

DOI: 10.21055/0370-1069-2020-1-85-90

УДК 616.912:614.8

В.В. Золин, О.П. Оськина, М.Н. Ерёмина, Г.Ф. Давыдов, Т.А. Гостева

ОСОБЕННОСТИ ДЕЗИНФЕКЦИИ БОКСОВ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ПОМЕЩЕНИЙ ВИРУСОЛОГИЧЕСКИХ ЛАБОРАТОРИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ С ВИРУСОМ НАТУРАЛЬНОЙ ОСПЫ

ФБУН «Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор», п.п. Кольцово, Российская Федерация

Цель. Определение микробиологическим методом эффективности дезинфекционных обработок фумигацией формальдегидом скрытых полостей и обратной стороны фильтров боксов микробиологической безопасности, расположенных в помещениях заразной зоны максимально изолированной лаборатории. Оценка эффективности работы экспериментальной установки для автоматизации процесса обработки формальдегидом лабораторных помещений. **Материалы и методы.** Оценка эффективности дезинфекционных обработок боксов микробиологической безопасности и помещений вирусологической лаборатории проводилась методом батистовых тест-объектов, контаминированных спорообразующей тест-культурой *Bacillus thuringiensis*. **Результаты и обсуждение.** Экспериментальным путем определено время обеззараживания, достаточное для полной инактивации особо опасных патогенных микроорганизмов, предположительно находящихся в скрытых полостях и на обратной стороне фильтров боксов микробиологической безопасности, расположенных в заразной зоне максимально изолированной лаборатории. В результате проведенных исследований удалось добиться полной инактивации спорообразующего тест-микроорганизма, находящегося на тест-объектах, размещенных в скрытых полостях и труднодоступных местах боксов микробиологической безопасности в концентрации $1 \cdot 10^6$ клеток/см³ только при времени обеззараживания, равном 24 часам. Эффективное обеззараживание тест-объектов, контаминированных спорообразующей тест-культурой *B. thuringiensis*, размещенных в труднодоступных местах и на обратных сторонах оборудования в боксированном вирусологическом помещении, при использовании экспериментальной установки, производящей газообразный формальдегид, оказалось возможным только при использовании формалина в концентрации 40 мл/м³ помещения. В результате исследований установлено, что количество формалина, требуемое для достижения 100 % эффективности дезинфекционной обработки вирусологического боксированного помещения с помощью экспериментальной установки, производящей газообразный формальдегид, зависит от режима работы общеобменной приточно-вытяжной вентиляции, конфигурации лабораторного помещения, насыщенности его лабораторным и инженерным оборудованием.

Ключевые слова: фумигация формальдегидом, скрытые полости и обратная сторона фильтров боксов микробиологической безопасности, дезинфекционная обработка, патогенные микроорганизмы.

Корреспондирующий автор: Золин Владимир Викторович, e-mail: zolin@vector.nsc.ru.

Для цитирования: Золин В.В., Оськина О.П., Ерёмина М.Н., Давыдов Г.Ф., Гостева Т.А. Особенности дезинфекции боксов микробиологической безопасности и помещений вирусологических лабораторий при проведении работ с вирусом натуральной оспы. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2020; 1:85–90. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-1-85-90

V.V. Zolin, O.P. Os'kina, M.N. Eremina, G.F. Davydov, T.A. Gosteva

Peculiarities of Disinfection of Microbiological Safety Cabinets and Premises of Virological Laboratories when Carrying out Works with the Smallpox Virus

"State Scientific Center of Virology and Biotechnology 'Vector' of the "Rosпотребнадзор", Kol'tsovo, Russian Federation

Abstract. Objective. Applying microbiological method to determine the effectiveness of disinfection treatments with formaldehyde fumigation of the hidden cavities and the reverse side of the microbiological safety cabinet filters (MSC) located in the "infectious" areas of an isolated to maximum extent laboratory. Evaluation of the effectiveness of experimental unit for automation of the formaldehyde treatment of laboratory premises. **Materials and methods.** Assessment of effectiveness of disinfection treatments of MSCs and the premises of virological laboratory was carried out using cambric test objects contaminated with the spore-forming test culture of *B. thuringiensis*. **Results and discussion.** The disinfection time sufficient for the complete inactivation of particularly dangerous pathogenic microorganisms potentially located in hidden cavities and on the back side of microbiological safety cabinet filters, placed in the "infectious" zone of the most isolated laboratory has been determined experimentally. As a result of the studies, it was possible to achieve complete inactivation of the spore-forming test microorganism located on test objects situated in hidden cavities and hardly accessible places of MSC at concentration of $1 \cdot 10^6$ cells/cm³ only with disinfection time equal to 24 hours. Effective disinfection of test objects contaminated with *B. thuringiensis* spore-forming test culture, placed in hard-to-reach places and on the back of the equipment in a boxed virological room, using an experimental plant producing gaseous formaldehyde, was possible only when formalin was used in a concentration of 40 ml/m³ of the room. It was established that the amount of formalin required to achieve 100% efficiency of the disinfection treatment of the virological boxed room using an experimental unit producing gaseous formaldehyde depends on the operating mode of the general supply and exhaust ventilation, the configuration of the laboratory room, and the furnishing with laboratory and engineering equipment.

Key words: formaldehyde fumigation, hidden cavities and the back side of microbiological safety cabinet filters, disinfection treatment, pathogenic microorganisms.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Corresponding author: Vladimir V. Zolin, e-mail: zolin@vector.nsc.ru.

Citation: Zolin V.V., Os'kina O.P., Eremina M.N., Davydov G.F., Gosteva T. A. Peculiarities of Disinfection of Microbiological Safety Cabinets and Premises of Virological Laboratories when Carrying out Works with the Smallpox Virus. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii* [Problems of Particularly Dangerous Infections]. 2020; 1:85–90. (In Russian). DOI: 10.21055/0370-1069-2020-1-85-90

Received 19.12.19. *Revised* 11.02.20. *Accepted* 19.02.20.

Федеральное бюджетное учреждение науки «Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» (ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор») проводит фундаментальные исследования возбудителей особо опасных и социально значимых вирусных инфекций, а также обеспечивает на постоянной основе диагностику особо опасных инфекционных агентов. Кроме этого, ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» является Сотрудничающим Центром ВОЗ по диагностике ортопоксвирусных инфекций и музеем штаммов и ДНК вируса натуральной оспы (ВНО). В связи с этим в ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор», в соответствии с национальными и международными требованиями, а также рекомендациями Глобальной комиссии ВОЗ, в условиях максимально изолированной лаборатории (МИЛ) проводятся экспериментальные и диагностические работы с вирусом натуральной оспы по тематикам, согласованным с Консультативным комитетом ВОЗ. Все виды работ с ВНО проводятся в максимально изолированной лаборатории, которая по международной классификации соответствует уровню защиты BSL4 и отвечает всем требованиям, предъявляемым к инженерным сооружениям подобного рода санитарно-эпидемиологическими правилами СП 1.3.3118-13 «Безопасность работы с микроорганизмами I–II групп патогенности (опасности)». Основные работы с патогенными биологическими агентами (ПБА) I–II групп СП 1.3.3118-13 рекомендуют проводить в боксах микробиологической безопасности II–III классов, в зависимости от вида выполняемых работ в соответствии с требованиями ГОСТ Р ЕН 12469-10 [1, 2].

После окончания цикла работ с ВНО, перед открытием заразной зоны МИЛ для проведения планово-предупредительного ремонта инженерно-технических систем, обеспечивающих биологическую безопасность работ, в соответствии с требованиями СП 1.3.3118-13, необходимо проводить заключительную дезинфекцию помещений и оборудования. Важной составной частью заключительной дезинфекционной обработки лабораторного оборудования является дезинфекционная обработка скрытых полостей и обратной стороны фильтров боксов микробиологической безопасности (БМБ), находящихся в заразной зоне лаборатории, предотвращающая потенциальную возможность инфицирования специалистов, проводящих планово-предупредительный ремонт в этих помещениях [3–5].

При проведении работ с вирусами I–II групп патогенности Приложение 1 к СП 1.3.3118-13 предписывает проведение дезинфекции скрытых полостей и обратных сторон фильтров БМБ, при условии герметизации, испарением 60 мл формалина и 60 мл

воды на каждый кубический метр объема бокса при температуре 20 °С и относительной влажности в помещении 65 %. В связи с этим необходимо было опытным путем определить необходимое количество формалина и время обеззараживания для достижения полной деконтаминации скрытых полостей БМБ, размещенных в заразной зоне максимально изолированной лаборатории, в которой при проведении заключительной обработки поддерживается декомпрессионный режим дежурной вентиляции.

Как сообщалось нами ранее, для проведения заключительной дезинфекции помещений заразных зон, в которых проводились работы с ВНО, в ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» используется метод фумигации формальдегидом, как наиболее эффективный в реальных условиях функционирования заразной зоны МИЛ [6]. Автоматизация процесса проведения фумигации формальдегидом является крайне актуальной задачей, требующей решения. Для указанной цели в ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» создана экспериментальная установка, позволяющая получать газообразный формальдегид в классической реакции формалина с перманганатом калия и проведен ряд исследований, направленных на изучение эффективности ее работы.

Цель исследования – оптимизация технологии дезинфекционной обработки парами формальдегида скрытых полостей и обратной стороны фильтров БМБ, расположенных в боксированных помещениях заразной зоны максимально изолированной лаборатории.

Определение микробиологическим методом эффективности заключительной дезинфекционной обработки вирусологических боксированных помещений заразной зоны МИЛ фумигацией формальдегидом, производимым экспериментальной установкой в классической реакции формалина с перманганатом калия.

Материалы и методы

В работе использован штамм *Bacillus thuringiensis* ssp. *thuringiensis* 221(H1), депонированный в «Коллекции бактерий, бактериофагов, грибов» ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» под номером В-911 (В-622), нанесен на тест-объекты в концентрации $1 \cdot 10^6$ кл./см² [7–9].

В работе задействована экспериментальная установка (дезинфекционная установка «Вектор»), которая представляет собой устройство, позволяющее получать газообразный формальдегид в классической реакции формалина с перманганатом калия. Во время реакции выделяется большое количество тепловой энергии, в результате чего формалин бы-

стро закипает и испаряется. Реакция при смешивании формалина с перманганатом калия проходит «взрывоподобно», что позволяет создать в установке эффект эжекции, за счет которой и происходит смешивание указанных реактивов. Четырехступенчатый сепаратор установки исключает разбрызгивание продуктов реакции в помещении. Конструкция прибора позволяет включать его в работу дистанционно, без нахождения в непосредственной близости оператора, что полностью исключает возможность отравления человека продуктами реакции.

Для экспериментальных исследований эффективности обработки скрытых полостей и обратной стороны фильтров БМБ парами формалина использовали ламинарный бокс II класса защиты фирмы «Labconco».

Оценку эффективности дезинфекционных обработок фумигацией газообразным формальдегидом помещений заразных зон, а также скрытых полостей и обратной стороны фильтров БМБ проводили методом батистовых тест-объектов, контаминированных спорообразующей тест-культурой, приготовленных в соответствии с требованиями руководства Р 4.2.2643-10. 3.5. «Дезинфектология. Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности» (утвержденное Роспотребнадзором 01.06.2010 г.). Для оценки эффективности заключительной дезинфекционной обработки лабораторных помещений и БМБ применялись тест-объекты на основе спорообразующей тест-культуры с концентрацией не менее $1 \cdot 10^6$ кл./см².

Готовые тест-объекты (25 шт. в каждом эксперименте) размещали, в зависимости от эксперимента, на горизонтальных и вертикальных поверхностях МИЛ, лабораторного оборудования, включая труднодоступные места и обратные поверхности, или в скрытых полостях, и в межфильтровом пространстве, а также на обратных сторонах фильтров БМБ.

В экспериментах, направленных на изучение эффективности дезинфекции БМБ, формалин испаряли с помощью лабораторной плитки и после требуемой экспозиции, составляющей от 8 до 24 ч, нейтрализовали пары формалина аммиаком в соответствии с требованиями Приложения 1 к СП 1.3.3118-13.

Эффективность работы дезинфекционной установки «Вектор», производящей газообразный формальдегид в реакции формалина с перманганатом калия, изучали, используя различные концентрации формалина.

По окончании времени экспозиции в том или ином эксперименте тест-объекты снимали, помещали в пенфлаконы с 1 мл стерильного физраствора, встряхивали 5–7 мин для элюции микроорганизмов, а затем высевали на плотную питательную среду (МПА). Смывную жидкость по 0,1 мл с каждого тест-объекта, высевали на 10 чашек Петри. Образцы инкубировали в течение 2–3 сут, при температуре $(32 \pm 2)^\circ\text{C}$, после чего учитывали результаты. Все ми-

кробиологические исследования проводили в соответствии с требованиями руководства Р 4.2.2643-10.

Статистическую обработку результатов проводили стандартными методами с помощью пакета компьютерных программ «Statistica 6.0» (StatSoft Inc. 1984-2001) с оценкой достоверности отличий ($p \leq 0,05$) для 95 % доверительного уровня (I_{95}) [10].

Результаты и обсуждение

Как известно, натуральная оспа является воздушно-капельной инфекцией, однако может передаваться и по аэрозольному механизму воздушно-пылевым путем, также возможна инокуляция вируса при непосредственном соприкосновении с инфицированными вирусом предметами. Аэрозоль с ВНО может передаваться с потоком воздуха на значительное расстояние, инфицируя людей, оказавшихся в загрязненном помещении; в случае распространения по инженерным коммуникациям, в частности воздуховодам приточно-вытяжной вентиляции, возможно заражение и в соседних помещениях. Вирус устойчив во внешней среде, особенно к высушиванию и низким температурам. Он может длительное время (в течение ряда месяцев) сохраняться в корочках и чешуйках, взятых с оспин на коже больных, а в замороженном и лиофилизированном состоянии остается жизнеспособным несколько лет; на различных предметах при комнатной температуре сохраняет высокую инфекционную активность в течение нескольких месяцев [11]. Учитывая высокую естественную восприимчивость человека, отсутствие плановой вакцинации против натуральной оспы населения, родившегося после 1980 г., и, как следствие, отсутствие коллективного специфического иммунитета, можно спрогнозировать высокую вероятность заражения контактных лиц [3].

Учитывая вышесказанное, по завершении проведенной заключительной дезинфекции поверхностей помещений и оборудования, в том числе скрытых полостей и обратной стороны фильтров БМБ, расположенных в заразной зоне МИЛ, необходимо получать полную инактивацию ПБА, используемых в работе [12–15].

В ходе проведения исследований, с учетом рекомендаций экспертной группы ВОЗ, составленных при визите в 2014 г. в Сотрудничающий Центр ВОЗ по диагностике ортопоксвирусных инфекций и музей штаммов и ДНК ВНО, функционирующий на базе ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор», дезинфекцию лабораторных помещений и оборудования считали проведенной эффективно лишь в случае снижения концентрации тест-микроорганизмов на тест-объектах не менее чем на 6 lg.

В результате серии экспериментальных исследований установлено оптимальное количество формалина и продолжительность времени обеззараживания, которые в указанных выше условиях при проведении заключительной дезинфекции скрытых

полостей и обратной стороны фильтров БМБ, установленных в заразной зоне МИЛ, давали 100 % эффективность дезобработки. Результаты экспериментов представлены в табл. 1.

Представленные в таблице данные свидетельствуют о том, что в условиях МИЛ, в лабораторных помещениях которой во время проведения дезинфекции рабочей вентиляцией поддерживается декомпрессионный режим, 100 % инаktivация тест-микроорганизмов, контаминирующих тест-объекты, размещенные в различных местах в БМБ, происходит только при времени обеззараживания равном 24 ч. При этом в ходе экспериментов установлено, что количество формалина 60 мл, испаряемое на каждый кубический метр объема бокса, является оптимальным и снижать его не целесообразно.

В предыдущих исследованиях установлено оптимальное количество формалина, необходимого для полной инаktivации возможных инфекционных загрязнений, потенциально находящихся на поверхностях помещений заразной зоны МИЛ, при условии работы дежурной вентиляции, обеспечивающей в процессе проведения дезобработки декомпрессионный режим [6].

Однако, несмотря на достигнутую в ходе ранее проведенных экспериментов 100 % эффективность дезинфекции газообразным формальдегидом помещений заразной зоны МИЛ, вопрос автоматизации процесса проведения заключительной дезобработки остался открытым. С учетом этого, с целью автоматизации процесса фумигации газообразным формальдегидом помещений заразных зон и исключения контакта персонала с токсичным веществом в процессе проведения дезинфекции, нами, совместно со специалистами инженерной службы ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор», создана экспериментальная установка – дезинфекционная установка «Вектор», производящая газообразный формальдегид в реакции с перманганатом калия, а также изучена эффективность ее работы.

В результате серии экспериментальных исследований установлено оптимальное количество формалина, которое при проведении с помощью экспериментальной установки заключительной дезинфекции вирусологических боксированных помещений разного объема, конфигурации и в разной степени насыщенных лабораторным оборудованием, давало 100 % эффективность. Результаты исследования эффективности дезинфекции газообразным формальдегидом различных поверхностей в помещениях МИЛ с помощью дезинфекционной установки «Вектор» представлены в табл. 2.

Приведенные в таблице данные свидетельствуют о высокой, статистически значимой эффективности обработки помещений с помощью дезинфекционной установки «Вектор». В ходе проведения исследований при применении формалина в концентрации 40 мл/м³ удалось добиться 100 % эффективности дезинфекционной обработки вирусологического боксированного помещения МИЛ общим объемом 200 м³, максимально насыщенного лабораторным оборудованием, с примыкающей к нему термальной комнатой. При применении формалина в количестве 17,5 мл/м³, рекомендованном Приложением 1 к СП 1.3.3118-13 для проведения заключительной дезинфекции при условии герметизации помещений, добиться 100 % эффективности дезинфекционной обработки не удалось, что, вероятно, связано с необходимостью сохранения декомпрессионного режима во время дезобработки. Вместе с тем при применении экспериментальной дезинфекционной установки не удалось уменьшить количество формалина, необходимого для полной деконтаминации помещения сложной конфигурации и насыщенного оборудованием, ниже 25 мл/м³. Вероятно, это связано с особенностями вентилирования лабораторного помещения, в котором проводились эксперименты, а также наличием препятствий, создаваемых оборудованием для распространения газообразного формальдегида.

Таблица 1 / Table 1

Эффективность фумигации парами формальдегида скрытых полостей и обратной стороны фильтров БМБ 2 класса, размещенных в МИЛ, в зависимости от времени обеззараживания и количества формалина при t=20° С и относительной влажности 65 %

The efficiency of fumigation with formaldehyde vapor in the hidden cavities and on the back side of the MSC class 2 filters placed in the isolated to the maximum containment laboratory, depending on the time of disinfection and the amount of formalin at t=20 °C and relative humidity 65 %

Место размещения тест-объекта (<i>B. thuringiensis</i> , 10 ⁶ кл./см ²), m* Placement of the test object, on the basis of <i>B. thuringiensis</i> , 10 ⁶ cells/cm ² , m*	Кол-во формалина (экспозиция) / Кол-во жизнеспособных тест-микроорганизмов, (M±I ₉₅ , n=6)* Amount of formalin (exposition) / Viable test-microorganisms, (M±I ₉₅ , n=6)*		
	50 мл/м ³ (24 ч) 50 ml/m ³ (24 hours)	60 мл/м ³ (8 ч) 60 ml/m ³ (8 hours)	60 мл/м ³ (24 ч) 60 ml/m ³ (24 hours)
Стенки рабочей камеры, m=5 Walls of the working chamber, m=5	0	(3±1) КОЕ/мл (3±1) CFU/ml	0
Поддон рабочей камеры, m=5 Tray of the working chamber, m=5	(5±2) КОЕ/мл (5±2) CFU/ml	(6±2) КОЕ/мл (6±2) CFU/ml	0
Столешница рабочей камеры, m=5 Countertop of the working chamber	(7±2) КОЕ/мл (7±2) CFU/ml	0	0
Скрытые полости и обратная сторона фильтров, m=6 Hidden cavities and the back side of filters, m=6	(6±2) КОЕ/мл (6±2) CFU/ml	(8±3) КОЕ/мл (8±3) CFU/ml	0
Межфильтровое пространство, m=7 The space between filters, m=7	(4±1) КОЕ/мл (4±1) CFU/ml	(8±3) КОЕ/мл (8±3) CFU/ml	0

*m – количество тестов в каждом эксперименте; n – количество экспериментов; M – среднее значение; I₉₅ – 95 % доверительный интервал, p<0,05.

*m – the number of tests in each experiment; n – the number of experiments; M – mean value; I₉₅ – 95 % confidence interval, p<0.05.

да, вырабатываемого и распыляемого установкой в том или ином направлении. При ранее изученном не автоматизированном методе фумигации формальдегидом, исследованном нами ранее, емкости для испарения формалина размещались в нескольких местах помещения, обеспечивая доступ газообразному формальдегиду ко всем труднодоступным поверхностям помещения [6]. Требуется тщательное изучение направления конвекционных потоков, по которым от установки по лабораторному помещению распространяется формальдегид, а также причин, по которым тот или иной тест-объект остается необработанным. В случае наличия в лаборатории одного помещения эта задача выглядит реалистично, однако в случае размещения в заразной зоне комплекса лабораторных помещений большой площади со сложной конфигурацией, насыщенностью этих помещений лабораторным и инженерным оборудованием и наличием вспомогательных помещений, задача многократно усложняется. Ввиду сложности и трудоемкости описанных выше действий, в практической деятельности, целесообразней просто подобрать концентрацию формальдегида, повысив ее до значений, дающих 100 % эффективность дезобработки.

Таким образом, анализ представленных в табл. 2 данных позволил выявить зависимость эффективности дезобработки с применением дезинфектора «Вектор», создающего газообразный формальдегид,

от объема и конфигурации помещения, а также насыщенности его лабораторным оборудованием.

Обобщая результаты проведенных исследований, необходимо подчеркнуть, что для полной инактивации парами формальдегида возможных инфекционных загрязнений, находящихся в скрытых полостях, на поверхностях рабочей камеры и обратной стороне фильтров БМБ, расположенных в заразной зоне МИЛ, при проведении работ с возбудителями особо опасных вирусных инфекций необходимое время обеззараживания составляет 24 ч. Кроме того, в ходе экспериментов, при использовании для заключительной дезинфекции помещений заразной зоны экспериментальной дезинфекционной установки «Вектор», вырабатывающей газообразный формальдегид, удалось получить обнадеживающие результаты, вместе с тем, требующие дополнительных исследований, направленных на оптимизацию конструкции и режимов работы установки в различных условиях помещений заразной зоны МИЛ.

В связи с полученными результатами экспериментальные исследования по оптимизации условий проведения заключительной дезинфекции заразных зон МИЛ ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» фумигацией формальдегидом с применением дезинфекционной установки «Вектор», а также подобного оборудования других производителей, будут продолжены.

Таблица 2 / Table 2

Эффективность фумигации газообразным формальдегидом вирусологических боксированных помещений заразной зоны различного объема с помощью дезинфекционной установки «Вектор» в зависимости от количества формалина при $t=20-25^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности в помещении 60–92 %

Efficiency of fumigation with gaseous formaldehyde of virological boxed rooms of the «infectious» zone of different volumes using the «Vector» disinfection unit, depending on the amount of formalin at $t=20-25^{\circ}\text{C}$ and relative indoor humidity 60–92 %

Место размещения тест-объектов (<i>B. thuringiensis</i> , 10^6 кл./см ²), m* Placement of the test objects, on the basis of <i>B. thuringiensis</i> , 10^6 cells/cm ² , m*	Кол-во формалина (экспозиция) / Кол-во жизнеспособных тест-микроорганизмов, ($M \pm I_{95}$, n=5)* Amount of formalin (exposition) / viable test-microorganisms, ($M \pm I_{95}$, n=5)*			
	17,5 мл/м ³ (24 ч); $V_{\text{пом}}=144\text{ м}^3$ 17.5 ml/m ³ (24 hours); $V_{\text{facil}}=144\text{ м}^3$	25,0 мл/м ³ (24 ч); $V_{\text{пом}}=144\text{ м}^3$ ** 25.0 ml/m ³ (24 hours); $V_{\text{facil}}=144\text{ м}^3$ **	25,0 мл/м ³ (24 ч); $V_{\text{пом}}=200\text{ м}^3$ **** 25.0 ml/m ³ (24 hours); $V_{\text{facil}}=200\text{ м}^3$ ****	40,0 мл/м ³ (24 ч); $V_{\text{пом}}=200\text{ м}^3$ **** 40.0 ml/m ³ (24 hours); $V_{\text{facil}}=200\text{ м}^3$ ****
Стены на разной высоте, воздуховоды, пол, m=12 Walls at different heights, air ducts, floor, m=12	(23±5) КОЕ/мл (23±5) CFU/ml	0	(10±3) КОЕ/мл (10±3) CFU/ml	0
Горизонтальные поверхности, m=5 Horizontal surfaces, m=5	0	0	(3±1) КОЕ/мл (3±1) CFU/ml	0
Ящики лабораторной мебели, m=5 Laboratory furniture boxes, m=5	(15±3) КОЕ/мл (15±3) CFU/ml	_***	(4±1) КОЕ/мл (4±1) CFU/ml	0
Силиконовые трубки, шланги, скрытые полости оборудования (БМБ 3 класса), оргтехники (монитор, компьютер), m=6 Silicon tubes, hoses, hidden cavities of the equipment (MSC Class 3), office machines (monitor, computer), m=6	(41±5) КОЕ/мл (41±5) CFU/ml	_***	(17±3) КОЕ/мл (17±3) CFU/ml	0
Труднодоступные места (обратные поверхности оборудования), m=5 Hard-to-reach places (backside surfaces of the equipment), m=5	(17±3) КОЕ/мл (17±3) CFU/ml	_***	(15±3) КОЕ/мл (15±3) CFU/ml	0

*m – количество тестов в каждом эксперименте; n – количество экспериментов; M – среднее значение; I_{95} – 95 % доверительный интервал, $p<0,05$;

** – боксированное помещение, не оснащенное лабораторным оборудованием;

*** – тесты не размещались ввиду отсутствия в помещении мебели и оборудования;

**** – боксированное помещение, полностью оснащенное лабораторным оборудованием, обрабатывали совместно с примыкающей к нему термальной комнатой

*m – the number of tests in each experiment; n – the number of experiments; M – mean value; I_{95} – 95 % confidence interval, $p<0.05$

** – boxed room that is not completed with equipment;

*** – tests were not deployed because of the absence of furniture and equipment in the room;

**** – boxed/closed room, completed with laboratory equipment to the fullest extent; the room was treated alongside the joint thermal room.

Работа выполнена в рамках Государственного задания ГЗ 27/16.

Конфликт интересов. Авторы подтверждают отсутствие конфликта финансовых/нефинансовых интересов, связанных с написанием статьи.

Список литературы

1. Всемирная организация здравоохранения. Практическое руководство по биологической безопасности в лабораторных условиях. 3-е изд. Женева: ВОЗ; 2004. 201 с.
2. Chosewood L.C., Wilson D.E., editors. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories. 5-th ed. U.S. Dept. of Health and Human Services; 2009. 437 p.
3. Супотницкий М.В. Натуральная оспа, оспа обезьян. В кн.: Супотницкий М.В. Биологическая война. Введение в эпидемиологию искусственных эпидемических процессов и биологических поражений. М.: «Кафедра», «Русская панорама»; 2013. С. 834–86.
4. Шандала М.Г. Актуальные вопросы общей дезинфектологии: избранные лекции для слушателей системы послевузовского образования. М.: Медицина; 2009. 110 с.
5. Дроздов С.Г., Гарин Н.С., Джиндоян Л.С., Тарасенко В.М. Основы техники безопасности в микробиологических и вирусологических лабораториях. М.: Медицина; 1987. 256 с.
6. Оськина О.П., Золин В.В. Экспериментальная оценка эффективности методов заключительной дезинфекционной обработки помещений «заразных» зон больших площадей при проведении работ с вирусом натуральной оспы. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2018; 4:63–8. DOI: 10.21055/0370-1069-2018-4-63-68.
7. De Barjac H., Bonnefoi A. Essai de classification biochimique et sérologique de 24 souches de Bacillus du type *B. thuringiensis*. *Entomophaga*. 1962; 7:5–31. DOI: 10.1007/BF02375988.
8. Хоулт Дж., Криг Н., Снит П., Стейли Дж., Уильямс С., редакторы. Определитель бактерий Берджи. Перевод с английского. М.: Мир; 1997. Т. 1. 432 с.
9. Герхардт Ф., редактор. Методы общей бактериологии. М.: Мир; 1984. Т. 3. 264 с.
10. Закс Л. Статистическое оценивание. М.: Статистика; 1976. 598 с.
11. Сергиев В.П., Ющук Н.Д., Венгеров Ю.Я., Завойкин В.Д. Тропические болезни. Руководство для врачей. М.: БИНОМ; 2015. 640 с.
12. Костюкова Т.А., Ляпин М.Н., Морозов К.М. Алгоритм ликвидации аварии при работе с патогенными биологическими агентами в боксах микробиологической безопасности. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2016; 4:102–4. DOI: 10.21055/0370-1069-2016-4-102-104.
13. Шишкина О.Б., Тюрин Е.А. Воздушные барьерные инженерные системы биологической безопасности для охраны окружающей среды. *Медицина труда и экология человека*. 2015; 3:233–40.
14. Зверев В.В., Быков А.С., редакторы. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология: Учебник. М.: Медицинское информационное агентство; 2016. 816 с.
15. Воробьев А.А., редактор. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология. М.: Медицинское информационное агентство; 2004. 690 с.
2. Chosewood L.C., Wilson D.E., editors. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories. 5-th ed. U.S. Dept. of Health and Human Services; 2009. 437 p.
3. Супотницкий М.В. [Smallpox, monkeypox]. In: Супотницкий М.В. [Biological warfare. Introduction to the epidemiology of artificial epidemic processes and biological lesions]. Moscow: “Kafedra”, “Russian Panorama”; 2013. P. 834–886.
4. Shandala M.G. [Topical issues of general disinfectology: selected lectures for students of the system of postgraduate education]. Moscow: “Meditsina”; 2009. 110 p.
5. Dроздов S.G., Гарин N.S., Джиндоян L.S., Тарасенко V.M. [Fundamentals of safety in microbiological and virological laboratories]. Moscow: “Meditsina”; 1987. 256 p.
6. Os’kina O.P., Zolin V.V. [Experimental Evaluation of the Efficiency of Methods for Final Disinfection Treatment of Premises of the Large Isolated Zones Used for Work with Pathogenic Agents when Conducting Works with the Smallpox Virus]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2018;(4):63–8. DOI: 10.21055/0370-1069-2018-4-63-68.
7. De Barjac H., Bonnefoi A. Essai de classification biochimique et sérologique de 24 souches de Bacillus du type *B. thuringiensis*. *Entomophaga*. 1962; 7:5–31. DOI: 10.1007/BF02375988.
8. Holt J.G., Krieg N.R., Sneath P.H.A., Staley J.T., Williams S.T. [Bergey’s Manual of Determinative Bacteriology]. Ninth edition. Translation from English. M.: “Mir”; 1997. Vol. 1. 432 p.
9. Gerhardt F. [Methods of General Bacteriology]. Moscow: “Mir”; 1984. Vol. 3. 264 p.
10. Zaks L. [Statistical Evaluation]. Moscow: “Statistika”; 1976. 598 p.
11. Sergiev V.P., Yushchuk N.D., Vengerov Yu.Ya., Zavoikin V.D. [Tropical diseases. Guidelines for physicians]. Moscow: BINOM; 2015. 640 p.
12. Kostyukova T.A., Lyapin M.N., Morozov K.M. [Algorithm of Emergency Elimination when Working with Pathogenic Biological Agents inside Bio-Safety Cabinets]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2016;(4):102–4. DOI: 10.21055/0370-1069-2016-4-102-104.
13. Shishkina O.B., Tyurin E.A. [Aerial barrier engineering systems for biological safety provision to protect the environment]. *Meditsina Truda i Ekologiya Cheloveka [Occupational Medicine and Human Ecology]*. 2015; 3:233–40.
14. Zverev V.V., Bykov A.S., editors. [Medical Microbiology, Virology and Immunology: Textbook]. Moscow: “Medical Information Agency”; 2016. 816 p.
15. Vorob’ev A.A., editor. [Medical Microbiology, Virology and Immunology]. Moscow: “Medical Information Agency”; 2004. 690 p.

Authors:

Zolin V.V., Os’kina O.P., Eremina M.N., Davydov G.F., Gosteva T.A. State Scientific Centre of Virology and Biotechnology “Vector”. Kol’tsovo, Novosibirsk Region, 630559, Russian Federation. E-mail: vector@vector.nsc.ru

Об авторах:

Золин В.В., Оськина О.П., Ерёмкина М.Н., Давыдов Г.Ф., Гостева Т.А. Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор». Российская Федерация, 630559, Новосибирская обл., п. Кольцово. E-mail: vector@vector.nsc.ru.

References

1. [Practical guide to Biosafety in the laboratory]. Third Edition. 2004. WHO. Geneva. 201 p.

Поступила 19.12.19.

Отправлена на доработку 11.02.20.

Принята к публ. 19.02.19.