

# ОЦЕНКА БАКТЕРИЦИДНОГО И СПОРОЦИДНОГО ДЕЙСТВИЯ ДИОКСИДА ХЛОРА В ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ ОТНОСИТЕЛЬНО *ESCHERICHIA COLI, STAPHYLOCOCCUS AUREUS, BACILLUS SUBTILIS*\*

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

**Галина Михайловна Свириденко**, д-р техн. наук, главный научный сотрудник направления микробиологических исследований  
E-mail: g.sviridenko@fncps.ru

**Ольга Михайловна Шухалова**, канд. техн. наук, руководитель отдела микробиологических исследований  
E-mail: o.shukhalova@fncps.ru

**Денис Станиславович Мамыкин**, младший научный сотрудник  
E-mail: d.mamykin@fncps.ru

**Татьяна Валентиновна Комарова**, младший научный сотрудник  
E-mail: t.komarova@fncps.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал  
Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН, г. Углич

Воздушная среда является неотъемлемой частью экосистемы предприятия пищевой промышленности, где соблюдение строгих санитарно-гигиенических норм является обязательным условием. Микробная контаминация воздуха не только негативно влияет на качество и хранимоспособность готового продукта, но и представляет потенциальную угрозу для здоровья потребителей.

В связи с этим контроль микробиологического состояния воздушной среды и своевременная дезинфекция становятся важнейшими элементами производственного процесса. Обработка воздуха с помощью аэрозольного распыления дезинфицирующих средств позволит эффективно снижать уровень микробной нагрузки. Одним из перспективных средств для дезинфекции воздуха является диоксид хлора ( $\text{ClO}_2$ ), который обладает широким спектром антимикробного действия. В данном исследовании проведена оценка бактерицидного и спороцидного действия диоксида хлора ( $\text{ClO}_2$ ) в воздушной среде в отношении условно-патогенной, технически вредной и санитарно-показательной микрофлоры, к которой относятся *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* и *Escherichia coli*.

Исследование направлено на определение эффективности применения диоксида хлора в различных концентрациях (0,25 и 0,50 %) для снижения микробной нагрузки и обеспечения соответствия санитарно-гигиеническим требованиям, установленным для предприятий пищевой промышленности. Полученные экспериментальные данные показали, что при использовании исследуемого дезинфектанта в концентрации 0,50 % наблюдалось значительное снижение бактериальной нагрузки – более 99,0 %, что соответствует нормативным требованиям МУ 2.3.975-00 для воздушной среды на пищевых производствах. Таким образом, диоксид хлора ( $\text{ClO}_2$ ) подтвердил свою высокую эффективность в борьбе с микробным загрязнением, включая устойчивые спорообразующие формы бактерий, что делает его перспективным средством для дальнейшего изучения и практического применения в качестве дезинфектанта для обработки воздушной среды на предприятиях молокоперерабатывающей отрасли. Использование диоксида хлора позволяет минимизировать риски микробной контаминации, обеспечивая соблюдение строгих стандартов качества и безопасности продукции.

**Ключевые слова:** воздух, обеззараживание, дезинфекция, дезинфектант, диоксид хлора, бактерицидная эффективность, спороцидная эффективность

**Для цитирования:** Оценка бактерицидного и спороцидного действия диоксида хлора в воздушной среде относительно *Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Bacillus subtilis* / Г. М. Свириденко, О. М. Шухалова, Д. С. Мамыкин, Т. В. Комарова // Молочная промышленность. 2025. № 6. С. 63–69. <https://doi.org/10.21603/1019-8946-2025-6-61>

## ВВЕДЕНИЕ

Молоко и молочные продукты, обладая высокой питательной ценностью, представляют собой благоприятную среду для размножения разнообразных микроорганизмов, в т. ч. попадающих в продукт из окружающей среды в процессе производства [1–3]. По статистике, ежегодно во всем мире фиксируется до 20 млн случаев отравлений, связанных с микробным загрязнением [4, 5]. Этот факт подчеркивает необходимость защиты сырья и готового продукта от негативного воздействия посторонней микрофлоры.

Проблема микробиологической чистоты воздуха на сегодняшний день остается достаточно актуальной, поскольку воздух является неотъемлемой частью производственной среды и может служить потенциальным источником микробиологической контаминации, что отрицательно сказывается как на санитарно-гигиеническом состоянии всего производства, так на качестве и безопасности продуктов [6, 7].

Основной аэромикрофлорой воздушной среды пищевого производства являются дрожжи и плесневые грибы, результаты исследования влияния диоксида

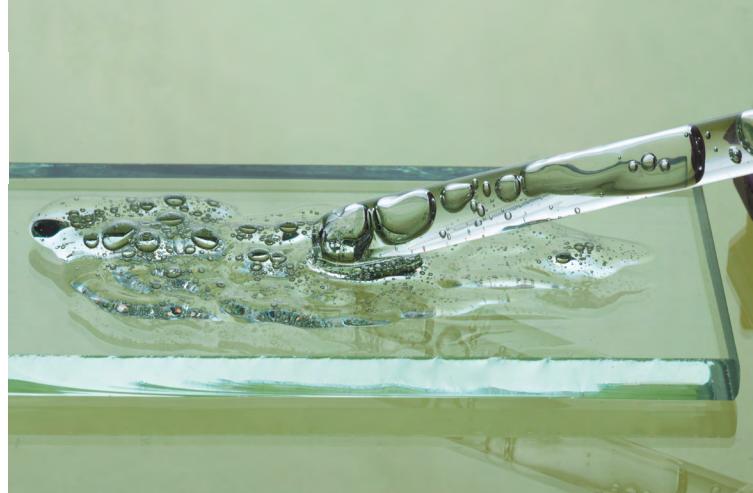
\*Работа выполнена в рамках Государственного задания по теме FGUS-2024-0007.

хлора на данные микроорганизмы опубликованы ранее [8]. Однако в воздушной среде пищевых производств могут оказаться другие посторонние микроорганизмы, в т. ч. *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*. Перечисленная микрофлора не нормируется в воздушной среде, при этом представляет научный и практический интерес для исследования возможности снижения ее количества при обработке диоксидом хлора, т. к. регламентируется

в требованиях по дезинфекции предприятий, представленных в СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней».

В условиях современного молокоперерабатывающего производства поддержание высоких стандартов качества и безопасности продукции является одной из ключевых задач. Строжайшее соблюдение санитарно-гигиенических норм и своевременная дезинфекция на всех этапах производственного процесса составляют неотъемлемый элемент комплексного подхода, направленного на минимизацию рисков микробиологического загрязнения<sup>1</sup> [9].

Выбор дезинфектанта для обработки воздушной среды является одним из важнейших факторов, поскольку применение агрессивных средств может привести к разрушению оборудования, что впоследствии негативно отразится на качестве выпускаемой продукции. Поэтому следует отдавать предпочтение средствам, не только обеспечивающим эффективное обеззараживание, но и не создающим риска коррозии металлов [10, 11]. В числе таких дезинфицирующих агентов выделяется диоксид хлора<sup>2</sup>, зарекомендовавший себя как надежный дезинфектант. Результаты исследований подтверждают его высокую эффективность в борьбе с различными микроорганизмами, включая бактерии, плесневые грибы и вирусы [12–15]. Применение диоксида хлора распылением в газообразной или аэрозольной форме, а также использование в растворе демонстрируют значительное снижение бактериальной нагрузки, что делает его незаменимым инструментом для обеспечения необходимых санитарных норм в различных областях, в т. ч. в молокоперерабатывающей промышленности [16–18]. До настоящего времени диоксид хлора в России применялся в основном для обеззараживания воды [19–21], в то время как в молокоперерабатывающей промышленности его



Источник изображения: freepik.com

потенциал для дезинфекции воздуха оставался незадействованным. В условиях экономических санкций ассортимент дезинфицирующих средств сокращается, особенно на фоне отсутствия поставок перекиси водорода, что приводит к ограничению производства средств на ее основе. Поэтому использование диоксида хлора для дезинфекции воздушной среды на молокоперерабатывающих предприятиях становится актуальным как с научной, так с практической точки зрения.

**Целью исследования** является оценка эффективности применения диоксида хлора для обеззараживания воздушной среды на молокоперерабатывающих предприятиях, а также изучение его бактерицидного и спороцидного действия в отношении *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* и *Escherichia coli*.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования являлись рабочие растворы диоксида хлора, полученные на основе дезинфицирующего средства «DIOKSICL» (ООО «Гран При», Россия), с концентрацией 0,25 и 0,50 %; тест-культуры *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* и *Escherichia coli*.

**Приготовление основного и рабочих растворов дезинфицирующего средства на основе диоксида хлора** проводилось в соответствии с инструкцией и приведено в статье «Оценка эффективности обеззараживания воздушной среды диоксидом хлора» [8].

**Подготовка тест-культур для оценки эффективности обеззараживания воздуха рабочими концентрациями дезинфицирующего средства на основе диоксида хлора.** Пробирки с плотной питательной средой, приготовленной в соответствии со Сборником инструкций по приготовлению питательных сред

<sup>1</sup> Свириденко, Г. М. Санитарно-гигиенический контроль в молочной промышленности / Г. М. Свириденко, М. Б. Захарова // Переработка молока. 2017. № 9. С. 6-9.

<sup>2</sup> Исследование коррозионного воздействия диоксида хлора на нержавеющую сталь двумя вариантами продуктов: порошковой формы и таблетированной [Электронный ресурс]. URL: <https://dutrion.ru/wp-content/uploads/2022/06/Issledovanie-korrozionnogo-vozdejstviya-dioksida-hlora-na-nerzhavejushhuiu-stal.pdf> (дата обращения 10.02.2025).

для микробиологического контроля (Углич, 2021), после стерилизации укладывали на стол застывать под углом 20–30°. После застывания среды микробиологической петлей производили поверхностный посев тест-культур штрихом. Культивирование тест-культур на косом агаре осуществляют в течение 4 суток при температуре  $37 \pm 1$  °C.

После подготовки тест-культур с косого агара проводили смыв в  $10,0 \pm 0,1$  см<sup>3</sup> стерильного физиологического раствора. Из подготовленного смыва с тест-культурой готовили второе разведение в стерильном растворе физиологического раствора в соответствии с требованиями ГОСТ 32901-2014 «Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа». Для приготовления рабочей суспензии *S. aureus* и *B. subtilis* отбирали 2 см<sup>3</sup> второго разведения и переносили в  $250 \pm 1$  см<sup>3</sup> стерильного физиологического раствора.

Тест-культуру *E. coli* культивировали в гидролизованном бульоне объемом  $10,0 \pm 0,1$  см<sup>3</sup> при температуре  $37 \pm 1$  °C в течение 24 ч. Из подготовленной тест-культуры готовили третье разведение в стерильном физиологическом растворе в соответствии с требованиями ГОСТ 32901-2014. Для приготовления рабочей суспензии отбирали 3 см<sup>3</sup> 3-го разведения и переносили в  $250 \pm 1$  см<sup>3</sup> стерильного физиологического раствора. Содержание тест-культур в 1 см<sup>3</sup> суспензии –  $(5,0 \pm 2,0) \times 10^3$  КОЕ/см<sup>3</sup>.

**Определение бактерицидной и спороцидной эффективности диоксида хлора.** Для проведения испытаний воздушную среду обсеменили методом распыления заранее подготовленными тест-культурами, после чего выполняли посевы воздуха. В опытных вариантах после распыления тест-культур выполняли обработку воздуха рабочими растворами диоксида хлора в концентрациях 0,25 или 0,50 %, затем выполняли посевы воздуха в течение 30 мин с интервалом в 15 мин. Распыление рабочих растворов осуществлялось аэрозольным методом из генератора холодного тумана типа «Шторм» при норме расхода рабочего раствора  $35 \pm 5$  см<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> дезинфицируемого воздуха. Время дезинфекционной выдержки 30 мин.

Посев воздуха как в опытных, так и в контрольных вариантах проводили в пяти точках, седиментационным методом, основанном на способности

микроорганизмов под действием силы тяжести и под действием потока воздуха (вместе с частицами пыли и каплями аэрозоля) оседать на твердой поверхности питательной среды (КМАФАнМ), разлитой на чашки Петри. Время экспозиции чашек 5 мин. Чашки Петри с посевами воздуха культивировали при температуре 37 °C (в соответствии с МР 2.3.2.2327-08 «Методические рекомендации по организации производственного микробиологического контроля на предприятиях молочной промышленности (с атласом значимых микроорганизмов)». Результаты снимали через 24–72 ч и проводили подсчет КОЕ в соответствии с ГОСТ 32901-2014. Численность микроорганизмов измерялась в КОЕ/м<sup>3</sup>.

**Оценка бактерицидной эффективности средства при проведении дезинфекции воздуха методом распыления.** Для определения содержания микроорганизмов в 1 м<sup>3</sup> воздуха использовали формулу, предложенную Омелянским<sup>3</sup>, согласно которой на поверхности площадью 100 см<sup>2</sup> оседает в течение 5 мин столько микроорганизмов, сколько их содержится в 10 дм<sup>3</sup> воздуха:

$$X = \frac{a \times 100 \times 5 \times 100}{St} \quad (1)$$

где a – число выросших в чашках Петри колоний (среднее из пяти); 100 – коэффициент пересчета площади чашки Петри на 100 см<sup>2</sup>; 5 – стандартное время экспозиции, мин; 100 – коэффициент пересчета на 1 м<sup>3</sup> воздуха; S – среднее значение площади чашек Петри, см<sup>2</sup>; t – фактическое время экспозиции, мин.

**Оценка эффективности обеззараживания.** В соответствии с МУ 2.3.975-00 «Применение ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздушной среды помещений организаций пищевой промышленности, общественного питания и торговли продовольственными товарами» установлены значения критерия эффективности обеззараживания воздуха в соответствии с категорией помещения, % (не менее):

- цехах по производству пищевых продуктов – 99,0 %;
- помещений для фасовки готовых скоропортящихся продуктов – 95,0 %;
- помещений по переработке сырья; торговых предприятий общественного питания; мойки и хранения посуды, столовых приборов и тары для консервирования – 90,0 %;

<sup>3</sup> Литвина, Л. А. Микробиота воздушной среды. Учебно-методическое пособие / Л. А. Литвина, И. Ю. Анфилофьева, В. Г. Горских. – Новосибирск: НГАУ, 2024. – 49 с.

- складских помещений (с температурой воздуха не ниже 10 °C) – 85,0 %;
- бытовых помещений – 80,0 %.

Оценку эффективности обеззараживания ( $X$ , %) рассчитывали по формуле:

$$X = 100 - \frac{O_p}{K} \times 100 \quad (2)$$

где  $O_p$  – количество колониообразующих единиц в посеве воздуха после распыления рабочего раствора средства и дезинфекционной выдержки 30 мин, КОЕ (КОЕ/м<sup>3</sup>);  $K$  – исходное количество колониообразующих единиц в посеве воздуха, КОЕ (КОЕ/м<sup>3</sup>).

Достоверность полученных данных подтверждается проведением экспериментов не менее чем в трехкратной повторности. Статистическую обработку полученных данных и построение гистограмм проводили с использованием программы «Microsoft Excel».

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Дезинфицирующая активность рабочих растворов дезинфицирующего средства на основе диоксида хлора с концентрациями 0,25 и 0,50 % была исследована при их применении методом аэрозольного распыления в воздушной среде, искусственно зараженной тест-культурами *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* и *Escherichia coli*. Исходная концентрация микроорганизмов в воздухе составляла  $36 \pm 14$  КОЕ/чашку Петри или  $(5,1 \pm 2,0) \times 10^3$  КОЕ/м<sup>3</sup> воздуха.

Полученные данные (табл. 1 и 2, рис. 1 и 2) отражают эффективность обеззараживания воздушной среды

рабочими растворами диоксида хлора в отношении тест-культур *S. aureus* и *B. subtilis*. Результаты исследований показали общую тенденцию к закономерному увеличению эффективности обеззараживания воздушной среды с повышением концентрации диоксида хлора и времени экспозиции.

В таблице 1 и на рисунке 1 показано, что рабочий раствор диоксида хлора с концентрацией 0,25 % относительно тест-культуры *S. aureus* в воздушной среде обеспечивал высокий уровень обеззараживания. Через 15 мин воздействия данной концентрации общее содержание жизнеспособных клеток *S. aureus* в воздухе рабочей зоны снижается на 98,5 %, через 30 мин экспозиционной выдержки обеззараживание составило 99,7 %. Это свидетельствует о том, что данная концентрация является достаточной для эффективного подавления *S. aureus* в воздушной среде.

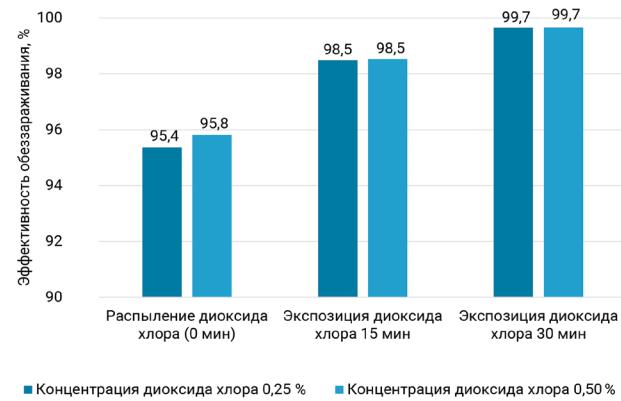


Рисунок 1. Эффективность воздействия различных концентраций диоксида хлора на количество жизнеспособных клеток тест-культуры *Staphylococcus aureus* в воздушной среде,  $n = 3$

Таблица 1. Результаты исследования дезинфицирующей эффективности распыляемого диоксида хлора в отношении тест-культуры *Staphylococcus aureus*

Продолжительность экспозиции	Без обработки диоксидом хлора	Концентрация диоксида хлора в рабочем растворе 0,25 %	Концентрация диоксида хлора в рабочем растворе 0,50 %
Экспозиция 0 мин			
Экспозиция 30 мин			

В таблице 2 и на рисунке 2 представлены данные, демонстрирующие, что для эффективного обеззараживания воздуха от спорообразующей бактерии *B. subtilis* требуется более высокая концентрация диоксида хлора, чем для снижения численности *S. aureus* – 0,50 %. Уровень бактерицидного воздействия спустя 30 мин экспозиции составляет 99,2 %, что подтверждает спороцидную эффективность данной концентрации рабочего раствора диоксида хлора, отражающуюся в снижении микробиологического загрязнения на примере исследуемой тест-культуры *B. subtilis*.

В таблице 3 и на рисунке 3 показано снижение численности жизнеспособных клеток тест-культуры *E. coli* в воздухе под действием диоксида хлора.

Сразу после обработки воздушной среды диоксидом хлора с концентрацией 0,25 % наблюдалось уменьшение численности бактерий *E. coli* всего лишь на 91,6 %, однако при увеличении концентрации до 0,50 % этот показатель возрос до 99,0 %, что соответствовало установленному значению критерия эффективности

обеззараживания воздуха в соответствии с МУ 2.3.975–00 для цехов по производству пищевых продуктов. Обеззараживание воздушной среды от кишечной палочки потребовало более высоких концентраций диоксида хлора и времени выдержки, чем для других исследованных микроорганизмов.

Спустя 30 мин экспозиционной выдержки процент подавления (рис. 3) составлял 98,9 % при концентрации  $\text{ClO}_2$  0,25 % и 99,6 % при концентрации  $\text{ClO}_2$  0,50 %.

Полученные в ходе эксперимента данные (табл. 4) подтвердили высокую бактерицидную и спороцидную активность диоксида хлора в отношении тест-культур *S. aureus*, *B. subtilis* и *E. coli*.

## ВЫВОДЫ

Полученные экспериментальные данные о возможности использования диоксида хлора путем аэрозольного распыления подтвердили его высокую бактерицидную и спороцидную эффективность относительно исследуемых тест-культур в воздушной среде. Установлено,

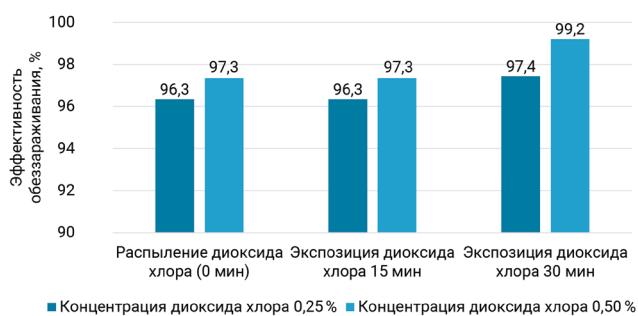


Рисунок 2. Эффективность воздействия различных концентраций диоксида хлора на количество жизнеспособных клеток тест-культуры *Bacillus subtilis* в воздушной среде,  $n = 3$

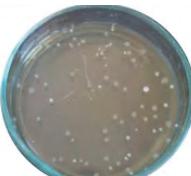


Рисунок 3. Эффективность воздействия различных концентраций диоксида хлора на количество жизнеспособных клеток тест-культуры *Escherichia coli*,  $n = 3$

Таблица 2. Результаты исследования дезинфицирующей эффективности распыляемого диоксида хлора в отношении тест-культуры *Bacillus subtilis*

Продолжительность экспозиции	Без обработки диоксидом хлора	Концентрация диоксида хлора в рабочем растворе 0,25 %	Концентрация диоксида хлора в рабочем растворе 0,50 %
Экспозиция 0 мин			
Экспозиция 30 мин			

**Таблица 3. Результаты исследования дезинфицирующей эффективности распыляемого диоксида хлора в отношении тест-культуры *Escherichia coli***

Продолжительность экспозиции	Без обработки диоксидом хлора	Концентрация диоксида хлора в рабочем растворе 0,25 %	Концентрация диоксида хлора в рабочем растворе 0,50 %
Экспозиция 0 мин			
Экспозиция 15 мин			

**Таблица 4. Бактерицидная эффективность диоксида хлора относительно тест-культур *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* и *Escherichia coli* в воздушной среде, %**

Экспозиционная выдержка, мин	Концентрация рабочего раствора диоксида хлора, %					
	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Escherichia coli</i>
0	0,25	0,50	0,25	0,50	0,25	0,50
15	95,4	95,8	96,3	97,3	91,6	99,0
30	98,5	98,5	96,3	97,3	97,9	99,6
	99,7	99,7	97,4	99,2	98,9	99,6

что для культур *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* и *Escherichia coli* не удалось достичь 100 % подавления даже после 30 мин воздействия. Тем не менее при использовании рабочей концентрации диоксида хлора 0,50 % (при норме расхода рабочего раствора  $35 \pm 5 \text{ см}^3$  на  $1 \text{ м}^3$  дезинфицируемого воздуха) наблюдался значительный эффект снижения бактериальной нагрузки в воздушной среде рабочей зоны, превышающий 99,0 %,

что соответствует требованиям МУ 2.3.975-00 для воздуха в помещениях пищевых производств. Полученные результаты наглядно демонстрируют выраженное антимикробное действие и потенциал диоксида хлора в качестве надежного инструмента для борьбы с различными видами микроорганизмов, в т. ч. споровыми формами, в воздушной среде молокоперерабатывающих предприятий. ■

Поступила в редакцию: 07.05.2025  
Принята в печать: 20.11.2025

## AIR DISINFECTION WITH CHLORINE DIOXIDE AGAINST *ESCHERICHIA COLI*, *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*, AND *BACILLUS SUBTILIS*

Galina M. Sviridenko, Olga M. Shukhalova, Denis S. Mamykin, Tatyana V. Komarova

All-Russian Scientific Research Institute of Butter- and Cheesemaking – Branch of V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, Uglich

### ORIGINAL ARTICLE

The air environment is an integral part of the technological process at food industry enterprises, where compliance with strict sanitary and hygienic standards is a mandatory condition. Microbial contamination reduces the quality and shelf life of the finished product. Moreover, it can be a potential threat to consumers' health. In this regard, microbiological control and regular disinfection are the most important elements of the production process. Aerosol sprays reduce microbial load in the air. For instance, chlorine dioxide ( $\text{ClO}_2$ ) sprays are known for their wide range of antimicrobial effects at industrial premises. This study assessed the bactericidal and sporicidal action of chlorine dioxide against such opportunistic, harmful, and sanitary-indicative microflora as *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, and *Escherichia coli*. The research tested two concentrations of chlorine dioxide: 0.25% and 0.50%. At 0.50%, the spray was able to eliminate 99.0% of bacterial load, which corresponded to the regulatory requirements for the air environment in food production facilities. Chlorine dioxide confirmed its high efficiency in combating microbial contamination, including resistant spore-forming forms of bacteria. It demonstrated good prospects as air disinfectant at dairy processing enterprises: chlorine dioxide sprays minimized the risks of microbial contamination, ensuring compliance with the strict quality and safety standards for dairy products.

**Keywords:** air, disinfection, disinfectant, chlorine dioxide,  $\text{ClO}_2$ , bactericidal efficiency, sporicidal efficiency

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Machado, S. G.** The biodiversity of the microbiota producing heat-resistant enzymes responsible for spoilage in processed bovine milk and dairy products / S. G. Machado [et al.] // Frontiers in microbiology. 2017. Vol. 8. P. 302. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00302>
2. **Ahmedsham, M.** Review on milk and milk product safety, quality assurance and control / M. Ahmedsham, N. Amza, M. Tamiru // International Journal of Livestock Production. 2018. Vol. 9(4). P. 67–78. <https://doi.org/10.5897/IJLP2017.0403>
3. **Fusco, V.** Microbial quality and safety of milk and milk products in the 21st century / V. Fusco [et al.] // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2020. Vol. 19(4). P. 2013–2049. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12568>
4. **Pal, M.** Bacterial contamination of dairy products / M. Pal [et al.] // Beverage and food world. 2016. Vol. 43(9). P. 40–43.
5. **El-Sayed, A. S.** Detection of potential microbial contaminants and their toxins in fermented dairy products: A comprehensive review / A. S. El-Sayed, H. Ibrahim, M. A. Farag // Food Analytical Methods. 2022. Vol. 15(7). P. 1880–1898. <https://doi.org/10.1007/s12161-022-02253-y>
6. **Masotti, F.** Airborne contamination in the food industry: An update on monitoring and disinfection techniques of air / F. Masotti [et al.] // Trends in Food Science & Technology. 2019. Vol. 90. P. 147–156. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.06.006>
7. **Рудыка, Е. А.** Проблемы обеспечения качества воздушной среды в перерабатывающей промышленности / Е. А. Рудыка, Е. В. Батурина, В. А. Осипова // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2015. № 1(10). С. 154–155. <https://elibrary.ru/ukiztr>
8. **Свириденко, Г. М.** Оценка эффективности обеззараживания воздушной среды диоксидом хлора / Г. М. Свириденко, О. М. Шухалова, Д. С. Мамыкин // Молочная промышленность. 2025. № 1. С. 29–34. <https://doi.org/10.21603/1019-8946-2025-1-22> <https://elibrary.ru/ouattq>
9. **Chowdhury, Md. A. H.** Comprehensive Approaches for Ensuring Microbial Safety in the Dairy Industry: Monitoring Systems, Inhibitory Strategies, and Future Prospects / Md. A. H. Chowdhury [et al.] // Food Control. 2024. Vol. 168. 110894. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2024.110894>
10. **Yue, C.** Study on the disinfection effect of chlorine dioxide disinfectant (ClO<sub>2</sub>) on dental unit waterlines and its in vitro safety evaluation / C. Yue [et al.] // BMC Oral Health. 2024. Vol. 24(1). 648. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04391-7>
11. **Liu, L.** Study on the characteristics of metal corrosion and sterilizing effect of chlorine dioxide / L. Liu [et al.] // Desalination and Water Treatment. 2019. Vol. 152. P. 161–167. <https://doi.org/10.5004/dwt.2019.24010>
12. **Hsu, C. S.** Disinfection efficiency of chlorine dioxide gas in student cafeterias in Taiwan / C. S. Hsu, D. J. Huang // Journal of the Air & Waste Management Association. 2013. Vol. 63(7). P. 796–805. <https://doi.org/10.1080/10962247.2012.735212>
13. **Watamoto, T.** Clinical evaluation of chlorine dioxide for disinfection of dental instruments / T. Watamoto [et al.] // International Journal of Prosthodontics. 2013. Vol. 26(6). P. 541–549. <https://doi.org/10.11607/ijp.3465>
14. **Xue, B.** Effects of chlorine and chlorine dioxide on human rotavirus infectivity and genome stability / B. Xue [et al.] // Water Research. 2013. Vol. 47(10). P. 3329–3338. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2013.03.025>
15. **Miura, T.** Antiviral Effect of Chlorine Dioxide against Influenza Virus and Its Application for Infection Control / T. Miura, T. Shibata // The Open Antimicrobial Agents Journal. 2010. Vol. 2(1). P. 71–78. <https://doi.org/10.2174/18765181010020200071>
16. **Valderrama, W. B.** Efficacy of chlorine dioxide against *Listeria monocytogenes* in brine chilling solutions / W. B. Valderrama, E. W. Mills, C. N. Cutter // Journal of Food Protection. 2009. Vol. 72(11). P. 2272–2277. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-72.11.2272>
17. **Taylor, R. H.** Chlorine, chloramine, chlorine dioxide, and ozone susceptibility of *Mycobacterium avium* / R. H. Taylor [et al.] // Applied and Environmental Microbiology. 2000. Vol. 66(4). P. 1702–1705. <https://doi.org/10.1128/AEM.66.4.1702-1705.2000>
18. **Gagnon, G. A.** Disinfectant efficacy of chlorite and chlorine dioxide in drinking water biofilms / G. A. Gagnon [et al.] // Water Research. 2005. Vol. 39(9). P. 1809–1817. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2005.02.004>
19. **Васильев, А. Л.** Современные методы обеззараживания питьевой воды / А. Л. Васильев, А. С. Тарасов, Л. Д. Гусева // Приволжский научный журнал. 2022. № 3(63). С. 83–89. <https://elibrary.ru/exzsjc>
20. **Павловская, К. С.** Современные методы обеззараживания воды / К. С. Павловская // Водоснабжение, химия и прикладная экология: Материалы Международной научно-практической конференции. – Гомель: Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», 2021. – С. 123–124. <https://elibrary.ru/fhkiqb>
21. **Хилько, К. С.** Способы обеззараживания воды спортивных сооружений / К. С. Хилько, С. Э. Мхитарян, В. В. Ванжа // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам 76-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2020 год. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 337 – 339. <https://elibrary.ru/zwnbnw>

## ХАРТИЯ О КОНТРОЛЕ КАЧЕСТВА МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

28 ноября 2025 г. Национальный союз производителей молока (Союзмолоко) и Ассоциация компаний розничной торговли (АКОРТ) в присутствии министра сельского хозяйства Оксаны Лут подписали Хартию участников рынка молочной продукции. На рынке выявляется значительный объем молочной продукции, изготовленной с отклонениями от технических регламентов и способной вводить потребителей в заблуждение. Участники Хартии заявляют о недопустимости производства подобной продукции и необходимости формирования у участников рынка нетерпимого отношения к компаниям, извлекающим материальную выгоду от реализации такой продукции. Производители молочной продукции

обязуются соблюдать технические регламенты и сообщать о подтвержденных нарушениях в Союзмолоко, а торговым сетям и организациям питания рекомендуется не допускать реализации продукции с нарушениями, информировать профильные объединения и корректно указывать сведения о сырье. Эти меры направлены на исключение обращения продукции, изготовленной с отклонениями от требований. Для контроля соблюдения требований вводится система взаимных проверок. Присоединиться к соглашению может любой производитель молочной продукции, торговая сеть или организация питания, разделяющие его принципы.

Источник: <https://souzmoloko.ru/>