УДК 648.6:637.1

Исследование возможности использования диоксида хлора для дезинфекции оборудования в молочной промышленности

Галина Михайловна Свириденко, д-р техн. наук, главный научный сотрудник, руководитель направления микробиологических исследований молока и молочной продукции
E-mail: g.sviridenko@fncps.ru
Марина Борисовна Захарова, канд. техн. наук, научный сотрудник, руководитель направления исследований по средствам микробиологического контроля
E-mail: m.zackarova@fncps.ru
Нинель Петровна Сорокина, канд. технических наук, руководитель экспериментальной биофабрики
E-mail: n.sorokina@fncps.ru
Иван Олегович Силин – аспирант
ВНИИМС – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН

В статье представлены результаты исследований бактерицидной, спороцидной и вирулицидной активности диоксида хлора при санитарно-гигиенической обработке производственной среды на молокоперерабатывающих предприятиях. Установлены эффективные концентрации растворов дезинфицирующего средства «DIOKSICL», содержащего диоксид хлора, относительно тест культур Escherichia coli, Staphylococcus aureus, спор и вегетативных форм Bacillus subtilis и смеси 10 бактериофагов лактококков при разных способах дезинфекции оборудования, применяемых на молокоперерабатывающих предприятиях. Доказано, что дезинфекция оборудования путем погружения в раствор или в потоке (CIP-мойка) более эффективна и требует меньших концентраций дезинфектанта, чем при орошении поверхностей. Таким образом, в первом случае, при обработке оборудования для полного бактерицидного эффекта на все значимые группы микроорганизмов при содержании жизнеспособных клеток до 10^5 КОЕ/см^3, необходимо использовать растворы с концентрацией диоксида хлора 33,0 мг/дм^3 или 1,0 % по препарату. Для обеспечения вирулицидного эффекта и уничтожения бактериофагов на уровне 10^5 НКОЕ/см^3 до 99,99 – 100 % требуется концентрация дезинфектанта – 49,5 мг/дм^3 (или 1,5 % по препарату), что больше, чем эффективная концентрация для бактерий. При использовании метода орошения эффективная дезинфекция относительно вегетативных форм может быть достигнута при концентрации диоксида хлора в растворе 33,0 мг/дм^3 (1,0 % по препарату), а для подавления споровых микроорганизмов на 99,99 % требуется использовать растворы с концентрацией диоксида 132,0 мг/дм^3 (4,0 % по препарату).

В результате проведенных исследований подтверждена возможность применения диоксида хлора в качестве эффективного дезинфектанта на молокоперерабатывающих предприятиях, что существенно расширяет выбор средств для этих целей.
Ключевые слова: *диоксид хлора, дезинфекция, дезинфицирующие средства, тест-культуры, бактериофаги, эффективность дезинфекции.*

Sviridenko G. M., Zakharova M. B., Sorokina N. P., Silin I. O.
Study of the possibility of using chlorine dioxide for disinfection of equipment in the dairy industry
All-Russian Scientific Research Institute of Butter- and Cheese-making – Branch of V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems

The article presents the results of studies of the bactericidal, sporicidal and virucidal activity of chlorine dioxide during the sanitary and hygienic treatment of the production environment at milk processing enterprises. The effective concentrations of solutions of the disinfectant «DIOKSICL» containing chlorine dioxide were established in relation to the test cultures of Escherichia coli, Staphylococcus aureus, spores and vegetative forms of Bacillus subtilis and a mixture of 10 lactococcus bacteriophages with different methods of equipment disinfection used in milk processing enterprises. It has been proven that disinfection of equipment by immersion in a solution or in a stream (CIP cleaning) is more effective and requires lower concentrations of disinfectant than when spraying surfaces. Thus, in the first case, when processing equipment for a complete bactericidal effect on all significant groups of microorganisms with a viable cell content of up to 10^5 CFU/cm^3, it is necessary to use solutions with a concentration of chlorine dioxide 33.0 mg/dm^3 or 1.0 % according to the preparation. To ensure the virucidal effect and the destruction of bacteriophages at the level of 10^5 NFU/cm^3 to 99.99–100 %, a disinfectant concentration of 49.5 mg/dm^3 (or 1.5 % according to the preparation) is required, which is more than the effective concentration for bacteria. When using the irrigation method, effective disinfection with respect to vegetative forms can be achieved at a concentration of chlorine dioxide in a solution of 33.0 mg/dm^3 (1.0 % of the preparation), and to suppress spore microorganisms by 99.99 %, it is required to use solutions with a 132.0 mg/dm^3 (4.0 % of the preparation).
As a result of the research, the possibility of using chlorine dioxide as an effective disinfectant in milk processing plants has been confirmed, which significantly expands the choice of means for these purposes.
Key words: *chlorine dioxide, disinfection, disinfectants, test cultures, bacteriophages, disinfection efficiency.*

Санитарно-гигиеническое состояние производства, наряду с качеством сырья и технологическим процессом, является важным элементом системы, обеспечивающей выпуск безопасных молочных продуктов гарантированного качества за счет организации комплекса мер и осуществления контроля по их исполнению.

Согласно ГОСТ Р 56994–2016 «Дезинфектология и дезинфекционная деятельность. Термины и определения», дезинфекция — это умерщвление (удаление, уничтожение) микроорганизмов — возбудителей инфекционных и паразитарных болезней на (в) объектах с целью прерывания путей передачи эпидемического процесса. В соответствии с СанПиН 3.3686–21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней» дезинфекция включает работы по полному или частичному уничтожению (удалению) микроорганизмов — возбудителей инфекционных болезней в объектах. Дезинфицирующие средства (ДС) должны обладать высокой дезинфицирующей способностью, широким спектром антимикробного действия и быть безопасны для человека и окружающей среды. Бактерицидная активность средств, предназначенных для обеззараживания поверхностей, должна обеспечивать гибель 99,99 % тест-бактерий *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus, Bacillus* spp. и вирусов.

В процессе производства пищевых, в том числе молочных продуктов, основным источником вторичного обсеменения является оборудование, поэтому его эффективная дезинфекция имеет особое значение. В пищевой промышленности для дезинфекции оборудования применяются различные дезинфицирующие средства: галоидактивные (хлор-, бром- и йодактивные), кислородактивные (перекись водорода, ее комплексы с солями, надуксусная кислота, диоксид хлора, озон), четвертичные аммониевые соли (алкилдиметилбензиламмоний хлорид, дидецилдиметиламмоний хлорид и др.), производные гуанидина (полигексаметиленгуанидин гидрохлорид, хлоргексидин биглюконат и др.). Порядок определения эффективной дезинфицирующей дозы установлен в ГОСТ Р 58151.4–2018 «Средства дезинфицирующие. Методы определения показателей эффективности» и в Федеральных клинических рекомендациях по выбору химических средств дезинфекции и стерилизации для использования в медицинских организациях [1]. Аналогичного документа, учитывающего особенности системы мойки и дезинфекции оборудования на молочных производствах, а так же состав остаточной микрофлоры, к которой относятся не только и не столько патогенные бактерии, но и микроорганизмы порчи, а так же бактериофаги, не существует.

Для оценки чистоты оборудования и эффективности дезинфекции в молочной отрасли разработан порядок контроля и допустимые нормы остаточного содержания микроорганизмов в смывах в соответствии с МР 2.3.2.2327–08 «Методические рекомендации по организации производственного микробиологического контроля на предприятиях молочной промышленности» (табл. 1).

При выборе и оценке эффективности дезинфицирующего средства для обработки объектов производственной среды, кроме общих требований, необходимо учитывать специфические особенности производства молочных продуктов, а также различные способы обработки оборудования, включающие CIP-мойку, погружение в раствор и, в редких случаях, протирание.

В последние годы широкую популярность в качестве дезинфектанта во многих странах приобретает диоксид хлора. Так, диоксид хлора признан Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США (FDA) для дезинфекции питьевой воды, при обработке бумаги, дезинфекции неразрезанных фруктов и овощей, борьбы с бактериями в пищевом лотке, в птицеперерабатывающей промышленности, дезинфекции оборудования для производства напитков и пивоварения, а также дезинфекции пищевых предприятий и оборудования [2]. В России аэрозоль диоксида хлора используется для дезинфекции в медицинских учреждениях [3] и на транспорте (GreenDez) [4, 5].

Таблица 1

Микробиологические показатели оценки санитарно-гигиенического состояния производства на молокоперерабатывающих предприятиях

Объект контроля	Микробиологические показатели в смывах		
	БГКП	КМАФАнМ, КОЕ/см^3	Плесневые грибы, КОЕ/см^3
Оборудование и инвентарь	отсутствие	⩽ 100	-*
Упаковочные материалы	отсутствие	⩽ 100	от 0 до 5
Деревянное оборудование	отсутствие	-	отсутствие
Руки работников	отсутствие	-	-

** – показатель при нормальном контроле не определяется*

Диоксид хлора (оксид хлора (IV), двуокись хлора) – неорганическое химическое соединение хлора и кислорода, имеющее формулу ClO_2. В стандартных условиях ClO_2 — ядовитый газ жёлтого цвета, с характерным запахом.

Диоксид хлора — сильный окислитель и наибольшую опасность представляет при ингаляционном поступлении в организм. Согласно СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» диоксид хлора относится к 1 классу опасности с остронаправленным типом действия, вызывает острое раздражение органов дыхания и слизистых оболочек. ПДК для ClO_2 в воздухе рабочей зоны 0,1 мг/м^3. Диоксид хлора малоустойчив; он фотоокисляется солнечным светом. Одним из важнейших свойств ClO_2 является его высокая растворимость в воде (примерно в 10 раз лучше, чем у хлора). Стабильность водных растворов диоксида хлора зависит от их концентрации, pH, температуры и действия света. Растворы с концентрациями ⩾ 30 г/л нестабильны. Диоксид хлора в водных растворах находится как молекулярно растворимый газ [2, 6, 7].

Благодаря высокому окислительно-восстановительному потенциалу, как водный, так и газообразный диоксид хлора являются мощными антимикробными агентами, обладающими широким спектром применения, и, по данным ряда исследователей, эффективны против всех бактерий, вирусов, плесневых грибов, водорослей и спор [7, 8].

Целью настоящих исследований являлась комплексная оценка бактерицидной, спороцидной и вирулицидной активности диоксида хлора для дальнейшего возможного применения при санитарно-гигиенической обработке производственной среды на молокоперерабатывающих предприятиях.

В задачи исследований входило установление эффективных доз растворов дезинфицирующего средства «DIOKSICL», содержащего диоксид хлора, относительно тест-культур *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, спор и вегетативных форм *Bacillus subtilis* и смеси 10 бактериофагов лактококков при разных способах мойки и дезинфекции оборудования, применяемых на молокоперерабатывающих предприятиях. Многолетний опыт работы в промышленности показывает, что после предварительной обработки оборудования на поверхности остается не более 10^1–10^2 КОЕ/см^3 жизнеспособных клеток, а без предварительной мойки не более 10^3–10^4 КОЕ/см^3. Поэтому при проведении экспериментов предельное содержание жизнеспособных клеток исследуемых тест-культур составляло не более 10^5 КОЕ/см^3.

На первом этапе исследований изучали дезинфицирующую эффективность различных концентраций диоксида хлора относительно тест-культуры *Escherichia coli* в водных растворах. Оценка бактерицидной эффективности диоксида хлора для данного микроорганизма в растворах различной концентрации представлена в таблице 2.

Как видно из представленных данных, бактерицидная эффективность водного раствора диоксида хлора

Таблица 2

Бактерицидная эффективность диоксида хлора относительно тест-культуры *Escherichia coli*

Контроль, КОЕ/см³	Концентрация диоксида хлора в растворе (мг/дм³)							
	1,0	1,3	1,6	3,3	8,3	16,5	23,1	33,0
$5{,}4\times10^1$	$3{,}9\times10^1$*/ 27,78**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**
$7{,}6\times10^2$	$6{,}3\times10^2$*/ 17,11**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**
$5{,}7\times10^3$	$6{,}2\times10^3$*/ 0**	$4{,}5\times10^3$*/ 21,05**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**
$5{,}2\times10^4$	$5{,}6\times10^4$*/ 0**	$5{,}7\times10^4$*/ 0**	$5{,}2\times10^4$*/ 0**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**
$5{,}4\times10^5$	$5{,}1\times10^5$*/ 0**	$5{,}5\times10^5$*/ 0**	$5{,}2\times10^5$/ 0**	$3{,}5\times10^4$/ 93,52**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**

** – остаточное количество жизнеспособных клеток в КОЕ/см³*
*** – процент обеззараживания, %*
в таблице представлены средние значения показателей КОЕ/см³, ошибка метода подсчета КОЕ при посеве на твердую питательную среду составляет 10 %

Таблица 3

Бактерицидная эффективность диоксида хлора относительно тест-культуры *Staphylococcus aureus*

Контроль, КОЕ/см³	Концентрация диоксида хлора в растворе (мг/дм³)						
	0,3	0,8	1,7	2,5	3,3	8,3	16,5
$3{,}5\times10^1$	$2{,}3\times10^1$*/ 34,29**	$1{,}6\times10^1$*/ 54,29**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**
$3{,}4\times10^2$	$2{,}3\times10^2$*/ 32,35**	$8{,}9\times10^1$*/ 73,82**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**
$3{,}7\times10^3$	$2{,}9\times10^3$*/ 21,62**	$1{,}5\times10^3$*/ 59,46**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**
$4{,}0\times10^4$	$6{,}4\times10^4$*/ 0**	$5{,}4\times10^4$*/ 0**	$2{,}3\times10^4$*/ 42,50**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**
$3{,}9\times10^5$	$4{,}5\times10^5$*/ 0**	$4{,}4\times10^5$*/ 0**	$3{,}9\times10^5$*/ 0**	$4{,}0\times10^4$*/ 89,74**	$8{,}1\times10^2$*/ 99,79**	0*/ 100**	0*/ 100**

** – остаточное количество жизнеспособных клеток в КОЕ/см³*
*** – процент обеззараживания, %*
в таблице представлены средние значения показателей КОЕ/см³, ошибка метода подсчета КОЕ при посеве на твердую питательную среду составляет 10%

зависит от исходного количества жизнеспособных клеток *Escherichia coli*. Так полное обеззараживание при уровне обсемененности $5{,}4\times10^1$ КОЕ/см³ можно получить, используя раствор диоксида хлора в концентрации 1,3 мг/дм³. В то же время, дезинфекция при концентрации клеток $5{,}4\times10^5$ КОЕ/см³ оказалась полностью эффективна только при концентрации диоксида хлора 8,3 мг/дм³.

В таблице 3 приведены данные по эффективности воздействия диоксида хлора на *Staphylococcus aureus* в зависимости от содержания жизнеспособных клеток и концентрации действующего вещества в растворе.

Как видно из данных, представленных в таблице 3, бактерицидная эффективность водного раствора диоксида хлора относительно тест-культуры *Staphylococcus aureus*, так же как и для *Escherichia coli*, зависит от исходного количества жизнеспособных клеток. Полное обеззараживание при уровне обсемененности до $3{,}7\times10^3$ КОЕ/см³ наблюдается при использовании раствора диоксида хлора с концентрацией 1,7 мг/дм³. При содержании клеток $3{,}9\times10^5$ КОЕ/см³ дезинфекция полностью эффективна при концентрации диоксида хлора 8,3 мг/дм³. Данная

Таблица 4

Бактерицидная эффективность диоксида хлора относительно тест-культуры *Staphylococcus aureus*

Bacillus subtilis	Контроль, КОЕ/см³	Концентрация диоксида хлора в растворе (мг/дм³)				
		2,5	3,3	8,3	16,5	33,0
вегетативные клетки + споры	$9{,}8\times10^2$	2×10^1*/ 97,96**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**
	$1{,}1\times10^4$	$8{,}7\times10^3$*/ 20,91**	$2{,}2\times10^2$*/ 98,00**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**
	$1{,}1\times10^5$	$8{,}5\times10^4$*/ 22,73**	$7{,}5\times10^4$*/ 31,82**	$8{,}2\times10^2$*/ 99,25**	$1{,}1\times10^2$* / 99,90**	0*/ 100**
споры	$1{,}9\times10^3$	$7{,}7\times10^2$*/ 59,47**	$3{,}8\times10^2$*/ 80,00**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**
	$1{,}4\times10^4$	$1{,}5\times10^4$*/ 0**	$3{,}2\times10^3$*/ 77,14**	$6{,}2\times10^1$*/ 99,56**	0*/ 100**	0*/ 100**
	$1{,}7\times10^5$	$1{,}5\times10^5$*/ 11,76**	$9{,}4\times10^4$*/ 44,71**	$8{,}0\times10^3$*/ 95,29**	$2{,}3\times10^2$* / 99,86**	0*/ 100**

** – остаточное количество жизнеспособных клеток в КОЕ/см³*
*** – процент обеззараживания, %*
в таблице представлены средние значения показателей КОЕ/см³, ошибка метода подсчета КОЕ при посеве на твердую питательную среду составляет 10%

концентрация диоксида хлора также является эффективной для тест-культуры *Escherichia coli* при уровне обсемененности 10^5 КОЕ/см³.

Исследования по влиянию диоксида хлора на споровые микроорганизмы, в качестве которых испытаниям подвергали тест-культуру Bacillus subtilis, показывают зависимость полученных результатов от уровня обсемененности, а также от того, в какой форме находится культура — в виде спор или вегетативных клеток (таблица 4).

При содержании тест-культуры *Bacillus subtilis* на уровне 10^3 КОЕ/см³ в виде вегетативных клеток и спор полное подавление наблюдается при концентрации диоксида хлора 3,3 мг/дм³. В то же время, полное подавление спор в количестве $1{,}9\times10^3$ КОЕ/см³ возможно при большей концентрации диоксида хлора 8,3 мг/дм³. При большем содержании *Bacillus subtilis* (10^5 КОЕ/см³), как для смеси вегетативных клеток и спор, так и для спор, полное подавление наблюдается при концентрации диоксида хлора 33,0 мг/дм³.

Таким образом, для полного бактерицидного действия диоксида хлора на все значимые группы микроорганизмов при их максимальном содержании до 10^5 КОЕ/см³ необходимо использовать растворы с эффективной концентрацией диоксида хлора 33,0 мг/дм³.

Кроме установления бактерицидной активности диоксида хлора проведена серия экспериментов по выявлению его вирулицидной эффективности относительно бактериофагов лактококков, что является крайне значимым фактором при определении возможности использования дезинфектанта в молочной промышленности, особенно для обработки оборудования при производстве ферментированной продукции. Полученные результаты представлены в таблице 5.

Анализ результатов показывает, что вирулицидная эффективность диоксида хлора, также как и бактерицидная эффективность, определяется содержанием вирионов бактериофагов и концентрацией действующего вещества (таблица 5). Однако, для уничтожения бактериофагов на уровне 10^5 НКОЕ/см³ до 99,99 – 100 %, в отличие от бактериальных клеток, требуются более высокие кон-

Таблица 5

Вирулицидная эффективность диоксида хлора относительно бактериофагов лактококков

Контроль, КОЕ/см^3	Концентрация диоксида хлора в растворе (мг/дм^3)				
	16,5	33,0	49,5	66,0	82,5
1,2×10^3	(4,40 ± 0,81)×10^{2*}/ 63,33**	(0,66 ± 0,34)×100*/ 99,96**	0*/ 100**	0*/ 100**	0*/ 100**
2,3×10^4	(1,64 ± 2,16)×10^{4*}/ 28,70**	(6,33 ± 1,75)×10^{1*}/ 99,72**	7,66*/ 99,99**	0*/ 100**	0*/ 100**
9,6×10^5	(7,83 ± 1,4)×10^{5*}/ 18,43**	(1,25 ± 0,67)×10^{4*}/ 98,70**	(9,56 ± 7,88)×10^{1*}/ 99,99**	0*/ 100**	0*/ 100**

** – остаточное количество жизнеспособных клеток в КОЕ/см^3*
*** – процент обеззараживания, %*
в таблице представлены средние значения показателей КОЕ/см^3, ошибка метода подсчета КОЕ при посеве на твердую питательную среду составляет 10%

Таблица 6

Бактерицидная эффективность диоксида хлора относительно тест-культур при дезинфекции методом орошения

Тест-культура	Количество клеток в смыве с контрольной пластины, КОЕ	Концентрация диоксида хлора в растворе (мг/дм^3)			
		16,5	33,0	66,0	132,0
Escherichia coli	5,5×10^4	2,0×10^{2*} / 99,64**	0* / 100**	0* / 100**	0* / 100**
Staphylococcus aureus	6,9×10^4	1,1×10^{2*} / 99,84**	0* / 100**	0* / 100**	0* / 100**
Bacillus subtilis	4,7×10^4	2,7×10^{4*} / 42,55**	1,7×10^{2*} / 99,64**	2,1×10^{1*} / 99,96**	0,6×101* / 99,99**

** – остаточное количество жизнеспособных клеток в КОЕ;*
*** – процент обеззараживания, %*

центрации дезинфектанта – 49,5 мг/дм^3, что больше чем эффективная концентрация для неспорообразующих бактерий.

Как указывалось выше, для дезинфекции оборудования на молокоперерабатывающих предприятиях, кроме методов, предполагающих обработку оборудования растворами дезинфектантов путем погружения или в потоке, могут применяться способы орошения открытых поверхностей. Сравнительные испытания эффективности дезинфекции молочного оборудования растворами диоксида хлора в разных концентрациях и обработка поверхностей методом орошения в отношении *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus*, т. е. грамотрицательных и грамположительных неспоровых микроорганизмов, а также споровых бактерий *Bacillus subtilis* показывают различия методов в необходимости применения более высокой концентрации диоксида хлора для метода орошения (табл. 6).

Эффективная дезинфекция методом орошения относительно вегетативных форм может быть достигнута при концентрации диоксида хлора в растворе, применяемом для обработки, 33,0 мг/дм^3. Для подавления споровых микроорганизмов на 99,99 % требуется использовать растворы с концентрацией диоксида хлора 132,0 мг/дм^3.

Таким образом, при проведении дезинфекции на молокоперерабатывающем предприятии методом погружения в раствор или CIP мойкой для эффективного воздействия на все значимые группы микроорганизмов при их максимальном содержании до 10^5 КОЕ/см^3 необходимо использовать растворы с концентрацией диоксида хлора 33,0 мг/дм^3. В то же время, при обработке линий и оборудования по выпуску ферментированной молочной продукции, включая производство сыров, концентрацию диоксида хлора в растворе следует повышать до 49,5 мг/дм^3, поскольку значимыми рисками для развития заквасочной микрофлоры, а, следовательно, для обеспечения безопасности и качества ферментированных молочных продуктов, являются бактериофаги. Использование концентрации 49,5 мг/дм^3 позволяет проводить эффективную дезинфекцию методом погружения как в отношении споровых и неспоровых бактерий, так и относительно бактериофагов.

При проведении дезинфекции методом орошения необходимо использовать растворы с содержанием диоксида хлора 132,0 мг/дм^3, что обеспечит гибель микроорганизмов на 99,99 % при их исходной концентрации до 10^5 КОЕ/см^3.

Статья подготовлена в рамках выполнения исследований по государственному заданию № FNEN-2019–0012 Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова Российской академии наук.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ***Шестопалов, Н. В.*** *Федеральные клинические рекомендации по выбору химических средств дезинфекции и стерилизации для использования в медицинских организация/Н. В. Шестопалов [и др.] – М.: Изд-во Ремедиум, 2015. – 56 с.*
2. ***Wu, V. CH.*** *Chlorine Dioxide (ClO2)/V. C. Wu// Postharvest Management Approaches for Maintaining Quality of Fresh Produce. In: Siddiqui, M., Ayala Zavala, J., Hwang, CA. (eds). — Cham: Springer International Publishing, 2016. P. 209–218. https://doi.org/10.1007/978-3-319-23582-0_12.*
3. ***Кузин, В. В.*** *Экспериментальное сравнение аэрозольного метода при дезинфекции воздуха и поверхностей, контаминированных M. Tuberculosis/В. В. Кузин [и др.]// Туберкулез и болезни легких. 2018. Т. 96. № 1. С. 35–40. https://doi.org/10.21292/2075-1230-2018-96-1-35-40*
4. ***Петербургская компания придумала экспресс-дезинфекторы для «скорой»****. — URL: https://regnum.ru/news/innovatio/2964518. html (дата обращения: 17.02.2023).*
5. ***Кузин, В. В.*** *Средства и методы борьбы с распространением внутрибольничных инфекций/В. В. Кузин, В. Д. Потапов, Э. Б. Шматкова// Наукоград: наука, производство и общество. 2014. № 2. С. 68–70.*
6. ***Ofori, I.*** *Chlorine dioxide oxidation of Escherichia coli in water — A study of the disinfection kinetics and mechanis/I. Ofori, S. Maddila, J. Lin, S. B. Jonnalagadda // Journal of Environmental Science and Health, Part A. 2017. V52. № 7. P. 598–606. https://doi.org/10.1080/10934529.2017.1293993*
7. ***Trinetta, V.*** *Chlorine dioxide for microbial decontamination of food/V. Trinetta, M. Morgan, R. Linton// Microbial Decontamination in the Food Industry. In: Demirci, A., Ngadi, M. O. (eds). 2012. P. 533–562.*
8. ***Фокин, М.*** *Гигиена должна быть полной/М. Фокин// Молочная промышленность. 2014. № 10. С. 28–31.*