

# РИСКИ ПОДАВЛЕНИЯ МОЛОЧНОКИСЛОГО ПРОЦЕССА, СВЯЗАННЫЕ С ИНГИБИРУЮЩИМ ДЕЙСТВИЕМ ОСТАТОЧНОГО КОЛИЧЕСТВА ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ\*

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

**Галина Михайловна Свириденко**, д-р техн. наук, главный научный сотрудник  
**Марина Борисовна Захарова**, канд. техн. наук, научный сотрудник,  
руководитель направления исследований по средствам микробиологического контроля,  
E-mail: m.zakharova@fnpcs.ru

**Татьяна Валентиновна Комарова**, младший научный сотрудник направления микробиологических исследований  
молока и молочной продукции  
E-mail: t.komarova@fnpcs.ru

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

Сыроделие представляет собой сложный биотехнологический процесс, требующий высокого качества молока-сырья. Одним из ключевых условий является отсутствие в нем ингибиторов бактериального роста, в частности остатков дезинфицирующих средств. На современных предприятиях отрасли широко применяются дезинфектанты с высокой биоцидной активностью на основе надуксусной кислоты и перекиси водорода. При нарушении порядка выполнения санитарно-гигиенических мероприятий после дезинфекции технологического оборудования, в частности при отсутствии стадии конечного ополаскивания, создаются предпосылки для наличия остаточных количеств дезинфицирующих веществ в молоке. Наличие дезинфектантов в молочной смеси для выработки сыров может привести к подавлению развития заквасочной микрофлоры, нарушению технологических процессов, снижению безопасности и качества готового продукта. В статье приведены результаты исследований влияния остаточных количеств дезинфицирующего средства на основе надуксусной кислоты на реактивацию, развитие и кислотообразующую активность лактококков и термофильного стрептококка как основных кислотообразующих микроорганизмов в составе заквасок для сыроделия. Культуры лактококков и термофильного стрептококка использовались в виде сухих бактериальных заквасок, имитируя процессы прямого внесения заквасочных культур в сыродельную ванну. Исследовано ингибирующее действие дезинфектанта в концентрациях 0,01; 0,005; 0,001; 0,0005; 0,00006 % по действующему веществу надуксусной кислоте. Для количественной характеристики развития заквасочной микрофлоры и оценки кислотообразующей активности использовали стандартизованные микробиологические методы анализа. В результате проведенных исследований выявлено бактерицидное действие на лактококки и термофильный стрептококк при содержании надуксусной кислоты 0,01 %; бактерицидное / бактериостатическое действие при содержании надуксусной кислоты 0,005 %; задержка развития при содержании надуксусной кислоты 0,001 % и менее.

**Ключевые слова:** сыроделие, заквасочная микрофлора, лактококки, термофильный стрептококк, дезинфектанты, надуксусная кислота, ингибирование развития

**Для цитирования:** Свириденко, Г. М. Риски подавления молочнокислого процесса, связанные с ингибирующим действием остаточного количества дезинфицирующих веществ // Г. М. Свириденко, М. Б. Захарова, Т. В. Комарова // Молочная промышленность. 2026. № 3. С. 84–90. <https://doi.org/10.21603/1019-8946-2026-3-88>

## ВВЕДЕНИЕ

Один из ключевых факторов в процессах изготовления сыров различных видовых групп – это необходимый и достаточный уровень развития заквасочной микрофлоры, что, в свою очередь, определяется видовыми особенностями используемой закваски, способом применения, дозой внесения, качеством молока-сырья. Основными кислотообразователями при выработке сыров с низкой и высокой температурой второго нагревания, обеспечивающими интенсивность молочнокислого процесса в сырной ванне, являются лактококки и термофильный

стрептококк [1, 2]. Эффективные возможности для регулирования технологических процессов во время выработки создаются при использовании заквасочной микрофлоры в виде производственной закваски. Однако в последние годы многие предприятия перешли на способ прямой инокуляции, что существенно повышает требования к молоку-сырью как к среде для реактивации и развития молочнокислых микроорганизмов. Одним из показателей сыропригодности молока является отсутствие ингибирующих веществ, которые независимо от их природы могут тормозить развитие микроорганизмов или препятствовать ему<sup>1</sup>.

\*Статья подготовлена в рамках выполнения исследований по государственному заданию № FGUS-2024-0008 Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН.

<sup>1</sup>Свириденко, Г. М. Межгосударственный стандарт ГОСТ 23454-2016 "Молоко. Методы определения ингибирующих веществ" / Г. М. Свириденко, М. Б. Захарова // Переработка молока. 2017. № 10(216). С. 16–21. <https://elibrary.ru/zrqnlh>

Среди антимикробных веществ молока выделяют две группы: природные, образуемые в организме матери для защиты новорожденных от инфекций, и инородные, попадающие в молоко из окружающей среды через организм коровы (секреторное загрязнение) или после его выхода из вымени (постсекреторное загрязнение).

Природные ингибиторные системы (лизоцим, лактоферрин, лактопероксидазная система, иммуноглобулины, связывающие витамины протеины) обуславливают бактерицидную фазу молока, во время которой микрофлора не только не размножается, но даже может уменьшаться в количестве. Поэтому молоко в бактерицидной фазе является не сыропригодным и требует применения стадии созревания.

Наряду с собственно молочными ингибиторами, в молоке могут присутствовать следующие ингибиторы: антибиотики (лекарственные препараты, применяемые для лечения животных), пестициды (инсектициды, гербициды, фунгициды), остатки моющих и дезинфицирующих средств, ингибиторы, содержащиеся в кормах, консервирующие средства, бактериофаги.

В соответствии с ГОСТ 31449-2013 Молоко коровье сырое, «в молоке не допускаются остатки ингибирующих веществ, в том числе моющих, дезинфицирующих и нейтрализующих веществ». Однако существуют риски загрязнения молока ингибиторами бактериального роста при нарушении порядка выполнения санитарно-гигиенических мероприятий после дезинфекции технологического оборудования, в частности при отсутствии стадии конечного ополаскивания [3].

В последние годы на молочных предприятиях широко используют дезинфицирующие средства на основе стабилизированной надуксусной кислоты (НУК) и перекиси водорода в виде различных коммерческих продуктов. Перекись водорода и НУК входят в группу кислородоактивных соединений, высвобождающих активный кислород<sup>2</sup>. Их антимикробные свойства основаны на оксидативном разрушении мембраны клетки и дезактивировании

жизненно важных энзимосистем микроорганизмов. Наряду с высокими бактерицидными свойствами, средства на основе НУК и перекиси водорода обладают фунгицидным, спороцидным и противовирусным действием в концентрациях по НУК выше 0,04 % и при экспозиции не менее 15 мин<sup>3,4</sup> [4].

На предприятиях молочной промышленности дезинфекцию различных объектов, в зависимости от температуры используемого раствора и времени обработки, рекомендуется проводить растворами с концентрацией по НУК 0,05–0,1 %<sup>5</sup>.

Предлагаемые промышленности дезинфицирующие средства, в соответствии с СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней», должны иметь разрешительные документы, основанные на исследованиях дезинфицирующей способности препаратов, оценке их токсичности и безопасности. Поскольку дезинфекция по СанПиН 3.3686-21 предполагает «выполнение работ по полному или частичному уничтожению (удалению) микроорганизмов – возбудителей инфекционных болезней на (в) объектах», то оценка дезинфицирующей способности препаратов проводится с использованием патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. Необходимо отметить, что большая часть данных об устойчивости к биоцидам, описанных в литературе, относится к патогенам, передающимся через пищу. Данные о чувствительности молочнокислых бактерий к биоцидным веществам, используемым на предприятиях пищевой промышленности, ограничены.

По литературным данным грамотрицательная группа, в которую входят *Escherichia coli* и *Pseudomonas aeruginosa*, в целом более устойчива к дезинфицирующим средствам, чем грамположительная группа, в которую входят *Enterococcus faecalis* и *Staphylococcus aureus* [5–7]. Эту устойчивость связывают с различиями в составе липополисахаридов (ЛПС) и содержании катионов во внешней мембране грамотрицательных бактерий, в частности с высоким содержанием ионов магния (Mg<sup>2+</sup>), что способствует прочному взаимодействию между липо-

<sup>2</sup>Маневич, Б. В. О дезинфектантах и кожных антисептиках в условиях новой реальности / Б. В. Маневич // Переработка молока. 2020. № 7. С. 6–10. <https://doi.org/10.33465/2222-5455-2020-07-6-10>

<sup>3</sup>Там же.

<sup>4</sup>Свириденко, Г. М. Действие дезинфицирующих веществ на молочнокислую заквасочную микрофлору / Г. М. Свириденко, М. Б. Захарова, Т. В. Комарова // Переработка молока. 2017. № 12. С. 20–23. <https://elibrary.ru/zwoibj>

<sup>5</sup>Инструкция по санитарной обработке оборудования, инвентаря и тары на предприятиях молочной промышленности [Электронный ресурс]. URL: [https://meganorm.ru/mega\\_doc/norm/instrukciya/3/instruksiya\\_po\\_sanitarnoy\\_obrabotke\\_oborudovaniya\\_na.html](https://meganorm.ru/mega_doc/norm/instrukciya/3/instruksiya_po_sanitarnoy_obrabotke_oborudovaniya_na.html) (дата обращения: 01.04.2025).

полисахаридами (ЛПС–ЛПС). Кроме того, малый размер пор в мембране грамотрицательных бактерий может препятствовать диффузии некоторых молекул через мембрану [7]. При этом отмечается, что диапазон устойчивости внутри каждой группы грамотрицательных и грамположительных бактерий существует в виде спектра, и это может приводить к сходству между отдельными организмами из разных групп. Так, не было выявлено значимой разницы в резистенции к дезинфицирующим средствам на основе четвертичных аммониевых катионов между организмами *E. faecalis* и *P. aeruginosa* [5].

Подобные закономерности характерны и для других дезинфицирующих средств. По данным источников<sup>6</sup> [8], дезинфектант Стерицид форте 15 (НУК – 12,5–16,5 %, перекись водорода – 20–26 %), используемый молочными предприятиями России, в концентрациях выше 0,012 % (по НУК) обладает бактерицидными свойствами и обеззараживает поверхности, контаминированные *E. coli*, *P. aeruginosa*, *Streptococcus faecalis*, *S. aureus*, *Oospora lactis* и *Salmonella typhimurium*, на 99,99 и 100 %. При воздействии в течение 15 мин в потоке на металлических тест-объектах наибольшую устойчивость по отношению к растворам дезсредства проявили грамотрицательные *P. aeruginosa* и грамположительные *S. faecalis*<sup>7</sup>.

К. Koti et al. проводили оценку эффективности дезинфицирующих средств в отношении смешанных биопленок, состоящих из шига-токсигенных *E. coli* (STEC), молочнокислых бактерий и микроорганизмов, вызывающих порчу продуктов [7]. Среди протестированных биоцидов были четвертичные аммониевые соединения, гипохлорит натрия, гидроксид натрия, перекись водорода и BioDestroy® – средство на основе НУК. В качестве молочнокислых бактерий использована комбинация штаммов *Lactobacillus bulgaricus* и *Carnobacterium piscicola*. Исследования показали, что планктонные клетки и одновидовые биопленки оказались более восприимчивыми к дезинфицирующим средствам. Молочнокислые бактерии *Lactobacillus* и *Carnobacterium* были более чувствительны к дезинфицирующим средствам, чем STEC и бактерии, вызывающие порчу пищевых продуктов. Среди дезинфицирующих средств наиболее эффективным оказался BioDestroy® (органическая пероксиислота), за ним следуют

четвертичные аммониевые соединения, перекись водорода, гидроксид натрия и гипохлорит натрия. Минимальная бактерицидная концентрация BioDestroy® для STEC составляла от 20 до 26 частей на миллион (или 0,0020–0,0026 %). В то же время для молочнокислых бактерий требовались более низкие концентрации – от 13,3 до 16,7 частей на миллион частей среды (или 0,00133–0,00167 %) [7].

Анализ литературных данных и результаты многолетних исследований специалистов отдела микробиологии ВНИИМС показывают, что заквасочные микроорганизмы, используемые при производстве сыров, относящиеся к грамположительным планктонным бактериям, более чувствительны к дезинфицирующим веществам в молоке, чем патогенные микроорганизмы и микрофлора порчи.

Проведение дезинфекционных работ, как обязательный этап санитарно-гигиенических мероприятий на молочном производстве, создает предпосылки для наличия остаточных количеств дезинфицирующих веществ в молоке. Для экономии воды при использовании НУК некоторые поставщики дезинфектантов рекомендуют пропускать этап ополаскивания оборудования. Рекомендации основаны на утверждении, что НУК разлагается в молочных продуктах на уксусную кислоту и перекись водорода, которые остаются в ничтожно малой концентрации и не представляют угрозы для здоровья человека<sup>8</sup> [8].

Применение дезинфектантов с высокой биоцидной активностью может привести к возникновению токсикологических и / или органолептических рисков для готового продукта или к нарушению технологических процессов при выработке ферментированных продуктов, в частности сыров. Применительно к сыроделию – это влияние на заквасочные молочнокислые микроорганизмы, нарушение кислотообразования, что повышает риски снижения качества и безопасности готового продукта [9].

**Целью исследования** являлась оценка рисков влияния остаточных количеств дезинфектантов на основе НУК в молоке на развитие заквасочных культур – лактококков и термофильного стрептококка и возможного нарушения технологического процесса выработки сыров.

<sup>6</sup>Стерицид Форте 15 – надежное дезинфицирующее средство [Электронный ресурс]. URL: <https://www.klitech-m.ru/publikatsii/stericid-forte-15-nadezhnoe-dezinficiruyushee-sredstvo/?ysclid=m8yd3abu6b483222311> (дата обращения: 01.04.2025).

<sup>7</sup>Там же.

<sup>8</sup>Там же.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При изучении влияния остаточного количества ингибиторов в молоке-сырье с целью оценки его сыропригодности объектами исследований являлись:

- молоко коровье (контроль);
- молоко коровье с наличием дезинфектанта Invasept Forte, содержащего надуксусную кислоту (НУК) 14,9 % и перекись водорода 19,4 %, в диапазоне по НУК от 0,00006 до 0,01 % (опыт);
- заквасочные культуры лактококков и термофильного стрептококка как основные кислотообразующие микроорганизмы, используемые в сыроделии.

При исследовании влияния остаточных количеств ингибирующих веществ на развитие заквасочных микроорганизмов моделировали молочные среды с различным содержанием дезинфектанта. Молоко-сырье после оценки его качества и безопасности, в т. ч. на отсутствие ингибирующих веществ, подвергали пастеризации при 95–97 °С с выдержкой 15 мин для максимального снижения общей бактериальной обсемененности, охлаждали до  $32 \pm 2$  °С и вносили комплексный дезинфектант Invasept Forte для создания концентрации 0,01; 0,005; 0,001; 0,0005; 0,00006 % по действующему веществу НУК. В качестве контроля использовали термически обработанное молоко без внесения дезинфектанта.

Затем в модельные молочные среды вносили заквасочную микрофлору в виде водной суспензии сухих бактериальных концентратов БК-Углич-№4 (лактококки) и БК-Углич-ТНВ (термофильный стрептококк). Исследовано развитие кислотообразующей микрофлоры при исходной дозе заражения для лактококков в интервале от  $1,0 \times 10^5$  до  $1,0 \times 10^6$  КОЕ/см<sup>3</sup>; для термофильного стрептококка – от  $1,0 \times 10^5$  до  $2,6 \times 10^5$  КОЕ/см<sup>3</sup>. Модельные молочные среды термостатировали при  $32 \pm 1$  °С, имитируя процессы свертывания молока и первичной обработки сгустка в сырной ванне.

Контроль развития заквасочной микрофлоры осуществляли в динамике по изменению титруемой кислотности по ГОСТ 3624-92 «Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности» и определением количества жизнеспособных клеток по ГОСТ 32901-2014 «Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа».

Параметры развития заквасочных культур рассчитывали по формулам (1)–(3):

$$v = \frac{\lg N_t - \lg N_0}{\lg 2 \times (t - t_0)} \quad (1)$$

где  $V$  – константа скорости деления, ч<sup>-1</sup>;  $N_t$  – количество жизнеспособных клеток после культивирования  $t$ ;  $N_0$  – количество жизнеспособных клеток в начальный момент  $t_0$ ;

$$g = \frac{1}{V} \quad (2)$$

где  $g$  – время генерации, ч.

$$n = \frac{\lg N_t - \lg N_0}{\lg 2} \quad (3)$$

где  $n$  – количество клеточных делений.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

### Влияние остаточного количества надуксусной кислоты на реактивацию и развитие лактококков в молоке.

Результаты исследований по влиянию дезинфицирующих средств на основе НУК в интервале концентраций от 0,00006 до 0,01 % на развитие лактококков в молоке представлены на рисунке 1. Исходное содержание лактококков составляет  $(5,0 \pm 3,6) \times 10^5$  КОЕ/см<sup>3</sup>.

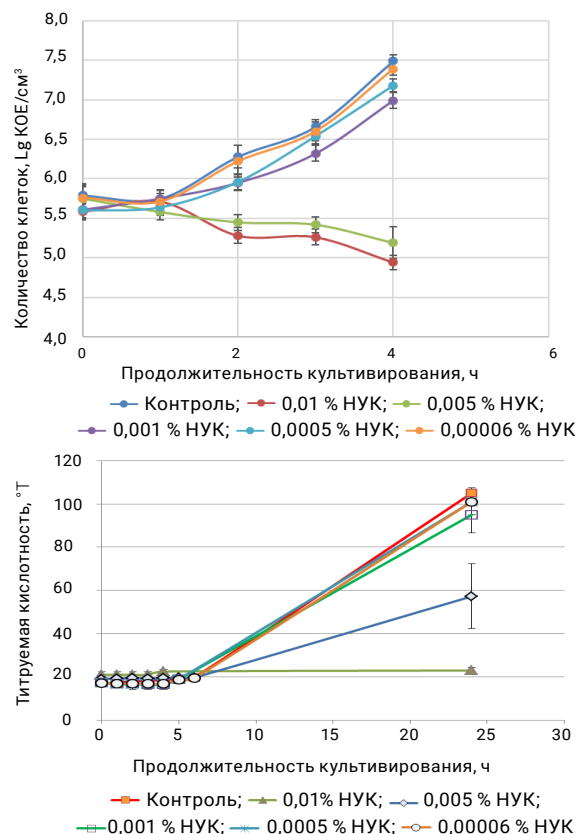


Рисунок 1. Динамика развития лактококков (БК-Углич-№4) в молоке при различном содержании дезинфицирующего вещества надуксусной кислоты (НУК)



Источник изображения: Gettyimages.com

Установлено бактерицидное / бактериостатическое действие НУК на лактококки в течение 4 ч наблюдения в концентрациях значительно меньших, чем используются при дезинфекции оборудования: 0,01 и 0,005 %. НУК в концентрации 0,001; 0,0005 и 0,00006 % проявляет ингибирующее действие, более выраженное при повышении концентрации. Показатели развития лактококков в молоке с наименьшей исследованной концентрацией 0,00006 %, которая имитирует остаточное количество дезинфектанта при отсутствии ополаскивания оборудования, близки к контрольному варианту, но тенденция ингибирования сохраняется, что подтверждается расчетными параметрами развития, указанными в таблице 1.

Ингибирование развития лактококков проявляется в снижении кислотообразующей активности: в течение 4 ч в вариантах с НУК наблюдается отсутствие прироста кислотности с незначительными отклонениями по вариантам в сравнении с контролем, для которого характерно нарастание кислотности после 2 ч (табл. 2).

Через 24 ч термостатирования в ряде вариантов ингибирующее действие НУК было преодолено и титруемая кислотность в контрольном варианте и в вариантах с 0,001, 0,0005 и 0,00006 % НУК достигла уровня  $100 \pm 5$  °Т с образованием нормального сгустка. В то же время в варианте с 0,01 % НУК отсутствует нарастание кислотности, а в варианте с 0,005 % наблюдается незначительное ее изменение ( $57 \pm 15$  °Т) без видимого свертывания молока. Однако для сыроделия имеет значение наличие молочнокислого процесса во время выработки, т. е. в первые 2–3 ч после внесения заквасочных культур в молочную смесь. Поэтому даже минимальное остаточное количество НУК при попадании в молоко оказывает бактериостатическое действие на лактококки и может стать причиной задержки нарастания кислотности в сырной ванне.

**Таблица 1. Показатели развития лактококков в молоке с различным содержанием надуксусной кислоты**

Параметр развития		Контроль	Содержание надуксусной кислоты в молоке, %				
			0,01	0,005	0,001	0,0005	0,00006
Константа скорости деления, ч <sup>-1</sup>	V <sub>2</sub>	0,81 ± 0,05	0	0	0,57 ± 0,04	0,60 ± 0,05	0,76 ± 0,10
	V <sub>3</sub>	1,06 ± 0,04	0	0	0,79 ± 0,06	1,04 ± 0,05	1,05 ± 0,08
	V <sub>4</sub>	1,41 ± 0,03	0	0	1,15 ± 0,08	1,31 ± 0,06	1,35 ± 0,05
Время генерации, ч	g <sub>2</sub>	1,23 ± 0,08	–	–	1,76 ± 0,03	1,66 ± 0,05	1,35 ± 0,10
	g <sub>3</sub>	0,95 ± 0,03	–	–	1,27 ± 0,04	0,96 ± 0,04	0,95 ± 0,08
	g <sub>4</sub>	0,71 ± 0,01	–	–	0,87 ± 0,03	0,76 ± 0,04	0,74 ± 0,04
Число клеточных делений	n <sub>2</sub>	1,6 ± 0,1	0	0	1,1 ± 0,3	1,2 ± 0,4	1,5 ± 0,3
	n <sub>3</sub>	3,5 ± 0,1	0	0	1,9 ± 0,5	2,9 ± 0,6	3,0 ± 0,5
	n <sub>4</sub>	4,9 ± 0,9	0	0	3,5 ± 0,3	4,0 ± 0,5	4,8 ± 0,6

**Таблица 2. Прирост титруемой кислотности в молоке с различным содержанием надуксусной кислоты при дозе внесения лактококков на уровне  $(5,0 \pm 3,6) \times 10^5$  КОЕ/см<sup>3</sup> (n = 4)**

Показатель	Контроль	Содержание надуксусной кислоты в молоке, %				
		0,01	0,005	0,001	0,0005	0,00006
Δ <sub>2ч</sub> , °Т	0,5 ± 0,3	0	0	0	0	0
Δ <sub>3ч</sub> , °Т	0,9 ± 0,3	0	0	0	0	0
Δ <sub>4ч</sub> , °Т	1,3 ± 0,5	0	0,25 ± 0,50	0,3 ± 0,5	0,75 ± 1,06	0,2 ± 0,3
Δ <sub>5ч</sub> , °Т	1,7 ± 0,7	0	0,33 ± 0,58	0,5 ± 0,7	1,0 ± 1,4	1,5 ± 0,7
Δ <sub>24ч</sub> , °Т	87,0 ± 3,6	2,5 ± 2,1	43,0 ± 27,7	72,0 ± 7,8	80,0 ± 4,9	84,0 ± 6,9

Примечание: желтым цветом выделены ячейки с приростом титруемой кислотности, в большинстве случаев равной 0.

**Влияние остаточного количества НУК на реактивацию и развитие термофильного стрептококка.** Исследования по оценке влияния остаточных количеств дезинфектанта НУК на развитие термофильного стрептококка проводились при начальной дозе внесения культуры термофильного стрептококка в виде сухого бактериального концентрата на уровне  $(1,6 \pm 0,5) \times 10^5$  КОЕ/см<sup>3</sup>.

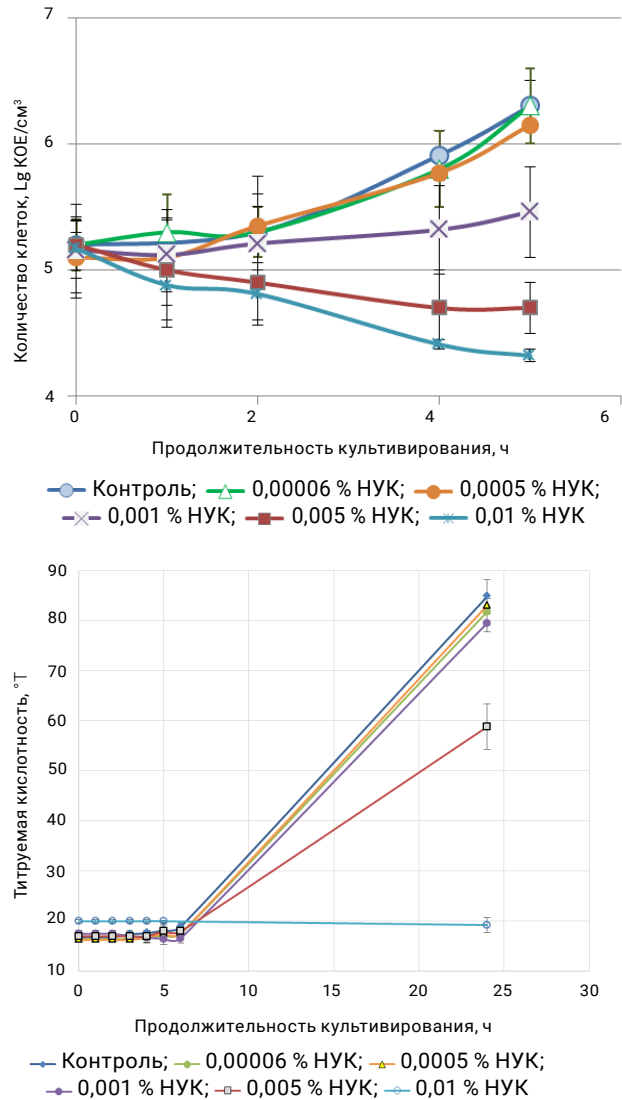
В результате проведенных исследований выявлены аналогичные относительно лактококков закономерности развития термофильного стрептококка (рис. 2, табл. 3): бактерицидное / бактериостатическое действие при содержании НУК 0,01 и 0,005 %; ингибирование при содержании 0,001; 0,0005 и 0,00006 %.

Однако термофильный стрептококк показывает большую чувствительность ко всем исследованным концентрациям в сравнении с лактококками.

Большая чувствительность термофильного стрептококка к дезинфектанту относительно чувствительности лактококков проявляется также в кислотообразующей активности (табл. 4). При наличии остатков дезинфицирующего средства в минимально исследованной концентрации 0,00006 % прирост титруемой кислотности сравнимый с контрольным вариантом наблюдается только через 6 ч, в то же время для лактококков – через 5 ч культивирования.

## ВЫВОДЫ

Установлено бактерицидное действие на лактококки и термофильный стрептококк при содержании надуксусной кислоты (НУК) 0,01 %, бактерицидное / бактериостатическое



**Рисунок 2. Динамика развития термофильного стрептококка БК-Углич-ТНВ в молоке при различном содержании дезинфицирующего вещества надуксусной кислоты (НУК)**

**Таблица 3. Показатели развития термофильного стрептококка в молоке с различным содержанием надуксусной кислоты**

Параметр	Контроль	Содержание надуксусной кислоты в молоке, %					
		0,01	0,005	0,001	0,0005	0,00006	
Константа скорости деления, ч <sup>-1</sup>	$V_2$	0,27 ± 0,22	0	0	0	0,41 ± 0,24	0,21 ± 0,17
	$V_3$	0,30 ± 0,15	0	0	0	0,28 ± 0,19	0,42 ± 0,03
	$V_4$	0,61 ± 0,12	0	0	0,14 ± 0,14	0,56 ± 0,33	0,50 ± 0,18
	$V_5$	1,07 ± 0,10	0	0	0,31 ± 0,20	0,90 ± 0,20	1,03 ± 0,04
	Время генерации, ч	$g_2$	6,41 ± 4,35	–	–	–	2,93 ± 1,69
$g_3$		3,80 ± 1,88	–	–	–	4,58 ± 3,09	2,39 ± 0,16
$g_4$		1,73 ± 0,42	–	–	14,2 ± 13,9	2,18 ± 1,31	2,38 ± 1,11
$g_5$		0,93 ± 0,21	–	–	3,19 ± 0,14	1,12 ± 0,42	0,98 ± 0,12
Число клеточных делений		$n_2$	0,5 ± 0,4	0	0	0	0,8 ± 0,5
	$n_3$	0,9 ± 0,5	0	0	0	0,9 ± 0,6	1,3 ± 0,1
	$n_4$	2,4 ± 0,5	0	0	0,6 ± 0,5	2,2 ± 1,3	2,0 ± 0,7
	$n_5$	5,4 ± 0,5	0	0	1,6 ± 0,3	4,5 ± 0,5	5,1 ± 0,3

Таблица 4. Прирост титруемой кислотности в молоке с различным содержанием надуксусной кислоты при дозе внесения термофильного стрептококка на уровне  $(1,6 \pm 0,5) \times 10^5$  КОЕ/см<sup>3</sup> (n = 4)

Показатель	Контроль	Содержание надуксусной кислоты в молоке, %				
		0,01	0,005	0,001	0,0005	0,00006
$\Delta_{2ч}$ , °Т	0	0	0	0	0	0
$\Delta_{3ч}$ , °Т	0,3 ± 0,4	0	0	0	0,2 ± 0,4	0,1 ± 0,3
$\Delta_{4ч}$ , °Т	0,3 ± 0,4	0	0,2 ± 0,5	0,2 ± 0,4	0,5 ± 0,6	0,3 ± 0,5
$\Delta_{5ч}$ , °Т	0,7 ± 0,5	0	1,1 ± 1,0	0,5 ± 0,7	0,7 ± 0,4	0,6 ± 0,9
$\Delta_{6ч}$ , °Т	1,2 ± 1,0	0	1,6 ± 0,7	1,0 ± 0,9	1,0 ± 0,9	1,0 ± 0,9
$\Delta_{24ч}$ , °Т	68,0 ± 3,0	0	41,8 ± 4,7	62,0 ± 4,2	65,3 ± 1,8	65,5 ± 2,5

Примечание: желтым цветом выделены ячейки с приростом титруемой кислотности, в большинстве случаев равной 0.

действие при содержании НУК 0,005 %, задержка развития при содержании НУК 0,001 % и менее. Ингибиторный эффект от наличия в молоке незначительных концентраций НУК проявляется в задержке процесса реактивации клеток сухих бактериальных заквасок, снижении константы скорости деления и количества клеточных генераций за время выработки

сыров, а также в снижении кислотообразующей активности лактококков и термофильного стрептококка. Проведенные исследования подтверждают необходимость проведения стадии конечного ополаскивания оборудования после дезинфекции для предотвращения рисков нарушения молочнокислого процесса в процессе выработки сыров. ■

Поступила в редакцию: 20.10.2025

Принята в печать: 05.05.2026

## RISKS OF SUPPRESSING LACTIC ACID PROCESS BY RESIDUAL DISINFECTANTS

Galina M. Sviridenko, Marina B. Zakharova, Tatyana V. Komarova

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

ORIGINAL ARTICLE

Cheese production is a complex biotechnological process that places high demands on the quality of raw milk, including the absence of bacterial growth inhibitors. Residual amounts of disinfectants may accidentally act as such inhibitors. Industrial dairy producers prefer peracetic acid- and hydrogen peroxide-based disinfectants due to their strong biocidal activity. Omitting the final rinse is a common violation of equipment disinfection protocols. As a result, residual disinfectants may enter dairy products. If they enter a milk mix intended for cheese production, they can inhibit the growth of starter microflora, disrupt production processes, and reduce the safety and quality of the finished product. This article describes the effect of a residual peracetic acid-based disinfectant on the reactivation, development, and acid-forming activity of lactococci and thermophilic streptococci, which are the main acid-forming microorganisms in cheese starters. Lactococci and thermophilic streptococci cultures were used as dry bacterial starters, simulating the direct inoculation of starter cultures into the cheese vat. The inhibitory effect of the disinfectant was studied at peracetic acid concentrations of 0.01; 0.005; 0.001; 0.0005 and 0.00006%. Standardized microbiological analysis made it possible to quantify the development of starter microflora and assess its acid-forming activity. A concentration of 0.01% had a bactericidal effect on lactococci and thermophilic streptococci; 0.005% peracetic acid demonstrated a bactericidal or bacteriostatic action; concentrations of  $\leq 0.001\%$  caused developmental inhibition.

**Keywords:** cheese production, starter microflora, lactococci, thermophilic streptococci, disinfectants, peracetic acid, developmental inhibition

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гудков, А. В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / А. В. Гудков. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 800 с.
- Свириденко, Г. М. Молочнокислые лактококки как основной кислотообразующий компонент / Г. М. Свириденко, О. М. Шухалова // Молочная промышленность. 2019. № 4. С. 30–33. <https://doi.org/10.31515/1019-8946-2019-4-30-33>; <https://elibrary.ru/zcaqkd>
- Семущев, А. М. Загрязнение молока и молочных продуктов, меры по его предотвращению / А. М. Семущев // Научное обозрение. 2014. № 9. С. 10–13.
- Маневич, Б. В. Дезинфекционные средства для молочной промышленности / Б. В. Маневич // Молочная промышленность. 2003. № 7. С. 39–40.
- Wickham, G. J. An investigation into the relative resistances of common bacterial pathogens to quaternary ammonium cation disinfectants / G. J. Wickham // Bioscience Horizons. 2017. Vol. 10. P. 1–9. <https://doi.org/10.1093/biohorizons/hzx008>
- Breijyeh, Z. Resistance of gram-negative bacteria to current antibacterial agents and approaches to resolve it / Z. Breijyeh, B. Jubeh, R. Karaman // Molecules. 2020. Vol. 25(6). Art. no. 1340. <https://doi.org/10.3390/molecules25061340>
- Koti, K. Evaluating disinfectant efficacy on mixed biofilms comprising Shiga toxin-producing *Escherichia coli*, lactic acid bacteria, and spoilage microorganisms / K. Koti [et al.] // Frontiers in Microbiology. 2024. Vol. 15. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1360645>
- Ханумян, А. А. Санитария маслодельного производства / А. А. Ханумян // Молочная промышленность. 2025. № 1. С. 66–67. <https://elibrary.ru/drftzn>
- Dunsmore, D. G. Effect of residues of five disinfectants in milk on acid production by strains of lactic starters used for Cheddar cheesemaking and on organoleptic properties of the cheese/ D. G. Dunsmore, D. Makin, R. Arkins // Journal of Dairy Research. 1985. Vol 52(2). P. 287–297. <https://doi.org/10.1017/S002202990002416X>