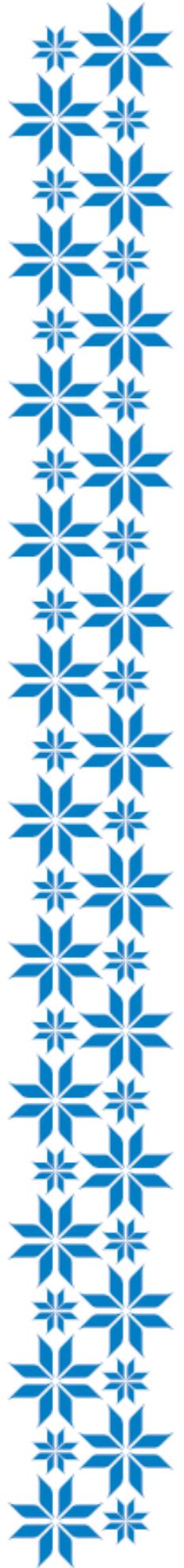




PÕLLUMAJANDUS- JA TOIDUAMET

Удаление биопленки,
образованной бактерией *L.*
monocytogenes, на предприятии



ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Введение.....	1
2. Что такое биопленка?	2
3. Значение бактерии <i>Listeria monocytogenes</i> и регулирование ее присутствия на предприятиях, работающих с пищевой продукцией	4
3.1. Полы.....	4
3.2. Канализация и трапы.....	4
3.3. Как избежать загрязнения листерией с полов и из канализационных труб?.....	5
3.4. Оборудование для обработки пищи	5
3.5. Уборочный инвентарь	6
3.6. Охладители, морозильники и системы очищения воздуха	6
4. Предупреждение образования и уничтожение биопленки	6
4.1. Этапы эффективной очистки и дезинфекции	7
4.2. Моющие и дезинфицирующие средства	8
4.2.1. Воздействие различных дезинфицирующих средств на биопленку.....	10
4.3. Резюме об удалении биопленки	11

Данная инструкция составлена с учетом экспертного мнения Мати Роасто (профессор, заведующий кафедрой гигиены питания и общественного здоровья Института ветеринарной медицины и животноводства Эстонского университета естественных наук).

1. Введение

Бактерия *Listeria monocytogenes* вызывает одну из серьезнейших и тяжелейших распространяющихся через пищу болезней под названием листериоз. Заболевание листериозом обычно происходит в результате употребления в пищу продуктов питания содержащих *L. monocytogenes*, особенно непастеризованных молочных продуктов и готовых к употреблению рыбных и мясных продуктов.

Вследствие того, что *L. monocytogenes* очень распространена в окружающей среде и встречается в земле, воде, кишечнике животных и птиц и пищевом сырье, бактерии листерии могут попадать в помещения, где производятся продукты питания, и распространяться там.

L. monocytogenes способна прикрепляться ко многим поверхностям, например, к нержавеющей стали, полистиролу и стеклу, и образовывать биопленку. Биопленка важна для выживания листерии. Биопленку листерии очень непросто удалить и уничтожить, в частности она устойчива к антимикробным веществам. Эта пленка устойчива в водной среде, не боится ультрафиолетового излучения, высыхания, дезинфектантов.

Лица, занимающиеся обращением пищевой продукции, должны обеспечивать чистоту рабочих поверхностей и оборудования. В этой инструкции даются рекомендации о том, как предупредить образование биопленки и удалять образовавшуюся биопленку.

Предупреждение образования биопленки и ее удаление предполагают наличие знаний о биопленке как о явлении.

Биопленка состоит не из одного вида бактерий: это сочетание различных микробов и произведенных ими веществ.

Важнее всего предупреждение образования биопленки, поскольку уничтожение уже образовавшейся биопленки сначала предполагает ее обнаружение, а затем проведение глубокой очистки с применением различных видов энергии, например, механической, химической, термической.

Образования биопленки можно избежать благодаря правильному проведению обычной очистки и дезинфекции.

Эффективность уборки и дезинфекции следует регулярно подтверждать. Для подтверждения эффективности мойки и дезинфекции и отсутствия *L. monocytogenes* следует брать с оборудования и рабочих поверхностей пробы и проводить гигиенические тесты. В случае обнаружения *L. monocytogenes* на рабочих поверхностях следует незамедлительно применить корректирующие меры. Например, если *L. monocytogenes* обнаруживается на поверхностях, непосредственно соприкасающихся с пищей, следует приостановить производство, провести тщательную уборку, а затем взять дополнительные пробы и анализы, чтобы подтвердить эффективность корректирующих мер.

2. Что такое биопленка?

Большинство микроорганизмов в окружающей среде обитает в составе биопленок. Биопленка может состоять из разных видов микробов.

Биопленка – это структурированное сочетание бактериальных клеток, где эти клетки вплетены в матрицу произведенных ими самими полимерных веществ. Для обитающих в биопленке бактериальных клеток характерны измененный фенотип и экспрессия генов, которые позволяют образовавшим биопленку бактериальным клеткам производить различные вещества, повышающие их устойчивость к различным стрессорам окружающей среды.

Предпосылкой образования биопленки является прикрепление микробов к поверхностям, чему существенно способствует наличие органического и неорганического загрязнения, воды и повреждений поверхностей. На полностью сухих поверхностях биопленка не образуется. Бактерии способны создавать колонии как на гладких, так и на шероховатых поверхностях. Биопленка быстрее образуется на гидрофобных неполярных поверхностях (например, на пластике) и медленнее на гидрофильных поверхностях (на стекле или металле).

Образование биопленки можно описать как образование слоев микроорганизмов на различных поверхностях. Биопленка образуется на (производственных) поверхностях постепенно: обычно сначала отдельные клетки прилипают к поверхностям и начинают производить экзополисахариды (первая стадия образования биопленки). Первая стадия обратима, то есть бактерии еще можно легко удалить с поверхностей.

В процессе развития биопленки образуется все больше новых микроколоний бактерий, в матрице биопленки возникают водные каналы, меняются физиология бактериальных клеток и экспрессия генов. С помощью адекватной очистки поверхностей на этой стадии тоже еще можно успешно удалить бактериальные клетки. Если биопленка продолжает развиваться, клетки сильно закрепляются на поверхности, вследствие чего удалить бактериальные клетки с поверхностей становится гораздо сложнее и для этого необходимо проведение глубокой очистки. Образовавшаяся биопленка вязко-эластична, похожа на резину, сильно крепится к поверхности и очень трудно удаляется без применения механической энергии.

На последней стадии развития биопленки микробные клетки способны отделяться от биопленки и распространяться, поэтому биопленка является потенциальным (постоянным) источником загрязнения на предприятии. Матрица биопленки защищает микробы от чистящих и дезинфицирующих средств и даже от пагубного воздействия термической обработки.

Образованию биопленки способствуют имеющиеся на поверхностях царапины, микротрещины и прочие повреждения. Поэтому свойства оборудования и строительных материалов имеют очень большое значение. Используемые материалы должны быть прочными, антикоррозионными, гладкими, легко поддаваться мойке и дезинфекции. На металлических поверхностях, включая нержавеющую сталь, биопленка может способствовать образованию ржавчины, в результате чего возникают микроскопические дырочки и трещинки.

Такие поверхностные повреждения позволяют бактериям прятаться в нишах и надолго там оставаться, загрязняя в свою очередь поверхности. Находясь в нишах, бактерия способна выживать на предприятиях пищевой промышленности на протяжении многих

месяцев и даже лет, обуславливая неоднократные (перекрестные) заражения конечной продукции.

Вышеуказанное свойство (стойкость) *L. monocytogenes* обусловлено рядом характеристик данной бактерии, например, способностью образования биопленки, способностью размножаться при низких температурах, устойчивостью к дезинфицирующим средствам и фагам. Имеется достаточное количество свидетельств того, что бактерии биопленки, происходящие из разных экосистем, демонстрируют более высокую устойчивость как к дезинфектантам, так и к другим антимикробным веществам, включая антибиотики.

Метод секвенирования полного генома бактерии позволяет определять генетическое сходство или генетическое различие штаммов *L. monocytogenes*. По этой причине данный метод можно с успехом использовать для исследования стойкости штаммов *L. monocytogenes* в пищевой промышленности, например, для определения источников заражения и исследования молекулярных механизмов, связанных со стойкостью штаммов.

На заметку:

- При подходящих условиях (питательные вещества, вода, поверхностные повреждения и т. п.) *L. monocytogenes* может образовывать биопленку в течение 24 часов.
- В биопленке, изначально образованной непатогенными микроорганизмами, *L. monocytogenes* может прятаться и расти.
- Для предупреждения образования биопленки важно заранее выявить места сбора (пищевых) отходов и поврежденные поверхности, а также ввести необходимые корректирующие действия.
- Очистка и дезинфекция всегда должны проводиться в соответствии с установленными требованиями.
- Глубокую очистку нужно проводить регулярно. Частота ее проведения должна определяться исходя из оценки рисков.
- Дополнительную механическую энергию (щетки) целесообразно использовать, прежде всего, в гигиенических зонах высокого риска, на оборудовании и поверхностях, непосредственно соприкасающихся с пищей.
- Физическое разделение отделов, например, четкое разделение гигиенических зон низкого риска от гигиенических зон высокого риска, очень положительно сказывается как на общем уровне гигиены, так и на безопасности продуктов, особенно в производственной зоне, куда продукты поступают после термической обработки (зона высокого риска).
- Эффективными химикатами могут быть кислотные четвертичные аммониевые соединения, пероксиуксусная кислота и двуокись хлора.
- Должно быть обеспечено поочередное использование разных дезинфицирующих средств: в схемах мойки в дополнение к основным активным компонентам должны с определенной частотой использоваться также дезинфицирующие средства, в основе которых имеются другие активные компоненты.
- Воздействие дезинфицирующего средства / дезинфицирующих средств на биопленку должно быть определено производителем соответствующего химиката (информация о продукте). Эту информацию следует запрашивать также у поставщиков моющих и дезинфицирующих средств.

- Предприятия, работающие с пищевой продукцией, должны обладать знаниями о причинах образования биопленки и возможностях ее обнаружения, а также об уничтожении и предупреждении образования биопленки.

Для предупреждения образования биопленки важнее всего постоянно придерживаться обычных схем мойки (SSOP).

3. Значение бактерии *Listeria monocytogenes* и регулирование ее присутствия на предприятиях, работающих с пищевой продукцией

L. monocytogenes может образовывать биопленку, которая помогает бактериям прикрепляться к поверхности пола, канализации и оборудования, затрудняя их очистку, и защищает бактерии от высыхания, высокой температуры и обычных чистящих и дезинфицирующих химикатов. Биопленка *L. monocytogenes* часто является источником перекрестного заражения пищевой продукции.

3.1. Полы

На полах, которые построены из неподходящих материалов или плохо установлены, могут формироваться места скопления воды. Вода и сырость часто присутствуют в местах плохого соединения пола и стен и в местах соединения стока и пола. Проблему представляют полы с трещинами, дырками или зазорами.

Для минимизации распространения патогена нужно следить за тем, чтобы полы по возможности были сухими. Лужи воды следует сразу удалять, а протечки устранять как можно быстрее. Полы должны иметь уклон в сторону дренажа, чтобы облегчать отвод воды и предотвращать образование на полах луж со стоячей водой.

Во избежание распространения *L. monocytogenes* между разными гигиеническими зонами (особенно между зонами низкого и высокого риска) следует разделять эти зоны физически, чтобы ограничивать или совсем предотвращать перемещение воды, аэрозолей, инструментов и людей между зонами разного уровня риска.

В разных гигиенических зонах можно использовать обувь, предназначенную для работы только в этой конкретной гигиенической зоне. Оборудование и инструменты, соприкасающиеся с пищей, нельзя класть на пол, а если это нечаянно случится, то перед тем, как снова начать ими пользоваться, их следует тщательно почистить и при необходимости продезинфицировать.

3.2. Канализация и трапы

Если бактерия *L. monocytogenes* обнаружена в производственных помещениях, то велика вероятность того, что она присутствует и в канализации. Стоки становятся местами скопления воды, зараженной бактерией *L. monocytogenes*; они обеспечивают наличие питательных веществ и влаги, необходимых для роста патогена. Хотя очистка канализации – это неприятная и непростая задача, она крайне важна для защиты от листерии. Грязная канализация может быть источником заражения бактерией *L. monocytogenes*. Обратный поток сточной воды из канализации распространяет листерии

по полу, а с пола они в свою очередь переносятся дальше, например, на обувь, транспортеры и иным образом.

Канализацию, включая трапы, можно очищать и дезинфицировать только в то время, когда не ведется производство. После мойки и дезинфекции сточных зон / канализации / трапов следует подождать, пока аэрозоли осядут. Только после этого можно споласкивать и дезинфицировать соприкасающиеся с пищей поверхности. Легко очищаемый дренаж позволяет минимизировать рост микробов и удалять биопленку с помощью санитации.

3.3. Как избежать загрязнения листерией с полов и из канализационных труб?

Через полы и канализацию *L. monocytogenes* может легко переноситься в другие производственные помещения, в том числе попадать в пищу. Переносчиками являются, как правило, обувь работников, инструменты, колеса тележек, а также очистительное оборудование.

Лучший способ избежать загрязнения полов и канализации листерией – это их регулярная очистка и дезинфекция. При этом важно, чтобы в ходе очистки минимизировалось загрязнение других поверхностей. Использование высокого давления и неосторожная механическая чистка способствуют попаданию листерий на частицы аэрозоли, в результате чего патоген может распространиться и по воздуху. Для очистки полов и трапов следует использовать средства ручной уборки с особыми кодами (например маркировка разного цвета), поскольку эти средства нельзя использовать, например, для чистки оборудования и поверхностей, непосредственно соприкасающихся с пищей. Следует строго придерживаться вышеизложенных правил.

3.4. Оборудование для обработки пищи

По аналогии с полами и сточными зонами, в трудно очищаемых местах оборудования для обработки пищи тоже могут скапливаться вода и органические вещества, что в свою очередь способствует образованию на соответствующих поверхностях колоний листерии, ее размножению и возникновению на предприятии специфических штаммов *L. monocytogenes*.

Для минимизации рисков следует использовать такое оборудование для обработки пищи, которое спроектировано с учетом требований гигиены, благодаря чему оно легко чистится (при необходимости его можно разбирать на части), и изготовлено из легко очищаемого и устойчивого к дезинфицирующим средствам материала.

Частота проведения очистки и дезинфекции должна определяться исходя из проведенной предприятием оценки рисков, но в случае оборудования, используемого для обработки охлажденной готовой продукции, их надо проводить **как минимум один раз в день**. Ежедневную уборку следует дополнить регулярным разбором оборудования на части и его последующей глубокой чисткой, чтобы во время ежедневной очистки обеспечивать очистку труднодоступных мест. Частота проведения глубокой чистки должна определяться исходя из проведенной предприятием оценки рисков. В ходе очистки и дезинфекции следует обращать особое внимание на труднодоступные места оборудования. В этих местах / на этих поверхностях может присутствовать и расти *L. monocytogenes*, особенно при наличии достаточного количества влаги. К таким

местам/поверхностям могут относиться плохо сохнувшие опорные рамы, ниши, полые неуплотненные ролики, дефектные сварные швы оборудования, полости машин для нарезки и участки под защитными корпусами. Смазочные вещества и места, где скапливается влага из пневматических систем, тоже могут быть источником листерии, поэтому следует регулярно проверять их и при необходимости проводить обслуживание.

3.5. Уборочный инвентарь

Инструменты, которые используются для уборки (например щетки, скребки), могут быть одним из самых серьезных источников заражения листерией.

Уборочный инвентарь должен иметь подходящий дизайн, в котором учтены требования гигиены, чтобы было проще очищать их и избегать размножения микробов. Поверхности уборочного инвентаря должны быть гладкими, без трещин и повреждений. Инструменты, состоящие из нескольких корпусов, должны легко разбираться на части. Следует отдавать предпочтение инструментам, состоящим из одной части, поскольку разные части (особенно места их соединения) могут быть местами скопления и роста микробов.

После использования весь уборочный инвентарь следует тщательно очищать и дезинфицировать и хранить на подходящих настенных креплениях или в чистых шкафах.

3.6. Охладители, морозильники и системы очищения воздуха

В охладителях и морозильниках холодно и влажно. *L. monocytogenes* может размножаться и в холодной среде (при таких температурах холодильника) и переносит замораживание. В контексте жизнедеятельности листерии такие условия тормозят, прежде всего, рост конкурирующей микробиоты, тем самым повышая жизнеспособность *L. monocytogenes*.

Испарительные пластины и вентиляторы, находящиеся в охладительном оборудовании и морозильниках, должны быть очищены и продезинфицированы. Конденсат систем охлаждения следует направлять в канализацию или в соответствующие резервуары для его сбора, которые следует регулярно опорожнять, очищать и дезинфицировать. Нельзя проходить с продуктами под охладительной или морозильной системой: пути перемещения должны быть распланированы таким образом, чтобы было исключено возможное заражение продуктов/тары и т. п. через данные системы.

Также во многих системах очищения воздуха есть испарители, которые нужно очищать. Следует избегать образования и накопления водного конденсата.

4. Предупреждение образования и уничтожение биопленки

Образование биопленки на производственных поверхностях на предприятиях, работающих с пищевой продукцией, с точки зрения безопасности пищевых продуктов, указывает на особую важность проведения повседневной очистки и дезинфекции на высоком уровне, то есть в соответствии с требованиями.

Большую роль в предупреждении образования биопленки играют свойства поверхностных материалов, например, коррозионная стойкость, гладкость и отсутствие трещин. Прокладки оборудования могут быть местами образования биопленки потому,

что на прокладках легко скапливаются грязь и питательные вещества. Резина никогда не бывает достаточно гладкой, чтобы препятствовать образованию биопленки. Исправность прокладок необходимо регулярно проверять, и при снижении их эксплуатационной надежности их следует заменять. Прокладки следует менять регулярно, и это действие должно быть записано в документах программы самоконтроля предприятия.

Для эффективного уничтожения слоев биопленки в составе химикатов используются, например, хелатные соединения металлов. Хелат – это тип соединения ионов и молекул с ионами металлов, который способствует удалению грязи с поверхностей.

При выборе дезинфицирующих средств следует исходить из материала поверхности и прикрепившихся микробов. Эффективность действия дезинфицирующих средств значительно снижается при контакте с матрицей биопленки, что означает, что рабочий раствор дезинфицирующего средства (в обычной концентрации) не способен уничтожить всех микробов, находящихся на производственных поверхностях. Аналогичная ситуация складывается в случае, когда дезинфицируются чрезмерно влажные поверхности, в результате чего эффективная концентрация дезинфицирующего средства (рабочий раствор) уменьшается еще до того, как оно начинает контактировать с микробами. Вследствие этого может возникнуть резистентность микробов к данному(ым) химикату(ам).

Стойкость определенных штаммов *Listeria monocytogenes* может быть обусловлена факторами, из-за которых снижаются концентрации рабочих растворов дезинфицирующих средств, например:

- 1) ниши, в которые моющие и дезинфицирующие средства не могут попасть в достаточной концентрации;
- 2) уже образовавшиеся биопленки;
- 3) резистентность штаммов бактерий, присутствующих в составе биопленки.

4.1. Этапы эффективной очистки и дезинфекции

Этапы эффективной очистки и дезинфекции:

- сухая уборка, то есть удаление твердых пищевых частиц с оборудования, пола, конвейерных лент и прочих рабочих поверхностей. Для эффективной сухой уборки некоторое оборудование, например, машины для нарезки и разделки, следует разбирать на части, чтобы демонтированные части затем можно было тщательно очистить и продезинфицировать;
- споласкивание и мытье пола;
- предварительное споласкивание оборудования, которое следует проводить в том же направлении, в котором движется поток продукции. Для предварительного споласкивания следует использовать теплую или холодную воду. Температура воды должна быть ниже 60 °С, поскольку слишком горячая вода может привести к коагуляции белков или иного вида грязи;
- основная мойка (например, мойка с использованием пенящегося вещества), **включая чистку поверхностей с помощью щеток**. При применении механической энергии следует обращать больше внимания на трудно очищаемые части оборудования. При необходимости следует разобрать оборудование на части для их очистки и дезинфекции. Следует обеспечивать контакт моющих химикатов с поверхностями хотя бы на протяжении минимального времени и строго соблюдать рекомендации производителей химикатов;

- споласкивание оборудования и рабочих поверхностей, нужно проводить в том же направлении, в котором движется поток продукции;
- визуальный контроль чистоты оборудования и рабочих поверхностей. При необходимости дополнительная очистка;
- дезинфекция. Сначала следует продезинфицировать пол и только потом оборудование, чтобы избежать попадания аэрозолей, возникающих при очистке пола, на оборудование и прочие рабочие поверхности. Следует избегать мойки под высоким давлением (в ходе нее образуется много брызг). Температура воды должна быть как минимум 82 °С (время: 10 секунд), чтобы горячий пар смог уничтожить микробов. Дезинфицирующие вещества, например, **кислотные четвертичные аммониевые соединения**, могут уничтожать *L. monocytogenes* эффективнее горячего водяного пара;
- регулярное чередование дезинфицирующих средств. Изменения водородного показателя (рН), обусловленные использованием разных химикатов, препятствуют адаптации микробов к производственной среде. Чередование щелочных и кислотных моющих химикатов помогает избежать образования биопленки и минерального отложения (прикрепления неорганической грязи) на поверхностях;
- избегайте возникновения чрезмерной влажности. По возможности следует высушивать поверхности. При высушивании (например, путем воздушной сушки) следует избегать перекрестного загрязнения, например, через частицы аэрозоли и брызги. Средства, используемые для удаления излишка воды, должны быть гигиеничными.

4.2. Моющие и дезинфицирующие средства

Предшествующие дезинфекции этапы очистки должны обеспечивать полное удаление остатков пищи и прочей грязи. Дезинфекция должна обеспечивать уничтожение всех микроорганизмов.

При выборе моющих и дезинфицирующих средств следует учитывать ряд факторов. Химикаты должны подходить для используемых на предприятии поверхностных материалов, например, для нержавеющей стали или пластика. Следует учитывать виды встречающейся на предприятии грязи и микробов, связанных с пищевой матрицей.

Во избежание возникновения резистентности следует поочередно использовать разные дезинфицирующие средства (средства разных видов, то есть с разными механизмами действия).

При поочередном использовании дезинфицирующее средство (например, средство, в основе которого лежит бензалкония хлорид), отличное от основного дезинфицирующего средства (например, от средства, в основе которого лежит пероксиуксусная кислота), используется в определенный день недели (в случае понедельного использования) или, например, один раз каждые две недели.

Это позволяет уменьшать возникновение резистентности микроорганизмов к основному дезинфицирующему средству (точнее, к его активному компоненту), поскольку у разных видов дезинфицирующих средств разные механизмы действия.

На маркировке моющих и дезинфицирующих средств должна содержаться как минимум следующая информация:

- ✓ инструкция по использованию продукта (концентрация, способ применения, время контакта, температура);
- ✓ свойства продукта;
- ✓ информация о безопасности.

Важна также дополнительная информация, например, эффективность действия против листерии.

Рекомендации по выбору чистящих средств, которые способны инактивировать *L. monocytogenes* в биопленке, особенно на поверхностях из нержавеющей стали и пластика:

- ✓ наиболее эффективными химикатами являются кислотные (не нейтральные) четвертичные аммониевые соединения, пероксиуксусная кислота и двуокись хлора;
- ✓ менее эффективны смеси галогенов и кислотные анионные дезинфицирующие средства;
- ✓ наименее **эффективны против биопленки** хлор, йодофоры (соединения йода, подавляющие бактерии, вирусы, грибы и споры) и нейтральные четвертичные аммониевые соединения.

Таким образом, можно утверждать, что **многие дезинфицирующие средства не способны проникать в биопленку**, поэтому вся биопленка не может быть удалена в ходе очистки и дезинфекции.

Предприятия, работающие с пищевой продукцией, которые производят продукты питания, чувствительные к *L. monocytogenes* (готовая продукция, в которой патоген может достигать опасного значения), при выборе моющих химикатов и дезинфицирующих средств должны учитывать листерицидный эффект химикатов и требовать от поставщиков химикатов предоставления задокументированных доказательств. При этом важно в том числе и предоставление доказательства способности уничтожить биопленку. На самом деле уничтожить уже образовавшуюся биопленку только лишь с помощью так называемой химической энергии практически невозможно. И при этом нельзя существенно повышать концентрацию используемого для дезинфекции рабочего раствора. Слишком высокие концентрации дезинфицирующих средств могут привести к повреждению поверхностных материалов, что в свою очередь может создать благоприятные условия для образования биопленки. Четвертичные аммониевые соединения (далее сокращенно QAC), например, бензалкония хлорид, относительно широко используются для обеспечения микробиологической чистоты в среде обработки пищи.

Неправильное использование QAC, например, недостаточное споласкивание поверхностей после дезинфекции и использование слишком низкой концентрации рабочего раствора, может обуславливать адаптацию патогенов, в том числе и *L. monocytogenes*, к дезинфицирующему средству. Последнее в свою очередь может способствовать образованию биопленки *L. monocytogenes*.

Для сохранения действия бензалкония хлорида в схемы дезинфекции необходимо дополнительно добавлять этанол, а также дезинфицирующие средства, в основе которых лежит перекись водорода.

4.2.1. Воздействие различных дезинфицирующих средств на биопленку

Использование дезинфицирующих средств с разными механизмами действия препятствует возникновению резистентных штаммов микробов.

1. **Гипохлорит (10-Chlor)** с концентрацией 200 г/дм³ не эффективен при уничтожении биопленки. Гипохлориты относятся к химикатам, обладающим окисляющим действием, и существенно теряют свое действие из-за органических слоев биопленки.
2. **Четвертичные аммониевые соединения (QAC)** – это стабильные, активные и низкотоксичные соединения, которые более эффективны в борьбе против грамположительных бактерий, дрожжей, плесневых грибов и вирусов, содержащих липиды. Более слабое воздействие они оказывают на грамотрицательные бактерии, эндоспores и бактериофаги. Определенные виды QAC более эффективны. Vi-Quat – пример содержащих QAC чистящих средств раннего поколения, которые широко использовались в пищевой промышленности.
3. **Пероксиуксусная кислота, или надуксусная кислота (РАА)**, значительно превосходит хлор по своим окислительным свойствам. Доступная в продаже РАА представляет собой сбалансированную смесь уксусной кислоты, перекиси водорода, пероксиуксусной кислоты и воды. Популярность РАА как дезинфицирующего вещества обусловлена широким спектром действия этого химиката: он эффективен против бактерий, дрожжей и грибов. Также он распадается на безвредные соединения, которые эффективны в широком диапазоне температур (0–40 °С) и водородных показателей (рН) (3–7,5). Обычно нельзя использовать концентрации пероксиуксусной кислоты выше 200 г/дм³.
4. **Перекись водорода** – это прозрачная, бесцветная и безопасная для окружающей среды (нетоксичная) жидкость, дезинфицирующее средство, которое широко используется в области медицины и в пищевой промышленности. Она эффективна против многих микроорганизмов, включая вирусы, бактерии, бактериальные эндоспores и дрожжевые грибы. Ее эффективность становится еще выше в сочетании с QAC нового поколения – поличетвертичными аммониевыми соединениями.
5. **Нейтральные четвертичные аммониевые соединения** слабо воздействуют на биопленку, но **кислотные (модифицированные) четвертичные аммониевые соединения** способны уничтожить биопленку гораздо эффективнее.
6. **Хлор** тоже неэффективен при удалении биопленки. Зато **двуокись хлора** (0,6–1,0 мг/л) удаляет биопленку даже с очень трудно очищаемого оборудования. Причина этого заключается в том, что двуокись хлора не реагирует на составляющие элементы оболочки биопленки, и поэтому способна проникать

через оболочку биопленки и уничтожить бактериальные клетки, находящиеся в составе биопленки.

7. **Озонированную воду** некоторые предприятия используют для улучшения результатов очистки. Озонированная вода способна уничтожать отдельные неприкрепленные микробные клетки без спор, но она не может удалять пленку и находящиеся в ее составе микробы. Противомикробное действие озонированной воды в разы слабее действия рабочего раствора дезинфицирующего средства.
8. **Горячий пар** способен уничтожать образующуюся пленку (зачатки биопленки), но действие горячего пара слабее, чем действие некоторых дезинфицирующих средств, например, дезинфицирующих средств, в основе которых лежат кислотные/модифицированные QAC или пероксиуксусная кислота.

4.3. Резюме об удалении биопленки

- Важно понимать, что для уничтожения полностью сформировавшейся биопленки недостаточно использования только моющих и дезинфицирующих химикатов, которые эффективны в отношении *L. monocytogenes*. При удалении биопленки необходимо **дополнительно применять физическую/механическую энергию**, например, добавлять в схемы мойки использование ручных щеток. Вместе с тем, механическая чистка не должна вести к распространению частиц грязи, в том числе частиц биопленки, по воздуху. Последнее может произойти в том случае, если механическая чистка будет проводиться слишком усиленно, в результате чего частицы грязи будут взлетать в воздух.
- Крайне важно тщательно очищать и дезинфицировать уборочный инвентарь после его использования. Химикат(ы) сам(и) по себе не может(гут) обеспечивать уничтожение листерии в производственной среде, особенно при наличии сформировавшейся биопленки.
- Важно обнаруживать места скопления патогена на ранней стадии, а затем применять как химическую, так и механическую энергию.
- Концентрации рабочих растворов дезинфицирующих средств должны быть эффективными (необходимо строго следовать предоставленной производителем информации об эксплуатации продукта). Следует избегать дезинфекции чрезмерно влажных поверхностей, поскольку при контакте рабочего раствора химиката с водой концентрация химиката понижается.
- Можно дезинфицировать только чистые поверхности, поскольку при наличии органической грязи действие дезинфицирующих средств ослабевает. Отсутствие органической и неорганической грязи особенно важно для обеспечения действия быстродействующих дезинфицирующих средств (окисляющих средств) при уничтожении микробов.
- После санитации, особенно в том случае, если последним этапом является споласкивание, следует обеспечить максимальный отвод воды, поскольку такой фактор как влага очень благоприятствует росту листерии.

- Чередование различных химикатов улучшает санитацию.
- Важно понимать, что использование комбинации моющего средства и дезинфицирующего средства (обоих вместе), как правило, оказывает более слабое противомикробное действие, чем использование – в соответствии со схемой мойки и дезинфекции – отдельных моющих веществ (в составе которых присутствуют, например, тензиды, этилендиаминтетрауксусная кислота, полифосфаты), их смывание и проведение дезинфекции.
- Также следует регулярно (частота определяется исходя из результата проведенной предприятием оценки рисков) проводить глубокую очистку.
- Результаты анализа проб, взятых согласно плану отбора проб и исходя из результатов оценки рисков, должны подтверждать соответствие санитарии установленным требованиям.
- **Против биопленок всех трех бактерий (*Salmonella* spp., *Listeria* spp., шигатоксин продуцирующей *E.coli*) эффективнее всего действует сочетание модифицированных QAC, перекиси водорода и диацетата глицерина.**