

DOI: 10.21055/0370-1069-2022-2-86-93

УДК 616.98:578.834.1

В.В. Золин, О.П. Оськина, В.В. Солодкий, А.С. Овчинникова, А.П. Агафонов, Р.А. Максютков

**ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ШТАММОВ КОРОНАВИРУСА SARS-CoV-2
НА РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ТЕСТ-ПОВЕРХНОСТЕЙ, В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ,
А ТАКЖЕ ИХ УСТОЙЧИВОСТЬ К ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИМ СРЕДСТВАМ**

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

Цель исследования – изучение динамики остаточной инфекционной активности штаммов вируса SARS-CoV-2, относящихся к различным геновариантам, на разных типах поверхностей, в образцах питьевой дехлорированной воды при температуре 24–28 °С, а также их устойчивости к дезинфицирующим средствам. **Материалы и методы.** Исследования проводили с использованием штаммов коронавируса SARS-CoV-2, полученных из Государственной коллекции возбудителей вирусных инфекционных болезней и риккетсиозов, функционирующей на базе ГНЦ ВБ «Вектор». Изучение остаточной инфекционности коронавируса SARS-CoV-2 проводили методом титрования проб в культуре клеток. **Результаты и обсуждение.** Проведенные исследования подтвердили способность всех изученных штаммов коронавируса SARS-CoV-2 при температуре 24–28 °С сохранять свою инфекционную активность на большинстве исследованных типов тест-поверхностей в течение как минимум 48 часов, при этом лучше всего вирус сохранялся на нержавеющей стали и пластике. Все изученные штаммы коронавируса SARS-CoV-2 оказались жизнеспособны в питьевой дехлорированной воде на протяжении как минимум 48 часов. Кроме того, установлено, что все исследованные штаммы вируса SARS-CoV-2 чувствительны к дезинфекционным средствам разных групп, широко используемым для целей дезинфекции при работе с патогенными биологическими агентами или для обработки рук и контаминированных вирусами поверхностей. Наибольшей активностью обладали хлорсодержащие дезинфектанты. Кожные антисептики на основе этилового и изопропилового спиртов пригодны для обеззараживания рук и объектов, контаминированных вирусом SARS-CoV-2.

Ключевые слова: жизнеспособность геновариантов коронавируса SARS-CoV-2, типы поверхностей, питьевая дехлорированная вода, дезинфицирующие средства.

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

Для цитирования: Золин В.В., Оськина О.П., Солодкий В.В., Овчинникова А.С., Агафонов А.П., Максютков Р.А. Жизнеспособность штаммов коронавируса SARS-CoV-2 на различных типах тест-поверхностей, в питьевой воде, а также их устойчивость к дезинфицирующим средствам. *Проблемы особо опасных инфекций.* 2022; 2:86–93. DOI: 10.21055/0370-1069-2022-2-86-93

Поступила 02.02.2022. Принята к публ. 10.03.2022.

V.V. Zolin, O.P. Os'kina, V.V. Solodky, A.S. Ovchinnikova, A.P. Agafonov, R.A. Maksyutov

**Viability of SARS-CoV-2 Coronavirus Strains on Different Types of Test Surfaces,
in Drinking Water and Their Resistance to Disinfectants**

State Scientific Center of Virology and Biotechnology “Vector”, Kol'tsovo, Russian Federation

Abstract. The purpose of the research was to study the dynamics of residual infectious activity of SARS-CoV-2 virus strains belonging to different genovariants, on different types of surfaces, in samples of drinking dechlorinated water at 24–28 °C, as well as their resistance to disinfectants. **Materials and methods.** The studies were carried out using SARS-CoV-2 coronavirus strains obtained from the State Collection of Causative Agents of Viral Infectious Diseases and Rickettsiosis, which operates at the premises of the SSC VB “Vector”. The evaluation of the residual infectivity of the SARS-CoV-2 coronavirus was carried out through titration of samples in cell culture. **Results and discussion.** The conducted studies have confirmed the ability of all investigated strains of the SARS-CoV-2 coronavirus to maintain their infectious activity at 24–28 °C on most of the examined types of test surfaces for at least 48 hours, while the virus is best preserved on stainless steel and plastic. All studied strains of the SARS-CoV-2 coronavirus are viable in drinking dechlorinated water for at least 48 hours. In addition, it has been found that all of them are sensitive to disinfectants of different groups, widely used for disinfection when working with pathogenic biological agents or for treating hands and surfaces contaminated with viruses. Chlorine-containing disinfectants are the most active. Skin antiseptics based on ethyl and isopropyl alcohols are suitable for disinfecting hands and objects contaminated with the SARS-CoV-2 virus.

Key words: viability of SARS-CoV-2 coronavirus genovariants, types of surfaces, drinking dechlorinated water, disinfectants.

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., Solodky V.V., Ovchinnikova A.S., Agafonov A.P., Maksyutov R.A. Viability of SARS-CoV-2 Coronavirus Strains on Different Types of Test Surfaces, in Drinking Water and Their Resistance to Disinfectants. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2022; 2:86–93. (In Russian). DOI: 10.21055/0370-1069-2022-2-86-93

Received 02.02.2022. Accepted 10.03.2022.

Zolin V.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4120-1178>
Os'kina O.P., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9165-1524>
Solodky V.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7270-0028>

Ovchinnikova A.S., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1745-7643>
Agafonov A.P., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2577-0434>
Maksyutov R.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1314-281X>

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), на конец второй декады января 2022 г. в мире выявлено более 332 млн случаев заболевания COVID-19 по всему миру, подтверждено более 5,0 млн летальных исходов заболевания, в Российской Федерации – более 11 млн случаев и более 326 тыс. летальных исходов, что делает пандемию COVID-19 одной из самых смертоносных в истории.

Геном коронавируса SARS-CoV-2 претерпевал изменения в течение всего периода пандемии. ВОЗ классифицировала появляющиеся геноварианты коронавируса, устанавливая ключевые мутации, изменяющие их свойства, такие как патогенность и контагиозность. Крайне важно учитывать способность вируса заражать человека без непосредственного контакта с инфицированным. При разработке стратегии борьбы с COVID-19 специалисты учитывали способность коронавируса сохранять свою инфекционную активность в воздухе, воде, а также при оседании на различные поверхности.

Стремительное распространение геноварианта омикрон (происхождение Панго: B.1.1.529) стало серьезной проблемой для стран всего мира [1, 2]. Увеличение инфекционности/трансмиссивности этого геноварианта объяснялось несколькими факторами, такими как увеличение выделения вируса инфицированными; длительный период выделения вируса; снижение минимальной вирусной нагрузки – инфекционной дозы, необходимой для появления у инфицированного клинических признаков заболевания; возможное повышение стабильности в окружающей среде [3, 4]. Однако последнее предположение нуждается в тщательной проверке.

Больной COVID-19 может обильно контаминировать вирусом SARS-CoV-2 разные поверхности при чихании и кашле. Вирус SARS-CoV-2, находящийся на руках, может легко попадать на разные поверхности при прикосновении к ним больного человека. При этом время выживания штаммов вируса SARS-CoV-2 на коже человека, по литературным данным, составляет от 9 до 21 часа [5]. Вопрос о длительности сохранения жизнеспособности различных штаммов коронавируса SARS-CoV-2 на различных типах поверхностей крайне важен, потому что вирус будет способен инфицировать человека. Период «полужизни» вируса на нержавеющей стали составил около 13 часов, на полипропилене – около 16 часов [6–8]. Из литературных источников известно, что если классифицировать материалы по устойчивости SARS-CoV-2 на их поверхности, получается следующий список по уменьшению срока жизнеспособности: полипропилен, пластик, стекло, нержавеющая сталь, свиная кожа, картон, банкнота, хлопок, дерево, бумага, ткань, медь [9–12].

Одной из основных задач, ключевой для организации и проведения мероприятий в условиях пандемии COVID-19, является определение концентрации и времени экспозиции используемых в настоящее

время дезинфекционных средств и антисептиков в отношении циркулирующих штаммов коронавируса SARS-CoV-2.

Не менее важным путем передачи коронавируса может являться питьевая вода, особенно на эпидемиологически неблагоприятных территориях, в частности в случае возможности попадания сточных вод в систему централизованного водоснабжения населенных пунктов [13]. По данным литературы, полная инаktivация коронавируса SARS-CoV-2 в пресной воде происходит только в течение нескольких дней [14]. Другие наблюдения, проведенные в ряде стран, показали, что в реках и озерах он может сохранять жизнеспособность до 25 дней [15, 16].

Целью данной работы являлось определение динамики остаточной инфекционной активности штаммов вируса SARS-CoV-2, относящихся к различным геновариантам, на различных типах тест-поверхностей, в образцах питьевой дехлорированной воды, а также их устойчивости к дезинфектантам при температуре 24–28 °С.

Материалы и методы

Исследования проводили с использованием штаммов коронавируса SARS-CoV-2: референсный штамм hCoV-19/Australia/VIC01/2020 (AUS) (уханьский вариант); штамм hCoV-19/Russia/MOS-2512/2020 (геновариант альфа, британский, B.1.1.7); штамм hCoV-19/Russia/MOS-SAB-1502/2021 (геновариант бета, южноафриканский, B.1.351); штамм hCoV-19/Russia/MOS-2406/2021 (геновариант дельта, индийский, AY.43); штамм hCoV-19/Russia/Moscow171619-031221/2021 (геновариант омикрон, B.1.1.529), – полученных из Государственной коллекции возбудителей вирусных инфекционных болезней и риккетсиозов, функционирующей на базе ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора. Для исследований использовали штаммы коронавируса с титром $(5,5 \pm 0,3) \lg \text{ТЦД}_{50}/\text{мл}$.

При изучении жизнеспособности коронавируса SARS-CoV-2 в воде вирусосодержащую жидкость добавляли в образцы питьевой дехлорированной воды в пропорции 1:9. Образцы воды с вирусом выдерживали при комнатной температуре 26–28 °С, динамику инаktivации изучали методом отбора проб через 1, 3, 24, 48 и 72 часа и дальнейшего их титрования в культуре клеток Vero E6.

При исследовании инфекционной активности разных штаммов коронавируса SARS-CoV-2 на материалах на различные типы тест-поверхностей наносили вирусосодержащую суспензию из расчета 0,5 мл на 100 см², равномерно распределяли ее по поверхности стеклянным шпателем, далее через 1, 3, 24, 48, 72 часа отбирали пробы протиранием увлажненной раствором Хэнкса стерильной марлевой салфеткой (5×5 см), проводили элюцию встряхиванием в течение 10 минут, полученный элюат наносили на культуру клеток Vero E6 и методом титрования осу-

щественности контроль инфекционной активности коронавируса. Оценку чувствительности коронавируса к дезинфекционным средствам проводили в соответствии с требованиями руководства Р 4.2.3676-20 «4.2. Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности».

Время экспозиции штаммов вируса SARS-CoV-2 с дезинфицирующими средствами составляло 15, 30, 60 минут. При определении устойчивости штаммов вируса SARS-CoV-2 к спиртам промежутки времени были следующими: 30 секунд, 1 и 2 минуты.

Вирусную суспензию SARS-CoV-2 после экспозиции в растворе с дезинфекционными средствами разбавляли (1:1) нейтрализующим компонентом и титровали в культуре клеток. Определение титра вируса в образцах проводили на культуре клеток Vero E6 методом бляшкообразования [17].

Статистическую обработку данных проводили стандартными методами с помощью пакета компьютерных программ Statistica 10 (StatSoft Inc., 2011) с оценкой достоверности отличий ($p \leq 0,05$) для 95 % доверительного уровня (I_{95}) [18]. Определение величины ТЦД₅₀ проводили по методу Спирмена – Кербера в модификации Ашмарина – Воробьева [19].

Результаты и обсуждение

На первом этапе исследований проведены эксперименты по изучению динамики инактивации штаммов коронавируса SARS-CoV-2 на различных тест-поверхностях. Результаты представлены в табл. 1.

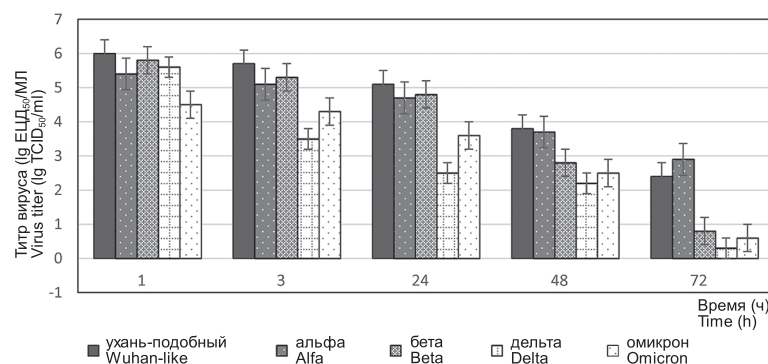
Как следует из данных табл. 1, штаммы коронавируса SARS-CoV-2 всех геновариантов способны сохранять свою инфекционную активность на различных типах тест-поверхностей при температуре 24–28 °C на протяжении как минимум 48 часов, при этом степень сохранности остаточной инфекционной активности вируса зависит от типа поверхности, лучше всего вирус сохраняется на нержавеющей стали и пластике.

Для изучения сохранности инфекционной активности геновариантов коронавируса SARS-CoV-2 использовали питьевую дехлорированную воду, результаты представлены на рисунке.

Как свидетельствуют данные рисунка, все исследованные штаммы коронавируса SARS-CoV-2 сохраняют остаточную инфекционную активность в дехлорированной питьевой воде в течение как минимум 48 часов, при этом референсный штамм (уханьский вариант) и британский штамм сохраняют достаточно высокую остаточную инфекционную активность в течение как минимум 72 часов.

Для проверки эффективности дезсредств приготовленные в соответствии с инструкцией производителя или требованиями нормативных документов дезинфицирующие растворы в рабочих концентрациях добавляли в культуральную вирусосодержащую жидкость с вирусом SARS-CoV-2, выдерживали в течение 15, 30 и 60 минут и после добавления нейтрализующего компонента определяли остаточную инфекционную активность вируса. Результаты экспериментов по изучению дезсредств представлены в табл. 2.

Результаты анализов показали, что практически все используемые дезинфектанты эффективны в отношении изученных геновариантов коронавируса SARS-CoV-2. Не удовлетворяли требованию нормативных документов Р 4.2.3676-20 «4.2. Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности» и ГОСТ Р 58151.4-2018 «Средства дезинфицирующие. Методы определения показателей эффективности (с поправкой)» гипохлорит натрия, водный раствор которого в концентрации 0,1 % полностью не инактивировал коронавирусы в течение 1 часа, так же как перекись водорода в концентрации 0,1 %, третичные амины и четвертичные аммониевые соединения (ЧАС) в концентрациях соответственно 0,002 и 0,1 %. Обработка гипохлоритом натрия в концентрации 0,1 %, который рекомендуется как эффективное дезсредство для поверхностей и мытья рук при загрязнении их вирусом SARS-CoV-2 [20], не приводила к инактивации вируса при контакте в течение 60 минут, при этом в концентрации 0,5 % полная инактивация вируса происходила через 15 минут совместной экспозиции вирусосодержащей жидкости и дезсредства. Хлорамин при экспозиции с вирусосодержащей жидкостью в течение 60 минут снижал инфекционность вируса на 4,7–5,3 lg ТЦД₅₀/мл во всех проверенных концентрациях.



Длительность сохранения инфекционной активности штаммов коронавируса SARS-CoV-2 в дехлорированной питьевой воде при температурах 24–28 °C в течение 1, 3, 24, 48, 72 часов

Duration of infectious activity retention in the SARS-CoV-2 coronavirus in dechlorinated drinking water at 24–28 °C after 1, 3, 24, 48, 72 hours

Таблица 1 / Table 1

**Жизнеспособность штаммов SARS-CoV-2 на различных тест-поверхностях при температуре 24–28 °C
на 1-, 3-, 24-, 48-, 72-й час после отбора проб**

Viability of the SARS-CoV-2 strains on various test surfaces at 24–28 °C, 1, 3, 24, 48, and 72 hours after sampling

Геноварианты SARS-CoV-2 SARS-CoV-2 genovariants	Наименование поверхности Type of surface	Титр вируса SARS-CoV-2 (lgTCID ₅₀ /мл, M±I ₉₅ , n=5)* / время отбора проб, ч Titers of SARS-CoV-2 virus (lgTCID ₅₀ /ml, M±I ₉₅ , n=5)* / time lapse after sampling, h				
		1 ч 1 h	3 ч 3 h	24 ч 24 h	48 ч 48 h	72 ч 72 h
Ухань-подобный Wuhan-like	Нержавеющая сталь Stainless steel	5,0±0,3	4,6±0,2	2,3±0,3	1,5±0,2	0,6±0,1
	Пластик Plastic	4,9±0,3	3,6±0,2	1,5±0,3	0,8±0,2	≤0,5
	Керамическая плитка Ceramic tile	4,0±0,3	2,5±0,2	1,0±0,3	0,8±0,2	≤0,5
	Контроль вируса (K+) Virus control (C+)	5,3±0,3				
	Контроль клеток (K-) Virus control (C-)	0				
Альфа Alfa	Нержавеющая сталь Stainless steel	5,0±0,3	4,3±0,2	1,3±0,3	1,2±0,2	0,6±0,1
	Пластик Plastic	4,9±0,3	3,3±0,2	1,5±0,3	0,8±0,2	≤0,5
	Керамическая плитка Ceramic tile	4,0±0,3	2,3±0,2	1,0±0,3	0,6±0,2	≤0,5
	Контроль вируса (K+) Virus control (C+)	5,3±0,3				
	Контроль клеток (K-) Virus control (C-)	0				
Бета Beta	Нержавеющая сталь Stainless steel	5,0±0,3	4,6±0,2	2,3±0,3	≤0,5	≤0,5
	Пластик Plastic	4,9±0,3	4,3±0,2	3,5±0,3	1,8±0,2	0,8±0,2
	Керамическая плитка Ceramic tile	4,0±0,3	4,3±0,2	≤0,5	≤0,5	≤0,5
	Контроль вируса (K+) Virus control (C+)	5,3±0,3				
	Контроль клеток (K-) Virus control (C-)	0				
Дельта Delta	Нержавеющая сталь Stainless steel	5,1±0,3	2,75±0,3	2,5±0,3	1,8±0,2	≤0,5
	Пластик Plastic	4,8±0,3	3,3±0,2	≤0,5	≤0,5	≤0,5
	Керамическая плитка Ceramic tile	4,2±0,3	2,8±0,2	≤0,5	≤0,5	≤0,5
	Контроль вируса (K+) Virus control (C+)	5,3±0,3				
	Контроль клеток (K-) Virus control (C-)	0				
Омикрон Omicron	Нержавеющая сталь Stainless steel	4,5±0,3	4,5±0,2	3,0±0,3	2,5±0,1	≤0,5
	Пластик Plastic	5,0±0,3	4,3±0,2	2,5±0,3	2,5±0,2	0,8±0,2
	Керамическая плитка Ceramic tile	4,5±0,3	3,5±0,2	≤0,5	≤0,5	≤0,5
	Контроль вируса (K+) Virus control (C+)	5,5±0,3				
	Контроль клеток (K-) Virus control (C-)	0				

Примечание: * – n – число экспериментов; M – среднее значение; I₉₅ – 95 % доверительный интервал, p<0,05.

Note: * – n – number of experiments; M – median value; I₉₅ – 95 % confidence interval, p<0.05.

Таблица 2 / Table 2

Эффективность дезинфектантов в отношении штаммов SARS-CoV-2 при температуре 24–28 °C
и экспозиции с дезсредствами в течение 15, 30 и 60 минут

The effectiveness of disinfectants against SARS-CoV-2 strains at 24–28 °C and exposure to disinfectants for 15, 30, and 60 minutes

Геноварианты SARS-CoV-2 SARS-CoV-2 genovariants	Дезинфекционные средства Disinfectants	Концентрация, % Concentration, %	Титр вируса SARS-CoV-2 после экспозиции с дезинфектантами (lg ТЦД ₅₀ /мл) / время экспозиции, мин SARS-CoV-2 virus titer after exposure to disinfectants (lg TCID ₅₀ /ml) / time of exposition, min		
			15 мин 15 min	30 мин 30 min	60 мин 60 min
1	2	3	4	5	6
Ухань-подобный Wuhan-like	Хлорамин Б Chloramine B	0,02	1,5±0,3	1,0±0,2	<0,5
		3	≤0,5	≤0,5	≤0,5
	Натриевая соль дихлоризоциануровой кислоты Sodium salt of dichloroisocyanuric acid	0,05	≤0,5	≤0,5	≤0,5
		0,06	≤0,5	≤0,5	≤0,5
	Гипохлорит натрия (водный раствор) Sodium hypochlorite (aqueous solution)	0,1	2,5±0,5	1,1±0,2	0,8±0,1
		0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Перекись водорода Hydrogen peroxide	0,1	4,0±0,4	3,6±0,3	1,4±0,2
		3,0	≤0,5	≤0,5	≤0,5
	ЧАС QAC	0,1	2,5±0,5	1,2±0,2	0,9±0,1
		0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5
	Третичные амины Tertiary amines	0,002	4,0±0,3	3,5±0,3	2,5±0,3
		0,05	1,5±0,2	≤0,5	≤0,5
	Контроль вируса (K+) Virus control (C+)	5,5±0,3			
	Контроль клеток (K-) Virus control (C-)	0			
Альфа Alfa	Хлорамин Б Chloramine B	0,02	1,6±0,3	1,2±0,2	<0,5
		3	≤0,5	≤0,5	≤0,5
	Натриевая соль дихлоризоциануровой кислоты Sodium salt of dichloroisocyanuric acid	0,05	≤0,5	≤0,5	≤0,5
		0,06	≤0,5	≤0,5	≤0,5
	Гипохлорит натрия (водный раствор) Sodium hypochlorite (aqueous solution)	0,1	2,2±0,5	1,2±0,2	0,8±0,2
		0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Перекись водорода Hydrogen peroxide	0,1	4,2±0,5	3,8±0,2	1,2±0,2
		3,0	≤0,5	≤0,5	≤0,5
	ЧАС QAC	0,1	2,2±0,5	1,0±0,2	0,8±0,2
		0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5
	Третичные амины Tertiary amines	0,002	4,2±0,3	3,2±0,3	3,0±0,3
		0,05	1,5±0,2	≤0,5	≤0,5
	Контроль вируса (K+) Virus control (C+)	5,5±0,3			
	Контроль клеток (K-) Virus control (C-)	0			
Бета Beta	Хлорамин Б Chloramine B	0,02	1,5±0,3	1,0±0,2	<0,5
		3	≤0,5	≤0,5	≤0,5
	Натриевая соль дихлоризоциануровой кислоты Sodium salt of dichloroisocyanuric acid	0,05	≤0,5	≤0,5	≤0,5
		0,06	≤0,5	≤0,5	≤0,5
	Гипохлорит натрия (водный раствор) Sodium hypochlorite (aqueous solution)	0,1	2,0±0,2	1,0±0,2	0,6 ±0,1
		0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Перекись водорода Hydrogen peroxide	0,1	3,5±0,5	2,5±0,3	1,0±0,2
		3,0	≤0,5	≤0,5	≤0,5
	ЧАС QAC	0,1	2,0±0,5	1,0±0,2	0,6±0,1
		0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5
	Третичные амины Tertiary amines	0,002	3,8±0,3	3,0±0,3	2,5±0,3
		0,05	1,2±0,2	≤0,5	≤0,5
	Контроль вируса (K+) Virus control (C+)	5,5±0,3			
	Контроль клеток (K-) Virus control (C-)	0			

Окончание табл. 2 / Ending of table 2

1	2	3	4	5	6
Дельта Delta	Хлорамин Б Chloramine B	0,02	1,5±0,3	1,2±0,2	<0,5
		3	≤0,5	≤0,5	≤0,5
	Натриевая соль дихлоризоциануровой кислоты Sodium salt of dichloroisocyanuric acid	0,05	≤0,5	≤0,5	≤0,5
		0,06	≤0,5	≤0,5	≤0,5
	Гипохлорит натрия (водный раствор) Sodium hypochlorite (aqueous solution)	0,1	2,5±0,5	1,1±0,2	0,8±0,1
		0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Перекись водорода Hydrogen peroxide	0,1	4,0±0,4	3,5±0,3	1,4±0,2
		3,0	≤0,5	≤0,5	≤0,5
	ЧАС QAC	0,1	2,5±0,5	1,4±0,2	0,8±0,2
		0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5
	Третичные амины Tertiary amines	0,002	4,2±0,3	3,5±0,3	3,0±0,3
		0,05	1,4±0,2	≤0,5	≤0,5
Омикрон Omicron	Контроль вируса (K+) Virus control (C+)	5,5±0,3			
	Контроль клеток (K-) Virus control (C-)	0			
	Хлорамин Б Chloramine B	0,02	1,75±0,3	1,5±0,2	<0,5
		3	≤0,5	≤0,5	≤0,5
	Натриевая соль дихлоризоциануровой кислоты Sodium salt of dichloroisocyanuric acid	0,05	≤0,5	≤0,5	≤0,5
		0,06	≤0,5	≤0,5	≤0,5
	Гипохлорит натрия (водный раствор) Sodium hypochlorite (aqueous solution)	0,1	2,5±0,5	1,5±0,2	0,8±0,1
		0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Перекись водорода Hydrogen peroxide	0,1	4,5±0,4	3,5±0,3	1,6±0,2
		3,0	≤0,5	≤0,5	≤0,5
	ЧАС QAC	0,1	2,5±0,5	1,5±0,2	1,0±0,2
		0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5
	Третичные амины Tertiary amines	0,002	4,5±0,3	3,5±0,3	3,3±0,3
		0,05	1,5±0,2	≤0,5	≤0,5
	Контроль вируса (K+) Virus control (C+)	5,5±0,3			
	Контроль клеток (K-) Virus control (C-)	0			

Примечание: ЧАС – четвертичные аммониевые соединения.

Note: QAC – quaternary ammonium compound.

В настоящее время средства на спиртовой основе для антисептической обработки рук являются единственными известными средствами для быстрого и эффективного уничтожения разнообразных потенциально вредных микроорганизмов на руках. Реагируя на недостаток или перебои в снабжении населения антисептиками для рук, которые неизбежно возникали во время пандемии COVID-19, специалисты ВОЗ разработали и представили практическое руководство по производству в аптеках рецептов антисептиков для рук на основе этилового и изопропилового спиртов с соблюдением требований использования реактивов только фармакопейного качества [7].

Результаты экспериментов по изучению эффективности этилового и изопропилового спиртов в качестве кожных антисептиков *in vitro* представлены в табл. 3.

Результаты экспериментов по изучению эффективности спиртов в качестве антисептиков оказались весьма обнадеживающими. Как следует из данных табл. 3, оба дезинфектанта, и этиловый, и изопропиловый спирт, в концентрации 70 % полностью

инактивируют изученные штаммы коронавируса SARS-CoV-2 спустя 30 секунд после обработки.

Таким образом, проведенные исследования подтверждают, что разные штаммы коронавируса SARS-CoV-2 способны сохранять свою инфекционную активность в окружающей среде при благоприятных для них условиях и, соответственно, представлять эпидемиологическую опасность для населения. Различные варианты коронавируса SARS-CoV-2 жизнеспособны в питьевой дехлорированной воде на протяжении как минимум 48 часов, а родительский (уханьский) штамм и британский – в течение 72 часов. Ранее мы показали, что степень сохранности остаточной инфекционной активности уханьского варианта вируса в воде зависит от ее температуры: чем она ниже, тем лучше сохраняется вирус [17]. С высокой долей вероятности можно утверждать, что это будет справедливо и для других штаммов коронавируса SARS-CoV-2. Экспериментальным путем установлено, что штаммы коронавируса SARS-CoV-2 при температуре 24–28 °C способны сохранять инфекционную активность на всех ис-

Таблица 3 / Table 3

Эффективность спиртов в отношении коронавируса SARS-CoV-2 при температуре (26±2) °C и экспозиции в течение 30, 60 и 120 секунд

The effectiveness of alcohols against SARS-CoV-2 coronavirus at (26±2) °C and exposition for 30, 60 and 120 seconds

Геновариант Genovariant	Титр вируса SARS-CoV-2 после экспозиции с растворами спиртов (lg ТЦД ₅₀ /мл) / время экспозиции, с SARS-CoV-2 virus titers after exposure to alcohol solutions (lg TCID ₅₀ /ml) / time of exposition, s											
	30 с 30 s				60 с 60 s				120 с 120 s			
	этиловый ethyl		изопропиловый isopropyl		этиловый ethyl		изопропиловый isopropyl		этиловый ethyl		изопропиловый isopropyl	
	50 %	70 %	50 %	70 %	50 %	70 %	50 %	70 %	50 %	70 %	50 %	70 %
Ухань-подобный Wuhan-like	1,2±0,2	≤0,5	1,0±0,2	≤0,5	1,0±0,2	≤0,5	0,8±0,2	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5
Альфа Alfa	1,4±0,2	≤0,5	1,2±0,2	≤0,5	1,1±0,2	≤0,5	1,0±0,2	≤0,5	0,8±0,2	≤0,5	0,6±0,2	≤0,5
Бета Beta	1,2±0,2	≤0,5	1,0±0,2	≤0,5	1,0±0,2	≤0,5	0,8±0,2	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5
Дельта Delta	1,2±0,2	≤0,5	1,0±0,2	≤0,5	1,4±0,2	≤0,5	0,8±0,2	≤0,5	0,6±0,2	≤0,5	≤0,5	≤0,5
Омикрон Omicron	1,4±0,2	≤0,5	1,2±0,2	≤0,5	1,0±0,2	≤0,5	1,0±0,2	≤0,5	0,8±0,2	≤0,5	0,6±0,2	≤0,5
Контроль вируса (K+) Virus control (C+)	5,5±0,3											
Контроль клеток (K-) Virus control (C-)	0											

следованных типах тест-поверхностей в течение как минимум 48 часов. Необходимость выявления и оценки всех возможных путей передачи коронавируса SARS-CoV-2, особенно его новых вариантов, а также времени сохранения их инфекционной активности в окружающей среде и чувствительности к дезинфектантам по-прежнему крайне важна в эпидемиологическом плане, поэтому исследования в этом направлении будут продолжены.

Кроме того, в результате исследований подтверждена пригодность дезинфекционных средств разных групп, широко используемых для целей дезинфекции при работе с патогенными биологическими агентами, и кожных антисептиков на основе этилового и изопропилового спиртов для обеззараживания рук и объектов, загрязненных разными геновариантами коронавируса SARS-CoV-2.

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

Работа выполнена в рамках Государственного задания ГЗ 46/21.

Список литературы

1. SARS-CoV-2 B.1.1.529 (Omicron) Variant – United States, December 1–8, 2021. *MMWR Morb. Mortal. Wkly Rep.* 2021; 70(50):1731–4. DOI: 10.15585/mmwr.mm7050e1.
2. Science Brief: Omicron (B.1.1.529) Variant. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/science/science-briefs/scientific-brief-omicron-variant.html> (дата обращения 20.01.2022).
3. Enhancing readiness for Omicron (B.1.1.529): Technical brief and priority actions for Member States. World Health Organization. WHO; 2021. [Электронный ресурс]. URL: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/2021-12-23-global-technical-brief-and-priority-action-on-omicron.pdf?sfvrsn=d0e9fb6c_8 (дата обращения 20.01.2022).

4. He X., Hong W., Pan X., Lu G., Wei X. SARS-CoV-2 Omicron variant: Characteristics and prevention. *MedComm.* 2021; 2(4):838–45. DOI: 10.1002/mco2.110.

5. Hirose R., Itoh Y., Ikegaya H., Miyazaki H., Watanabe N., Yoshida T., Bandou R., Daidoji T., Nakaya T. Differences in environmental stability among SARS-CoV-2 variants of concern: Omicron has higher stability. *bioRxiv.* 2022. DOI: 10.1101/2022.01.18.476607.

6. Riddell S., Goldie S., Hill A., Eagles D., Drew T.W. The effect of temperature on persistence of SARS-CoV-2 on common surfaces. *Virol. J.* 2020; 17(1):145. DOI: 10.1186/s12985-020-01418-7.

7. Casanova L.M., Jeon S., Rutala W.A., Weber D.J., Sobsey M.D. Effects of air temperature and relative humidity on coronavirus survival on surfaces. *Appl. Environ. Microbiol.* 2010; 76(9):2712–7. DOI: 10.1128/AEM.02291-09.

8. Rabenau H.F., Cinatl J., Morgenstern B., Bauer G., Preiser W., Doerr H.W. Stability and inactivation of SARS coronavirus. *Med. Microbiol. Immunol.* 2005; 194(1-2):1–6. DOI: 10.1007/s00430-004-0219-0.

9. Chin A.W.H., Chu J.T.S., Perera M.R.A., Hui K.P.Y., Yen H.L., Chan M.C.W., Peiris M., Poon L.L.M. Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. *Lancet Microbe.* 2020; 1(1):e10. DOI: 10.1016/S2666-5247(20)30003-3.

10. Van Doremalen N., Bushmaker T., Morris D.H., Holbrook M.G., Gamble A., Williamson B.N., Tamin A., Harcourt J.L., Thornburg N.J., Gerber S.I., Lloyd-Smith J.O., de Wit E., Munster V.J. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. *N. Engl. J. Med.* 2020; 382(16):1564–7. DOI: 10.1056/NEJMc2004973.

11. Liu Y., Li T., Deng Y., Liu S., Zhang D., Li H., Wang X., Jia L., Han J., Bei Z., Li L., Li J. Stability of SARS-CoV-2 on environmental surfaces and in human excreta. *J. Hosp. Infect.* 2021; 107:105–7. DOI: 10.1016/j.jhin.2020.10.021.

12. Harbourt D., Haddow A., Piper A., Bloomfield H., Kearney B., Gibson K. Modeling the stability of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) on skin, currency, and clothing. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 2020; 14(11):e0008831. DOI: 10.1371/journal.pntd.0008831.

13. Ding S., Liang T.J. Is SARS-CoV-2 also an enteric pathogen with potential fecal-oral transmission? A COVID-19 virological and clinical review. *Gastroenterology.* 2020; 159(1):53–61. DOI: 10.1053/j.gastro.2020.04.052.

14. van Doremalen N., Bushmaker T., Munster V.J. Stability of Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) under different environmental conditions. *Euro Surveill.* 2013; 18(38):20590. DOI: 10.2807/1560-7917.es2013.18.38.20590.

15. Warnes S.L., Little Z.R., Keevil C.W. Human coronavirus 229E remains infectious on common touch surface materials. *mBio.* 2015; 6(6):e01697-15. DOI: 10.1128/mBio.01697-15.

16. Shutler J., Zaraska K., Holding T., Machnik M., Uppuluri K., Ashton I., Migdal L., Dahiya R. Risk of SARS-CoV-2 infection from contaminated water systems. *medRxiv*. 2020. DOI: 10.1101/2020.06.17.20133504.
17. Золин В.В., Оськина О.П., Солодкий В.В., Еремина М.Н., Давыдов Г.Ф., Гостева Т.А. Оценка жизнеспособности коронавируса SARS-CoV-2 на различных типах тест-поверхностей, а также в питьевой и морской воде. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2021; 2:108–113. DOI: 10.21055/0370-1069-2021-2-108-113.
18. Закс Л. Статистическое оценивание. М.: Статистика; 1976. 598 с.
19. Ашмарин И.П., Воробьев А.А. Статистические методы в микробиологических исследованиях. Ленинград: Медгиз [Ленингр. отделение]; 1962. 180 с.
20. Kampf G., Todt D., Pfaender S., Steinmann E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *J. Hosp. Infect.* 2020; 104(3):246–51. DOI: 10.1016/j.jhin.2020.01.022.

References

1. SARS-CoV-2 B.1.1.529 (Omicron) Variant – United States, December 1–8, 2021. *MMWR Morb. Mortal. Wkly Rep.* 2021; 70(50):1731–4. DOI: 10.15585/mmwr.mm7050e1.
2. Science Brief: Omicron (B.1.1.529) Variant. (Cited 20 Jan 2022). [Internet]. Available from: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/science/science-briefs/scientific-brief-omicron-variant.html>.
3. Enhancing readiness for Omicron (B.1.1.529): Technical brief and priority actions for Member States. World Health Organization. WHO; 2021. (Cited 20 Jan 2022). [Internet]. Available from: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/2021-12-23-global-technical-brief-and-priority-action-on-omicron.pdf?sfvrsn=d0e9fb6c_8.
4. He X., Hong W., Pan X., Lu G., Wei X. SARS-CoV-2 Omicron variant: Characteristics and prevention. *MedComm*. 2021; 2(4):838–45. DOI: 10.1002/mco2.110.
5. Hirose R., Itoh Y., Ikegaya H., Miyazaki H., Watanabe N., Yoshida T., Bandou R., Daidoji T., Nakaya T. Differences in environmental stability among SARS-CoV-2 variants of concern: Omicron has higher stability. *bioRxiv*. 2022. DOI: 10.1101/2022.01.18.476607.
6. Riddell S., Goldie S., Hill A., Eagles D., Drew T.W. The effect of temperature on persistence of SARS-CoV-2 on common surfaces. *Viral J.* 2020; 17(1):145. DOI: 10.1186/s12985-020-01418-7.
7. Casanova L.M., Jeon S., Rutala W.A., Weber D.J., Sobsey M.D. Effects of air temperature and relative humidity on coronavirus survival on surfaces. *Appl. Environ. Microbiol.* 2010; 76(9):2712–7. DOI: 10.1128/AEM.02291-09.
8. Rabenau H.F., Cinatl J., Morgenstern B., Bauer G., Preiser W., Doerr H.W. Stability and inactivation of SARS coronavirus. *Med. Microbiol. Immunol.* 2005; 194(1-2):1–6. DOI: 10.1007/s00430-004-0219-0.
9. Chin A.W.H., Chu J.T.S., Perera M.R.A., Hui K.P.Y., Yen H.L., Chan M.C.W., Peiris M., Poon L.L.M. Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. *Lancet Microbe*. 2020; 1(1):e10. DOI: 10.1016/S2666-5247(20)30003-3.

10. Van Doremalen N., Bushmaker T., Morris D.H., Holbrook M.G., Gamble A., Williamson B.N., Tamin A., Harcourt J.L., Thornburg N.J., Gerber S.I., Lloyd-Smith J.O., de Wit E., Munster V.J. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. *N. Engl. J. Med.* 2020; 382(16):1564–7. DOI: 10.1056/NEJMc2004973.
11. Liu Y., Li T., Deng Y., Liu S., Zhang D., Li H., Wang X., Jia L., Han J., Bei Z., Li L., Li J. Stability of SARS-CoV-2 on environmental surfaces and in human excreta. *J. Hosp. Infect.* 2021; 107:105–7. DOI: 10.1016/j.jhin.2020.10.021.
12. Harbourt D., Haddow A., Piper A., Bloomfield H., Kearney B., Gibson K. Modeling the stability of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) on skin, currency, and clothing. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 2020; 14(11):e0008831. DOI: 10.1371/journal.pntd.0008831.
13. Ding S., Liang T.J. Is SARS-CoV-2 also an enteric pathogen with potential fecal-oral transmission? A COVID-19 virological and clinical review. *Gastroenterology*. 2020; 159(1):53–61. DOI: 10.1053/j.gastro.2020.04.052.
14. van Doremalen N., Bushmaker T., Munster V.J. Stability of Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) under different environmental conditions. *Euro Surveill.* 2013; 18(38):20590. DOI: 10.2807/1560-7917.es2013.18.38.20590.
15. Warnes S.L., Little Z.R., Keevil C.W. Human coronavirus 229E remains infectious on common touch surface materials. *mBio*. 2015; 6(6):e01697-15. DOI: 10.1128/mBio.01697-15.
16. Shutler J., Zaraska K., Holding T., Machnik M., Uppuluri K., Ashton I., Migdal L., Dahiya R. Risk of SARS-CoV-2 infection from contaminated water systems. *medRxiv*. 2020. DOI: 10.1101/2020.06.17.20133504.
17. Zolin V.V., Os'kina O.P., Solodky V.V., Eremina M.N., Davydov G.F., Gosteva T.A. [Assessment of the viability of SARS-CoV-2 coronavirus on various types of test surfaces, as well as in drinking and sea water]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2021; (2):108–113. DOI: 10.21055/0370-1069-2021-2-108-113.
18. Закс Л. [Statistical Estimation]. Moscow: "Statistics"; 1976. 598 p.
19. Ashmarin I.P., Vorob'ev A.A. [Statistical Methods in Microbiological Research]. Leningrad: "Medgiz" [Leningrad division]; 1962. 180 p.
20. Kampf G., Todt D., Pfaender S., Steinmann E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *J. Hosp. Infect.* 2020; 104(3):246–51. DOI: 10.1016/j.jhin.2020.01.022.

Authors:

Zolin V.V., Os'kina O.P., Solodky V.V., Ovchinnikova A.S., Agafonov A.P., Maksyutov R.A. State Scientific Center 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., Солодкий В.В., Овчинникова А.С., Агафонов А.П., Максюттов Р.А. Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор». Российская Федерация, 630559, Новосибирская обл., р.п. Кольцово. E-mail: vector@vector.nsc.ru.