

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ И ДЕЗИНФЕКЦИИ МОЛОКОПРОВОДНЫХ УСТАНОВОК (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Methods for cleaning and disinfection of milk processing plants (Literature review)

А. И. Яранцева, аспирант

О. Г. Петрова, доктор ветеринарных наук,
профессор кафедры инфекционной и незаразной патологии
Уральский государственный аграрный университет
(Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42)

Рецензент: А. А. Баранова, кандидат биологических наук, доцент

Аннотация

Соблюдение гигиены и обеспечение безопасности при доении животных имеет решающее значение для здоровья стада и качества молока. Очистка доильных установок помогает предотвратить распространение патогенных микроорганизмов. Использование эффективных методов очистки и дезинфекции улучшает гигиену доильных помещений, предотвращает контаминацию молока и снижает риск передачи инфекций. Технологии постоянно развиваются, предлагая более эффективные способы обеспечения чистоты доильного оборудования. Это позволяет сельскохозяйственным предприятиям повышать производительность, снижать затраты на лечение животных и обеспечивать потребителей качественной и безопасной продукцией. Знание и применение современных методов очистки доильных аппаратов является необходимым, чтобы гарантировать высокий стандарт гигиены и защитить здоровье животных и людей. Тема исследования остаётся важной и *актуальной* в наши дни.

Ключевые слова: санитария, молоко, дезинфекция, доильные установки, ветеринарно-санитарная экспертиза

Summary

Hygiene and safety when milking animals is critical to herd health and milk quality. Cleaning milking units helps prevent the spread of pathogenic microorganisms. Using effective cleaning and disinfection methods helps improve milking parlor hygiene, prevent milk contamination and reduce the risk of infection transmission. Technology is constantly evolving to offer more efficient ways to keep milking equipment clean. This allows agricultural farms to increase productivity, reduce the cost of treating animals and provide consumers with high-quality and safe products. Knowledge and application of modern methods for cleaning milking machines is essential to guarantee a high standard of hygiene and protect the health of animals and people. The research topic remains important and relevant today.

Keywords: sanitation, milk, disinfection, milking machines, veterinary and sanitary examination.

Цель работы – проанализировать имеющиеся методы очистки и дезинфекции доильных аппаратов и установок

Для достижения цели работы сформулированы следующие задачи:

1. На основе обзора литературных данных определить имеющиеся способы очистки и дезинфекции доильного оборудования.
2. Дать теоретическое обоснование оптимального режима очистки молокопроводных систем.

3. Обосновать методики по оценке эффективности очистки молокопроводных систем.

Материалы и методы. Исследование проведено на базе кафедры инфекционной и незаразной патологии Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования Уральский государственный аграрный университет в 2023 году. В ходе работы проведен поиск и анализ имеющихся литературных данных отечественных и зарубежных авторов.

Объект исследования – технологический процесс санитарной обработки молокопроводных систем.

Предмет исследования – методы дезинфекции, определяющие очистку молокопровода от механических загрязнений.

Введение

Несколько ученых, включая В. И. Березуцкого, Ю. И. Беляевского, Б. А. Доронина, А. М. Жмырко, В. В. Кирсанова, Л. П. Карташова, А. И. Пунько, С. В. Харьковца, Ю. А. Цоя, Р. С. Гейтса, Р. Саги, Р. В. Гаста, Дж. Рейнеманна и других, внесли значительный вклад в развитие теории и практики в области очистки доильного оборудования. Эти ученые сделали значимые открытия и провели исследования, направленные на изучение эффективных методов очистки доильного оборудования, разработку новых технологий и средств дезинфекции, а также определение оптимальных процедур для поддержания гигиены и безопасности во время процесса доения. Их работа способствовала разработке рекомендаций и стандартов, которые позволяют сельскохозяйственным производителям эффективно очищать доильное оборудование, предотвращать распространение бактериальных и вирусных инфекций, а также обеспечивать высокое качество молока и здоровье животных [1].

Молоко подвергается микробному загрязнению на протяжении всего пути от производства до потребителя. Скорость накопления и развития определенных видов микроорганизмов зависит от состояния источников контаминации, условий хранения и особенно от температуры. Если поверхности доильно-молочного оборудования недостаточно очищены и дезинфицированы, молочные остатки могут накапливаться на них и создавать благоприятную среду для размножения микроорганизмов. Например, молочнокислые бактерии могут удваивать свою популяцию в течение около 40 минут в такой среде, а бактерии группы кишечной палочки – за 20 минут при температуре 30°C. В идеальных условиях между дойками (примерно 9 часов при двукратном доении) численность микрофлоры может увеличиваться примерно в 16400 раз. Бактерии, которые остаются после дезинфекции в количестве 2% в загрязнениях липидопротеиновой природы, могут восстановить свою популяцию примерно за 3,5 часа [2].

Чистота и стерильность доильно-молочного оборудования имеют огромное значение для качества молока и его безопасности во время употребления. Микроорганизмы, активно метаболизирующие внутри молока, могут вызывать изменения в его составе, такие как появление новых вкусовых и ароматических свойств, изменение pH, снижение стабильности казеина (что приводит к уменьшению термостойкости и спонтанному свертыванию) и влияние на работу заквасок [2].

Исследования показывают, что изменения исходных свойств молока, вызванные бактериальными процессами, становятся заметными только при количестве микроорганизмов свыше 200 тысяч в 1 кубическом сантиметре и явно выражаются при количестве микроорганизмов более 1 миллиона в 1 кубическом сантиметре. Следовательно, допустимый уровень различных групп микроорганизмов в молоке имеет большое значение [3].

Для обеспечения качества молока и минимизации развития микроорганизмов, свежесвыдоенное молоко требует особого внимания к состоянию и тщательной очистке всех компонен-

тов доильной установки. Регулярное промывание доильного оборудования специальным раствором и его поддержание в исправном состоянии являются важными шагами в процессе ухода за ним [3].

Основной целью промывки доильной аппаратуры является удаление загрязнений (таких как остатки молока, грязь, бактериальные скопления и другие частицы и вещества), с поверхности оборудования, соприкасающейся с молоком. Дело в том, что молочная пленка и жир являются идеальной средой для быстрого размножения бактерий и могут привести к преждевременному износу резиновых деталей [4].

Понятие "санитарная обработка" включает в себя комплекс процедур, направленных на уничтожение патогенных микроорганизмов и снижение количества непатогенных микроорганизмов до такого уровня, при котором они не оказывают существенного влияния на качество молока при повторном использовании оборудования [4].

Процесс очистки молокопровода

Процесс загрязнений поверхности протекает поэтапно. При движении молока и воздуха по молокопроводу образуется воздушно-молочная эмульсия и возникают сильно развитые поверхности раздела фаз плазма-жировые шарики и плазма-воздух, что вызывает перераспределение концентрации белково-липоидной оболочки в пограничных слоях контактирующих фаз. При столкновении частиц происходит разрушение защитного слоя вокруг жировых шариков, они становятся более гидрофобными и притягиваются поверхностью воздушного пузырька. Жидкая фракция жира на поверхности воздушного пузырька, да и сами жировые шарики, лишившись защитной гидрофильно-липоидной оболочки, активно способствуют зарождению и росту определенной части кристаллов жира, как на этих поверхностях, так и на стенках молокопровода. На последнем этапе соли кальция, входящие в состав молока, создают армирующий скелет высокой прочности и прочно закрепляют загрязнения на поверхности оборудования, образуя твердые отложения в виде молочного камня [4]

В зависимости от физико-химических процессов формирования загрязнений и их связей с очищаемой поверхностью разделяют все загрязнения, встречающиеся на молочном оборудовании на три группы:

- 1) адгезионные (в виде остатков молока и устойчивых частиц молочного жира);
- 2) поверхностно-адсорбционно связанные (в виде макрочастиц, жира и гелеобразных отложений);
- 3) прочно (глубинно) связанные (в виде «молочного камня»).

В процессе очистки можно выделить три стадии:

- отделение частиц загрязнений от поверхности молокопровода;
- перевод этих частиц в моющий раствор;
- удержание взвешенных частиц в моющем растворе до его слива без повторного осаждения на поверхность.

Однако данное представление не учитывает необходимость разрушения довольно сильных связей между соседними жировыми шариками, особенно в загрязнениях в виде подсохших поверхностных плёнок.

Наиболее трудно удалимыми являются прочно (глубинно) связанные загрязнения в виде молочного камня. Удалить их можно путём химического разрушения агрессивными средами (обычно растворами кислот), либо способом механической очистки с применением высокоэффективных моющих и моюще-дезинфицирующих средств [5].

Процесс промывки молокопровода

Существует три основные стадии санитарной обработки молочного оборудования: предварительное ополаскивание холодной или подогретой водой от остатков молока и наружных загрязнений; мойка горячим раствором моющего средства; заключительное ополаскивание от остатков раствора. В случае недостаточно тщательного соблюдения режима санитарной обработки или выбора несоответствующего средства для нее в молокопроводящих путях в течение короткого периода времени происходит накопление молочных остатков, что создает благоприятную среду для размножения микроорганизмов и защищает от губительного действия на нее моющее -дезинфицирующих средств [5].

Высокие требования предъявляются и к операции смыва остатков дезрастворов с поверхности молочной линии, так как их наличие в молоке не допускается. Мойку и дезинфекцию доильно-молочного оборудования можно осуществляться полной и частичной его разборкой, а также без разборки. По кратности пропускания моюще-дезинфицирующих средств различают проточные и циркуляционные системы мойки. Циркуляционная система мойки обеспечивает снижение удельных затрат воды, пара, электроэнергии, расхода моющих и дезинфицирующих средств [5].

Мойка молокопровода осуществляется в три фазы: прополаскивание молокопровода и доильных аппаратов после доения для смыва остатков молока, циркуляционная мойка и дезинфекция, прополаскивание от остатков моющих и дезинфицирующих растворов [6].

Технология промывки состоит из трех моментов: предварительного ополаскивания молочной линии теплой (25...30°C) водой до ее просветления, циркуляционной промывки горячим (70...80°C) моюще-дезинфицирующим раствором и заключительного ополаскивания чистой водой [7].

При ополаскивании молочных путей вода с помощью вакуума засасывается из ванны в промывочный трубопровод и, пройдя через все доильные аппараты, молокопровод и молокоприемник откачивается насосом в канализацию [7].

При циркуляционной промывке после засасывания раствора нагнетательный патрубок молочного насоса шлангом соединяют с ванной и раствор циркулирует по замкнутой системе в течение 10-15 мин. Горячая вода подается в систему промывки из стационарного водонагревателя и поддерживается на заданном уровне температуры проточным водонагревателем [7].

Управление потоками моющего раствора осуществляется кранами-разделителями. Подача моющих и дезинфицирующих средств регулируется в зависимости от цикла промывки дозаторами [7].

Технологический режим процесса промывки молокопроводов определяет совокупность в основном таких показателей, как:

- скорость жидкости при промывке;
- температура раствора;
- концентрация моющих средств; - продолжительность промывки [7].

Эффективная промывка возможна при скорости течения моющего раствора, достаточной для отрыва и уноса потоком частиц загрязнений. При необоснованно увеличенной скорости резко повышаются энергетические затраты на перекачивание раствора. Скорость жидкости при промывке доильных установок зависит от величины разрежения, создаваемого вакуумными установками, от гидравлических параметров линий циркуляции, от подачи перекачивающих молочных насосов. При этом величина скорости, необходимой для отрыва частиц, зависит от размера и плотности частицы, её формы, шероховатости очищаемой поверхности, свойств промывочной жидкости [8].

Качество промывки молокопровода прямо пропорционально температуре моющего раствора. С повышением температуры возрастает физико-химическая активность моющего раствора, снижается энергия адгезии на границе раздела фаз (моющий раствор — загрязнение), уменьшается кинематическая вязкость моющего раствора, что усиливает турбулентность. Эффективность воздействия моющего средства на загрязнения при прочих равных условиях напрямую зависит от температуры раствора. Однако, её повышение более 60°C не влечет за собой заметного увеличения моющей способности. Поэтому температурный режим приближали именно к этому показателю. Единственно, на что можно повлиять при регулировании температурного режима — это на температуру входящего раствора. Объективно о температурном режиме процесса промывки можно судить по температуре внутренней поверхности стенок молокопровода, только в этом случае можно говорить о сути термического воздействия на систему моющая среда — загрязненная поверхность. Эта температура неодинакова в разных точках молокопровода и меняется по мере прохождения горячего раствора через него, стремясь приблизиться к температуре входящего моющего средства. В замкнутых системах ситуация сложнее, так как циркулирующий раствор постоянно охлаждается, а поступления тепла извне не происходит. В отличие от молокопроводов, выполненных из нержавеющей стали, в стеклянных молокопроводах температура моющего средства поддерживается за счет низкой теплопроводимости стеклянных труб. Некоторые зарубежные фирмы, занимающиеся производством доильных установок рекомендуют производить очистку молокопроводов растворами с температурой не ниже 77°C [8].

Радикальным способом поддержания необходимого санитарно-гигиенического состояния молокопровода является применение высокоэффективных средств санитарной обработки. Все используемые в настоящее время санитарные средства по своим свойствам и назначению можно разделить на четыре группы: моющие средства; дезинфицирующие соединения; моюще-дезинфицирующие средства; кислоты. Кислоты при санитарной обработке применяются редко. Они необходимы лишь для удаления устойчивых минеральных отложений и молочного камня [9].

Для определения качества очистки оборудования от загрязнений существуют различные способы: визуальный контроль, весовые методы, бактериальные методы. Визуальный метод не возможен на молокопроводах, выполненных из нержавеющей, пластиковых труб. Молокопроводы, изготовленные из стеклянных труб имеют возможность визуального осмотра после промывки и выявления мест загрязнений и проблемных участков. Бактериологический контроль является наиболее объективным, однако и он не занимает исключительного положения в современных условиях производства молока [9].

Молоко представляет собой сложную полидисперсную систему, состоящую из жировых шариков, диаметром до 2 мкм, молочных телец, белков, в основе которых лежат субмицеллы казеина, и казеиновые частицы размером более 0,2 мкм, частиц коллоидной размерности и растворенных молекул и атомов, взаимосвязанных между собой. Кроме того, возможно присутствие отдельных частичек и капелек грязи, попавших в молокопровод. На оборудования после контакта с молоком остаётся плёнка загрязнений, в которой содержится молочный жир, белки и незначительная доля минеральных солей — 2...4% [10].

Наибольшую сложность очистки молокопровода после доения представляет удаление жировых отложений. В 1 см.куб. натурального молока содержится около 2...4 млрд. жировых шариков, окруженных водной фазой. Они имеют белково-липоидную оболочку, представляющую собой поверхностный абсорбционный слой. Наружная сторона пленки жировых шариков, обращенная к водной фазе, состоит из белкового слоя, который в свою очередь образу-

ет гидратную оболочку. Подобное строение оболочки жирового шарика активно препятствует процессам слияния молочного жира и осаждения его на поверхности молокопровода, которые вызваны стремлением дисперсионной системы занять, наиболее выгодное энергетическое состояние. Однако данные оболочки не обладают достаточной прочностью. В результате теплового движения возможно взаимное проникновение гидратных слоев жировых шариков с образованием крупных конгломератов. При машинном доении неизбежны различного рода механические воздействия, в результате чего происходит повышение энергии движения, и жировые шарики с гидрофобизированной поверхностью, смешиваясь в значительной степени со стабилизирующей их белково-гидратной оболочкой, легко оседают на поверхности оборудования [10].

Заключение

В заключение, хотелось бы отметить, что методы очистки и дезинфекции молокопроводных установок являются важным этапом в обеспечении безопасности и качества молока. Они позволяют устранить загрязнения, бактерии и другие микроорганизмы, которые могут негативно сказаться на качестве и сроке хранения продукта. Очистка и дезинфекция молокопроводных установок включают механическую обработку, использование моющих средств и дезинфицирующих растворов. Таким образом, методы очистки и дезинфекции молокопроводных установок являются неотъемлемой частью технологии молочного производства и должны быть выполняются с соблюдением всех рекомендаций и нормативов. Это позволяет гарантировать безопасность и качество производимого молока и продуктов его переработки.

Библиографический список

1. Керученко Л. С. Использование электроактивированных растворов соли NaCl для очистки молокопроводов / Л. С. Керученко, А. Г. Кулаева, А. С. Союнов // Инновационные технологии в АПК, как фактор развития науки в современных условиях: сборник всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Омск, 29 ноября 2019 года. Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2019. С. 157-160. EDN IYRNBE.
2. Кравченко В. Н. Способ дезинфекции оборудования на молочных фермах и комплексах / В. Н. Кравченко, Ю. В. Мазаев, Д. А. Панахов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2019. № 3 (35). С. 118-122. EDN ETYURX.
3. Конобейский А. В. Качество дезинфекции и промывки молокопроводов как фактор уровня гигиены молока / А. В. Конобейский, Б. В. Пьянов, С. В. Лузганов, А. Г. Радайкин // Эффективное животноводство. 2016. № 6 (127). С. 9-11. EDN WKGJJD.
4. Логоногова Т. Н. Способ последовательной обработки доильно-молочного оборудования: специальность 06.02.04 «Ветеринарная хирургия»: автореф. дисс. ... канд. с-х наук. Гродно, 2004. 20 с. EDN ZLBNVD.
5. Лукманов Р. Р. Устройство для промывки доильных установок / Р. Р. Лукманов, И. Р. Нафиков // Цифровые технологии в подготовке кадров АПК как ключевой фактор повышения его эффективности. Актуальные проблемы противодействия коррупции в системе обеспечения экономической безопасности: сборник научно-практических материалов международных научно-практических конференций, посвящённый XXX-летию Татарского института подготовки кадров агробизнеса, Казань, 26 мая – 23 2022 года / под ред. Н. Л. Титова,

С. Л. Алексеева, Н. М. Якушкина, В. Н. Шилова, В. Н. Фомина. Вып. XVI. Казань: Татарский институт переподготовки кадров агробизнеса, 2022. С. 745-750. EDN RIUCPX.

6. *Матвеев В. Ю.* Меры санитарной обработки молочных линий // Вестник НГИЭИ. 2017. № 3 (70). С. 32-40. EDN YHPSZF.

7. *Панин А. А.* Совершенствование системы промывки и контроля состояния внутренней поверхности молокопровода доильной установки: специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: дисс. ... канд. тех. наук. Оренбург, 2012. 131 с. EDN QFZBMP.

8. *Петрова О. Г.* Контроль качества дезинфекции объектов ветеринарного надзора: научно-методические рекомендации / О. Г. Петрова, С. В. Мадонина, Д. С. Ульянов, О. А. Ванечкин. Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2022. 20 с. EDN HQGSFV.

9. *Соловьева О. И.* Дезинфекция молочного оборудования / О. И. Соловьева, О. В. Селицкая, Ю. В. Мазаев, В. Н. Кравченко // Доклады ТСХА, Москва, 06–08 декабря 2018 года. Вып. 291, Часть V. М.: Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2019– С. 301-305– EDN ZTPNFJ.

10. *Тамбиев Т. С.* Ветеринарно-санитарный контроль при производстве молока / Т. С. Тамбиев, А. А. Самичко // Приоритетные направления развития сельскохозяйственной науки и практики в АПК: материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции. В 3-х томах, пос. Персиановский, 24 декабря 2021 года. Том II. Пос. Персиановский: Донской государственный аграрный университет, 2021. С. 141-143. EDN BPWOSZ.