

Микрофльтрация молока — искусство или технология?



А. Ф. Зябрев, к.т.н.,

член-корреспондент РИА, ЗАО НПО «Элевар», г. Москва

Удаление или уничтожение микроорганизмов в сыром молоке является важным этапом переработки молока для повышения его качества, безопасности и сроков хранения.

Существенным образом улучшить качество молока и повысить его сроки хранения до

18-20 дней позволяют современные способы мембранной технологии.

Микрофльтрация позволяет удалить как бактерии, так и споры из молока с эффективностью более 99,8 %, т.е. в 500 раз и более. Такую эффективность удаления бактерий и спор невозможно достичь другими способами механического выделения, в т. ч. бактофугированием. Это гарантирует увеличение сроков хранения молока в несколько раз, при этом в молоке сохраняются все полезные вещества. Кроме того, такое молоко является качественным сырьем для производства молочных продуктов, творога и сыров.

Искусство применения микрофльтрации для молока определяется тем «ноу хау», которое имеет разработчик оборудования и технологии, доставляющий наслаждение потребителю от достигнутого результата: «микрофильтрованное молоко немного дороже, но его покупают, потому что оно вкуснее».

Технологический путь сырого молока к нормализованному микрофильтрованному молоку с низким содержанием бактерий лежит через несколько стадий обработки. На первом этапе сырое молоко разделяется на сливки и обрат в соотношении 1:10. На этой же стадии сепарирования в современных процессах молоко очищается частично от бактерий и слизи.

Обрат с уменьшенным содержанием бактерий (примерно на 70 %) направляется на микрофльтрацию. Выход микрофильтрованного обрата составляет более 95 % (при факторе концентрирования 1:20).

Концентрат от процесса микрофльтрации (менее 5 %) может смешиваться со сливками или использоваться как отход на корм животным (естественно после его термической обработки).

Сливки, содержащие в большом количестве бактерии и споры, подвергаются высоко температурной обработке при 130 °С продолжительностью 2–3 с.

После микрофльтрации обрат с пониженным на 99,8 % содержанием бактерий и спор смешивается с термически обработанными сливками в необходимом соотношении, и эта смесь подвергается гомогенизации при 6,0–15,0 МПа. На конечном этапе гомогенизированное молоко, как правило,

обрата и высокотемпературной обработки сливок, смешанных с концентратом от микрофльтрации, при получении нормализованного молока получил за рубежом название как способ «Vactocatch» (Швеция, Альфа Лаваль, 1991г.).

Типичный уровень задержки микроорганизмов приведен в таблице 1 (Pedersen P.J., 1991).

Следует отметить, что соматические клетки, минимальный размер которых 10мкм задерживаются при микрофльтрации полностью, т. е. на 100 %.

Установлено, что эффективность задержки бактерий не зависит от фактора концентрирования и трансмембранного давления.

При микрофльтрации молока помимо бактерий и спор задерживаются в небольшом количестве крупные мицеллы казеина и жировые шарики. Поэтому, с точки зрения максимального сохранения компонентов в микрофильтрованном молоке важно выбрать оптимальный размер пор керамической мембраны.

ПАРАМЕТРЫ КОНСТРУКЦИИ МИКРОФИЛЬТРАЦИОННЫХ УСТАНОВОК

В настоящее время микрофльтрация в молочной отрасли России находится на начальном этапе промышленного внедрения. ЗАО НПО «Элевар», одним из направлений деятельности которого является развитие мембранных технологий и соответствующего оборудования, разработал ряд установок для микрофльтрации обезжиренного молока (см. таблицу 2).

Установки – компактны и размещаются на раме из нержавеющей стали AISI 304. Занимаемая площадь от 3 м² до 6 м². Варианты управления – от ручного до полностью автоматического.

В установках используются многоканальные керамические элементы (19 каналов диаметром 6 мм) нескольких зарубежных компаний Германии. В течение нескольких лет проводились исследования процесса микрофльтрации молока через керамические мембраны этих компаний с разным номиналом пор и выбраны оптимальные.

Таблица 1. Уровень задержки микроорганизмов при микрофльтрации молока.

Тип бактерий	Содержание бактерий в оброте на входе, КОЕ/мл	Содержание бактерий в оброте после микрофльтрации, КОЕ/мл	Эффективность задержки бактерий
I. Общее содержание	(1,2 -28) 104	< 7-48	99,98
II. Общее содержание	6,1 105	1,1 102	99,98
Bacillus cereus spores	≥ 1,5 104	< 10	99,95
Anaerobic spores	60-4500	< 3-25	99,3

Таблица 2. Установки ЭЛЕВАР для микрофльтрации обезжиренного молока

№ п/п	Тип установки	Производительность по микрофильтрованному молоку, л/час	Поверхность фльтрации, м ²	Мощность, кВт
1	МФС2х2х19М41	15 000	32,6	62
2	МФС2х2х19(7)М41	10 000	22,3	43
3	МФС2х2х7М41	5 000	12,0	25
4	МФС2х2х7(3)М41	3 500	8,6	19
5	МФС2х2х3М41	2 300	5,2	14

пастеризуется (72 °С в течение 15 с) для повышения его бактериальной безопасности и снижения риска присутствия нежелательных бактерий, особенно патогенных и кишечной палочки. Известно, однако, что за рубежом в некоторых случаях обходятся без конечной пастеризации, при условии высокого уровня санитарии производства молока на всех стадиях.

Сочетание процессов микрофльтрации

Эффективность задержки бактерий и спор составила 99,2 – 99,9 % в зависимости от номинала пор и содержания микроорганизмов в исходном молоке, при этом задерживались даже бактерии группы кишечной палочки. В микрофильтрованном молоке оставалось не более 150 бактерий в мл, в том числе не более 10 спор. Для того, чтобы еще уменьшить содержание бактерий микрофильтрованное молоко после нормализации по жиру подвергали пастеризации при 72 °С в течение 15 с, что позволяло достигать по общей обсемененности показателя не более 10 КОЕ/мл.

Компания «Элевар» поставляет как отдельные установки для микрофльтрации обезжиренного молока, так и полный комплект оборудования «под ключ» для получения микрофильтрованного молока из молока сырья.

ЭКОНОМИКА

Эксплуатационные затраты на линию получения микрофильтрованного пастеризованного молока складываются из затрат на подготовку сырого молока, сепарирования (разделение молока на обрат и сливки), микрофльтрацию обрата, стерилизацию

сливок, смешение микрофильтрованного обрата и сливок и гомогенизацию нормализованной молочной смеси.

Пример расчета эксплуатационных затрат установку микрофльтрации обезжиренного молока производительностью 5000 л/ч (табл. 3).

Примечание.

Исходные данные: производительность – 5 000 л/ч; поверхность фльтрации – 12,0 м² (2х6м²); полный автомат; время фльтрации – 10 ч/сут.; время мойки – 4 ч/сут.

Таким образом, эксплуатационные затраты на микрофльтрационную установку составят 1 114,4 тыс. руб. в год. Такая установка в год обрабатывает 15 млн л молока. Повышение себестоимости молока за счет микрофльтрации составит 0,07 руб./л. молока. Можно ожидать, что за счет повышения качества и стойкости молока при хранении, а также улучшения

Таблица 3. Типичные затраты на эксплуатацию системы микрофльтрации производительностью 5000 л/ч.

Вид затрат	Цена, руб.	Расход в сутки	Стоимость, тыс. руб. в год (300 дней.)
Электроэнергия	1,4 / кВт ч	25 кВт	147,0
Пар	0,8/кг	1200 кг	288,0
CIP мойка, вода	24/м ³	6 м ³	43,2
Вода охлаждения	12/м ³	6 м ³	21,6
Моющие средства	40/кг	40 кг	12,0
Оператор/3час.	440/час	3 час	396,0
Техническое обслуживание	2% от кап. стоим.	–	136,0
Мембраны керамические	26250/м ²	Замена через 5 лет	70,6
		Всего	1 114,4

его потребительских свойств, увеличение цены на микрофильтрованное молоко составит минимум 2 руб./л. Например, микрофильтрованное молоко за рубежом (Франция) продается дороже на 0,04-0,06 евро (1,5-2,0 руб.).

Таким образом, дополнительный доход от реализации микрофильтрованного молока составит не менее 28-29 млн. руб. в год. Учитывая стоимость затрат на дополнительных стадиях при производстве микрофильтрованного молока, срок окупаемости всей линии производительностью 5000 л/час будет менее 0,5 года. 💧



МЕМБРАННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ

микрофльтрации, ультрафльтрации и нанофльтрации молока и сыворотки



МФС-8
Установка для микрофльтрации обезжиренного молока



УФС-360
Установка для концентрирования сыворотки при производстве белковых концентратов WPC-80



УФС-240
Установка для концентрирования цельного и обезжиренного молока



МФС-60
Установка для получения гомогенного творога

Комплексные решения по созданию и модернизации молочных производств

БОЛЕЕ 300 РЕАЛИЗОВАННЫХ ПРОЕКТОВ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

www.elevarmemb.ru

тел. 8(495)7450000 (доб.618), 8(495)1562916