

УДК 637.1.023:66.081

# Микрофилтрация – лучшая альтернатива снижения загрязненности молока

Д-р техн. наук

**В.Д.ХАРИТОНОВ,**

канд. техн. наук

**С.Е.ДИМИТРИЕВА**

ВНИИ молочной промышленности

Канд. техн. наук

**А.Ф.ЗЯБРЕВ,**

канд. биол. наук

**Т.А.КРАВЦОВА,****Н.В.ГОРЯЧИЙ**

ЗАО НПО «Элевар»

Известные способы антимикробной обработки молока можно разделить на три группы:

- **физические способы**, обеспечивающие подавление или прекращение жизнедеятельности микроорганизмов: охлаждение; термизация, тепловая пастеризация, стерилизация; обработка излучениями различной природы (ультрафиолетовым, лазерным, ультразвуком и т.п.); кавитационное воздействие; обработка сверхвысоким давлением;
- **химические способы**, обладающие бактерицидным или бактериостатическим воздействием – ионный обмен, внесение антимикробных добавок;
- **способы, обеспечивающие извлечение микроорганизмов из молока** – бактофугирование, микрофилтрация.

Из способов, относящихся к I группе, наиболее широкое распространение в силу достаточной простоты технического воплощения и эффективности получили охлаждение (на этапе как предварительного резервирования молока-сырья, так и хранения готовой продукции) и тепловая обработка. Основные недостатки термического воздействия на молоко – высокие энергозатраты, недостаточное воздействие на споры микроорганизмов, изменение нативных свойств белков и значительное разрушение витаминов. Мягкая тепловая обработка (60–68 °С с выдержкой до 30 с), называемая термизацией, применяется для предотвращения развития в молоке психротрофной микрофлоры. Термизация создает условия для сохранения пищевой и биологической ценности молока при хранении

Вступивший в силу технический регламент на молоко и молочные продукты призван усилить позиции естественных молочных компонентов и сырого молока в производстве продуктов питания и, как следствие, повысить качество питания россиян. Сохранить при обработке молока его компоненты максимальным образом и повысить в несколько раз срок его годности позволяет микрофилтрация.

Новая категория молока – свежее микрофилтрованное – появилась за рубежом в 1994 г. Это было молоко «Маргарита» (Франция). Выпуск микрофилтрованного молока в некоторых странах ЕС растет примерно на 3–4 % в год. В Канаде он составляет 10–12 % от всего выпускаемого питьевого молока. Характерно, что в странах ЕС, в отличие от России, доля пастеризованного питьевого молока весьма высока и составляет 70–80 % от всего выпускаемого питьевого молока. Понять место и значение микрофилтрации среди известных способов санации молока позволяет их сравнение.

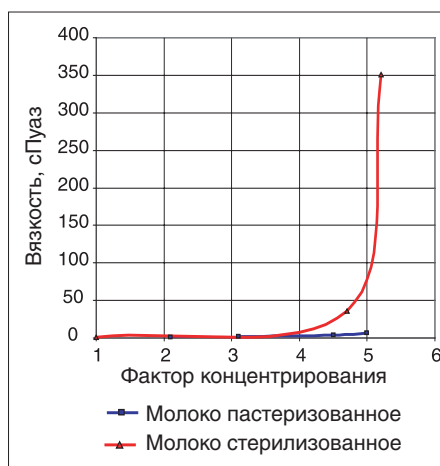
в охлажденном состоянии, эффективность ее для подавления роста микроорганизмов недостаточно высока. При пастеризации (63–99 °С с различной выдержкой) гибнет примерно 95–98 % всех микроорганизмов, за исключением спор. При стерилизации (101–140 °С) погибают практически все микроорганизмы, за исключением некоторых спор. Однако при этом разрушается большая часть витаминов и других полезных ве-

ществ молока, происходят необратимые изменения белков.

На рисунке показано изменение вязкости пастеризованного и стерилизованного молока по мере их концентрирования на керамических мембранах (исследования компании «Элевар»). Данный график позволяет заключить, что после достижения фактора концентрирования примерно 3,5–4 вязкость стерилизованного молока начинает резко возрастать по сравнению с вязкостью пастеризованного молока, а при факторе концентрирования 5 и более вязкость стерилизованного молока нарастает уже стремительно быстро (с 10 до 350 сПуаз и более), превышая вязкость пастеризованного молока в десятки раз. Такое поведение вязкости стерилизованного молока обусловлено присутствием скоагулировавших белков и белков с нарушенной нативной структурой.

Остальные технологические приемы I группы не получили пока практического применения в силу либо недостаточной разработки (УФ-облучение, сверхвысокое давление), либо возможного образования сопутствующих опасных продуктов (гамма-излучение).

Способы II группы практически не используются: ионный обмен слишком сложен в техническом исполнении и



Изменение вязкости молока при 45 °С в зависимости от фактора концентрирования на керамических мембранах с номиналом пор 50 нм

малоэффективен, использование анти-микробных добавок запрещено в странах ЕС.

Способы III группы эффективны с точки зрения удаления бактерий и спор, особенно в сочетании с термической обработкой. Эти способы следует выделить особо и провести их сравнение с другими (табл. 1).

Из приведенных в таблице способов по эффективности уничтожения микроорганизмов можно выделить три: термической стерилизации, комбинированные способы – бактофугирование+пастеризация и микрофльтрация+пастеризация. Достоинства и недостатки термической стерилизации были описаны выше – главное, что она не сохраняет полностью термолабильные составные части молока.

Бактофугирование уступает микрофльтрации по эффективности удаления микроорганизмов. Однако до последнего времени этот способ был одним из немногих, позволяющих получать в промышленных масштабах стойкое пастеризованное молоко.

Микрофльтрация в отличие от других способов позволяет удалить 100 % соматических клеток и 99,9 % бактерий и спор. Совместные исследования компании «Элевар» и ВНИМИ, проведенные с использованием керамических мембран, показали, что микрофльтрованное обезжиренное молоко хранится около 20 сут, подвергнутое дополнительной пастеризации – не менее 30 сут (табл. 2). При микрофльтрации практически не происходит обеднения молока белками и другими ценными компонентами (на практике при определении сроков годности продуктов с целью гаран-

**Таблица 1**

Способ обработки молока	Доля выживших микроорганизмов, %		Сроки годности полученных продуктов при 2–6 °С, сут
	Общее число	Споры	
Термизация	20–30	100	1–3 <sup>1</sup>
Пастеризация	3–5	100	3–7
Пастеризация цельного молока в технологическом цикле с повышенными гигиеническими требованиями к сырью и производственному процессу <sup>2</sup>	2–3	100	10
Стерилизация	Менее 0,01	Менее 0,01	Более 50
Бактофугирование + пастеризация	2–3	0,5–1	До 10
Микрофльтрация + пастеризация	0,01–0,05	0,01–0,05	18

<sup>1</sup> Для резервного хранения сырья, подлежащего промышленной переработке.  
<sup>2</sup> Технология «Молока отборного».

**Таблица 2**

Продукт	Показатели процесса микрофльтрации обезжиренного молока и его хранения		
	КМАФАнМ, КОЕ/г (см <sup>3</sup> )	БГКП <sup>1</sup>	Срок хранения образцов <sup>2</sup> , сут
Обезжиренное молоко	(0,8–2) · 10 <sup>6</sup>	Обнаружено в 1,0	–
Пермеат (микрофльтрованное обезжиренное молоко)	50–300	Не обнаружено в 0,1 в 80 % опытов	20
Пермеат после пастеризации (75 °С 15 с)	5–10	Не обнаружено в 0,01	Более 30

<sup>1</sup> Количество продукта (г или см<sup>3</sup>), в котором не обнаружено БГКП.  
<sup>2</sup> Срок хранения, при котором КМАФАнМ в образцах не превышал 5 тыс. КОЕ/см<sup>3</sup>.

тии их качества и безопасности делается ужесточающий допуск их сроков реализации).

Использование микрофльтрации в сочетании с пастеризацией является дальнейшим шагом в области развития технологии высококачественного питьевого молока. Это молоко с длительным сроком годности, в нем сохраняются разрушающиеся при высокотемпературной обработке компоненты. Микрофльтрованное молоко сохраняет привычный вкус пастеризованного

молока, что в сочетании с вышеперечисленными особенностями и ценой делает его продуктом выгодной реализации.

Микрофльтрационные установки с керамическими мембранами безребойно работают более 10 лет, при этом срок службы керамических мембран составляет более 5 лет. Опыт работы молочных предприятий за рубежом показывает, что инвестиции в технологию микрофльтрации себя оправдывают.

**Мп**

## ЦЕНА ПОДПИСКИ НЕ МЕНЯЕТСЯ

«Молочная промышленность»

Индекс 70573

(в каталоге «Роспечать»).

На II полугодие 2009 г.

стоимость одного номера журнала – 385 руб.

«Сыроделие и маслоделие»

Индекс 47348

(в каталоге «Роспечать»).

На II полугодие 2009 г.

стоимость одного номера журнала – 250 руб.

«Все о молоке, сыре и мороженом»

Индекс 32961

(в каталоге «Роспечать»).

На II полугодие 2009 г.

стоимость одного номера – 10 руб.

ОПЕЧАТКА

В журнале «Молочная промышленность» № 4 на с. 10 в первом абзаце вместо 42 °С следует читать 4±2 °С.