метод оценки чувствительности микроорганизмов к дезинфицирующим средствам с применением агара с нейтрализующими компонентами.

Материалы и методы.

В качестве нейтрализаторов использовали:

– нейтрализующий агар Ди-Ингли, содержащий декстрозу 1,0 %, казеиновый пептон 0,5 %, дрожжевой экстракт 0,25 %, лецитин 0,7 %, тиосульфат натрия 0,6 %, твин-80 0,5 %;

¹ Указ Президента Российской Федерации от 11.03.2019 № 97 «Об основах государственной политики Российской Федерации в области обеспечения химической и биологической безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу».

² МР 1100/27-0-117 «Методические рекомендации по ускоренному определению устойчивости бактерий к дезинфекционным средствам», утверждены руководителем департамента Госсанэпиднадзора Минздрава РФ, 2000 г.

³ Федеральные клинические рекомендации «Способ определения чувствительности бактерий к дезинфицирующим средствам при мониторинге устойчивости к антимикробным препаратам в медицинских организациях». М., 2015. 27 с.

⁴ МУ 3.5.1.3439—17 «Оценка чувствительности к дезинфицирующим средствам микроорганизмов, циркулирующих в медицинских организациях», утверждены Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации А. Ю. Поповой 13 марта 2017 г.

– нейтрализатор универсальный, содержащий твин-80 3 %, гипосульфат натрия 1,0 %, сапонин 0,3 %, гистидин 0,1 %, цистеин 0,1 %, лецитин 0,1 %.

Нейтрализующую эффективность используемых нейтрализаторов оценивали в отношении основных химических действующих веществ (ДВ), входящих в состав ДС:

– из группы четвертичных аммониевых соединений – алкилдиметилбензиламмония хлорид (АДБАХ) в концентрации 0,02 %;

– из группы альдегидов – глutarовый альдегид (ГА) в концентрации 0,05 %;

– из группы хлорактивных соединений – натриевая соль дихлоризоциануровой кислоты (ДХЦК) в концентрации 0,03 %;

– из группы кислородоактивных соединений – перекись водорода (ПВ) в концентрации 3,0 %.

Рабочие растворы ДВ готовили непосредственно перед проведением исследований на стерильной дистиллированной воде комнатной температуры ($20,0 \pm 2,0$) °С.

Культуры тест-микробов представлены *Staphylococcus aureus* ATCC 6538-P и *Escherichia coli* ATCC 10536.

Для оценки нейтрализующей способности агара Ди-Ингли 1 см^3 каждого ДВ смешивали с 1 см^3 суспензии микроба в концентрации 1×10^3 микробных клеток в 1 см^3 , затем по 1 см^3 вносили в две стерильные чашки Петри, после заливали 10 см^3 растопленного и остуженного до 45 °С агара Ди-Ингли. Для оценки нейтрализующей способности универсального нейтрализатора 1 см^3 каждого ДВ смешивали с 1 см^3 суспензии микроба в концентрации 1×10^3 микробных клеток в 1 см^3 , затем добавляли нейтрализатор в объеме 5 см^3 и выдерживали 10 мин, далее проводили посеvy на питательную среду (ГРМ-агар). Посевы инкубировали при (37 ± 1) °С, в течение (24 ± 1) ч. Учет результатов проводили путем подсчета количества выросших колоний.

Для оценки бактериостатического действия нейтрализаторов 1 см^3 суспензии микроба в концентрации 1×10^3 микробных клеток добавляли в 9 см^3 нейтрализатора и выдерживали 10 мин, далее проводили посеvy на питательную среду. Сравнение проводили с контролем, которым являлся посев микроба в питательную среду без добавления нейтрализатора.

На следующем этапе проводили валидацию усовершенствованной методики с использованием в качестве тест-объектов вместо чашек Петри пластиковую поверхность (дно стерильных 12-луночных плоскодонных планшетов). С помощью стерильной пипетки во внутреннюю поверхность лунок планшета вносили по $0,1 \text{ см}^3$ суспензии суточной культуры микроба в концентрации 1×10^9 клеток в 1 см^3 . Далее подсушивали в течение 45–60 минут при комнатной температуре $(22,0 \pm 2,0)$ °С и влажности воздуха в помещении 40–60 % в условиях бокса микробиологической безопасности II класса защиты. После чего в лунки первых трех рядов № 1–3 (опытные лунки) стерильной пипеткой

вносили по $0,5 \text{ см}^3$ рабочего раствора исследуемого ДС, выдерживали время экспозиции согласно испытываемому режиму. Таким образом, оценивали три режима одновременно: в каждом ряду лунок – отдельный режим дезинфекции. Поскольку один ряд 12-луночного планшета содержит 3 лунки, каждый режим испытан трижды. По истечении времени экспозиции во все лунки планшета, включая ряд № 4 (контрольные лунки), стерильной пипеткой вносили по $4,5 \text{ мл}$ растопленного и остуженного до 45 °С агара Ди-Ингли. Затем 12-луночный планшет с посевами помещали в термостат и инкубировали при температуре (37 ± 1) °С в течение 24–48 ч. Результаты оценивали по визуальным изменениям цвета агара из пурпурного в желтый. Сравнение проводили с контролем, которым являются посеvy микроорганизмов в лунках ряда № 4 без обработки ДС.

Валидацию усовершенствованного метода проводили путем вычисления валидационных параметров: «прецизионность», «правильность», «предел количественного определения», «устойчивость», используя данные сравнительных исследований. Для определения валидационного параметра «прецизионность» исследования проводили в пяти повторностях, в разные дни, разными исполнителями, и рассчитывали коэффициент вариации. Для оценки соответствия результатов установленным значениям использовали критерий приемлемости «процент восстановления жизнеспособных клеток микроорганизмов». «Предел количественного определения» устанавливали с помощью суспензий тест-микробов, которыми инокулировали тест-объект. Контролем культуры являлось фактическое количество клеток в рабочей суспензии тест-микробов, рассчитывали значения коэффициента вариации в экспериментах, выполненных различными исполнителями.

Для анализа, полученных результатов, использовали методы описательной статистики с помощью программы Microsoft Office Excel 2016 (Microsoft Corp., США). Сравнения проводили по *t*-критерию Стьюдента, значение $p < 0,05$ считалось статистически значимым. Для оценки статистической значимости различий между группами использовали критерий Манна – Уитни.

Результаты.

При определении полноты нейтрализации остаточных количеств ДВ с использованием нейтрализующего агара Ди-Ингли в отношении тест-микробов (*S. aureus* ATCC 6538P и *E. coli* ATCC 10536) установлено, что эффективность нейтрализации остаточных действий АДБАХ составляет $95,18 \pm 3,2$ %; ГА – $98,1 \pm 2,1$ %; ДХЦК – $93,6 \pm 2,4$ %; ПВ – $71,4 \pm 5,5$ %. Результаты сравнительной оценки эффективности нейтрализации представлены в таблице 1.

Эффективность нейтрализации АДБАХ и ПВ нейтрализующим агаром Ди-Ингли и нейтрализатором универсальным значительно ($p = 0,013$) не отличались. Так после нейтрализации нейтрализующим агаром Ди-Ингли АДБАХ количество жизнеспособных клеток

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2025-33-9-78-86>
Original Research Article

S. aureus ATCC 6538P составило $99,1 \pm 2,3$ КОЕ/см³, *E. coli* ATCC 10536 – $98,1 \pm 2,2$ КОЕ/см³, нейтрализатором универсальным $98,0 \pm 3,4$ КОЕ/см³ и $92,0 \pm 3,6$ КОЕ/см³ соответственно. При нейтрализации нейтрализующим агаром Ди-Ингли ПВ количество клеток *S. aureus* ATCC 6538P – $99,4 \pm 1,2$ КОЕ/см³, *E. coli* ATCC 10536 – $78,4 \pm 1,2$ КОЕ/см³, нейтрализатором универсальным $99,6 \pm 0,98$ КОЕ/см³ и $59,6 \pm 1,9$ КОЕ/см³.

Нейтрализация ГА и ДХЦК нейтрализующим агаром Ди-Ингли относительно универсального нейтрализатора была достоверно выше ($p = 0,459$), количество клеток *S. aureus* ATCC 6538P – $86,3 \pm 1,2$ и $40,1 \pm 1,1$ КОЕ/см³, *E. coli* ATCC 10536 – $91,5 \pm 6,4$ и $45,9 \pm 5,8$ КОЕ/см³ соответственно.

Контроли бактериостатического действия нейтрализующих компонентов при двух используемых методах отличий относительно положительных контролей ($p = 0,022$) не выявили, что свидетельствует об отсутствии бактериостатического действия на микробные клетки обоих нейтрализаторов.

В контроле бактерицидного действия ДС, во всех случаях не наблюдали роста микроорганизмов после воздействия ДС, что привело к значительным различиям по сравнению с контролем на жизнеспособность микроорганизмов ($p = 7,5$), и подтверждает антимикробную активность действующих веществ ДС в отношении тестируемых микроорганизмов.

Результаты валидации усовершенствованной методики представлены в табл. 2 и свидетельствуют об отсутствии отклонений от установленных критериев приемлемости.

При оценке прецизионности (повторяемости) значение коэффициента вариации (CV) составило от 3,1 до 15,6 %, что соответствовало требованиям методики.

Процент восстановления жизнеспособных клеток микроорганизмов при использовании нейтрализующего агара Ди-Ингли для различных ДВ – в диапазоне от 75 до 99 %, значения внутри доверительных интервалов соответствовали средним значениям результатов исследований, что подтверждало правильность выбранной методики.

При оценке предела количественного определения значение коэффициента вариации (CV) составляло от 4,4 % до 12,5 %. Пределы количественного определения исследуемой усовершенствованной методики оказались не выше пределов количественного определения стандартной методики⁵.

Подтверждена устойчивость методики к контролируемым изменениям: при использовании действующих веществ ДС из разных химических групп критерий Фишера составил 1,0–9,6 %, что соответствовало предельно допустимым значениям ($F_{\text{выч}} \leq 19,0$).

Таким образом, полученные данные в рамках валидации усовершенствованной методики определения чувствительности к ДС с использованием нейтрализующего агара Ди-Ингли доказывают

возможность его использования в качестве нейтрализатора при определении чувствительности микроорганизмов к дезинфицирующим средствам.

Обсуждение.

Применение эффективного нейтрализатора при проведении микробиологических исследований по оценке чувствительности микроорганизмов, выделенных из внешней среды медицинских организаций к ДС в ходе производственного контроля и микробиологического мониторинга, имеет важное эпидемиологическое значение, поскольку остатки ДС могут исказить результаты анализа, препятствуя восстановлению тестируемых микроорганизмов. В исследованиях, проведенных ранее [23–28] было установлено, что при осуществлении отбора проб без эффективной нейтрализации, содержащиеся в них дезинфицирующие средства в виде, нелетучих действующих веществ могут снижать количество жизнеспособных микроорганизмов.

Преимуществами предложенного способа являются:

- сокращение продолжительности процедуры на 1,5-2 часа за счет объединения этапов нейтрализации и посева, исключение процесса приготовления навесок реагентов для нейтрализатора в лаборатории;

- сокращение объема питательной среды в 4,4 раза (с 20 мл – при использовании чашек Петри до 4,5 мл – при использовании 12-луночного планшета);

- пригодность нейтрализующего агара по Ди-Ингли для дезинфицирующих средств любых химических групп дезинфицирующих средств за счет входящих в состав рецептуры веществ: бисульфит натрия нейтрализует альдегиды, тиогликолят натрия – соединения ртути, тиосульфат натрия – соединения йода и хлора, лецитин– четвертичные соединения аммония, полисорбат 80 – неионные поверхностно-активные соединения и замещенные фенолы;

- упрощение процесса интерпретации результатов, благодаря простой визуализации (изменению окраски нейтрализующего агара при появлении роста колоний микроорганизмов, благодаря включению в состав среды бромокрезолового красного в качестве индикатора ферментации декстрозы);

- высокая производительность и снижение трудозатрат, что обусловлено возможностью проведения одновременного испытания в одном 12-луночном планшете трех режимов в трех повторностях на одной культуре микроорганизма.

Заключение.

Результаты исследований по определению эффективности нейтрализации ДС нейтрализующим агаром Ди-Ингли и результаты, полученные в рамках валидации усовершенствованного метода оценки чувствительности микроорганизмов к ДС с использованием нейтрализующего агара Ди-Ингли подтверждают пригодность этой агаризованной питательной среды для оценки чувствительности

⁵ МУ 3.5.1.3439–17 «Оценка чувствительности к дезинфицирующим средствам микроорганизмов, циркулирующих в медицинских организациях», утверждены Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации А. Ю. Поповой 13 марта 2017 г.

ЭПИДЕМИОЛОГИЯ

Таблица 1. Сравнительная оценка полноты нейтрализации дезинфицирующих средств при использовании нейтрализующего агара по Ди-Ингли и нейтрализатора универсального
 Table 1. Comparative evaluation of the completeness of neutralization of disinfectants using Dey-Engley neutralizing agar and universal neutralizer

Этапы исследований / Stages of research	Нейтрализующий раствор / Neutralizing solution	Количество <i>S. aureus</i> ATCC 6538P (КОЕ), выросшее на питательной среде ($M \pm m$), после воздействия ДС / <i>S. aureus</i> ATCC 6538P (CFU) grown on the nutrient medium ($M \pm m$) after exposure to disinfectants						Количество <i>E. coli</i> ATCC 10536 (КОЕ), выросшее на питательной среде ($M \pm m$), после воздействия ДС / <i>E. coli</i> ATCC 10536 (CFU) grown on the nutrient medium ($M \pm m$) after exposure to disinfectants					
		АДБАХ / ADBAC, 0,02 %	ГА / Glutaraldehyde, 0,05 %	ДХЦК / Dichloroisocyanuric acid, 0,015 %	ПВ / Hydrogen peroxide, 3,0 %	АДБАХ / ADBAC, 0,02 %	ГА / Glutaraldehyde, 0,05 %	ДХЦК / Dichloroisocyanuric acid, 0,015 %	ПВ / Hydrogen peroxide, 3,0 %	АДБАХ / ADBAC, 0,02 %	ГА / Glutaraldehyde, 0,05 %	ДХЦК / Dichloroisocyanuric acid, 0,015 %	ПВ / Hydrogen peroxide, 3,0 %
Оценка нейтрализации ДС / Assessment of neutralization of disinfectants	Нейтрализующий агар по Ди-Ингли / Dey-Engley neutralizing agar	99,1 ± 2,3	85,3 ± 0,8	87,5 ± 0,95	99,4 ± 1,2	98,1 ± 2,2	97,3 ± 0,76	85,5 ± 1,6	78,4 ± 1,5				
	Нейтрализатор универсальный / Universal neutralizer	98,0 ± 3,4	39,0 ± 0,95	40,9 ± 1,3	99,6 ± 0,98	92,0 ± 3,6	49,0 ± 1,8	39,9 ± 0,9	59,6 ± 1,9				
Оценка бактериостатического действия нейтрализаторов / Assessment of the bacteriostatic effect of neutralizers	Нейтрализующий агар по Ди-Ингли / Dey-Engley neutralizing agar	99,4 ± 1,6	98,4 ± 3,6	99,5 ± 4,3	99,8 ± 3,4	96,4 ± 1,8	100,3 ± 0,9	99,4 ± 2,3	99,2 ± 3,3				
	Нейтрализатор универсальный / Universal neutralizer	97,0 ± 2,39	89,3 ± 0,9	95,4 ± 1,2	91,9 ± 1,4	91,0 ± 2,4	92,4 ± 3,7	90,4 ± 0,95	89,9 ± 1,2				
Контроль / Positive control	Стерильная дистиллированная вода* / Sterile distilled water	99,8 ± 0,9	99,4 ± 2,4	98,4 ± 4,3	99,9 ± 3,1	96,4 ± 1,6	99,4 ± 3,6	98,5 ± 4,1	99,4 ± 3,3				
	Контроль антимикробного действия ДС / Negative control	0	0	0	0	0	0	0	0				

Примечание: *контроль роста бактерий (положительный контроль) проводили без воздействия дезинфицирующих средств и нейтрализующих растворов.
Note: *bacterial count control (positive control) was performed without exposure to disinfectants or neutralizing solutions.

Таблица 2. Оценка результатов испытаний по критериям приемлемости

Table 2. Evaluation of test results against acceptance criteria

Валидационные параметры / Validation parameters	Критерий приемлемости / Acceptance criteria	Допустимые значения критерия / Acceptable values of the criterion	Полученные результаты / Results
Прецизионность / Precision	Коэффициент вариации (CV) / Coefficient of variation	≤ 35 %	3,1–15,6 %
Правильность / Accuracy	Процент восстановления жизнеспособных форм микроорганизмов / Percentage of recovered viable microorganisms	> 70 %	75–99 %
Предел количественного определения / Limit of quantitation	Коэффициент вариации (CV) / Coefficient of variation	≤ 35 %	4,4–12,5 %
Устойчивость / Robustness	Критерий Фишера (F _{выч}) / Fisher's test (F _{cal})	≤ 19,0	1,0–9,6

микроорганизмов к ДС на основе четвертично-аммониевых соединений, альдегидов, хлорактивных и кислородоактивных соединений.

Преимущества усовершенствованного метода заключаются в отсутствии необходимости поиска зарегистрированных химических веществ и их закупка для приготовления нейтрализатора, а упрощение процедуры оценки чувствительности микроорганизмов к ДС позволит повысить эффективность оценки качества дезинфекционных мероприятий в медицинских организациях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- DeBaun MR, Lai C, Sanchez M, et al. Antibiotic resistance: Still a cause of concern? *OTA Int.* 2021;4(3 Suppl):e104(1-4). doi: 10.1097/O19.000000000000104
- Prestinaci F, Pezzotti P, Pantosti A. Antimicrobial resistance: A global multifaceted phenomenon. *Pathog Glob Health.* 2015;109(7):309-318. doi: 10.1179/2047773215Y.0000000030
- WHO Global Action Plan on Antimicrobial Resistance. Geneva, Switzerland; 2015. Accessed September 5, 2025. http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/193736/9789241509763_eng.pdf?sequence=1.pdf
- Fernandes ÂR, Rodrigues AG, Cobrado L. Effect of prolonged exposure to disinfectants in the antimicrobial resistance profile of relevant micro-organisms: A systematic review. *J Hosp Infect.* 2024;151:45-59. doi: 10.1016/j.jhin.2024.04.017
- Беляева Е.В., Ермолина Г.Б., Шкуркина И.С., Борискина Е.В., Кряжев Д.В. Оценка чувствительности к дезинфектантам коагулазонегативных стафилококков, циркулирующих в детском стационаре // Здоровье населения и среда обитания. 2019. № 8 (317). С. 20-24. doi:10.35627/2219-5238/2019-317-8-20-24
- Брусина Е.Б., Ковалишена О.В., Цигельник А.М. Инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи в хирургии: тенденции и перспективы профилактики // Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2017. Т. 16. № 4. С. 73-80. doi: 10.31631/2073-3046-2017-16-4-73-80
- Захарова Ю.А., Фельдблюм И.В. Сравнительная характеристика микрофлоры, выделенной из очагов гнойно-септических инфекций с множественными и единичными случаями // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2009. № 5. С. 16-21.
- Покровский В.И., Акимкин В.Г., Брико Н.И., Брусина Е.Б., Захарова Ю.А. и др. Пути совершенствования лабораторной диагностики инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи // Медицинский альманах. 2012. № 2 (21). С. 12-16.
- Avershina E, Shapovalova V, Shipulin G. Fighting antibiotic resistance in hospital-acquired infections: Current state and emerging technologies in disease prevention, diagnostics and therapy. *Front Microbiol.* 2021;12:707330. doi: 10.3389/fmicb.2021.707330
- Rozman U, Pušnik M, Kmetec S, Duh D, Šostar Turk S. Reduced susceptibility and increased resistance of bacteria against disinfectants: A systematic review. *Microorganisms.* 2021;9(12):2550. doi: 10.3390/microorganisms9122550
- Федорова, Л.С., Ильякова А.В. Актуальные вопросы резистентности микроорганизмов к дезинфицирующим средствам // Дезинфекционное дело. 2022. № 4 (122). С. 50-54. doi: 10.35411/2076-457X-2022-4-50-54
- Merchel Piovesan Pereira B., Tagkopoulos I. Benzalkonium chlorides: Uses, regulatory status, and microbial resistance. *Appl Environ Microbiol.* 2019;85(13):e00377-19. doi: 10.1128/aem.00377-19
- Серов А.А., Шестопалов Н.В., Гололобова Т.В., Федорова Л.С., Храпунова И.А., Меркульева А.Д. Роль дезинфектологических исследований в организации комплекса профилактических мероприятий // Гигиена и санитария. 2020. Т. 99. № 3. С. 235-241. doi: <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-3-235-241>
- Найговзина Н.Б., Попова А.Ю., Бирюкова Е.Е., Ежлова Е.Б. и др. Оптимизация системы мер борьбы и профилактики инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, в Российской Федерации // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. 2018. № 1. С. 6-14.
- Шестопалов Н.В., Федорова Л.С., Серов А.А. и др. Проблемы мониторинга устойчивости микроорганизмов к дезинфицирующим средствам в медицинских организациях // Дезинфекционное дело. 2018. Т. 104. № 2. С. 14-22.
- Zhang M, Kong G, Li Y, Li Y, Xu Y. Monitoring and analysis of pathogenic microorganisms and resistance genes. *Cell Mol Biol (Noisy-le-grand).* 2024;70(4):181-190. doi: 10.14715/cmb/2024.70.4.29
- Brauge T, Chalivat E, Leleu G, Colas A, Midelet G. Impact of disinfectant-neutralizing buffers used for sampling methods on the viability of adherent *Listeria monocytogenes* cells on surfaces. *FEMS Microbiol Lett.* 2025;372:fnaf048. doi: 10.1093/femsle/fnaf048
- Dey BP, Engley FB Jr. Comparison of Dey and Engley (D/E) neutralizing medium to Lethen medium and standard methods medium for recovery of *Staphylococcus aureus* from sanitized surfaces. *J Ind Microbiol.* 1995;14(1):21-25. doi: 10.1007/BF01570061

19. Kwakman JA, Vos MC, Bruno MJ. Higher yield in duodenoscope cultures collected with addition of neutralizing agent. *J Hosp Infect.* 2023;132:28-35. doi: 10.1016/j.jhin.2022.11.008
20. O'Reilly P, Loiseau G, Darragh R, Slipski C, Bay DC. Reviewing the complexities of bacterial biocide susceptibility and in vitro biocide adaptation methodologies. *NPJ Antimicrob Resist.* 2025;3(1):39. doi: 10.1038/s44259-025-00108-0
21. West AM, Teska PJ, Lineback CB, Oliver HF. Strain, disinfectant, concentration, and contact time quantitatively impact disinfectant efficacy. *Antimicrob Resist Infect Control.* 2018;7:49. doi: 10.1186/s13756-018-0340-2
22. Еремеева Н.И., Кравченко М.А., Канищев В.В. Способ определения эффективности дезинфицирующих средств, применяемых в противотуберкулезных учреждениях // Патент Российской Федерации на изобретение №2364629 от 20 августа 2009 г.
23. Bodie AR, Dittoe DK, Feye KM, Knueven CJ, Ovall C, Ricke SC. Comparison of ready-to-eat „organic” antimicrobials, sodium bisulfate, and sodium lactate, on *Listeria monocytogenes* and the indigenous microbiome of organic uncured beef frankfurters stored under refrigeration for three weeks. *PLoS One.* 2022;17(1):e0262167. doi: 10.1371/journal.pone.0262167
24. Li F, Xian Z, Kwon HJ, et al. Comparison of three neutralizing broths for environmental sampling of low levels of *Listeria monocytogenes* desiccated on stainless steel surfaces and exposed to quaternary ammonium compounds. *BMC Microbiol.* 2020;20(1):333. doi: 10.1186/s12866-020-02004-1
25. Mohammad ZH, Hasan AA, Kerth CR, Riley DG, Taylor TM. Increased effectiveness of microbiological verification by concentration-dependent neutralization of sanitizers used in poultry slaughter and fabrication allowing *Salmonella enterica* survival. *Foods.* 2018;7(3):32. doi: 10.3390/foods7030032
26. Park YJ, Chen J. Mitigating the antimicrobial activities of selected organic acids and commercial sanitizers with various neutralizing agents. *J Food Prot.* 2011;74(5):820-825. doi: 10.4315/0362-028X.JFP-10-447
27. Reichel M, Heisig P, Kampf G. Pitfalls in efficacy testing – how important is the validation of neutralization of chlorhexidine digluconate? *Ann Clin Microbiol Antimicrob.* 2008;7:20. doi: 10.1186/1476-0711-7-20
28. Zhu L, Stewart D, Reineke K, et al. Comparison of swab transport media for recovery of *Listeria monocytogenes* from environmental samples. *J Food Prot.* 2012;75(3):580-584. doi: 10.4315/0362-028X.JFP-11-386
1. DeBaun MR, Lai C, Sanchez M, et al. Antibiotic resistance: Still a cause of concern? *OTA Int.* 2021;4(3 Suppl):e104(1-4). doi: 10.1097/O19.000000000000104
2. Prestinaci F, Pezzotti P, Pantosti A. Antimicrobial resistance: A global multifaceted phenomenon. *Pathog Glob Health.* 2015;109(7):309-318. doi: 10.1179/2047773215Y.0000000030
3. WHO Global Action Plan on Antimicrobial Resistance. Geneva, Switzerland; 2015. Accessed September 5, 2025. http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/193736/9789241509763_eng.pdf?sequence=1.pdf
4. Fernandes ÂR, Rodrigues AG, Cobrado L. Effect of prolonged exposure to disinfectants in the antimicrobial resistance profile of relevant micro-organisms: A systematic review. *J Hosp Infect.* 2024;151:45-59. doi: 10.1016/j.jhin.2024.04.017
5. Belyaeva EV, Ermolina GB, Shkurkina IS, Boriskina EV, Kryazhev DV. Evaluation of sensitivity to disinfectants of coagulase-negative staphylococci circulating in a children's hospital. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya.* 2019;8(317):20-24. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2019-317-8-20-24
6. Brusina EB, Kovalishena OV, Tsigelnik AM. Healthcare-associated infections: Trends and prevention perspectives. *Epidemiologiya i Vaktsinoprofilaktika.* 2017;16(4):73-80. (In Russ.) doi: 10.31631/2073-3046-2017-16-4-73-80
7. Zakharova YuA, Feldblyum IV. Comparative characteristics of the microflora isolated from pyoseptic infection foci with multiple and sporadic cases. *Epidemiologiya i Infektsionnye Bolezni.* 2009;(5):16-21. (In Russ.)
8. Pokrovskij VI, Akimkin VG, Briko NI, et al. The ways of the improvement of laboratory diagnostics of infections, connected with medical help. *Meditsinskiy Al'manakh.* 2012;(2(21)):12-16. (In Russ.)
9. Avershina E, Shapovalova V, Shipulin G. Fighting antibiotic resistance in hospital-acquired infections: Current state and emerging technologies in disease prevention, diagnostics and therapy. *Front Microbiol.* 2021;12:707330. doi: 10.3389/fmicb.2021.707330
10. Rozman U, Pušnik M, Kmetec S, Duh D, Šostar Turk S. Reduced susceptibility and increased resistance of bacteria against disinfectants: A systematic review. *Microorganisms.* 2021;9(12):2550. doi: 10.3390/microorganisms9122550
11. Fedorova LS, Ilyakova AV. Topical issues of resistance of microorganisms to disinfectants. *Dezinfektsionnoe Delo.* 2022;(4(122)):50-54. (In Russ.) doi: 10.35411/2076-457X-2022-4-50-54
12. Merchel Piovesan Pereira B., Tagkopoulos I. Benzalkonium chlorides: Uses, regulatory status, and microbial resistance. *Appl Environ Microbiol.* 2019;85(13):e00377-19. doi: 10.1128/aem.00377-19
13. Serov AA, Shesotpalov NV, Gololobova TV, Fedorova LS, Khrapunova IA, Merkulieva AD. The role of disinfectological investigations in the management of the complex of preventive activities. *Gigiena i Sanitariya.* 2020;99(3):235-241. (In Russ.) doi: 10.33029/0016-9900-2020-99-3-235-241
14. Naygovzina NB, Popova AYU, Biryukova EE, et al. Optimization of the system of measures for control and prevention of healthcare-associated infections, in the Russian Federation. *Epidemiologiya i Infektsionnye Bolezni. Aktual'nye Voprosy.* 2018;(1):6-14. (In Russ.)
15. Shestopalov NV, Fedorova LS, Serov AA, Gololobova TV, Ruleva AI, Sorokina LA. Problems of monitoring of microorganisms' resistance to disinfection agents in healthcare institutions. *Dezinfektsionnoe Delo.* 2018;(2(104)):14-22. (In Russ.)
16. Zhang M, Kong G, Li Y, Li Y, Xu Y. Monitoring and analysis of pathogenic microorganisms and resistance genes. *Cell Mol Biol (Noisy-le-grand).* 2024;70(4):181-190. doi: 10.14715/cmb/2024.70.4.29
17. Brauge T, Chalivat E, Leleu G, Colas A, Midelet G. Impact of disinfectant-neutralizing buffers used for sampling methods on the viability of adherent *Listeria monocytogenes* cells on surfaces. *FEMS Microbiol Lett.* 2025;372:fnaf048. doi: 10.1093/femsle/fnaf048
18. Dey BP, Engley FB Jr. Comparison of Dey and Engley (D/E) neutralizing medium to Lethen medium and standard methods medium for recovery of *Staphylococcus aureus* from sanitized surfaces. *J Ind Microbiol.* 1995;14(1):21-25. doi: 10.1007/BF01570061
19. Kwakman JA, Vos MC, Bruno MJ. Higher yield in duodenoscope cultures collected with addition of neutralizing agent. *J Hosp Infect.* 2023;132:28-35. doi: 10.1016/j.jhin.2022.11.008
20. O'Reilly P, Loiseau G, Darragh R, Slipski C, Bay DC. Reviewing the complexities of bacterial biocide suscep-

REFERENCES

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2025-33-9-78-86>
Original Research Article

- tibility and in vitro biocide adaptation methodologies. *NPJ Antimicrob Resist*. 2025;3(1):39. doi: 10.1038/s44259-025-00108-0
21. West AM, Teska PJ, Lineback CB, Oliver HF. Strain, disinfectant, concentration, and contact time quantitatively impact disinfectant efficacy. *Antimicrob Resist Infect Control*. 2018;7:49. doi: 10.1186/s13756-018-0340-2
22. Ereemeeva NI, Kravchenko MA, Kanishchev VV. [Method for determining the effectiveness of disinfectants used at tuberculosis facilities.] Russian Federation Patent for invention No. 2364629 dated August 20, 2009. (In Russ.)
23. Bodie AR, Dittoe DK, Feye KM, Knueven CJ, Ovall C, Ricke SC. Comparison of ready-to-eat „organic” antimicrobials, sodium bisulfate, and sodium lactate, on *Listeria monocytogenes* and the indigenous microbiome of organic uncured beef frankfurters stored under refrigeration for three weeks. *PLoS One*. 2022;17(1):e0262167. doi: 10.1371/journal.pone.0262167
24. Li F, Xian Z, Kwon HJ, et al. Comparison of three neutralizing broths for environmental sampling of low levels of *Listeria monocytogenes* desiccated on stainless steel surfaces and exposed to quaternary ammonium compounds. *BMC Microbiol*. 2020;20(1):333. doi: 10.1186/s12866-020-02004-1
25. Mohammad ZH, Hasan AA, Kerth CR, Riley DG, Taylor TM. Increased effectiveness of microbiological verification by concentration-dependent neutralization of sanitizers used in poultry slaughter and fabrication allowing *Salmonella enterica* survival. *Foods*. 2018;7(3):32. doi: 10.3390/foods7030032
26. Park YJ, Chen J. Mitigating the antimicrobial activities of selected organic acids and commercial sanitizers with various neutralizing agents. *J Food Prot*. 2011;74(5):820-825. doi: 10.4315/0362-028X.JFP-10-447
27. Reichel M, Heisig P, Kampf G. Pitfalls in efficacy testing – how important is the validation of neutralization of chlorhexidine digluconate? *Ann Clin Microbiol Antimicrob*. 2008;7:20. doi: 10.1186/1476-0711-7-20
28. Zhu L, Stewart D, Reineke K, et al. Comparison of swab transport media for recovery of *Listeria monocytogenes* from environmental samples. *J Food Prot*. 2012;75(3):580-584. doi: 10.4315/0362-028X.JFP-11-386

Сведения об авторах:

✉ **Ильякова** Анастасия Васильевна – научный сотрудник отдела дезинфекции и стерилизации (с лабораторией микробиологии) Института дезинфектологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора; e-mail:ilyakova.av@fncg.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1867-3495>.

Еремеева Наталья Ивановна – к.б.н., заведующий отделом дезинфекции и стерилизации (с лабораторией микробиологии) Института дезинфектологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, доцент кафедры эпидемиологии и дезинфектологии ФГБОУ ДПО «РМАНПО» Минздрава России, ведущий научный сотрудник научно-исследовательского отдела микробиологии и доклинических исследований ФГБУ «НМИЦ ФПИ» Минздрава России; e-mail: eremeevani@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3637-2570>.

Демина Юлия Викторовна – д.м.н., доцент, директор Института дезинфектологии ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, доцент кафедры эпидемиологии и дезинфектологии ФГБОУ ДПО «РМАНПО» Минздрава России; e-mail: Dyemina.YuV@fncg.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0538-1992>.

Захарова Юлия Александровна – д.м.н., профессор, научный руководитель Института дезинфектологии «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора; e-mail: zakharova_ya@fncg.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3416-0902>.

Серов Алексей Андреевич – научный сотрудник отдела дезинфекции и стерилизации Института дезинфектологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора; e-mail: alexey.serov.2009@yandex.ru; e-mail: serov.aa@fncg.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3094-9992>

Мукабенов Федор Александрович – научный сотрудник отдела дезинфекции и стерилизации (с лабораторией микробиологии) Института дезинфектологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора; e-mail: mukabenov.fa@fncg.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5631-0775>.

Старикова Анжелика Сергеевна – младший научный сотрудник отдела дезинфекции и стерилизации (с лабораторией микробиологии) Института дезинфектологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора; e-mail: Gonchar.AS@fncg.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5815-5916>.

Новиков Вячеслав Алексеевич – младший научный сотрудник отдела дезинфекции и стерилизации (с лабораторией микробиологии) Института дезинфектологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора; e-mail: Slavno95@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8858-5872>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: *Еремеева Н.И.*; выполнение экспериментальной работы: *Ильякова А.В., Мукабенов Ф.А., Старикова А.С., Новиков В.А.*; анализ и интерпретация результатов: *Еремеева Н.И., Ильякова А.В., Серов А.А.*; редактирование текста: *Еремеева Н.И., Захарова Ю.А., Демина Ю.В.* Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: Исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов.

Финансирование: исследование проведено в рамках научно-исследовательской работы № НИОКТР 1023032900360-9-1.6.2 «Формирование исследовательской коллекции стандартизованных микроорганизмов для проведения научно-экспериментальной работы при испытании новых дезинфицирующих средств и технологий их применения» отраслевой научно-исследовательской программы Роспотребнадзора на 2024–2025 гг.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 06.06.25 / Принята к публикации: 08.09.25 / Опубликована: 30.09.25

Author information:

✉ Anastasia V. Ilyakova, Researcher, Department of Disinfection and Sterilization (with Microbiology Laboratory), Institute of Disinfectology, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: ilyakova.av@fncg.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1867-3495>.

Natalya I. Ereemeeva, Cand. Sci. (Biol.), Head of the Department of Disinfection and Sterilization (with Microbiology Laboratory), Institute of Disinfectology, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; Associate Professor, Department of Epidemiology and Disinfectology, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education; Leading Researcher, Research Department of Microbiology and Preclinical Studies, Ural Research Institute of Phthisiopulmonology – Branch of the

National Medical Research Center for Phthisiopulmonology and Infectious Diseases; e-mail: eremeevani@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3637-2570>.

Yulia V. **Demina**, Dr. Sci. (Med.), docent; Director, Institute of Disinfectology, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; Head of the Department of Epidemiology and Disinfectology, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education; e-mail: dyemina.yuv@fncg.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0538-1992>.

Yulia A. **Zakharova**, Dr. Sci. (Med.), Prof., Scientific Supervisor, Institute of Disinfectology, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: zakharova_ya@fncg.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3416-0902>.

Alexey A. **Serov**, Researcher, Department of Disinfection and Sterilization (with Microbiology Laboratory), Institute of Disinfectology, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: serov.aa@fncg.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3094-9992>.

Fedor A. **Mukabenov**, Researcher, Department of Disinfection and Sterilization (with Microbiology Laboratory), Institute of Disinfectology, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: mukabenov.fa@fncg.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5631-0775>.

Anzhelika S. **Starikova**, Junior Researcher, Department of Disinfection and Sterilization (with Microbiology Laboratory), Institute of Disinfectology, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: Gonchar.AS@fncg.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5815-5916>.

Vyacheslav A. **Novikov**, Junior Researcher, Department of Disinfection and Sterilization (with Microbiology Laboratory), Institute of Disinfectology, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene; e-mail: Slavno95@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8858-5872>.

Author contributions: study conception and design: *Eremeeva N.I.*; experimental work: *Ilyakova A.V.*, *Mukabenov F.A.*, *Starikova A.S.*, *Novikov V.A.*; analysis and interpretation of results: *Eremeeva N.I.*, *Ilyakova A.V.*, *Serov A.A.*; editing: *Eremeeva N.I.*, *Demina Yu.V.*, *Zakharova Yu.A.* All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Not applicable.

Funding: The study was conducted within the framework of research work No. NIOKTR 1023032900360-9-1.6.2 "Formation of a research collection of standardized microorganisms for scientific and expert work in testing new disinfectants and technologies for their use" of the research program of the Russian Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing (Rosпотребнадзор) for the years 2024–2025.

Conflict of interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Received: June 6, 2025 / Accepted: September 8, 2025 / Published: September 29, 2025