

# **МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МОЛОКА**



# Механическая обработка молока

Механические воздействия при транспортировании, центробежной очистке молока, сепарировании, перекачивании, перемешивании и гомогенизации, в основном, сопровождаются изменением степени дисперсности жира (дробление жировых шариков или их агрегация).

Механическая обработка может вызвать образование пены, снижающей устойчивость жировой дисперсии молока и коллоидных частиц белков; могут изменить структуру и свойства казеина и сывороточных белков.

# Центробежная очистка и сепарирование

Процесс сепарирования представляет собой механическое разделение молока на фракции под действием центробежной силы.

Сепарирование применяют для разделения молока на сливки и обезжиренное молоко, а также для его очистки от механических примесей. Кроме того при сепарировании из сыворотки выделяют белки, получают высокожирные сливки, отделяют микроорганизмы от молока (бактериофугирование).

# Центробежная очистка и сепарирование



Сепарирование идет в специальных машинах — сепараторах.

В сепараторной слизи вместе с механическими примесями частично удаляются крупные белковые частицы, мелкие жировые шарики, лейкоциты и микроорганизмы.

Очистка молока не вызывает существенных изменений его составных частей.

**Бактофуга разделитель жидкостной с центробежной автоматической периодической выгрузкой осадка, предназначен для удаления споровых микроорганизмов и бактерий из молока.**

**Бактофуга обеспечивает сохранность качества молока, позволяет производить более качественные продукты (пастеризованное молоко, сухое молоко, сыры) увеличить их срок годности.**



# Бактофугирование

Кислотность молока в результате бактофугирования понижается на 1-2°Т, а при совмещении бактофугирования с тепловой обработкой – на 3-4 °Т. Составные части молока существенно не изменяются (сух.в-во 11,6%, жир 3,4%, белки 2,8%). Размеры жировых шариков меняются незначительно.

## Центробежная очистка и сепарирование

Состав и физико-химические свойства молока — вязкость, плотность, кислотность и степень диспергирования жира влияют на степень обезжиривания молока. Предварительная обработка и длительное хранение молока отрицательно влияют на степень обезжиривания.

Степень обезжиривания зависит от температуры молока. Оптимальной температурой сепарирования принято считать 35-45°C, более высокие температуры применяют при получении высокожирных сливок.

# Центробежная очистка и сепарирование

Повышение температуры сопровождается дроблением жировых шариков и вспениванием обезжиренного молока и сливок. Наличие пены отрицательно влияет на свойства сливок, вызывая коагуляцию белков и образование комочков жира; в сливках увеличивается количество свободного жира.

Менее интенсивное дробление жировых шариков наблюдается при сепарировании холодного молока (1-5°C), однако приводит к снижению производительности (вязкость молока повышается).



## Перекачивание и перемешивание

При перекачивании молока и сливок насосами уменьшается количество мелких жировых шариков и происходит диспергирование крупных с увеличением числа средних ( $\varnothing$  2-4 мкм). Степень диспергирования жира увеличивается с возрастанием напора в линии нагнетания.

В результате воздействия на оболочки жировых шариков происходит частичная дестабилизация жира. При перекачивании часто образуется пена, продукт обогащается воздухом, его коллоидная система нарушается.

## Перекачивание и перемешивание

Плотность и способность к сычужному свертыванию изменяется незначительно, вязкость возрастает.

Перемешивание свежесычуженого молока мешалками не влияет на диспергирование и стабильность жира. При воздействии мешалок на молоко во время длительного хранения оболочки жировых шариков могут нарушаться (образуется свободный жир, склонный к липолизу).

# Мембранные методы обработки



К мембранным методам обработки – разделение смесей с помощью специальных полупроницаемых мембран, имеющих поры размером 0,5 мкм, относится ультрафильтрация (УФ).

УФ в молочной промышленности применяют с целью концентрирования цельного или обезжиренного молока перед выработкой сыра, творога и др. молочных продуктов.

# Мембранные методы обработки

В процессе ультрафильтрации на мембране задерживаются только высокомолекулярные вещества, а вода и низкомолекулярные соединения проходят через поры мембраны в фильтрат.

Ультрафильтрация молока при низкой и средней степени концентрирования экономически целесообразна, т.к. способствует повышению выхода продуктов, устраняет потери жира и белка.

# Гомогенизация

В результате гомогенизации в молоке образуются однородные по величине шарики диаметром около 1 мкм. Степень диспергирования жировых шариков зависит от температуры, давления гомогенизации, содержания жира и др. факторов.

В молоке после гомогенизации не происходит скопления жировых шариков и практически не наблюдается отстоя сливок.



# Гомогенизация

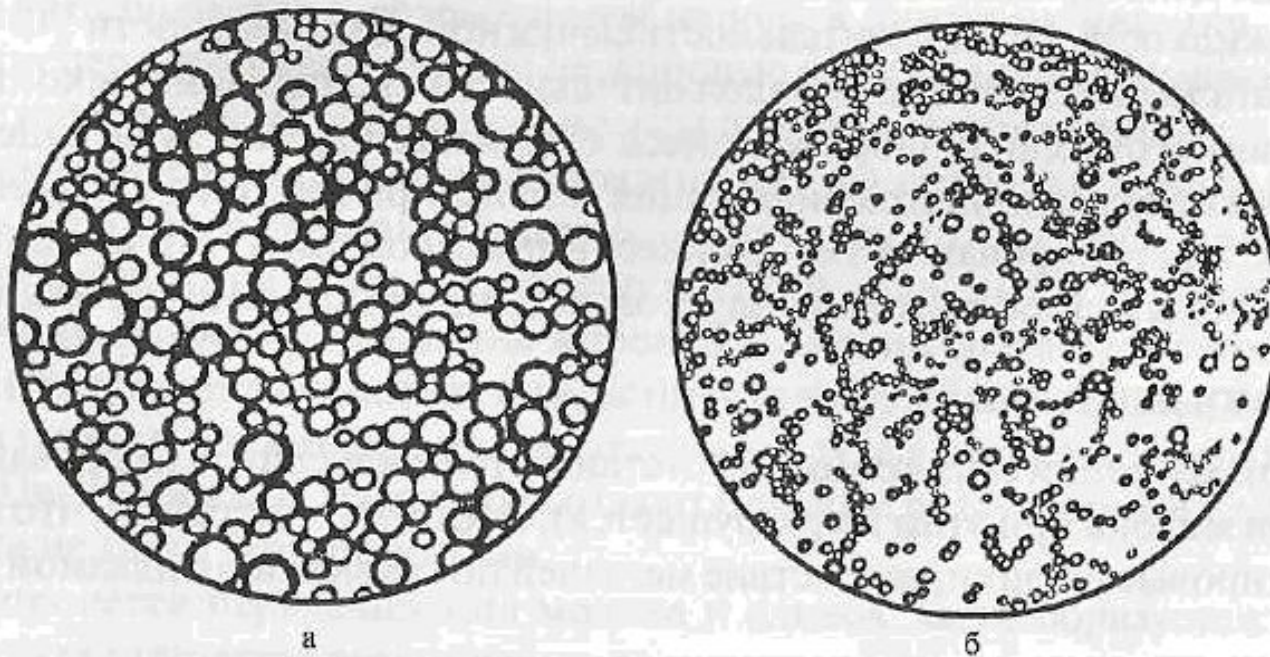


Рис. 35. Жировые шарики под микроскопом:  
*а* — негомогенизированное молоко; *б* — гомогенизированное молоко

# Гомогенизация

В гомогенизированном молоке с повышенным содержанием жира (сливках) может быть недостаточно оболочечного вещества для быстрого образования новых оболочек, часть жира остается незащищенной. Между жировыми шариками с гидрофобной поверхностью активно действуют силы межмолекулярного сцепления, происходит слияние отдельных шариков.

В процессе гомогенизации изменяется не только молочный жир, но белки и соли. Диаметр казеиновых мицелл уменьшается, часть их распадается на фрагменты и субмицеллы, которые адсорбируются поверхностью жировых шариков.

Изменяется солевой баланс молока: в плазме увеличивается количество кальция в ионно-молекулярном состоянии, часть же коллоидных

фосфатов и цитратов кальция адсорбируется поверхностью жировых шариков.

В результате гомогенизации изменяются физико-химические, технологические свойства молока. С повышением давления гомогенизации увеличивается вязкость молока, понижаются поверхностное натяжение и пенообразование.

После гомогенизации снижается термоустойчивость молочных эмульсий. Скорость сычужного свертывания гомогенизированного молока повышается, увеличивается прочность полученных сгустков.



# Изменение составных частей молока при тепловой обработке

Для уничтожения микроорганизмов и разрушения ферментов сырье при выработке пищевых продуктов подвергают тепловой обработке. Основная цель - получить при минимальном изменении вкуса, цвета, пищевой и биологической ценности получить безопасный в гигиеническом отношении продукт и увеличить срок его хранения.

В процессе тепловой обработки изменяются составные части молока (белки, ферменты, витамины); кроме того меняются физико-химические и технологические свойства молока – вязкость, кислотность, способность к сычужному свертыванию.

# Белки

Наиболее глубоким изменениям при нагревании молока подвергаются сывороточные белки. Сначала происходит их денатурация, которая сопровождается разворачиванием полипептидных цепей. Затем денатурированные белки при взаимодействии SH-групп образуют дисульфидные связи, с помощью которых агрегируют с потерей растворимости.

Агрегированные частицы сывороточных белков имеют небольшие размеры и сильно гидратированны.

При высоких температурах пастеризации денатурированный белок образует с казеином термостабильные казеиновые мицеллы и сохраняют свою устойчивость в растворе.

**Пастеризация** - это снижение бактериальной обсемененности продукта до гарантированного безопасного уровня.

**Стерилизация** - полное освобождение продуктов от микроорганизмов.

Вид температурной обработки	Денатурация сывороточных белков, %
Пастеризация: 63°C	7
72-74°C, выдержка 15-20 сек	9
85°C	22-30
Стерилизация в бутылках	78-100
УВТ-стерилизация	40-80

# Белки

Из сывороточных белков наиболее чувствительны к нагреванию иммуноглобулины,  $\beta$ -лактоглобулин,  $\alpha$ -лактальбумин – термостабильный белок.

Казеин более термоустойчив, он не коагулирует при нагревании свежего молока до 130-150°C. С повышением температуры пастеризации увеличиваются диаметр частиц казеина и вязкость молока. Тепловая обработка влияет структурно-механические свойства. С повышением температуры пастеризации прочность сгустков увеличивается, а процесс отделения сыворотки замедляется.

# Соли

При тепловой обработке молока изменяется его солевой состав. Изменения часто имеют необратимый характер: нарушается соотношение форм солей кальция в плазме молока (гидрофосфат кальция переходит в плохо растворимый фосфат кальция)



Образовавшийся фосфат кальция агрегирует и в виде коллоида осаждается на казеиновых мицеллах. Часть выпадает на поверхности нагревательных аппаратов, образуя с денатурированными сывороточными белками молочный камень. Т.о, после тепловой обработки снижается содержание ионно-молекулярного кальция на 11-50%.

## Молочный сахар

В процессе длительной высокотемпературной пастеризации молока и особенно при стерилизации, лактоза взаимодействует с белками и свободными аминокислотами — происходит реакция меланоидинообразования.

Дальнейший нагрев сопровождается переходом лактозамина в лактулозамин. Затем после отщепления от него амина образуются различные альдегиды (ацетальдегид, фурфурол, оксиметил-фурфурол и др.), которые непосредственно влияют на вкус и запах продуктов.

В реакцию с лактозой вовлекается главным образом незаменимая аминокислота лизин. Образовавшиеся комплексы трудно расщепляются пищеварительными ферментами, т. е. необходимый лизин «блокируется» и плохо усваивается организмом (таким образом уменьшается количество доступного лизина и снижается биологическая ценность продукта).

Стерилизация молока также вызывает распад лактозы с образованием углекислого газа и кислот — муравьиной, молочной, уксусной и др. При этом кислотность молока увеличивается на 2-3 °Т.

## Молочный жир

Молочный жир - наиболее устойчивый к тепловому воздействию компонент молока. При пастеризации глицериды молочного жира химически почти не изменяются.

В результате стерилизации лишь незначительно изменяется жирнокислотный состав глицеридов — на 2—3 % снижается содержание ненасыщенных жирных кислот (вследствие разрушения при высокой температуре двойных связей). При длительном хранении стерилизованного молока в комнатных условиях могут происходить гидролиз и окисление липидов молока.

При тепловой обработке молока изменениям подвергаются

Даже при низких температурах (63 °С) происходит переход белков и фосфолипидов с поверхности жировых шариков в плазму молока. При пастеризации

нарушенные оболочки жировых шариков восстанавливаются за счет казеина и сывороточных белков. Однако жировые шарики теряют способность агглютинироваться (склеиваться) и отстой сливок замедляется.

При стерилизации молока происходят денатурация оболочечных белков и разрушение части оболочек жировых шариков, в результате чего некоторые жировые шарики сливаются и наблюдается вытапливание жира. Для повышения устойчивости жировой эмульсии стерилизованного молока в технологическую схему производства обычно включают процесс гомогенизации.



# Витамины и ферменты

Тепловая обработка молока вызывает в той или иной степени уменьшение содержания витаминов, причем потери жирорастворимых витаминов меньше потерь водорастворимых.

При хранении пастеризованного и стерилизованного молока наблюдается дальнейшее уменьшение содержания витаминов. Наиболее устойчив при хранении витамин В2. Особенно большим изменениям подвержен витамин С (при хранении пастеризованного охлажденного молока на 2 сутки хранения составляют 45 %, на третьи — 75%).

При тепловой обработке инактивируются ферменты. Наиболее чувствительны к нагреванию амилаза, щелочная фосфатаза, каталаза и редуктазы. Так, амилаза и щелочная фосфатаза разрушаются полностью при длительной

пастеризации (63 °С в течение 30 мин).

Сравнительно устойчивы к нагреванию кислая фосфатаза, ксантиноксидаза, бактериальные липазы и пероксидаза. Они теряют свою активность при нагревании молока до температуры выше 80—85 °С.

При нарушении режимов пастеризации молока и сливок возможны случаи неполной инактивации термостабильных ферментов. Наибольшую опасность представляет липаза, так как этот фермент вызывает прогоркание молочных продуктов. Некоторые ферменты (фосфатаза, пероксидаза и др.) обладают свойством реактивации в процессе хранения молока и молочных продуктов. Это явление наблюдается главным образом после кратковременной высокотемпературной обработки сырья (90 °С и выше).