

Микрофилترация в молочном производстве

ДЖ. БОУ-ХАБИБ, В. ТАЛЬХАММЕР
Компания MMS AG Membrane Systems,
Швейцария

Качество молока и молочных продуктов определяется в первую очередь двумя факторами – сроком хранения и вкусом. Продолжающаяся диверсификация молочных продуктов, повышение требований к их транспортировке и срокам хранения, а также сезонные изменения бактериологической загрязненности молока требуют расширения применяемых методов производства.

Увеличение сроков хранения путем тепловой обработки имеет серьезные недостатки. Альтернативная технология должна обеспечивать удаление бактерий независимо от их свойств или концентрации, не оказывая отрицательного влияния на вкус продукта. Микрофилтрация удаляет бактерии с помощью физического барьера, не влияя на состав молока.

ПРОИЗВОДСТВО СЫРОВ

В зависимости от времени года и региона молоко в различной степени может быть загрязнено молочнокислыми бактериями и их спорами. Эти бактерии появляются в молоке из-за кормления коров силосом, они термоустойчивы и вызывают пороки сыра на поздних стадиях созревания. Традиционно для предотвращения развития молочнокислых бактерий добавляют нитрат и лизоцимы, что снижает качество сыра. В западноевропейских странах допустимое количество добавления нитрата ограничено в связи с тем, что из него образуются вредные для здоровья нитрозамины. А для так называемых биопродуктов (экологически чистых продуктов питания) применение нитрата и лизоцимов запрещено.

Другим способом предотвращения поздних пороков сыра является снижение количества вредных спор с помощью бактофугирования молока. При одно- или двукратном бактофугировании возможно удалять до 95 % бактерий и спор,

что снижает риск возникновения пороков, но не снимает его совсем.

Стерилизация методом УНТ полностью убирает споры и таким образом исключает риск поздних пороков сыра. Однако вкус молока и качество сыра изменяются в худшую сторону.

Микрофилтрация сокращает количество спор более чем на 99,99 %. Риск появления поздних пороков, а значит, и потерь продукта полностью исключен. Кроме того, не меняется состояние компонентов молока, что позволяет получать сыр великолепного качества. Качество подсырной сыворотки при этом также улучшается.

МОЛОКО С УВЕЛИЧЕННЫМ СРОКОМ ХРАНЕНИЯ (ESL)

На полках магазинов уже несколько лет можно видеть так называемое питьевое ESL-молоко (Extended Shelf Life), расширяющее предложение молочных продуктов и все больше заменяющее пастеризованное. Оно имеет по сравнению с пастеризованным молоком серьезные преимущества для производителя и потребителя. Значительно более высокая безопасность производства снижает потери продукта. Сокращение рекламаций положительно сказывается на имидже марки. Облегчается логистика, так как меньше возвратов продукта, а более длительные сроки хранения позволяют реже поставлять его в торговые сети. В то время как пастеризованное молоко имеет максимальный срок хранения 8 дней, молоко ESL хранится в охлажденном виде более 21 дня. Потребитель получает продукт, который при том же вкусе намного безопаснее, поскольку в нем меньше бактерий по сравнению с молоком, полученным при обычной пастеризации, и исключена опасность вторичного обсеменения после пастеризации.

Сегодня при производстве питьевого молока конкурируют три технологии – бактофугирование, тепловая обработка и микрофилтрация плюс пастеризация. При этом каждая из технологий завершается асептическим розливом. Бактофугированное молоко отличается хорошими вкусовыми качествами, но

срок его хранения больше всего лишь на несколько дней. Тепловая обработка увеличивает при различных вариантах сроки хранения до нескольких месяцев. Однако если необходимо повысить срок хранения на более чем 2 недели, то требуется более жесткая термообработка, что придает молоку привкус кипячения, возникающий за счет денатурации составных частей молока. Только микрофилтрация в сочетании с требуемой законодательством пастеризацией обеспечивает срок хранения 21 день без изменения вкуса и состава молока. На настоящий момент в Швейцарии, Германии и Австрии работают 10 установок, производящих молоко ESL по этому принципу.

КОНЦЕНТРАТЫ БЕЛКОВ

Третья область применения микрофилтрации – производство высокочистых нативных белковых продуктов, в первую очередь молочных белков для продуктов питания грудных младенцев. Строгие требования к качеству белков, а также последующие технологические процессы производства порошкообразного продукта не позволяют осуществлять высокотемпературную обработку.

Кроме того, тепловая обработка может лишь дезактивировать микроорганизмы – возбудители болезней. Оставшиеся в продукте микробные клетки могут вызывать у младенцев аллергические реакции на искусственное питание.

Бактофугирование в данном случае также не обеспечивает необходимого отделения микроорганизмов и не гарантирует безопасность процесса. Микрофилтрация за счет физического барьера позволяет удалить патогены из сыра, т.е. обезжиренного молока или сыворотки. Белки при этом остаются в нативном состоянии и могут подвергаться оптимальной дальнейшей переработке. Лидер рынка швейцарской молочной промышленности успешно производит белковые концентраты с прошлого года на микрофилтрационной установке холодной пастеризации «MMS Swissflow».

ПРОЦЕСС МИКРОФИЛЬТРАЦИИ

При микрофилтрации жидкость под действием межмембранного давления проходит через фильтр – мембрану (рис. 1). Мембрана свободно пропускает белки, сахара и соли. Если размер частицы больше поры мембраны, то такие частицы задерживаются на поверхности мембраны и образуют слой. Постоянное прокачивание ренентата параллельно поверхности мембраны смывает этот слой и предотвращает забивку фильтра.

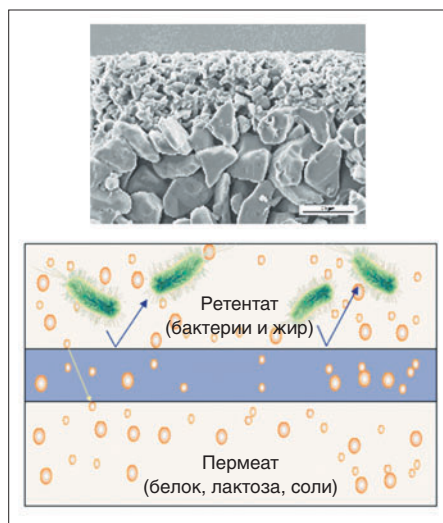


Рис. 1. Структура мембраны (вид под электронным микроскопом) и схема разделения

Размер пор 1,4 мкм позволяет удалить из молока более 99,99 % бактерий и спор. Однако молочный жир не может пройти через мембрану, что затрудняет процесс филтрации. Поэтому на филтрационной установке обрабатывается только обезжиренное молоко или

сыворожка. Сливки обрабатываются традиционным нагревом.

При микрофилтрации входящий поток разделяется на две фракции: пермеат и ретентат. Пермеат проходит через мембрану и, таким образом, является обеззараженным продуктом. На первой ступени установки пермеат составляет приблизительно 95 % входящего потока. На многоступенчатых установках количество пермеата может составлять 99,5 % объема входящего обезжиренного молока. Это соответствует степени концентрации 20 и 200 в зависимости от отделения жира, качества сырья и мощности установки. Микроорганизмы скапливаются в ретентате, т.е. в той части, которая не проходит через мембрану. Ретентат можно добавить в сливки или переработать отдельно.

Для производства питьевого молока и сыра отдельные потоки (обезжиренное молоко и сливки) в зависимости от заданной жирности объединяются, при этом необходимо проводить частичную или полную гомогенизацию. Также возможно (при производстве молока ESL) соединять молоко и сливки после пастеризации обезжиренного молока во избежание повторной тепловой обработки сливок. Белковые концентраты поступают на дальнейшие производственные операции непосредственно в виде пермеата. Компания MMS AG производит также все необходимое оборудование для ультрафилтрации и владеет этой технологией (рис. 2).

СИСТЕМЫ ХОЛОДНОЙ СТЕРИЛИЗАЦИИ МОЛОКА

Технология микрофилтрации в молочной промышленности применяется

с середины 1980–х годов. Вскоре после начала ее внедрения стало ясно, с какими сложностями связан этот процесс. В частности, требуются безошибочный контроль давления филтрации и оптимальная равномерная загрузка поверхности мембраны для предотвращения ее загрязнения и обеспечения стабильности филтрации. Кроме того, важно обеспечить минимальное количество «мертвых» зон в установке, где накапливаются остатки продукта, а также максимальную разгрузку установки перед запуском процесса и после его окончания для сокращения потерь молока при мойке и за счет разбавления водой. Эффективная мойка и стерилизация мембранной установки перед производством являются критическими моментами для обеспечения безопасного производства. Инженеры MMS AG знакомы с этими проблемами и нашли решения, которые были последовательно реализованы в конструкции установок «Swissflow MF» и адаптированы к промышленным нуждам.

Инновационный дизайн подключений мембранных модулей уменьшает «мертвый» объем и занимаемую установкой площадь, облегчает последующее расширение установки и одновременно обеспечивает ее полную разгрузку. Применяемые мембраны «Isoflux» являются лучшими на сегодня в отношении экономичности и стабильности процесса. Все прочие компоненты соответствуют наивысшим гигиеническим требованиям. Процесс мойки и стерилизации установок был проработан совместно со швейцарскими молокозаводами. Потребление энергии и занимаемая площадь намного ниже по сравнению с установками тепловой обработки, и эти показатели постоянно улучшаются за счет оптимизации параметров процесса и конфигурации установок.

Сочетая такие факторы, как хороший вкус продукта, безопасность процесса и экономичность установок, микрофилтрационные системы холодной пастеризации «MMS Swissflow» способны удовлетворить самые строгие требования по удалению бактерий при переработке молока.

Другие области применения микрофилтрации:

- стерильная филтрация солевого раствора в сыродельном производстве;
- концентрирование и фракционирование молочных белков, например, для производства творога с уменьшенным выходом кислой сыворожки;
- удаление жира из обезжиренного молока и сыворожки.

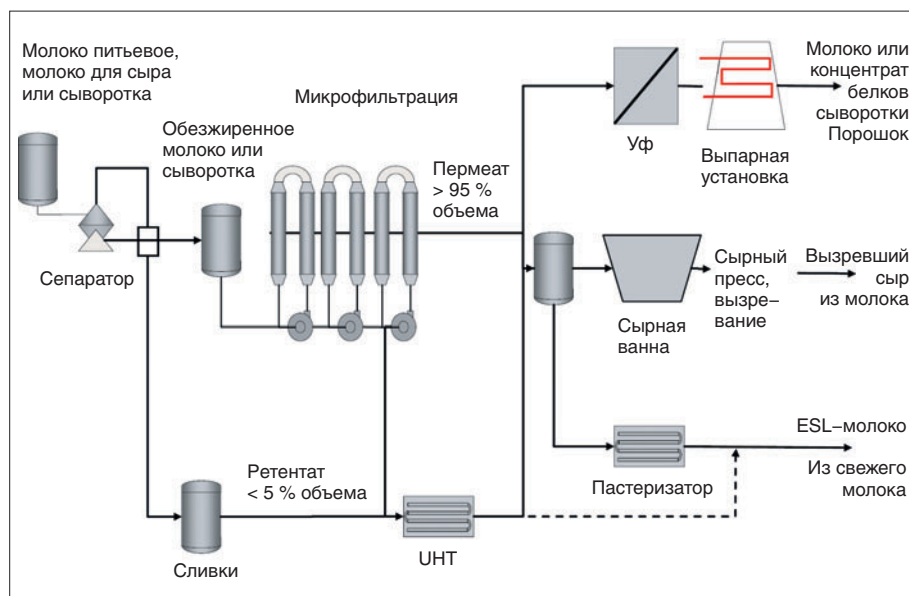


Рис. 2. Технологическая схема процесса микрофилтрации