


К проблеме инактивации патогенной микрофлоры в общественных местах

Поступила 03.03.2020 г. / Принята к публикации 01.07.2020 г.

© Шушляков Дмитрий Александрович¹ , Мельник Алина Игоревна²

¹ Общество с ограниченной ответственностью «Глобал Стeel Инжиниринг», г. Харьков, Украина


² Городская клиническая многопрофильная больница №25 Харьковского городского совета, г. Харьков, Украина

Аннотация. Рассмотрены некоторые вопросы распространения болезнетворных грибов, бактерий, вирусов. Отмечены наиболее распространенные пути заражения человека, в том числе и вирусом COVID-19. Рассмотрено воздействие некоторых болезнетворных агентов на человека. Предложен путь инактивации микрофлоры в общественном электротранспорте (метро, трамваях, троллейбусах), а также в некоторых общественных местах. Экспериментально подтверждена эффективность данного метода для инактивации грибов. Предложено дальнейшее исследование в данной области по инактивации бактерий и вирусов. Исследования проводили на клетках дрожжевой культуры *Saccharomyces cerevisiae*. Повторяемость результатов составила не менее 93,75%. Термостат, после каждого эксперимента подвергался дезинфекции (повышение температуры до 70°C на 2 часа, а после – обработка раствором хлоргексидина биглюканата 0,05%, затем спиртом этиловым (Ethanol)). Оборудование также подвергалось дезинфекции. Морфологически установлено достаточно высокая степень инактивации «грибковой микрофлоры» предлагаемым устройством.

Ключевые слова. Инактивация патогенной микрофлоры, борьба с патогенной микрофлорой, патогенная микрофлора, COVID-19.

To the problem of inactivation of pathogenic microflora in public places

Received on March 03, 2020 / Accepted on July 01, 2020

© SHushlyakov Dmitriy Aleksandrovich¹ , Melnik Alina Igorevna²

¹ Limited liability company «Global Steel Engineering», Kharkiv, Ukraine

² City Clinical Multidisciplinary Hospital №25 of Kharkiv City Council, Kharkiv, Ukraine

Abstract. Some questions of distribution of pathogenic fungi, bacteria, viruses are considered. The most common routes of human infection, including COVID-19, have been identified. The influence of some pathogenic agents on a person is considered. The way of microflora inactivation in public electric transport (subway, trams, trolleybuses) and also in some public places is offered. The effectiveness of this method for inactivation of fungi has been experimentally confirmed. Further research in this area on inactivation of bacteria and viruses has been proposed. Studies were performed on yeast cells *Saccharomyces cerevisiae*. The repeatability of the results was at least 93.75%. The thermostat, after each experiment, was disinfected (increase in temperature to 70 °C for 2 hours, and then – treatment with a chlorhexidine solution of biglucanate 0.05%, then ethyl alcohol (Ethanol)). The equipment was also disinfected. Sufficiently high degree of inactivation of «fungal microflora» by the proposed device is determined morphologically in this study.

Keywords. Inactivation of pathogenic microflora, control of pathogenic microflora, microbial pathogen, COVID-19.

Введение. Большой проблемой в современном мире является распространение болезнетворных микроорганизмов от человека к человеку в общественных зданиях (магазины, кинотеатры, театры, торгово-развлекательные комплексы и т.д.), а также в транспорте (метрополитен, трамвай, троллейбус). Происходит этот процесс различными путями – воздушно-капельным (чихание, кашель, разговор), бытовым (при соприкосновениях, рукопожатиях, использовании

предметов, которые использовал инфицированный человек) и т.д. Ярким примером такого процесса распространения стала пандемия коронавируса COVID-19 в 2020 году. Возбудителями заболеваний человека могут быть грибки различных видов, бактерии и вирусы. Также, на человека могут влиять и другие патогенные микроорганизмы (дрожжевые культуры, простейшие и т.д.).

Гибки. Под общим названием «грибок» подразумевается целая группа

различных кожных заболеваний. По данным различных медицинских исследований, грибковые заболевания одни из самых распространенных на Земле, от них страдает каждый пятый житель нашей планеты. Современная наука насчитывает около пятисот видов грибов, которые могут поразить человека, они могут поселиться на теле, голове, руках и ногах [1].

Другие разновидности грибов (зачастую называемые «плесень») могут произрастать на разнообразных поверхностях, в том числе внутри помещений.

Все типы грибов способны вызывать проблемы со здоровьем человека, поражая различные, в том числе и внутренние органы (они паразитируют в дыхательной, пищеварительной и других системах человека). Споры некоторых грибов содержат микотоксин, ядовитое вещество, которое может вызывать проблемы при вдыхании [2]. Другие грибки, поселяющиеся в организме человека, отравляют его своими продуктами жизнедеятельности.

Бактерии. Бактериальные клетки имеют чрезвычайно разнообразную морфологию (то есть форму и размер). Большинство бактерий имеют шарообразную (кокки) или палочковидную (бациллы) форму, имеются, также, и различные другие формы [3–6].

Бактерии, паразитирующие на других организмах, называют патогенами. Патогенные бактерии являются причиной множества человеческих заболеваний и смертей, они вызывают такие инфекции, как столбняк, брюшной тиф, дифтерия, сифилис, холера, проказа и туберкулез. Каждый патоген характеризуется особыми взаимодействиями с организмом хозяина. Некоторые возбудители, такие как виды родов *Staphylococcus* и *Streptococcus*, вызывают кожные инфекции, пневмонию, менингит и даже сепсис – системный воспалительный ответ, переходящий в шок, массивную вазодилатацию сосудов и заканчивающийся смертью [7].

Огромное разнообразие бактерий, вызывающих различные заболевания, приводит к тому, что для обнаружения, исследования и их уничтожения привлекаются миллионы специалистов. Создаются новые и новые антибиотики и другие виды лекарств, например, для поддержания больного в период лечения.

Вирусы. Вирус – неклеточный инфекционный агент, который может воспроизводиться только внутри живых клеток. Вирусы поражают все типы организмов, от растений и животных до бактерий и архей [8].

Вирусы не размножаются клеточным делением, поскольку не имеют клеточного строения. Вместо этого они используют ресурсы клетки-хозяина для образования множественных копий самих себя, и их сборка происходит внутри клетки.

Условно жизненный цикл вируса можно разбить на несколько взаимоперекрывающихся этапов (обычно выделяют 6 этапов) [9]: прикрепление; проникновение в клетку; лишение оболочки; репликация; сборка вирусных частиц; выход из клетки.

Зачастую, наиболее опасными «врагами» человека и являются именно вирусы. В настоящее время, эффективные «противовирусные» препараты практически отсутствуют, средств борьбы и уничтожения вирусов явно не достаточно.

Существует достаточно много способов инактивации патогенной микрофлоры [12]. Методы воздействия на микроорганизмы по виду использованного фактора можно разделить на физические и химические.

Физические методы: термическая обработка – прокаливание, кипячение, пастеризация, автоклавирование; облучение – ультрафиолетовое, гамма- и рентгеновское, микроволновое; фильтрование – бактериологические фильтры.

Химические методы включают: неспецифического действия – дезинфектанты: препараты йода и хлора, спирты, альдегиды, кислоты и щелочи, соли тяжелых металлов, катионные детергенты, фенолы, окислители, природные препараты – деготь, ихтиол, хлорофиллипт; избирательно подавляющие жизнедеятельность микроорганизмов – антибиотики и химиотерапевтические препараты.

Таким образом, человек, оказываясь, окружен огромным количеством микрофлоры, патогенных грибов, бактерий, вирусов [10]. Большую часть этих «соседей» человек научился игнорировать или побеждать благодаря иммунитету, который выработался за время эволюции. Однако многие вирусы, бактерии, грибки доставляют орга-

низму человека большие проблемы. Текущая пандемия коронавируса COVID-19 стала примером этому. **Актуальность данной работы** обуславливается важностью и необходимостью инактивации любой болезнетворной микрофлоры в окружающей человека среде.

Под термином «инактивация» в данной работе понимается частичная или полная потеря биологически активным микроорганизмом своей активности.

Под термином «микрофлора» в данной работе понимаются патогенные микроорганизмы (в том числе, но не исключительно) – простейшие, грибки, бактерии, вирусы [11].

Цель исследования: возможность инактивации патогенной микрофлоры, находящейся в воздухе в общественных местах; возможность снижения рисков заболевания человека во время нахождения в общественных местах, транспорте.

Задачи исследования включали определение влияния сверхвысокочастотного излучения на активность патогенных микроорганизмов и определение возможности снижения количества патогенных микроорганизмов в воздухе в общественных местах, транспорте и т.д.

Материалы и методы исследования. Для инактивации патогенной микрофлоры предлагается использование воздуховода с завихрителем, сверхвысокочастотного излучателя, фильтра из углеродных материалов, которые будут входить в состав специальной вентиляционной установки (рис. 1, 2) [11]. Воздух, содержащий патогенную микрофлору, входит через патрубок 1, который, для снижения сопротивления, выполнен в форме входной части сопла Лаваля. Далее, воздух по воздуховоду 2, проходит через завихритель 3. Завихритель устанавливается на входе в сверхвысокочастотный излучатель 4. Служит завихритель для равномерного распределения микрофлоры, содержащейся в потоке воздуха. А также, для увеличения пребывания клеток микрофлоры в поле сверхвысокочастотного излучения. После прохождения излучателя, поток воздуха проходит дополнительную очистку в фильтре из углеродных материалов 5. В фильтре происходит осаждение и остаточная инактивация клеток микрофлоры.

Очищенный воздух через конфузор 6 проходит в вентилятор 7 и сбрасывается в атмосферу.

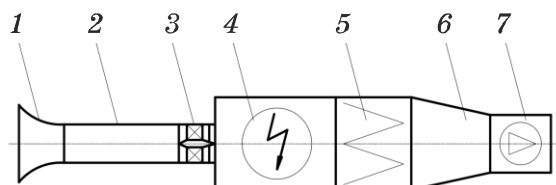


Рис. 1. Экспериментальная установка инактивации микрофлоры: 1 – входной патрубок; 2 – воздуховод; 3 – завихритель; 4 – сверхвысокочастотный излучатель; 5 – фильтр из углеродных материалов; 6 – конфузор; 7 – вентилятор



Рис. 2. Общий вид экспериментальной установки (при снятом входном патрубке)

В воздушный поток вводились клетки дрожжевой культуры *Saccharomyces cerevisiae*. Причинами, которые обусловили выбор данной культуры, является то, что эта культура один из наиболее изученных модельных организмов, на примере которого происходит исследование клеток эукариотов, они легко выращиваются и имеют низкую патогенность для человеческого организма.

В поток воздуха, выходящий из вентилятора, вводились стерильные чашки Петри с подготовленной полужидкой питательной средой (агар-агар 0,5...0,7%). Для определения эффективности применяемого метода использовался морфологический способ описания результатов

(количества образовавшихся колоний). Были проведены четыре варианта экспериментов, включая контрольный.

Результаты исследований и их обсуждение. Первый (контрольный) вариант эксперимента проводился при отключенном сверхвысокочастотном излучателе и снятом фильтре из углерод-

ных материалов. Чашки Петри с осажденным материалом выдерживались в термостате лабораторном при температуре +36°C в течении суток. В результате, в чашке образовывалось значительное количество колоний дрожжевых культур (рис. 3а), покрывающих практически всю чашу.

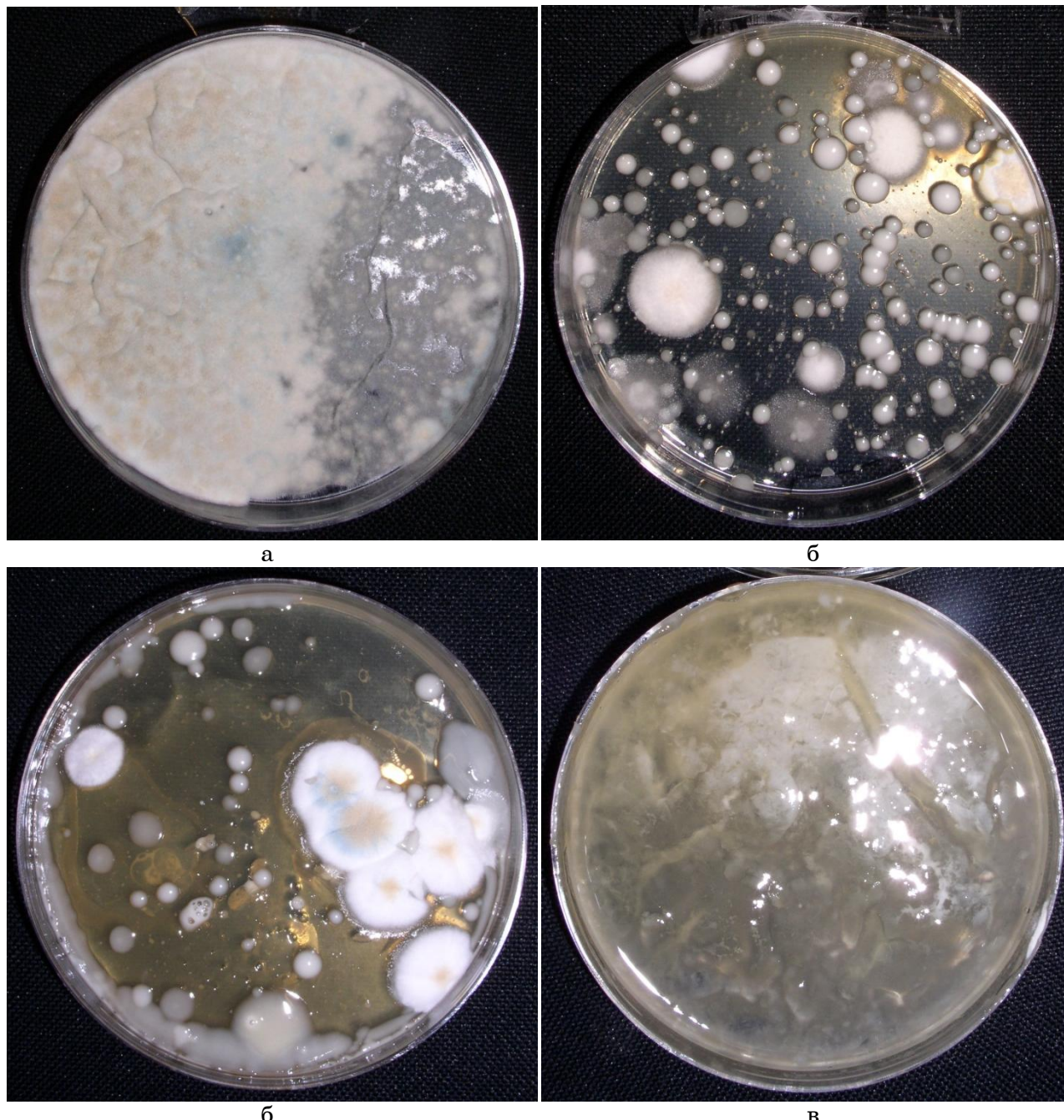


Рис. 3. Результаты четырех (а, б, в, г) экспериментов

Второй вариант эксперимента проводился при включенном сверхвысокочастотном излучателе и снятом фильтре из углеродных материалов. Чашки Пет-

ри с осажденным материалом выдерживались в термостате лабораторном при температуре +36°C в течении суток. В результате, в чашке образовывалось не-

большое количество колоний дрожжевых культур (рис. 3б), визуально покрывающих меньшую площадь чаши. Колонии грибов были значительно меньше и более слабые, прозрачные.

Третий вариант эксперимента проводился при отключенном сверхвысокочастотном излучателе и установленном фильтре из углеродных материалов. Чашки Петри с осажженным материалом также выдерживались в термостате лабораторном при температуре +36°C в течении суток. В результате, в чашке образовывалось достаточно большое количество плотных колоний дрожжевых культур (рис. 3в), визуально покрывающих значительную площадь чаши.

Четвертый вариант эксперимента проводился при включенном сверхвысокочастотном излучателе и установленном фильтре из углеродных материалов. Чашки Петри с осажженным материалом также выдерживались в термостате лабораторном при температуре +36°C в течении суток. В результате, в чашке образовывалось очень незначительное количество ослабленных (прозрачных) колоний (рис. 3г), визуально покрывающих незначительную площадь чаши.

В результате визуального сравнения заполнения чашки Петри развивающейся культурой *Saccharomyces cerevisiae* была составлена столбчатая диаграмма (рис. 4) по данным экспериментов 1–4.

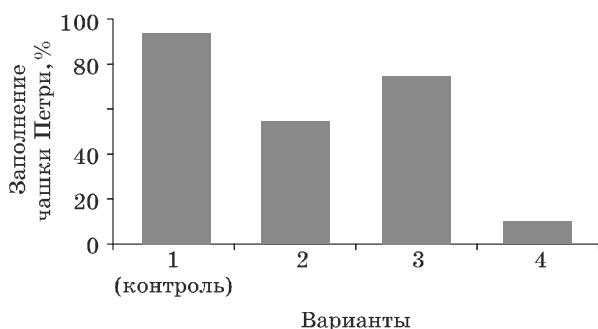


Рис. 4. Сравнение площади заполнения поверхности чашек Петри

Выводы

Морфологически установлено достаточно высокая степень инактивации «грибковой микрофлоры» предлагаемым устройством.

Выявлена необходимость продолжения исследований в данной сфере, для дальнейшего изучения влияния све-

рхвысокочастотного излучение на жизненный цикл и активность бактерий и вирусов.

Установлено, что данное вентиляционное устройство может быть рекомендовано для установки в общественном транспорте: метрополитене, электрическом городском транспорте, в системах вентиляции супермаркетов, театров, кинотеатров, торгово-развлекательных центров и других общественных местах с целью снижения количества заболеваний, распространяющихся воздушно-капельным путем.

Библиографический список

1. Грибковые инфекции, диагностика и лечение [Электронный ресурс] URL: <https://median.kiev.ua/ru/publikatsii-likariv/22-gribkovi-infektsii-diagnostika-ta-likuvannya> (Дата обращения 30.04.2020 г.).
2. Проблемы образования грибка и плесени [Электронный ресурс] URL: <https://iceoom.com.ua/blog/obrazovanie-gribka-i-pleseni/>(Дата обращения 30.04.2020 г.).
3. Dusenbery D. B., Living at Micro Scale Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 2009. – с. 20-25.
4. Бактерии [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B8> (Дата обращения 03.05.2020 г.).
5. Young K. D. The selective value of bacterial shape. (англ.) // Microbiology And Molecular Biology Reviews: MMBR. – 2006. – September (vol. 70, no. 3). – P. 660-703.
6. Claessen D., Rozen D.E., Kuipers O.P., Smugaard-Andersen L., van Wezel G.P. Bacterial solutions to multicellularity: a tale of biofilms, filaments and fruiting bodies.// Nature Reviews. Microbiology. 2014. Vol. 12, no. 2. P. 115-124.
7. Fish D.N. Optimal antimicrobial therapy for sepsis // American Journal Of Health-system Pharmacy: AJHP: Official Journal Of The American Society Of Health-System Pharmacists. 2002. Vol. 59, Suppl. 1. P. 13-19.
8. Вирусы [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D1%80%D1%83%D1%81%D1%8B> (Дата обращения 03.05.2020 г.).

9. Collier, Leslie; Balows, Albert; Sussman, Max. Topley and Wilson's Microbiology and Microbial Infections / Mahy, Brian and Collier, Leslie. Arnold. Ninth edition. Virology, 1998. Т. 1.

10. Шушляков А.В., Паламарчук О.Ю., Шушляков Д.А. / Вентиляция гражданского здания / Харьков: ФОП Костинский. 2011 г. – 326 с.

11. Устройство для подготовки воздуха: патент RU 2262640 / авт. Шушляков А.В., Иванов Е.В., Добровольский Н.П. 20.10.2005. Бюл. №29.

12. Прунтова О.В., Сахно О.Н., Мазиров М.А. Курс лекций по общей микробиологии и основам вирусологии / В 2 ч. Ч. 1 / Владим. гос. ун-т. - Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2006. – 192 с.

References in roman script

1. Gribkovye infekcii, diagnostika i lechenie [Elektronnyj resurs] URL: <https://median.kiev.ua/ru/publikatsii-likariv/22-gribkovi-infektsii-diagnostika-ta-likuvannya> (Data obrashcheniya 30.04.2020 g.).

2. Problemy obrazovaniya gribka i pleseni [Elektronnyj resurs] URL: <https://iceoom.com.ua/blog/obrazovanie-gribka-i-pleseni/>(Data obrashcheniya 30.04.2020 g.).

3. Dusenbery D. B., Living at Micro Scale Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 2009. – s. 20-25.

4. Bakterii [Elektronnyj resurs] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B8> (Data obrashcheniya 03.05.2020 g.).

5. Young K. D. The selective value of bacterial shape. (angl.) // Microbiology And Molecular Biology Reviews: MMBR. – 2006. – September (vol. 70, no. 3). – P. 660-703.

6. Claessen D., Rozen D.E., Kuipers O.P., Smgaard-Andersen L., van Wezel G.P. Bacterial solutions to multicellularity: a tale of biofilms, filaments and fruiting bodies.// Nature Reviews. Microbiology. 2014. Vol. 12, no. 2. P. 115-124.

7. Fish D.N. Optimal antimicrobial therapy for sepsis // American Journal Of Health-system Pharmacy: AJHP: Official Journal Of The American Society Of Health-System Pharmacists. 2002. Vol. 59, Suppl. 1. P. 13-19.

8. Virusy [Elektronnyj resurs] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D1%80%D1%83%D1%81%D1%8B> (Data obrashcheniya 03.05.2020 g.).

9. Collier, Leslie; Balows, Albert; Sussman, Max. Topley and Wilson's Microbiology and Microbial Infections / Mahy, Brian and Collier, Leslie. Arnold. Ninth edition. Virology, 1998. Т. 1.

10. SHushlyakov A.V., Palamarchuk O.YU., SHushlyakov D.A. / Ventilyaciya grazhdanskogo zdaniya / Har'kov: FOP Kostinskij. 2011 g. – 326 s.

11. Ustrojstvo dlya podgotovki vozduha: patent RU 2262640 / avt. SHushlyakov A.V., Ivanov E.V., Dobvol'skij N.P. 20.10.2005. Byul. №29.

12. Pruntova O.V., Sahno O.N., Mazirov M.A. Kurs lekcij po obshchej mikrobiologii i osnovam virusologii / V 2 ch. CH. 1 / Vladim. gos. un-t. - Vladimir: Izd-vo Vladim. gos. un-ta, 2006. – 192 s.

Дополнительная информация

Сведения об авторах:

Шушляков Дмитрий Александрович, кандидат технических наук, доцент; ООО «Глобал Стил Инжиниринг»; к. 220, д. 18-а, ул. Отакара Яроша, г. Харьков, Украина, 61000; email: shushliakov.dmytro@globsteeleng.com.

Мельник Алина Игоревна, операционная медсестра; Коммунальное некоммерческое предприятие «Городская клиническая многопрофильная больница №25» Харьковского городского совета; д. 122, просп. Орджоникидзеvский, г. Харьков, Украина, 61000.



В этой статье под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 International License, которая разрешает копирование, распространение, воспроизведение, исполнение и переработку материалов статей на любом носителе или формате при условии указания автора(ов) произведения, защищенного лицензией Creative Commons, и указанием, если в оригинальный материал были внесены изменения. Изображения или другие материалы третьих лиц в этой статье включены в лицензию Creative Commons, если иные условия не распространяются на указанный материал. Если материал не включен в лицензию Creative Commons, и Ваше предполагаемое использование не разрешено законодательством Вашей страны или превышает разрешенное использование, Вам необходимо получить разрешение непосредственно от владельца(ев) авторских прав.

Для цитирования: Шушляков Д.А., Мельник А.И. К проблеме инактивации патогенной микрофлоры в общественных местах // Экология и строительство. 2020. № 2. С. 10–16. doi: [10.35688/2413-8452-2020-02-002](https://doi.org/10.35688/2413-8452-2020-02-002).

Additional Information

Information about the authors:

SHushlyakov Dmitrij Aleksandrovich, candidate of technical sciences, associate professor; Limited liability company «Global Steel Engineering»; 220, 18-a, Otakara YArasha st., Kharkiv, Ukraine, 61000; email: shushliakov.dmytro@globsteeleng.com.

Melnik Alina Igorevna, surgical nurse; City Clinical Multidisciplinary Hospital №25 of Kharkiv City Council; 122, Ordzhonikidze Avenue, Kharkiv, Ukraine, 61000.



This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons license and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder.

For citations: SHushlyakov D.A., Melnik A.I. To the problem of inactivation of pathogenic microflora in public places // Ekologiya i stroitelstvo. 2020. № 2. P. 10–16. doi: [10.35688/2413-8452-2020-02-002](https://doi.org/10.35688/2413-8452-2020-02-002).