

Дәріс 1-15.

Ашу өндірістерінің инфекциялары

Өндірістердің инфекцияларының жалпы сипаттамасы

В зависимости от вида производства микроорганизмы могут играть в нем различные роли: культурные (используются в данном производстве) и дикие, посторонние (распространены в природе и попадают в производство из окружающей среды).

Значение посторонних микроорганизмов огромно. Они делятся на 3 группы:

I. Сапрофиты – не опасны для здоровья, но вредны для производства: нарушают технический процесс, увеличивают потери сырья, снижают выход и качество готовой продукции.

II. Условно-патогенные – могут быть сапрофитами, но в определенных условиях способны вызывать заболевания (факультативные паразиты).

III. Патогенные – облигатные паразиты (существуют за счет организма, причиняя ему вред).

Патогенность является видовым свойством, передается по наследству. Степень патогенности у М-О может меняться. Она характеризуется "вирулентностью". Ее можно ослабить физическими, химическими, биологическими факторами.

Патогенные микроорганизмы могут проникать в организм, распространяться и размножаться в нем, выделять токсины. Последние делятся на: экзотоксины (высокоядерные белки, действующие в минимальной концентрации, действие избирательное, легко разрушаются при $t > 70^{\circ}\text{C}$); эндотоксины (освобождаются после разрушения клетки, менее ядовиты, вызывают общую интоксикацию, устойчивы к высоким температурам).

Источниками посторонних микроорганизмов на производстве являются: сырье, вода, воздух, оборудование, коммуникации, вспомогательные и

фильтрующие материалы; обувь, одежда и организм персонала. Причинами инфекции на производстве могут бактерии, вирусы, грибы.

Способы борьбы с производственной инфекцией:

Для предотвращения попадания посторонних микроорганизмов на производство следует принимать следующие меры:

1. Соблюдение правил хранения сырья, готовой продукции.
2. Микробиологический контроль сырья, полупродуктов, готовой продукции.
3. Санитарный контроль персонала (мед. книжка, отсутствие любых заболеваний, чистота одежды, обуви, рук).
4. Мойка и дезинфекция производства (оборудования, коммуникаций, воздуха, воды).

3.2. ИНФЕКЦИЯ НА ДРОЖЖЕВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Группы опасных микроорганизмов; наносимый ими вред; способы их выявления.

См. лабораторный практикум по «Биотехнологические ...», с. 13-14.

3.3. ИНФЕКЦИЯ НА ПИВОВАРЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Группы опасных микроорганизмов; наносимый ими вред; способы их выявления.

См. лабораторный практикум по «Биотехнологические ...», с. 19-22.

3.4. МОЙКА И ДЕЗИНФЕКЦИЯ НА ПИЩЕВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Методы мойки и дезинфекции

Для получения пищевого продукта стандартного качества необходимо с поверхности оборудования и коммуникаций удалять остатки продуктов предыдущего производственного цикла (загрязняющие органические и неорганические вещества), а также вредящие производству микроорганизмы. Для этой цели на предприятиях предусматривается целый комплекс мероприятий по мойке и дезинфекции, как технологического оборудования, так и помещений. Чрезвычайно важна личная гигиена обслуживающего персонала.

В настоящее время на производстве используются следующие способы мойки и дезинфекции:

- метод СІР (cleaning in place), при использовании которого технологические установки не демонтируются. Применяют этот метод для обработки трубопроводов и емкостного оборудования;
- метод мойки и дезинфекции непрерывно работающих установок (бутылкомоечных машин);
- метод очистки под высоким и низким давлением;
- пенная очистка для стен, пола и наружных поверхностей;
- очистка технологических систем в ручную;
- очистка технологических систем заполнением.

Наиболее перспективным среди этих методов является СІР.

Для мойки и дезинфекции используют моющие и дезинфицирующие материалы. Входящие в их состав компоненты делятся на неорганические, органические и биологически активные дезинфицирующие вещества (таблица 1).

Таблица 1 - Вещества, входящие в моющие и дезинфицирующие средства

Природа (класс) веществ	Вещества
Неорганические	Щелочи, кислоты, фосфаты, силикаты
Органические	Комплексообразователи, поверхностно-активные вещества (ПАВ), спирты, органические кислоты, антивспениватели
Биологически активные	Средства, содержащие активный хлор; средства на основе пероксидов,

	альдегиды, галогенуксусные соединения, бигуаниды, катионные (QAV) и амфотерные ПАВ
--	--

Моющие материалы

Типы моющих средств

Выбор моющих средств определяется характером загрязнения и доступностью для обработки. В таблице 2 даны типы моющих средств и рекомендации для их применения.

Таблица 2 - Типы моющих средств

Моющие средства	Характеристика загрязнений	Участки мойки	Механизм действия
Высоко-щелочные (каустическая сода)	Белок, жир, пригоревшие органические остатки	Нагревательные установки, например, пастеризаторы	Гидролиз белка, омыление* жиров, коагуляция** белков
Слабощелочные (каустическая сода NaOH; едкий калий KOH; сода Na ₂ CO ₃ ; поташ K ₂ CO ₃); с добавлением ПАВ	Засохшие органические остатки	Общая мойка баков и трубопроводов; общая и производственная мойка	Растворение белков, омыление жиров
Нейтральные (фосфаты, силикаты); высококонцентрированные ПАВ; диспергаторы	Белковые и жировые загрязнения; отложения солей жесткости	Ручная мойка	Растворение белков, омыление жиров
Кислотные (фосфорная и азотная кислота)	Неорганические отложения, малозагрязненные поверхности	Удаление котлового и пивного камня, мойка СIP	Переход нерастворимых солей в растворимые соединения
Комбинированные, обладающие моющим и дезинфицирующим эффектом	Слабо засохшие остатки грязи	Трубопроводы, баки и др.	Комбинированное действие щелочей и окислителей (активный кислород или активный хлор)
Комплексообразователи: нитрилтриуксусная кислота, этилендиаминтетрауксусная кислота, силиконовая кислота, поликарбонаты, фосфаты, тензиды (ПАВ)		Мойка СIP, мойка бутылок	Добавляются для усиления моющего эффекта. Комплексообразователи – для щелочных средств, ПАВ. Для кислотных средств – это диспергаторы и инги-

			биторы коррозии
--	--	--	-----------------

* Коагуляция белка – свертывание;

** Омыление жиров – щелочной гидролиз.

Щелочные моющие средства

Каустик (каустическая сода) является самым популярным моющим и дезинфицирующим средством. На его долю приходится около 70% всех моющих и дезинфицирующих препаратов, причем 50% каустика расходуется на линии розлива.

Между тем каустическая сода имеет существенные недостатки, в частности растворы каустика, имеют плохую смачиваемость и диспергирующую способность. Кроме того, при использовании его наблюдается образование накипи в результате реакции с солями жесткости воды и диоксидом углерода. Поэтому для удаления солей жесткости в раствор щелочи добавляют комплексообразователи и ПАВ.

Так же широко используют щелочные средства, содержащие активный хлор, несмотря на их вредное воздействие на окружающую среду. Чаще всего применяют гипохлорит натрия (NaClO). Эффект от его действия объясняется комбинацией щелочности (высоким значением величины рН раствора) с окислительными свойствами. Гипохлорит окисляет органические компоненты грязи, что способствует их набуханию в щелочи, т.е. одновременно и мойка, и дезинфекция. Однако при этом наблюдается инактивация хлора, поэтому необходима повторная дезинфекция. Гипохлорит рекомендуют применять при старых засохших загрязнениях.

Кислотные моющие средства

Для растворения неорганических отложений (пивного камня), мойки фарфасов (без удаления диоксида углерода из них), мойки оборудования по методу СІР в настоящее время широко используют кислотные средства, ко-

торые содержат минеральные (фосфорную, азотную – для мойки оборудования; соляную, серную – для мойки бутылок) и органические (в основном сульфоновую) кислоты. Кислотные препараты, кроме кислот, содержат ингибиторы коррозии (например, сераорганические соединения). Кислотную мойку нужно проводить после щелочной.

Вещества, добавляемые к моющим средствам (присадки)

Для снижения поверхностного натяжения, увеличения смачиваемости, достижения эмульгирующих и диспергирующих свойств, а также для предотвращения повторного отложения грязи на поверхности оборудования и трубопроводе применяются ПАВ (тензиды) и комплексообразователи (присадки).

Тензиды – это вещества, которые снижают поверхностное натяжение и способствуют увеличению моющего и дезинфицирующего эффекта. Они имеют различную химическую структуру и свойства, но общим для них является наличие в молекуле гидрофильной и гидрофобной частей. Различают анионные, катионные, неcatiонные и амфотерные тензиды. Обычно анионные тензиды применяют при пенной мойке, катион-активные – при дезинфекции, неионогенные ПАВ – для снижения поверхностного натяжения, что важно при мойке методом SIP.

Комплексообразователи применяются для предотвращения связывания ионов кальция и магния (ионов жесткости воды) с щелочными моющими веществами. В настоящее время используют следующие комплексообразователи:

- нитрилотриуксусную кислоту (НАТ);
- этилендиаминтетрауксусную кислоту (ЭДТА);
- глюконовую кислоту;
- натриевые соли поликарбоновых и фосфоновых кислот;
- фосфаты (дифосфаты, трифосфаты, гексаметафосфаты), которые все еще используют, несмотря на температурную нестабильность и неста-

бильность в высоких щелочных растворах; заменителями фосфатов являются НТА, ЭДТА и др.

Причины снижения моющего эффекта препаратов

Снижение эффективности мойки может быть связано:

- с высокой жесткостью воды;
- с наличием диоксида углерода (при щелочной мойке);
- с большим содержанием органических соединений или других загрязняющих веществ;
- с низкой концентрацией растворов (оптимальная концентрация 2-3%) или коротким временем воздействия;
- с несоблюдением режимов (температуры и рН среды);
- с низкой скоростью циркуляции растворов, которая д.б. не < 1,5-2 м/с.

Дезинфицирующие вещества

Существуют вещества, которые замедляют или полностью тормозят рост микроорганизмов - дезинфектанты. Если вещество подавляет рост бактерий, а после его удаления или снижения концентрации рост возобновляется вновь, то говорят о бактериостатическом действии. Бактерицидные вещества вызывают гибель клеток.

Различие в эффективности действия дезинфектантов зависит от механизма их действия, концентрации химических агентов, температуры, рН среды, вид микроорганизма, возраст вегетативных клеток, спорообразование.

Эффективность дезинфектантов характеризуется величиной D_{10} – это время, необходимое для того, чтобы в определенной популяции (скоплении клеток) при определенных условиях среды вызвать гибель 90% клеток.

Сильным антимикробным действием обладают соли тяжелых металлов – ртути, меди, серебра; окислители – хлор, озон, йод, пероксид водорода, хлорная известь, перманганат калия; щелочи – каустическая сода (NaOH);

кислоты – сернистая, фтористо-водородная, борная; газы – сероводород, диоксид углерода, оксид углерода, сернистый газ.

Механизмы действия дезинфицирующих веществ

Повреждение поверхностных структур (клеточной стенки и цитоплазматической мембраны)

Фенолы, крезолы, нейтральные мыла и ПАВ действуют на наружные слои клеточной стенки и нарушают избирательную проницаемость плазматической мембраны. В бродильной промышленности активно используют ПАВ, которые имеют полярную структуру и содержат как гидрофильные, так и гидрофобные группы. Антисептическое действие этанола в концентрации 70% связано с коагуляцией белков.

Повреждение ферментов и нарушение метаболизма

Действие многих дезинфицирующих веществ основано на ингибировании ферментов клетки (таблица 3). Различают ингибирование обратимое и необратимое, конкурентное и неконкурентное.

Соли тяжелых металлов и формалин вызывают быструю коагуляцию белков цитоплазмы, фенолы – инактивацию дыхательных ферментов, в то время как щелочи и кислоты гидролизуют белки и тем самым влияют на обмен веществ клетки. Также инактивируют ферменты окислители: хлор, озон, пероксид водорода.

Таблица 3 - Механизм действие дезинфицирующих веществ

Направление действия	Дезинфицирующие агенты	Механизм действия
Повреждение клеточной стенки и клеточных мембран	Этанол, формалин	Коагуляция белка
	Полипептидные ПАВ, фенолы	Нарушают функцию клеточных мембран, накапливаясь в них
	Антибиотики пенициллинового ряда	Разрушают клеточную стенку, в основном Гр(+) бактерий
	Щелочи и кислоты	Гидролиз белков

Повреждение ферментов и нарушение метаболизма	Тяжелые металлы	Связывают SH-группы ферментных белков, изменяя их структуру и ферментативную активность. Блокируют функциональную сульфгидрильную группу КоА
	Хлор, озон, пероксид водорода	Инактивация ферментов путем окисления
	Антимицин А	Нарушает перенос электронов по дыхательной цепи
	2,4-динитрофенол	Разобщает процессы окисления и фосфорилирования в митохондриях
	ЭДТА	Связывание коферментом (главным образом двухвалентных металлов)
	Фторацетат	Блокирует цикл трикарбоновых кислот
Конкурентное ингибирование	Оксид углерода	Подавляет дыхание, конкурируя с кислородом за цитохромкиназу (конкурентное торможение)
	Сульфонамид	Антиметаболит 4-аминобензоата. Аминобензоат входит в состав тетрагидрофолиевой кислоты. Метаболит и антиметаболит беспрепятственно входят в клетку и включаются в фолиевую кислоту
	...	Антиметаболит аргинина
	Малонат	Антиметаболит сукцината. Малонат ингибирует сукцинатдегидрогеназу, фермента ЦТК
Подавление синтеза нуклеиновых кислот и белка	Антибиотики	Направлено на функцию рибосом, влияют на синтез ДНК и РНК

Подавление синтеза белков и нуклеиновых кислот антибиотиками

Для определенных групп бактерий известны антибиотики, подавляющие синтез белка. При этом действие антибиотиков направлено на нарушение функции рибосом или торможение процесса связывания аминокислот между собой (стрептомицин, неомицин, эритромицин и др.) Другие (митомицин и актиномицин D) избирательно влияют на синтез ДНК или РНК.

Методы дезинфекции

Различают следующие методы дезинфекции: химический, термический, химиотермический.

Метод термической дезинфекции: подача пара в трубопроводы и аппараты, при этом все поверхности нагреваются до 90°C и выдерживаются при

этой T не менее 10 мин (например, этот способ используют на этапе получения чистой культуры дрожжей).

Для дезинфекции оборудования и производственных помещений используют метод химической дезинфекции: на поверхность наносится химический состав, который через 30-60 мин смывается водой. Химическая дезинфекция проводится при той температуре, при которой осуществляются технологические процессы в данном оборудовании. Химическая дезинфекция обычно не применяется в открытых системах, а также на многих участках технологического процесса в пределах закрытых систем (производство напитков, склады).

Химиотермическая дезинфекция: применение повышенных температур (60-100°С) для снижения концентрации дезинфектантов или сокращения времени их воздействия.

Типы дезинфицирующих средств

В таблице 4 даны сведения о некоторых типах дезинфицирующих средств, применяемых в пищевой промышленности.

При выборе дезинфицирующего вещества следует остановиться на том, которое наиболее эффективно действует на микрофлору производства. Дезинфицирующие вещества содержат не только чистый препарат антисептика, но также и некоторое количество вспомогательных средств: ПАВ – для улучшения смачиваемости, комплексообразователи – для снижения выпадения солей жесткости.

Эффективность применения дезинфицирующих растворов зависит:

- от природы дезинфицирующего вещества;
- от чистоты обрабатываемой поверхности;
- от температуры раствора (многие вещества снижают свою активность при низких температурах, однако это не относится к надуксусной кислоте, которая одинаково хорошо действует в широком диапазоне температур от 0 до 30°С);

- от pH среды;
- от концентрации дезинфектанта (не существует приборов, с помощью которых можно проверять концентрацию этих веществ, поэтому дезинфицирующие средства почти всегда используют однократно. Более того, препараты, содержащие активный хлор, не могут использоваться многократно, так как восстановленные соединения хлора вызывают коррозию поверхностей).
- от времени обработки.

Таблица 4 - Типы дезинфицирующих веществ

Дезинфицирующие вещества	Применение	Отрицательный эффект	Примечание
Соединения хлора (гипохлорит, хлорамины, хлорфосфаты, препараты на основе дихлоризоциануро... кислоты: хлордезан, дихлор-1, хлорцин-N)	Применяются в закрытых системах только в щелочной среде	Белковая чувствительность; вызывают коррозию; появление посторонних привкусов в пиве	Экологически опасные концентрации 100-500 мг/л по отношению к хлору, температура 25°C. Стойкость при хранении ограничена
Надуксусная кислота (НУК)	Применяются в закрытых системах; может добавляться в воду при ополаскивании	Белковая чувствительность; вызывает коррозию; из-за запаха не добавляются в замочные чаны; действуют на кожу	Активные концентрации 1,0% (в дезоксоне-4 составляет 5-9% НУК). Оптимальная температура 0-30°C. Хорошая совместимость
Монохлоруксусная, монобромуксусная кислоты	Рекомендуется для дезинфекции по методу SIP при производстве напитков. Многократное использование	Высокая токсичность; не используется в замочных чанах	
Четвертичные соединения аммония (катамил АБ, катионные ПАВ), бигуаниды, азотсодержащие амфотерные ПАВ, производные жирных аминов	В открытых системах (мойка бутылок, лагерных и бродильных ...)	Ограниченное применение, так как адсорбируются на поверхности оборудования; отрицательно влияют на качество пены (инактивируют тензиды); плохо смываются	Низкие активные концентрации (0,2-0,5%), не имеют значительные коррозионные свойства в комбинации с альдегидами. Быстрый антимикробный эффект. Недостаточно эффективны действуют на Gr(-). Применение ограничено низкой кислотностью pH
Перекись водорода	При введении чистой культуры дрожжей, для обработки		Не должна смешиваться с другими соединениями, содержащими

	семенных дрожжей, в цехе розлива		
Альдегиды (формальдегид, глутардиальдегид, глиоксаль)	В закрытых системах	Ограниченное применение из-за высокой белковой чувствительности; медленно действуют, поэтому используют в комбинации с четвертичными соединениями; в щелочной среде нестабильны	
Йодные препараты, спиртовые аэрозольные препараты	Дезинфекция наружных участков разливочных машин	Ограниченное применение: применяют только в кислой среде и при низких температурах	Короткое время во низкие температуры. концентрации по йоду
Азотная кислота	Дезинфекция по методу СІР	Возможно повышение уровня нитратов в пиве	Активные концентрации
Каустическая сода	Дезинфекция по методу СІР	Высокие коррозионные свойства	Горячие 2-3%-ные растворы (90°C). Для предотвращения посторонних микроорганизмов щелочи следует вносить фиксирующие добавки

Выбор моющих и дезинфицирующих средств

Моющие средства следует выбирать в зависимости от вида удаляемого загрязнения. При органической природе загрязнений рекомендуется применять нейтральные моющие средства и щелочи. Хлор и не содержащие хлора окисляющие вещества способствуют усилению эффекта от применения щелочных моющих растворов, в частности способствуют растворению и окислению таких органических соединений, как белок и смолы. При неорганической природе загрязнений, например, при отложениях пивного или винного камня, используют кислотные моющие средства.

К моющим веществам следует предъявлять следующие требования:

- вещества должны обладать одновременно моющим и дезинфицирующим эффектом;
- они должны хорошо растворять загрязнения и быстро смываться;

- вещества не должны иметь цвет, вкус и запах и быть безвредными для человека;
- препараты должны иметь низкое поверхностное натяжение для глубокого проникновения активного агента в слой загрязнений;
- они должны хорошо диспергироваться, то есть препятствовать агрегации (соединению веществ);
- при использовании метода мойки СІР дезинфицирующие материалы должны иметь низкое пенообразование;
- при выборе моющих веществ следует руководствоваться совместимостью активных компонентов с материалом очищаемой поверхности.

Следует добавить, что нержавеющая сталь не устойчива к действию хлорсодержащих соединений; они вызывают коррозию, причем, чем ниже величина рН, тем больше корродирует металл.

Для промывки резиновых шлангов следует использовать слабощелочные растворы.

При выборе дезинфицирующих средств следует учитывать целый ряд факторов:

- препарат в рабочих концентрациях должен быть не токсичен для человека;
- скорость проявления бактерицидного эффекта при низкой белковой чувствительности к другим органическим компонентам загрязнений;
- препарат должен иметь широкий спектр действия на все виды инфицирующих пиво микроорганизмов;
- бактерицидная активность должна проявляться при рабочей температуре обрабатываемого объекта;
- препарат должен обеспечить бактерицидное действие при низких концентрациях активного агента;
- препарат должен быть совместим со всеми видами материалов;
- отсутствие пенообразования.