

Оценка эффективности использования УФ-облучателей рециркуляторного типа для обеззараживания воздушной среды в закрытых помещениях

А.В.Загайнова¹, М.А.Сухина², Т.З.Артемова¹, Е.К.Гипп¹, И.В.Курбатова¹,
Т.Н.Максимкина¹, Н.В.Русаков¹, С.А.Фролов², В.Н.Кашников², Д.А.Чистякова²

¹Научно-исследовательский институт экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н.Сысина
ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация;

²ФГБУ «Государственный научный центр колопроктологии им. А.Н.Рыжих» Министерства здравоохранения
Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

С целью разработки профилактических мероприятий по предотвращению распространения возбудителей воздушно-капельных инфекций бактериальной и грибковой этиологии в закрытых помещениях, в том числе лечебно-профилактических учреждениях, в экспериментальных условиях были проведены исследования по сравнительной оценке эффективности использования трех приборов ультрафиолетовых облучателей-рециркуляторов, рассчитанных на непрерывную работу в присутствии людей. Приборы отличались по мощности и спектру излучения бактерицидных ламп. Принцип работы данных приборов основан на облучении ультрафиолетом прокачиваемого с помощью вентилятора воздуха.

Эффективность обеззараживания воздуха оценивали по общему микробному числу и количеству плесневых грибов в 1 м³. Обсемененность воздуха оценивали во время облучения в аэрогенной камере и закрытых помещениях стационара лечебно-профилактического учреждения в присутствии биообъектов.

Установлено, что облучатель-рециркулятор бактерицидный с мощностью лампы 50W при длине волны излучения 254,7 нм оказался наиболее эффективным по очистке воздуха от бактерий (99,85%/99,83%) и грибов (99,97%/99,72%). Наименее эффективным по очистке воздуха от бактериальной микрофлоры (99,3%/99,71%), грибов (99,2%/99,17%) оказался прибор мощностью лампы 30W с длиной волны излучения 253,4 нм.

Ключевые слова: воздух, эффективность обеззараживания, лечебно-профилактические учреждения, аэрозольная камера, бактерии, грибы

Для цитирования: Загайнова А.В., Сухина М.А., Артемова Т.З., Гипп Е.К., Курбатова И.В., Максимкина Т.Н., Русаков Н.В., Фролов С.А., Кашников В.Н., Чистякова Д.А. Оценка эффективности использования УФ-облучателей рециркуляторного типа для обеззараживания воздушной среды в закрытых помещениях. Бактериология. 2019; 4(1): 21–27. DOI: 10.20953/2500-1027-2019-1-21-27

Evaluation of the effectiveness of the use of recycle-type UV irradiators for disinfecting the air environment in enclosed spaces

A.V.Zagainova¹, M.A.Sukhina², T.Z.Artemova¹, E.K.Gipp¹, I.V.Kurbatova¹,
T.N.Maksimkina¹, N.V.Rusakov¹, S.A.Frolov², V.N.Kashnikov², D.A.Chistyakova²

¹Center for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks of the Ministry of Health
of the Russian Federation, Research Institute of Human Ecology and Environmental Hygiene them. A.N.Sysina,
Moscow, Russian Federation;

²State Scientific Center of Coloproctology of the Ministry of Health of the Russian Federation, Research Institute of
Human Ecology and Environmental Hygiene them. A.N.Sysina, Moscow, Russian Federation

In order to develop preventive measures to prevent the spread of pathogens airborne infections of bacterial and fungal etiology in enclosed areas, including hospitals, in experimental conditions, we compared the efficiency of using three devices of ultraviolet irradiators-recirculators designed for continuous operation in the presence of people. The devices differed in power

Для корреспонденции:

Загайнова Анжелика Владимировна, кандидат биологических наук,
заведующая лабораторией санитарной бактериологии и паразитологии
ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления
медико-биологическими рисками здоровью» Министерства здравоохранения
Российской Федерации

Адрес: 119992, Москва, ул. Погодинская, 10, стр. 1

Телефон: (499) 245-3501

E-mail: angelikaangel@mail.ru

Статья поступила 22.01.2019 г., принята к печати 25.03.2019 г.

For correspondence:

Angelica V. Zagainova, PhD (Biology), head of the laboratory
of sanitary bacteriology and parasitology, Center for Strategic Planning
and Management of Biological Health Risks of the Ministry
of Health of the Russian Federation

Address: 10/1 Pogodinskaya str., Moscow, 119992, Russian Federation

Phone: (499) 245-3501

E-mail: angelikaangel@mail.ru

The article was received 22.01.2019, accepted for publication 25.03.2019

and emission spectrum of germicidal lamps. The principle of operation of these devices is based on ultraviolet irradiation of the air pumped by means of a fan.

The effectiveness of air disinfection was evaluated by the total microbial number and the number of mold fungi in 1 m³. Air contamination was assessed during irradiation in an aerogenic chamber and in an enclosed area of a hospital of a medical institution in the presence of bio-objects.

It has been established that the bactericidal irradiator-recirculator with a lamp power of 50W at an emission wavelength of 254.7 nm turned out to be the most effective in cleaning the air from bacteria (99.85%/99.83%) and fungi (99.97%/99.72%). The least effective in air purification from bacterial microflora (99.3%/99.71%), fungi (99.2%/99.17%) was a device with a lamp power of 30W with an emission wavelength of 253.4 nm.

Keywords: air, decontamination efficiency, hospital, aerosol chamber, bacteria, fungi

For citation: Zagainova A.V., Sukhina M.A., Artemova T.Z., Gipp E.K., Kurbatova I.V., Maksimkina T.N., Rusakov N.V., Frolov S.A., Kashnikov V.N., Chistyakova D.A. Evaluation of the effectiveness of the use of recycle-type UV irradiators for disinfecting the air environment in enclosed spaces. *Bacteriology*. 2019; 4(1): 21–27. (In Russian). DOI: 10.20953/2500-1027-2019-1-21-27

Большую опасность для жизнедеятельности человека и животных представляет микробное загрязнение воздуха закрытых помещений [1–5]. Обеспечение экологической безопасности воздушной среды закрытых помещений является одной из важнейших составных частей экологии человека, поскольку качество жилой среды, в которой человек проводит более 80% своей жизни, является фактором риска в развитии различных заболеваний [6, 7]. Поэтому особый интерес представляют изучение микробного пейзажа воздуха различных закрытых помещений, установление критерия оценки микробного риска здоровью и условия обеззараживания воздуха при различных уровнях микробного загрязнения [8–11]. В настоящее время к числу биологических факторов риска, связанных с воздухом закрытых помещений, можно отнести загрязнение спорами дрожжевых и плесневых грибов, вызывающих аллергию у человека [12–17]. Установлено, что грибы, входящие в состав домашней пыли, могут быть этиологическим фактором аллергических заболеваний [14]. По данным ряда авторов, от 6 до 15% всего населения чувствительны к загрязнению воздушной среды грибами; от 2 до 30% населения имеют аллергопатологию [17–21]. К настоящему времени недостаточно изучены гигиенические аспекты микробной обсемененности воздушной среды закрытых помещений с учетом специфики разных типов жилых зданий, помещений различного назначения, типов строительных и отделочных материалов, микроклиматических параметров внутрижилищной среды [22–24]. Рядом авторов установлена наиболее высокая степень загрязнения воздушной среды споровыми и грампозитивными бактериями, а также плесневыми грибами, принадлежащими к роду *Penicillium* [25–32]. В этой связи вполне обоснована необходимость гигиенической оценки микробной обсемененности воздушной среды закрытых помещений, определения конкретных параметров с целью установления ориентировочно-безопасного уровня контаминации в отношении здоровья человека.

С целью разработки профилактических мероприятий по предотвращению распространения возбудителей воздушно-капельных инфекций бактериальной и грибковой этиологии в закрытых помещениях, особенно в лечебно-профилактических учреждениях, в экспериментальных условиях были проведены исследования эффективности использования УФ-облучателей-рециркуляторов для очистки воздуха закрытых помещений, наиболее часто используемых и в лечебных учреждениях.

В качестве таковых оценивались очистители-рециркуляторы воздуха различных марок, представленных на современном рынке, с учетом их характеристик. Принцип работы данных приборов основан на УФ-обеззараживании прокачиваемого с помощью вентилятора воздуха вдоль бактерицидных УФ-ламп различной мощности и излучении длиной волны от 253,4 до 253,7 нм.

Устройство первого испытуемого прибора рециркулятора воздуха (далее Прибор №1) представлено следующим образом: корпус, образующий камеру облучения, в котором установлены три безозонные бактерицидные лампы мощностью 15W (суммарно 45W) с ультрафиолетовым излучением и длиной волны 253,7нм; колбы ламп выполнены из специального стекла, которое задерживает излучение короче 200 нм, вызывающее образование озона в воздушной среде. Специальное покрытие колб продлевает срок службы ламп до 9000 ч. Продув воздуха через внутренний объем облучателя обеспечивается вентилятором через вентиляционные отверстия (зачерненные жалюзийные решетки V-образного профиля, полностью исключающие попадание УФ-излучения в помещение). В корпусе облучателя бактерицидного установлен экран из алюминиевой фольги с высокой отражающей способностью ультрафиолетового излучения (УФ-излучения). Прибор №1 предназначен для обеззараживания воздуха помещений объемом от 30 м³.

Облучатель-рециркулятор бактерицидный закрытого типа с безозоновой бактерицидной лампой для обеззараживания воздуха (далее Прибор №2) предназначен для обеззараживания воздуха помещений объемом до 50 м³ как в присутствии, так и в отсутствие людей. Принцип действия облучателя основан на обеззараживании прокачиваемого воздуха вдоль безозоновой бактерицидной лампы низкого давления мощностью 30W, и дающей излучение длиной волны 253,4 нм внутри кожуха облучателя. Корпус облучателя состоит из двух основных частей: основания – отражателя, изготовленного из металла и защитного экрана, выполненного из прозрачного пластика, на внутреннюю поверхность которого нанесен люминофор, преобразующий УФ-излучение бактерицидной лампы в свет. С торцов корпус закрывается крышками с отверстиями, через которые прокачивается воздух, в одной из которых расположен вентилятор. В присутствии людей применение Прибора №2 рассчитано на непрерывную работу в течение 8 ч.

Рециркулятор бактерицидный №3 (далее Прибор №3) предназначен для обеззараживания воздуха помещений

объемом до 170 м³ в присутствии людей за счет воздействия на микроорганизмы бактерицидного УФ-излучения длиной волны 253,7 нм. Укомплектован рециркулятор безозоновой амальгамной азоразрядной бактерицидной лампой низкого давления, электрическая мощность которой составляет 170 Вт, мощность бактерицидного УФ-излучения – 50 Вт в начале срока службы и не менее 40 Вт в конце срока службы. Рециркулятор работает по следующему принципу: воздух из окружающей среды засасывается через входные жалюзи, проходит через зону воздействия УФ-излучением, под действием которого обеззараживается, и удаляется через выходные жалюзи. Для обеспечения движения воздуха используются вентиляторы, а для повышения эффективности использования УФ-излучения часть внутренней поверхности корпуса выполнена как отражатель. Расположенные в корпусе рециркулятора жалюзи и профиль предотвращают выход УФ-излучения наружу. Прибор №3 рассчитан на непрерывную работу в помещении в течение всего рабочего времени.

Согласно паспортам на приборы, все облучатели предназначены для обеззараживания воздуха в помещениях лечебно-профилактических учреждений, спортивных, детских, учебных, производственных, жилых и других зданий в присутствии людей.

Целью исследования явилась сравнительная оценка эффективности обеззараживания воздуха закрытых помещений с помощью трех бактерицидных рециркуляторов с мощностью лампы 45 W и длиной волны 253,7 нм (Прибор №1), с мощностью лампы 30 W и длиной волны 254,3 нм (Прибор №2), с мощностью лампы 50W и длиной волны 253,7 нм (Прибор №3).

Материалы и методы

Определение микробного числа в 1 м³ воздуха является общепринятым показателем в санитарной практике для оценки качества воздуха в отношении микрофлоры различных помещений. В связи с этим проводили оценку общего микробного числа микроорганизмов в воздухе в объеме 1 м³ и количество плесневых и дрожжевых грибов в 1 м³ воздуха.

Работа проводилась в два этапа: экспериментальные исследования в аэрогенной камере и в натуральных условиях в присутствии биообъектов при естественном загрязнении воздуха.

Экспериментальные исследования проводились в аэрогенной камере, которая представляет собой закрытое помещение объемом 27 м³. Искусственную контаминацию воздуха проводили модельными условно-патогенными микроорганизмами *S. aureus* 906 (ГИСК им. Л.А.Тарасевича, г. Москва), *S. epidermidis* (выделенного с кожных покровов человека), *Aspergillus spp.* (выделенного из воздуха жилого помещения). Уровень исходного бактериального загрязнения воздуха составлял 10⁴ КОЕ/м³, а плесневыми грибами – 10⁴ КОЕ/м³.

Пробы воздуха отбирали непосредственно после распыления (контрольный уровень – до включения УФ-лампы) и затем через 15, 30, 60 мин после включения бактерицидных воздухоочистителей.

Контролем служили аналогичные исследования при включении воздухоочистителей.

Натурные исследования проводили в 3 закрытых помещениях стационара лечебно-профилактического учреждения (далее ЛПУ) объемом 30 м³, в каждом из которых находился один из испытуемых бактерицидных облучателей-рециркуляторов (Прибор №1, Прибор №2, Прибор №3). В каждом из помещений имелся естественный фон микробной обсемененности воздуха. Исследования проводились в присутствии человека. Микробную обсемененность воздуха оценивали через 15, 30 и 60 мин работы облучателей-рециркуляторов. В связи с тем, что исследуемые УФ-облучатели рециркуляторного типа предназначены для разных по площади помещений, была выбрана унифицированная площадь в 30 м³ для проведения исследований в натуральных условиях для всех УФ-облучателей.

Отбор проб воздуха производили на уровне 150–160 см от пола аспирационным методом, в соответствии с МУК 4.2.734-99 «Микробиологический мониторинг производственной среды» с помощью метрологически аттестованного прибора для бактериологического анализа воздуха (ПУ-1Б). Пробы воздуха отбирали объемом 100 л для каждого показателя.

Для определения общего содержания микробов в 1 м³ отбор производили на питательный (МПА) и желточно-солевой агары (ЖСА), разлиты в чашки Петри по 24 мл, для определения плесневых и дрожжевых грибов использовали среду Сабуро с хлорамфениколом, также разлитую в чашки Петри.

Посевы на средах МПА и ЖСА инкубировали в термостате при 37°C в течение 48 ч, посевы на среде Сабуро – при двух температурах 22–28°C – 6 сут и 37°C в течение 48 ч, а затем подсчитывали количество выросших колоний в пересчете на 1 м³.

Результаты и обсуждение

В результате проведения экспериментальных исследований в аэрозольной камере были получены следующие результаты. Эффективность работы бактерицидного облучателя-рециркулятора (Прибор №1) в отношении бактериального и грибкового загрязнения составила через 30 мин 96,5% и 93,19%, а через 50 мин – 99,75% и 99,73% соответственно.

В тех же условиях эффективность обеззараживания воздуха Прибором №2 в отношении бактериального и грибкового загрязнения составила через 30 мин 93,00% и 92,0%, а через 60 мин – 99,3% и 99,2 % соответственно.

Эффективность обеззараживания Прибора №3 оказалась намного выше как в отношении бактериального, так и в отношении грибкового загрязнения и составила через 30 мин 95,5% и 94,58%, а через 60 мин – 99,85% и 99,83% соответственно (табл. 1).

Полученные данные при искусственном обсеменении воздуха бактериальной и грибковой микрофлорой, представленные в таблице 1, свидетельствуют о зависимости обеззараживающего эффекта испытуемых приборов от времени обработки, мощности и длины волны бактерицидной лампы.

Таблица 1. Оценка эффективности очистки воздуха от загрязнения бактериями и грибами, при искусственном его обсеменении (экспериментальные исследования)

Продолжительность работы	Эффективность обеззараживания воздуха при искусственном обсеменении воздуха бактериями и грибами			
Контроль	ОМЧ*, КОЕ/м ³	Эффективность очистки, в %	Грибы, КОЕ/м ³	Эффективность очистки, в %
<i>Облучатель-рециркулятор бактерицидный Прибор №1</i>				
Контроль (до включения прибора)	2,0 × 10 ⁴	–	2,2 × 10 ⁴	–
15 минут	1,4 × 10 ⁴	30,0	1,7 × 10 ⁴	22,73
30 минут	0,7 × 10 ³	96,5	1,5 × 10 ³	93,19
60 минут	0,5 × 10 ²	99,75	0,6 × 10 ²	99,73
<i>Облучатель-рециркулятор бактерицидный Прибор №2</i>				
Контроль (до включения прибора)	1,0 × 10 ⁴	–	1,0 × 10 ⁴	–
15 минут	0,8 × 10 ⁴	20,0	8,3 × 10 ⁴	17,8
30 минут	0,7 × 10 ³	93,0	0,8 × 10 ³	92,0
60 минут	0,7 × 10 ²	99,3	0,8 × 10 ²	99,2
<i>Облучатель-рециркулятор бактерицидный Прибор №3</i>				
Контроль (до включения прибора)	2,0 × 10 ⁴	–	2,4 × 10 ⁴	–
15 минут	1,7 × 10 ⁴	15	1,8 × 10 ⁴	25,0
30 минут	0,9 × 10 ³	95,5	1,3 × 10 ³	94,58
60 минут	0,3 × 10 ²	99,85	0,4 × 10 ²	99,83

*ОМЧ – общее микробное число.

Таблица 2. Оценка эффективности очистки воздуха от бактерий и грибов, при естественной его обсемененности (натурные исследования)

Продолжительность работы	Эффективность обеззараживания воздуха при искусственном обсеменении воздуха бактериями и грибами			
Контроль	ОМЧ*, КОЕ/м ³	Эффективность очистки, в %	ОГО**, КОЕ/м ³	Эффективность очистки, в %
<i>Облучатель-рециркулятор бактерицидный марки Прибор №1</i>				
Контроль (до включения прибора)	2,8 × 10 ³	–	3,6 × 10 ²	–
15 минут	1,7 × 10 ³	39,29	2,9 × 10 ²	19,44
30 минут	0,9 × 10 ³	67,86	1,1 × 10 ²	69,44
60 минут	4	99,86	2	99,44
<i>Облучатель-рециркулятор бактерицидный марки Прибор №2</i>				
Контроль (до включения прибора)	6,6 × 10 ³	–	3,6 × 10 ²	–
15 минут	3,9 × 10 ³	40,9	2,5 × 10 ²	30,56
30 минут	2,8 × 10 ³	57,58	1,2 × 10 ²	66,67
60 минут	1,9 × 10 ¹	99,71	0,3 × 10 ¹	99,17
<i>Облучатель-рециркулятор бактерицидный Прибор №3</i>				
Контроль (до включения прибора)	3,5 × 10 ³	–	3,5 × 10 ²	–
15 минут	2,5 × 10 ³	25,57	2,7 × 10 ³	22,86
30 минут	0,1 × 10 ³	71,43	1,0 × 10 ³	71,43
60 минут	1	99,97	1	99,72

*ОМЧ – общее микробное число; **ОГО – общая грибная обсемененность.

В натуральных условиях было установлено, что через 30 мин работы Прибора №1 воздух в помещении очищался на 67,86% от бактерий и на 69,44% от грибов; через 60 мин – соответственно на 99,86% и 99,44%. Эффективность обеззараживания воздуха Прибором №2 составила через 30 мин 57,58% в отношении бактерий и 66,67% в отношении грибов; через 60 мин – 99,71% и 99,17% соответственно. При оценке эффективности обеззараживания воздуха Прибором №3 эффективность обеззараживания воздуха составила через 30 мин 71,43% от бактериальной и грибковой микрофлоры, а через 60 минут – 99,97% и 99,71% соответственно (табл. 2).

Полученные данные при естественном обсеменении воздуха бактериями и грибами, представленные в таблице 2, свидетельствуют также о наличии зависимости обеззараживающего эффекта испытуемых приборов от времени обработки помещения, мощности и длины волны бактерицидной лампы.

В результате сравнительной оценки обеззараживающего воздействия воздухоочистителей облучателей-рециркуляторов бактерицидных: Прибора №1, Прибора №2, Прибора №3 было установлено, что наиболее стабильным и эффективным по очистке воздуха от бактерий и грибов можно признать воздухоочиститель рециркулятор бактерицидный Прибора №3, в результате работы которого через 60 мин (как в экспериментальных, так и в натуральных условиях) получена самая высокая среди исследованных приборов степень обеззараживания воздуха, что соответствовало в отношении бактериального загрязнения заявленным параметрам прибора ≈99,9%. Причем при высоком уровне бактериального загрязнения воздуха в помещении в экспериментальных условиях – $n \times 10^4$ КОЕ/м³ эффективность обеззараживания (99,85%) была меньше по сравнению с загрязнением в естественных условиях – $n \times 10^3$ КОЕ/м³ (99,97%). В отно-

шении грибов такой закономерности для прибора №3 не установлено, так как при уровне загрязнения $n \times 10^4$ плесневых грибов в 1 м³ эффективность обеззараживания воздуха составила 99,83%, а при $n \times 10^2$ плесневых грибов в 1 м³ – 99,72%, что говорит о большей устойчивости грибов в помещениях ЛПУ к УФ-обеззараживанию и необходимости увеличения времени обработки помещений.

У Прибора №1 эффективность обеззараживающего воздействия на бактериальную микрофлору как в экспериментальных, так и в натуральных исследованиях была достаточно высокой (99,75–99,76%). Однако эффект воздействия на грибы был ниже – 99,73–99,44%, особенно в естественных условиях, что тоже говорит о большей устойчивости грибов в помещениях ЛПУ к УФ-обеззараживанию и увеличению времени обработки помещений.

Наименее эффективен оказался воздухоочиститель облучатель-рециркулятор бактерицидный Прибор №2, так как обеззараживающий эффект в отношении бактериальной микрофлоры и грибов через 60 мин работы прибора при высоком уровне загрязнения воздуха в экспериментальных условиях составил 99,3% для бактериальной микрофлоры и 99,2 % грибов, а при естественном (сниженном) уровне – 99,71% в отношении бактерий и 99,17% в отношении грибов, с той же тенденцией в отношении загрязнения воздуха грибами в помещениях ЛПУ, что и у первых двух приборов.

Заключение

Таким образом, проведена сравнительная оценка эффективности использования трех приборов УФ-облучателей рециркуляторного типа, рассчитанных на непрерывную работу в присутствии людей, отличающихся между собой мощностью бактерицидных ламп и длиной волны (прибор №1 – 45W, 254,7 нм, прибор №2 – 30W, 253,4 нм, прибор №3 –

50W 254,7 нм), основанных на УФ-обеззараживании прокачиваемого с помощью вентилятора воздуха вдоль бактерицидных УФ-ламп, показавшая, что эффективнее в отношении бактериальной и грибковой микрофлоры оказался Прибор №3 с характеристиками по эффективности обеззараживания воздуха в отношении бактериальной микрофлоры, соответствующими заявленным производителем. Через 60 мин работы Прибора №3 содержание бактериальной микрофлоры и грибов снизилось на два порядка в экспериментальных условиях с высоким уровнем загрязнения воздуха и до единичных клеток – в естественных условиях помещений ЛПУ с низким загрязнением. При этом эффективность обеззараживания составила в отношении бактериального загрязнения 99,85–99,97% соответственно, а в отношении загрязнения грибами – 99,83–99,72%.

Облучатель-рециркулятор бактерицидный Прибора №1, имеющего мощность бактерицидной лампы 45W и длину волны 254,7 нм, рассчитанный на обработку помещений от 30 м³, показал в результате проведенных экспериментальных исследований эффективность обеззараживающего воздействия на бактериальную микрофлору и грибы в экспериментальных условиях с высоким уровнем загрязнения воздуха соответственно 99,7% и 99,73%, при этом число клеток снижалось на два порядка. В естественных условиях помещений ЛПУ с низким уровнем загрязнения воздуха число бактериальных клеток и спор грибов после 60 мин работы Прибора №2 снизилось до единичных. При этом его эффективность составила 99,86% в отношении бактерий и 99,44% – в отношении грибов.

Наименее эффективным по очистке воздуха от бактериальной микрофлоры и грибов оказался прибор №2 облучатель-рециркулятор бактерицидный, имеющий мощность бактерицидной лампы 30W и длину волны 253,4 нм, рассчитанный на обработку помещений от 50 м³, т.к. обеззараживающая эффективность в отношении бактерий и грибов, достигнутая через 60 мин, составила 99,3–99,2% (в экспериментальных условиях) и 99,71–99,17% (в условиях естественного загрязнения воздуха) соответственно. При этом число бактерий и плесневых грибов при высоком уровне загрязнения снизилось на два порядка, а при низком уровне загрязнения воздуха – до десятков клеток в 1 м³, что не соответствовало заявленным в паспорте к прибору параметрам в отношении бактериального загрязнения.

В связи с тем, что во всех исследуемых приборах изготовители рассматривают эффективность обеззараживания воздуха только в отношении бактериальной микрофлоры, ориентируясь на условно-патогенные бактерии *S. aureus*, наша задача заключалась в оценке эффективности приборов в отношении не только заявленных маркерах загрязнения воздуха, но и в отношении загрязнения помещения грибами. В результате проведенных исследований установлено, что при оценке эффективности обеззараживания воздуха в отношении грибов у трех приборов в экспериментальных условиях с высоким уровнем загрязнения плесневым грибом *Aspergillus sp.*, выделенным из воздуха жилого помещения, количество грибов в воздухе снижалось на два порядка. При оценке обеззараживающего действия УФ-облучателей рециркуляторного типа в помещениях ЛПУ количество плесневых грибов снижалось до десятков и единич-

ных клеток, что говорит о большей устойчивости грибов в помещениях лечебно-профилактических учреждений к УФ-обеззараживанию и необходимости более длительного по времени режиму обеззараживания воздуха. Эффективность обеззараживания УФ-облучателями рециркуляционного типа различных помещений находится в прямой зависимости от времени обработки и площади помещения, мощности и длины волны бактерицидной лампы облучателя.

Литература

1. Methling W. Vorkommen und qualitative Eigenschaften von Staph, Aureus, E. coli und Enterokokken in der Luft von Schweinezuchtställen. Proceedings of the 5th International congress on animal hygiene. Hannover, 1985, pp. 247-251.
2. Pickrell J. Hazards in confinement housing gases and dusts in confined animal houses for swine, poultry, horses and humans. Vet Hum Toxicol. 1991 Feb; 33(1):32-9.
3. Фотина ТИ, Зон ГА. Качественный состав микрофлоры воздуха индейководческих помещений. Вклад молодых ученых Украины в интенсификацию сельскохозяйственного производства, 1987, с. 161.
4. Шакарян ГА, Акопян М, Севян ТК. Результаты бактериологических исследований воздуха некоторых животноводческих помещений. Сб. науч. тр. Ерев. зоовет. инст-та. Т. 60. 1987, с. 103-107.
5. Шведов В. Индекс свежести воздушной среды. Коневодство и конный спорт. 1992; 4:23.
6. Гущин ИС, Ильина НИ, Польшнер СА. Аллергический ринит. Пособие для врачей. М., 2002, 68 с.
7. Блинов НП, Васильева НВ. Микромицеты аллергены. «Булатовские чтения». Тезисы докладов Научно-практической конференции «Актуальные вопросы пульмонологии и клинической аллергологии. СПб., 1999, с. 34.
8. Akiyama K. The role of fungal allergy in bronchial asthma. Nihon Ishinkin Gakkai Zasshi. 2000;41(3):149-55.
9. Peat JK, Dickerson J, Li J. Effects of damp and mould in the home on respiratory health, a review of the literature. Allergy. 1998 Feb; 53(2):120-8.
10. Peat J, Tovey E, Toelle BG, Haby MM, Gray EJ, Mahmic A, Woolcock AJ. House dust mite allergens: a major risk factor for childhood asthma in Australia. Am J Respir Crit Care Med. 1996 Jan; 153(1):141-6.
11. Piatt SD, Martin CJ, Hunt SM, Lewis CW. Damp housing, mould growth and health state. BMJ. 1989 Jun 24;298(6689):1673-8.
12. Адо ВА, Зяблова НМ, Ирошников ЕС. Экология и аллергия. Воронеж: Издательство Воронежского университета; 1992, 111 с.
13. Адо АД. Экология и аллергология. Клиническая медицина. 1990;68(9):3-6.
14. Ильина НИ. Эпидемиология аллергического ринита. Российская ринология. 1999;1:23-5.
15. Скепьян НА. Аллергические болезни. Дифференциальный диагноз, лечение. Беларусь, 2000, с. 43-50, 228-232.
16. Соболев АВ. Аллергические заболевания органов дыхания, вызываемые грибами. Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. СПб., 1997, 41 с.
17. Балаболкин ИИ, Ефимова АА. Влияние экологического неблагополучия на распространенность болезней органов дыхания. В кн.: Экология и здоровье детей. М.: Медицина; 1998, с. 188-205.
18. Балаболкин ИИ, Ключев БВ, Ботвиньева ВВ, и др. Клинические и иммунологические проявления бронхиальной астмы у детей с сенсибилизацией к плесневым грибам. Педиатрия. 1993;3:21-23.
19. Блинов НП. Медицинская микология. В кн.: Медицинская микробиология, вирусология и иммунология. Под ред. Л.Б.Борисова, А.М.Смирновой. М.: Медицина; 1994, с. 441-466.
20. Etzel R, Rylander R. Indoor mold and children's health. Environ Health Perspect. 1999 Jun; 107 Suppl 3:463.

21. Madelin TM, Madelin MF. Biological analysis of fungi and associated molds. In: C.S.Cox and C.M.Wathes (ed.). Bioaerosol handbook. Lewis Publ. CRC Press, Inc., Boca Raton, Fla.; 1995. P. 361-386.
22. Беляева НН, Кутепов ЕН, Шамарин АА. Гигиеническая оценка состояния окружающей среды и здоровья населения в г. Москве. М.; 1997, с. 45-48.
23. Gaüzère C, Godon JJ, Blanquart H, Ferreira S, Moularat S, Robine E, Moletta-Denat M. Core species' in three sources of indoor air belonging to the human micro-environment to the exclusion of outdoor air. 2014 Jul 1;485-486:508-517. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2014.03.117
24. Ryan TJ, Beaucham C. Dominant microbial volatile organic compounds in 23 US homes. 2013 Jan;90(3):977-85. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2012.06.066. Epub 2012 Aug 11.
25. Антропова АБ, Биланенко ЕН, Мокеева ВЛ, Чекунова ЛН, Петрова-Никитина АД, Желтикова ТМ. Микобиота жилых помещений г. Москвы. Тезисы сообщений на VII Кашкинских чтениях. Проблемы медицинской микологии. 2004;6(2):58.
26. Антропова АБ, и др. Аэромикота жилых помещений г. Москвы. Микология и фитопатология. 2003;37(6):9-11.
27. Хаитов РМ, Игнатьева ГА, Сидорович ИГ. Иммунология. М.: Медицина; 2000, 429 с.
28. Dzidzio LK, Bush RK. Assessment and control of fungal allergen. Current allergy and asthma reports. Curr Allergy Asthma Rep. 2001 Sep;1(5):455-60.
29. Hirsch SR, Sosman JA. A one-year survey of mould growth inside twelve homes. Ann Allergy. 1976 Jan;36(1):30-8.
30. Mailing HL. Diagnosis and immunotherapy of mold allergy with special reference to *Cladisporium herbarum*. Dan Med Bull. 1990 Feb;37(1):12-22.
31. Ponsonby AZ, Couper D, Dwyer T, Carmichael A, Kemp A, Cochran J. The relation between fungant indoor environment and subsequent asthma. Epidemiology. 2000 Mar;11(2):128-35.
32. Ramirez C. Manual and atlas the Penicillia. Amsterdam, New York, Oxford: Elsevier Biomedical Press; 1982, 874 p.
11. Piatt SD, Martin CJ, Hunt SM, Lewis CW. Damp housing, mould growth and health state. BMJ. 1989 Jun 24;298(6689):1673-8.
12. Ado VA, Zyblova NM, Iroshnikova ES. Ekologiya i allergiya [Ecology and Allergy]. Voronezh: Voronezh University Press; 1992, 111 p.
13. Ado AB. Ecology and Allergy. Clinical Medicine (Klinicheskaya Meditsina). 1990;68(9):3-6.
14. Il'ina NI. Epidemiology of allergic rhinitis. Rossiyskaya Rinologiya (Russian Rhinology). 1999;1:23-5.
15. Skepian HA. Allergicheskie bolezni. Differentsial'nyi diagnost, lechenie [Allergic diseases. Differential diagnosis, treatment]. Belarus, 2000, pp. 43-50, 228-232.
16. Sobolev AB. Allergic diseases of the respiratory system caused by fungi. Diss. St. Petersburg, 1997, 41 p.
17. Balabolkin II, Efimova AA. Vliyanie ekologicheskogo neblagopoluchiya na rasprostranennost' boleznei organov dykhaniya [The impact of environmental problems on the prevalence of respiratory diseases]. In: Ekologiya i zdorov'e detei [Ecology and Children's Health]. Moscow: "Meditsina" Publ.; 1998, pp. 188-205.
18. Balabolkin II, Klyuev BV, Botvineva VV, et al. Clinical and immunological manifestations of asthma in children with sensitization to mold fungi. Pediatra. Journal named after G.N.Speransky. 1993;3:21-3.
19. Blinov NP. Meditsinskaya mikologiya [Medical mycology]. In: Meditsinskaya mikrobiologiya, virusologiya i immunologiya [Medical microbiology, virology and immunology]. Edited by L.B.Borisov, A.M.Smirnova. Moscow: Meditsina Publ.; 1994, pp. 441-466.
20. Etzel R, Rylander R. Indoor mold and children's health. Environ Health Perspect. 1999 Jun; 107 Suppl 3:463.
21. Madelin TM, Madelin MF. Biological analysis of fungi and associated molds. In: C.S.Cox and C.M.Wathes (ed.), Bioaerosol handbook. Lewis Publ. CRC Press, Inc., Boca Raton, Fla.; 1995. P. 361-386.
22. Belyaeva HH, Kutepov EH, Shamarin AA. Gigenicheskaya otsenka sostoyaniya okruzhayushchei sredy i zdorov'ya naseleniya v g. Moskve [Hygienic evaluation of environmental and public health in Moscow]. Moscow; 1997, pp. 45-48.
23. Gaüzère C, Godon JJ, Blanquart H, Ferreira S, Moularat S, Robine E, Moletta-Denat M. Core species' in three sources of indoor air belonging to the human micro-environment to the exclusion of outdoor air. 2014 Jul 1;485-486:508-517. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2014.03.117
24. Ryan TJ, Beaucham C. Dominant microbial volatile organic compounds in 23 US homes. 2013 Jan;90(3):977-85. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2012.06.066. Epub 2012 Aug 11.
25. Antropova AB, Bilanenko EH, Mokeeva VL, Chekunova LN, Petrova-Nikitina AD, Zheltikova TM. Mycobiota dwellings in the city of Moscow. Abstracts of messages at the VII Kashkinsky readings. Problems in Medical Mycology. 2004; 6(2):58.
26. Antropova AB, Mokeeva VL, Bilanenko EN, Chekunova LN, Zheltikova TM, Petrova-Nikitina AD. Aeromycota of Moscow dwellings. Mycology and Phytopathology. 2003;37(6):9-11.
27. Khaitov PM, Ignat'eva GA, Sidorovich IG. Immunologiya [Immunology]. Moscow: Meditsina Publ.; 2000, 429 p.
28. Dzidzio LK, Bush RK. Assessment and control of fungal allergen. Current allergy and asthma reports. Curr Allergy Asthma Rep. 2001 Sep;1(5):455-60.
29. Hirsch SR, Sosman JA. A one-year survey of mould growth inside twelve homes. Ann Allergy. 1976 Jan;36(1):30-8.
30. Mailing HL. Diagnosis and immunotherapy of mold allergy with special reference to *Cladisporium herbarum*. Dan Med Bull. 1990 Feb;37(1):12-22.
31. Ponsonby AZ, Couper D, Dwyer T, Carmichael A, Kemp A, Cochran J. The relation between fungant indoor environment and subsequent asthma. Epidemiology. 2000 Mar;11(2):128-35.
32. Ramirez C. Manual and atlas the Penicillia. Amsterdam, New York, Oxford: Elsevier Biomedical Press; 1982, 874 p.

References

1. Methling W. Vorkommen und qualitative Eigenschaften von Staph, Aureus, E. coli und Enterokokken in der Luft von Schweinezuchtställen. Proceedings of the 5th International congress on animal hygiene. Hannover, 1985, pp. 247-251.
2. Pickrell J. Hazards in confinement housing gases and dusts in confined animal houses for swine, poultry, horses and humans. Vet Hum Toxicol. 1991 Feb; 33(1):32-9.
3. Fotina TI, Zon GA. Qualitative composition of microflora of air in indoor areas. Proceedings of scientists of Ukraine in the intensification of agricultural production, 1987, p. 161.
4. Shakaryan GA, Akopyan M, Sevyan TK. Results of bacteriological studies of the air by some livestock buildings. Proceedings. Vol. 60. 1987, pp. 103-107.
5. Shvedov V. Index of freshness of the air environment. Konevodstvo I Konny Sport. 1992;4:23.
6. Gushchin IS, Il'ina NI, Pol'ner SA. Allergicheskiy rinit [Allergic rhinitis]. Moscow, 2002, 68 p.
7. Blinov NP, Vasil'eva NV. Micromycetes allergens. "Bulatov reading". Proceedings of Scientific-Practical Conference «Topical issues of pulmonology and clinical allergology». St. Petersburg, 1999, p. 34.
8. Akiyama K. The role of fungal allergy in bronchial asthma. Nihon Ishinkin Gakkai Zasshi. 2000;41(3):149-55.
9. Peat JK, Dickerson J, Li J. Effects of damp and mould in the home on respiratory health, a review of the literature. Allergy. 1998 Feb; 53(2):120-8.
10. Peat J, Tovey E, Toelle BG, Haby MM, Gray EJ, Mahmic A, Woolcock AJ. House dust mite allergens: a major risk factor for childhood asthma in Australia. Am J Respir Crit Care Med. 1996 Jan; 153(1):141-6.

Информация об авторах:

Сухина Марина Алексеевна, кандидат биологических наук, руководитель отдела микробиологических и иммунологических исследований ФГБУ «Государственный научный центр колопроктологии им. А.Н.Рыжих» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Адрес: 123423, Москва, ул. Саяма Адила, 2
Телефон: (499) 199-8444
E-mail: marinasukhina@rambler.ru

Артемова Тамара Захаровна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории санитарной бактериологии и паразитологии ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Адрес: 119992, Москва, ул. Погодинская, 10, стр. 1
Телефон: (499) 245-3501
E-mail: milkbacterialab@list.ru

Гипп Евгения Константиновна, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории санитарной бактериологии и паразитологии ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Адрес: 119992, Москва, ул. Погодинская, 10, стр. 1
Телефон: (499) 245-3501
E-mail: milkbacterialab@list.ru

Курбатова Ирина Валентиновна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории санитарной бактериологии и паразитологии ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Адрес: 119992, Москва, ул. Погодинская, 10, стр. 1
Телефон: (499) 245-3501
E-mail: milkbacterialab@list.ru

Максимкина Татьяна Николаевна, научный сотрудник лаборатории санитарной атмосферного воздуха с группой жилых и общественных зданий ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Адрес: 119992, Москва, ул. Погодинская, 10, стр. 1
Телефон: (499) 245-3501
E-mail: milkbacterialab@list.ru

Русаков Николай Васильевич, академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Адрес: 119992, Москва, ул. Погодинская, 10, стр. 1
Телефон: (499) 246-5824
E-mail: info@sysin.ru

Фролов Сергей Алексеевич, доктор медицинских наук, заместитель директора по научной работе ФГБУ «Государственный научный центр колопроктологии им. А.Н.Рыжих» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Адрес: 123423, Москва, ул. Саяма Адила, 2
Телефон: (499) 642-5440
E-mail: info@gnck.ru

Кашников Владимир Николаевич, доктор медицинских наук, заместитель директора по лечебной работе ФГБУ «Государственный научный центр колопроктологии им. А.Н.Рыжих» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Адрес: 123423, Москва, ул. Саяма Адила, 2
Телефон: (499) 642-5440
E-mail: info@gnck.ru

Чистякова Дарья Алексеевна, младший научный сотрудник отдела микробиологических и иммунологических исследований ФГБУ «Государственный научный центр колопроктологии им. А.Н.Рыжих» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Адрес: 123423, Москва, ул. Саяма Адила, 2
Телефон: (499) 199-8444

Information about authors:

Marina A. Sukhina, PhD (Biology), head of the department of microbiological and immunological research, State Scientific Center of Coloproctology, of the Ministry of Health of the Russian Federation
Address: 2 Salam Adilya str., Moscow, 123423, Russian Federation
Phone: (499) 199-8444
E-mail: marinasukhina@rambler.ru

Tamara Z. Artemova, PhD (Biology), leading researcher, laboratory of sanitary bacteriology and parasitology, Center for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks, of the Ministry of Health of the Russian Federation
Address: 10/1 Pogodinskaya str., Moscow, 119992, Russian Federation
Phone: (499) 245-3501
E-mail: milkbacterialab@list.ru

Evgenia K. Gipp, MD, PhD, senior researcher, laboratory of sanitary bacteriology and parasitology, Center for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks of the Ministry of Health of the Russian Federation
Address: 10/1 Pogodinskaya str., Moscow, 119992, Russian Federation
Phone: (499) 245-3501
E-mail: milkbacterialab@list.ru

Irina V. Kurbatova, PhD (Biology), senior researcher, laboratory of sanitary bacteriology and parasitology, Center for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks of the Ministry of Health of the Russian Federation
Address: 10/1 Pogodinskaya str., Moscow, 119992, Russian Federation
Phone: (499) 245-3501
E-mail: milkbacterialab@list.ru

Tatyana N. Maksimkina, researcher, laboratory of sanitary bacteriology and parasitology, Center for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks of the Ministry of Health of the Russian Federation
Address: 10/1 Pogodinskaya str., Moscow, 119992, Russian Federation
Phone: (499) 245-3501
E-mail: milkbacterialab@list.ru

Nikolay V. Rusakov, Academician of the Russian Academy of Sciences, MD, PhD, DSc, professor, chief researcher, Center for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks of the Ministry of Health of Russian Federation
Address: 10/1 Pogodinskaya str., Moscow, 119992, Russian Federation
Phone: (499) 246-5824
E-mail: info@sysin.ru

Sergey A. Frolov, MD, PhD, DSc, deputy director for Science, State Scientific Center of Coloproctology, of the Ministry of Health of the Russian Federation
Address: 2 Salam Adilya str., Moscow, 123423, Russian Federation
Phone: (499) 642-5440
E-mail: info@gnck.ru

Vladimir N. Kashnikov, MD, PhD, DSc, deputy director for clinical work, State Scientific Center of Coloproctology, of the Ministry of Health of the Russian Federation
Address: 2 Salam Adilya str., Moscow, 123423, Russian Federation
Phone: (499) 642-5440
E-mail: info@gnck.ru

Daria A. Chistyakova, junior researcher of microbiological and immunological research, State Scientific Center of Coloproctology, of the Ministry of Health of the Russian Federation
Address: 2 Salam Adilya str., Moscow, 123423, Russian Federation
Phone: (499) 199-8444