

*Тема: Механическая обработка  
молочного сырьья*

*Раздел темы: Гомогенизация  
молочного сырьья*

# План лекции

---

1. Гомогенизация в молочной промышленности. Положительные и отрицательные стороны проведения процесса гомогенизации
2. Стабилизация жировой эмульсии в молочном сырье
3. Структура оболочки жировых шариков
4. Сущность гомогенизации молока и молочных продуктов
5. Одноступенчатая и двухступенчатая, полная и раздельная гомогенизация
6. Основные факторы, влияющие на эффективность гомогенизации
7. Влияние гомогенизации на состав и свойства молока

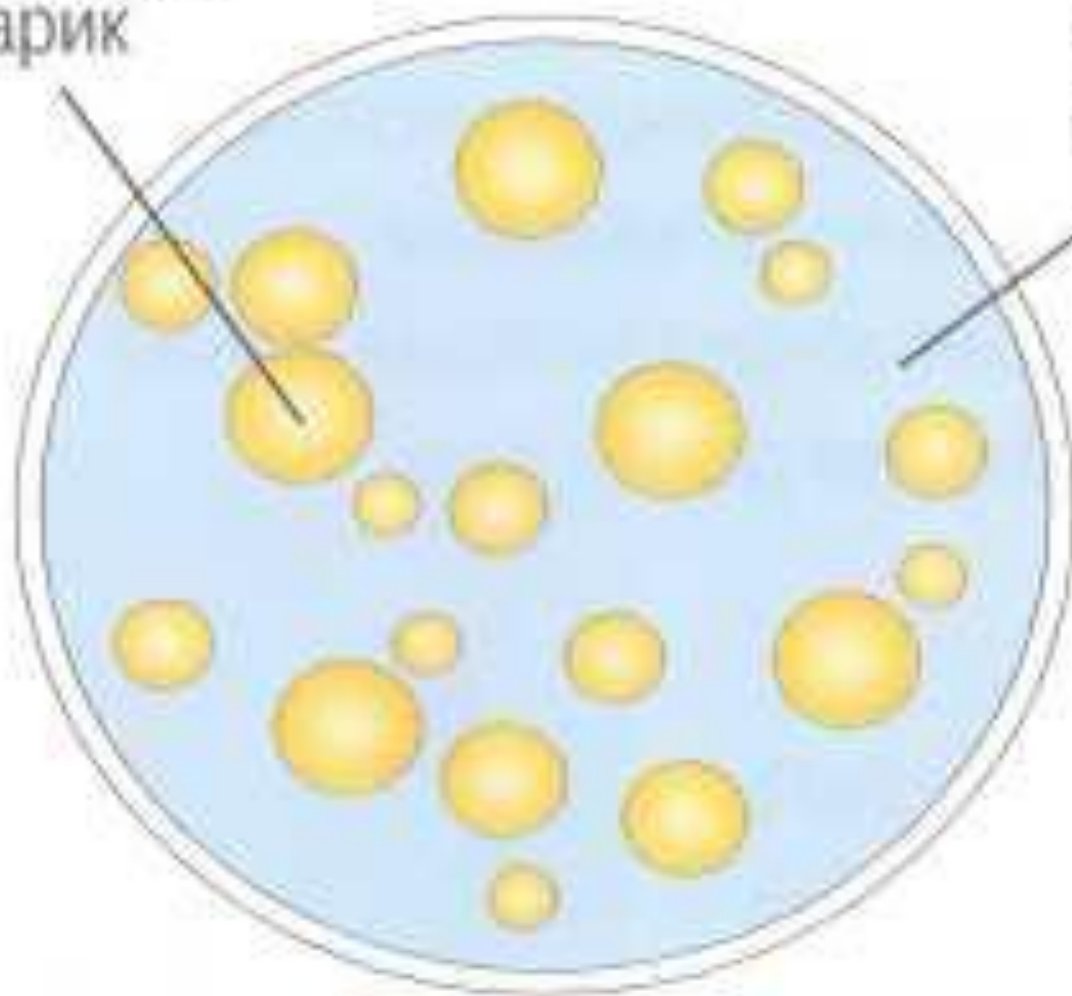
## *Положительные стороны процесса:*

- *Уменьшение размеров жировых шариков, что предотвращает отстой сливок;*
- *Исключает появление свободного жира, повышает устойчивость к окислению молочного жира, тем самым увеличивает сроки хранения молочных продуктов;*
- *Регулирует структурно-механические свойства молочно-белковых сгустков;*
- *Придает, более белый и аппетитный цвет молочным продуктам;*
- *Улучшает вкус и аромат молочных продуктов;*
- *Повышает сохранность кисломолочных продуктов, изготовленных из гомогенизированного молока.*

# *Отрицательные стороны*

- *Снижение эффективности сепарирования гомогенизированного молока*
- *Возникновение повышенной чувствительности к свету и как следствие возникновение «солнечного привкуса»*
- *Пониженная термоустойчивость, гомогенизированных молока и сливок;*
- *Непригодность гомогенизированного молока для производства сыров и творога , так как сгусток плохо отделяет сыворотку*

Жировой шарик



Молочная плазма

*Структура молока*

Слой сливок

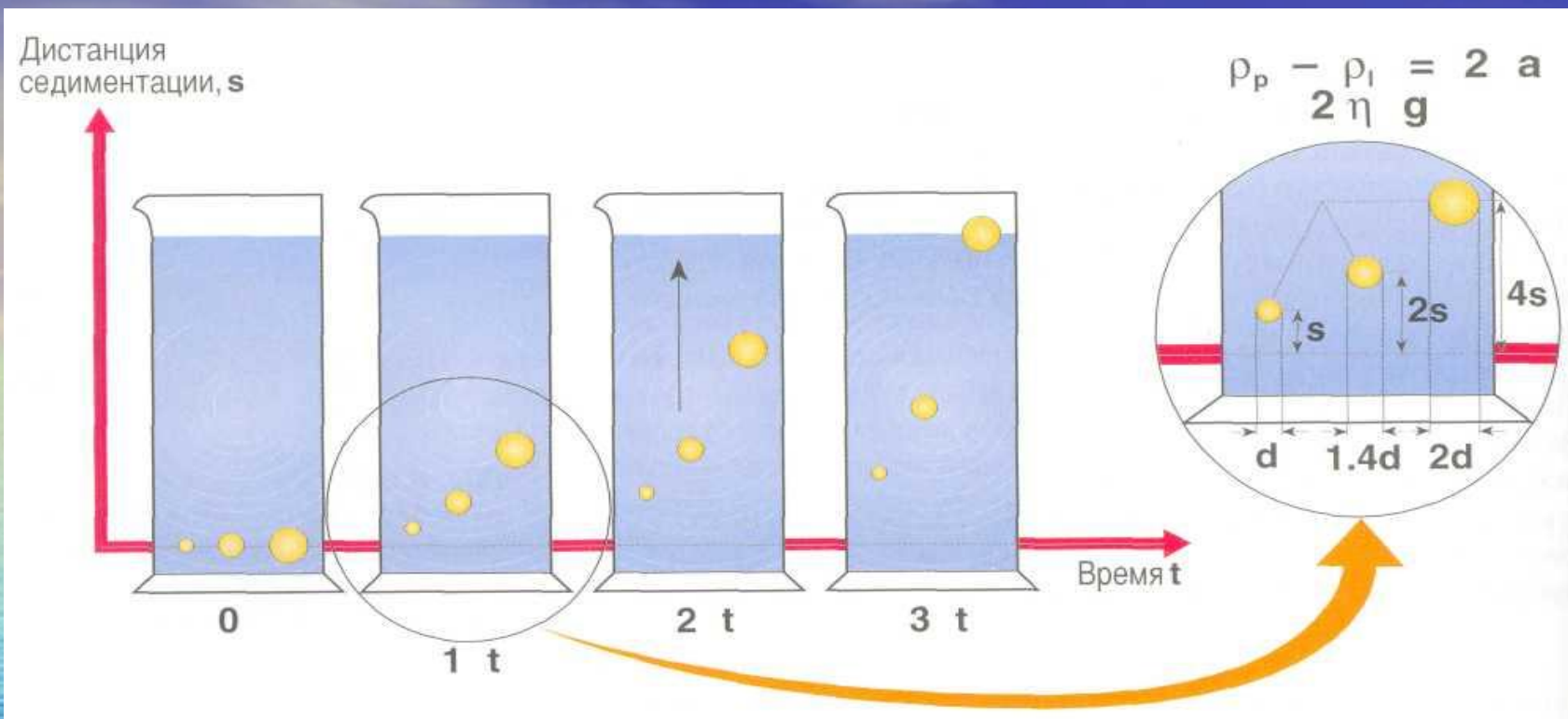


*Если молоку в течении в течение некоторого времени дать отстояться в емкости то жир поднимается и образует на поверхности слой сливок*

# Формула Стокса

$$v = 2r^2 g(\rho_{\text{п}} - \rho_{\text{ж}}) / (9\mu),$$

где  $r$  – радиус жирового шарика;  
 $g$  - ускорение свободного падения;  
 $\rho_{\text{п}}$  – плотность плазмы;  
 $\rho_{\text{ж}}$  – плотность жирового шарика;  
 $\mu$  - динамическая вязкость.



**На скорость всплывания жирового шарика влияет:**

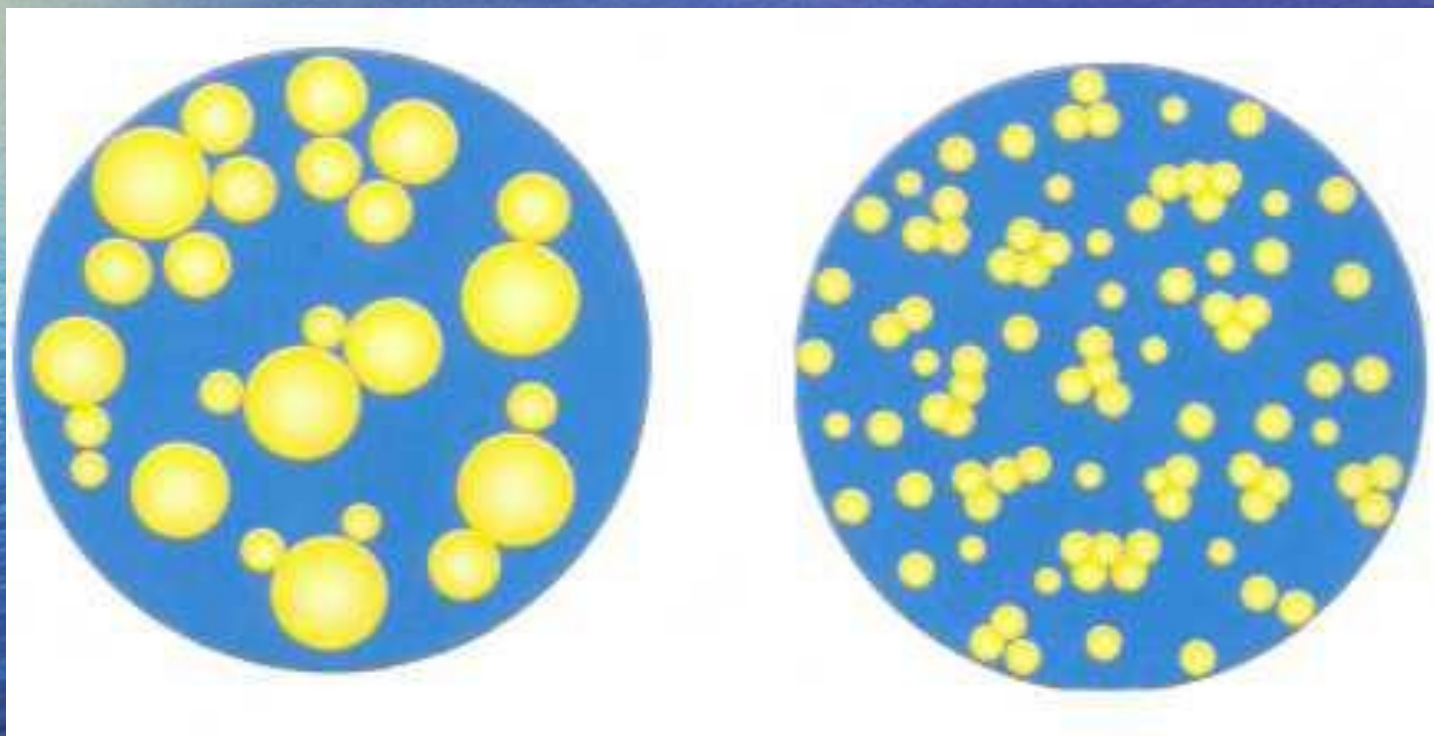
- Разница между плотностями жира и плазмы молока;
- Размер жировых шариков;
- Вязкость молока и сливок;
- Температура молока;



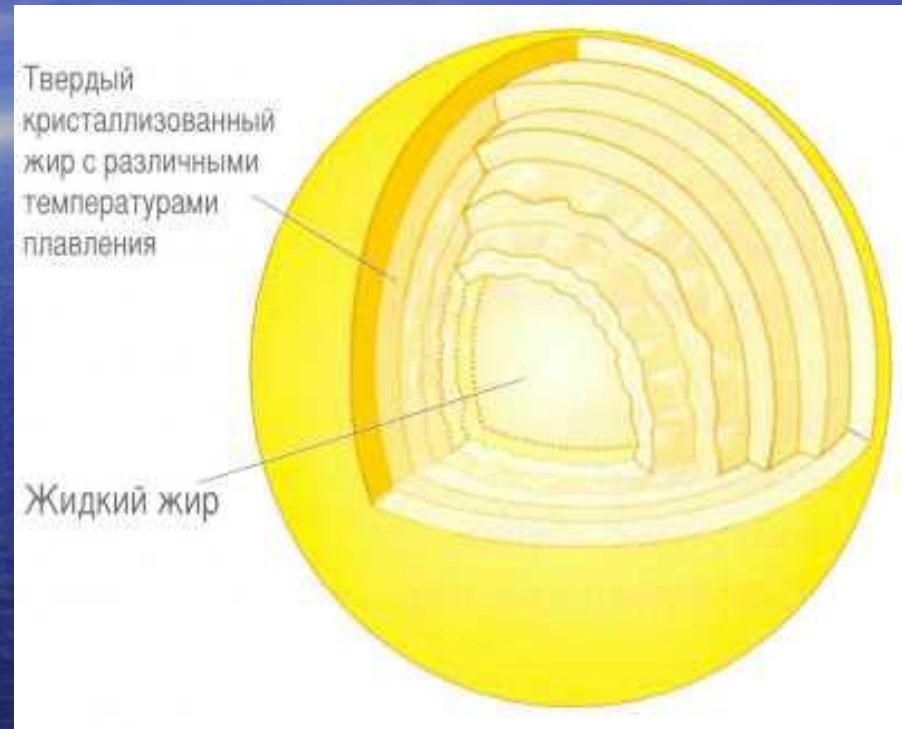
# На стабильность эмульсии молочного жира влияют:

- Состав, свойство и число компонентов оболочки жирового шарика
- быстрое охлаждение, длительное хранение и перемешивание молока при низких температурах;
- замораживание молока;
- стабильность оболочки жировых шариков, которая зависит от рН оболочечного белка (наибольшая стабильность при рН 6,0-7,0)
- механическая обработка (перемешивание, перекачивание по трубопроводам, центробежная очистка, сепарирование и др.)
- тепловая обработка (пастеризация, стерилизация, термовакуумная обработка).

*Натуральное гомогенизированное и  
негомогенизированное коровье молоко*



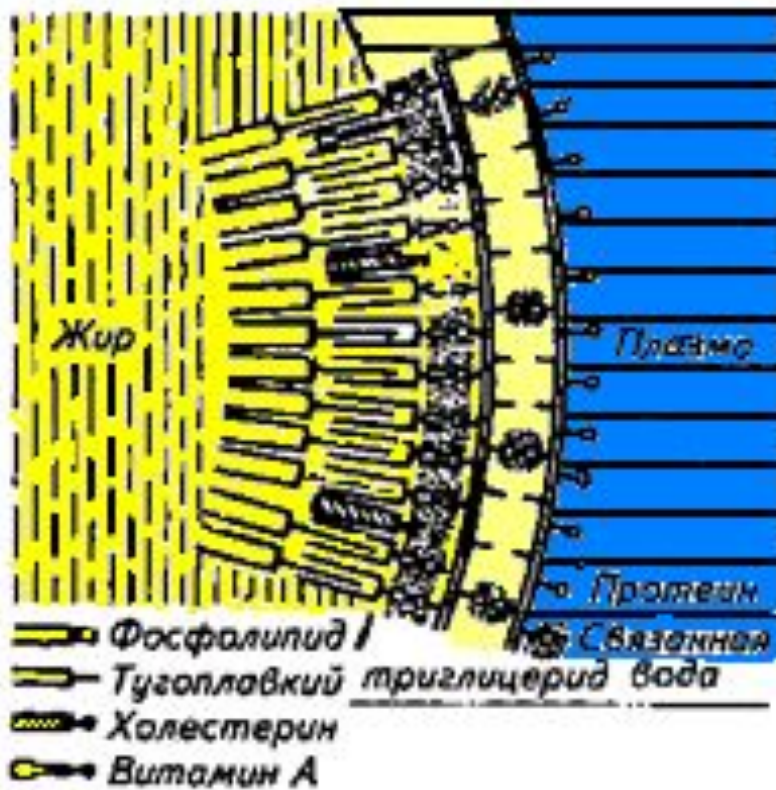
# Молочный жир



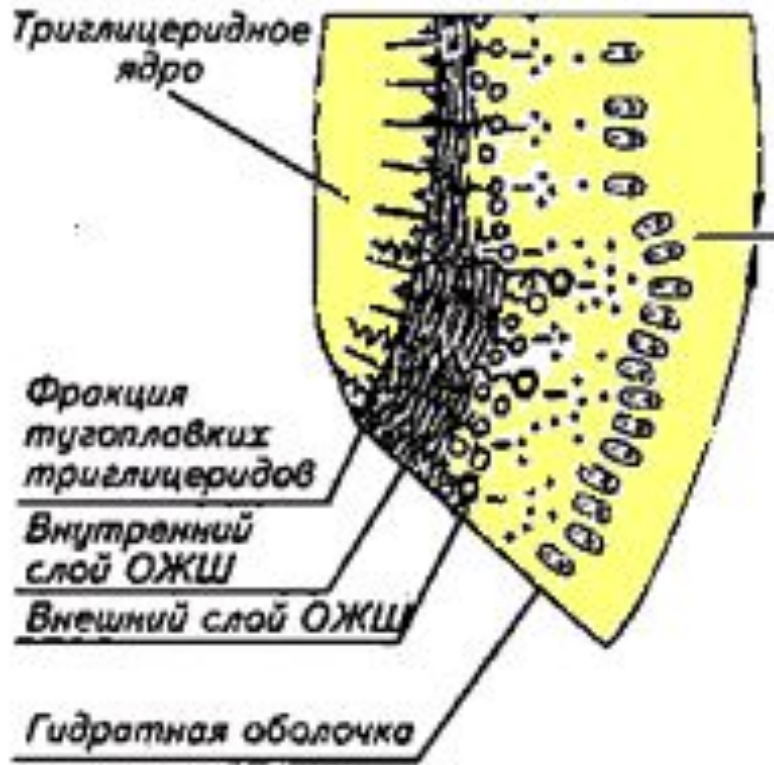
Состав молочного жира.  
Размер жировых шариков  
0,1-20 мкм. Средняя величина  
3-4

Сечение жирового шарика

# Схематическое изображение структуры оболочки жирового шарика



а

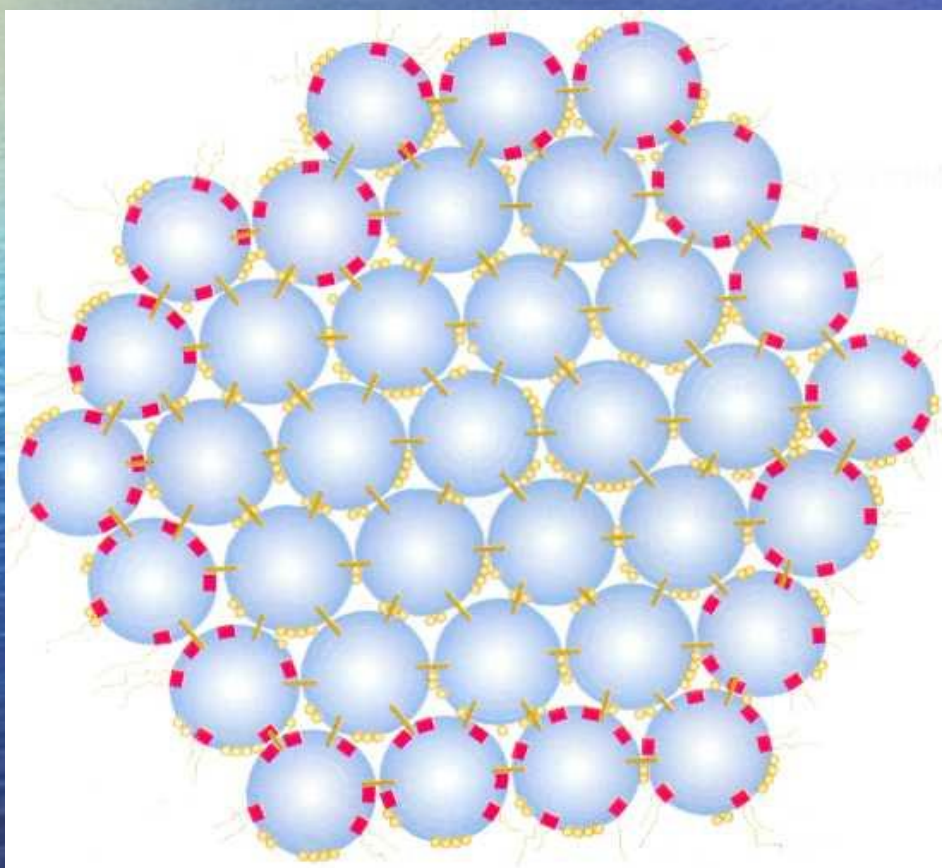


б

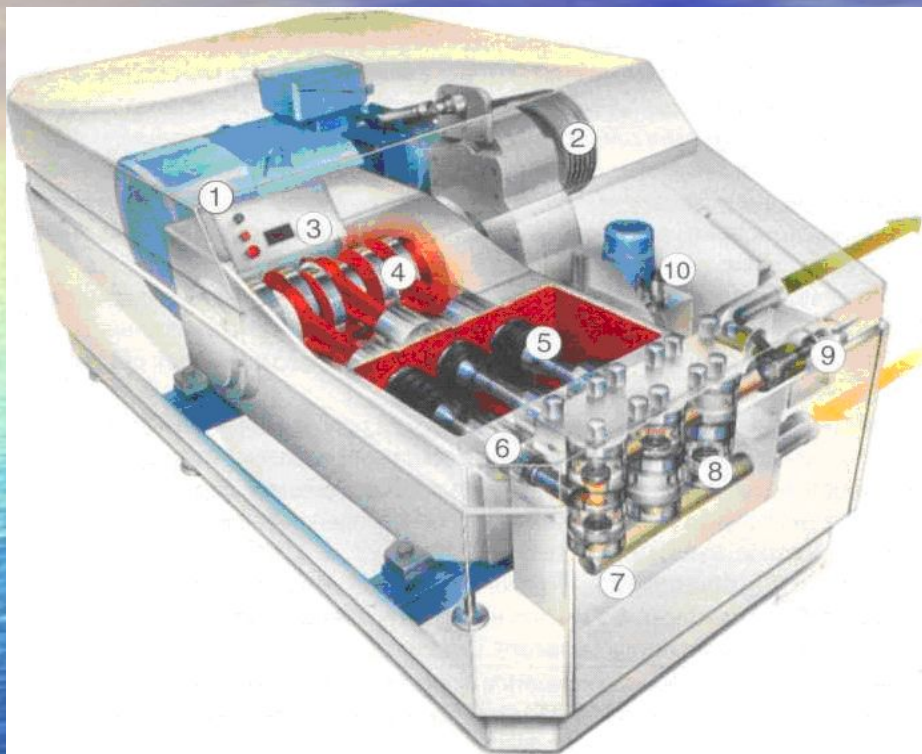
негомогенизированной

и гомогенизированной

# Мицела и субмицела казеина

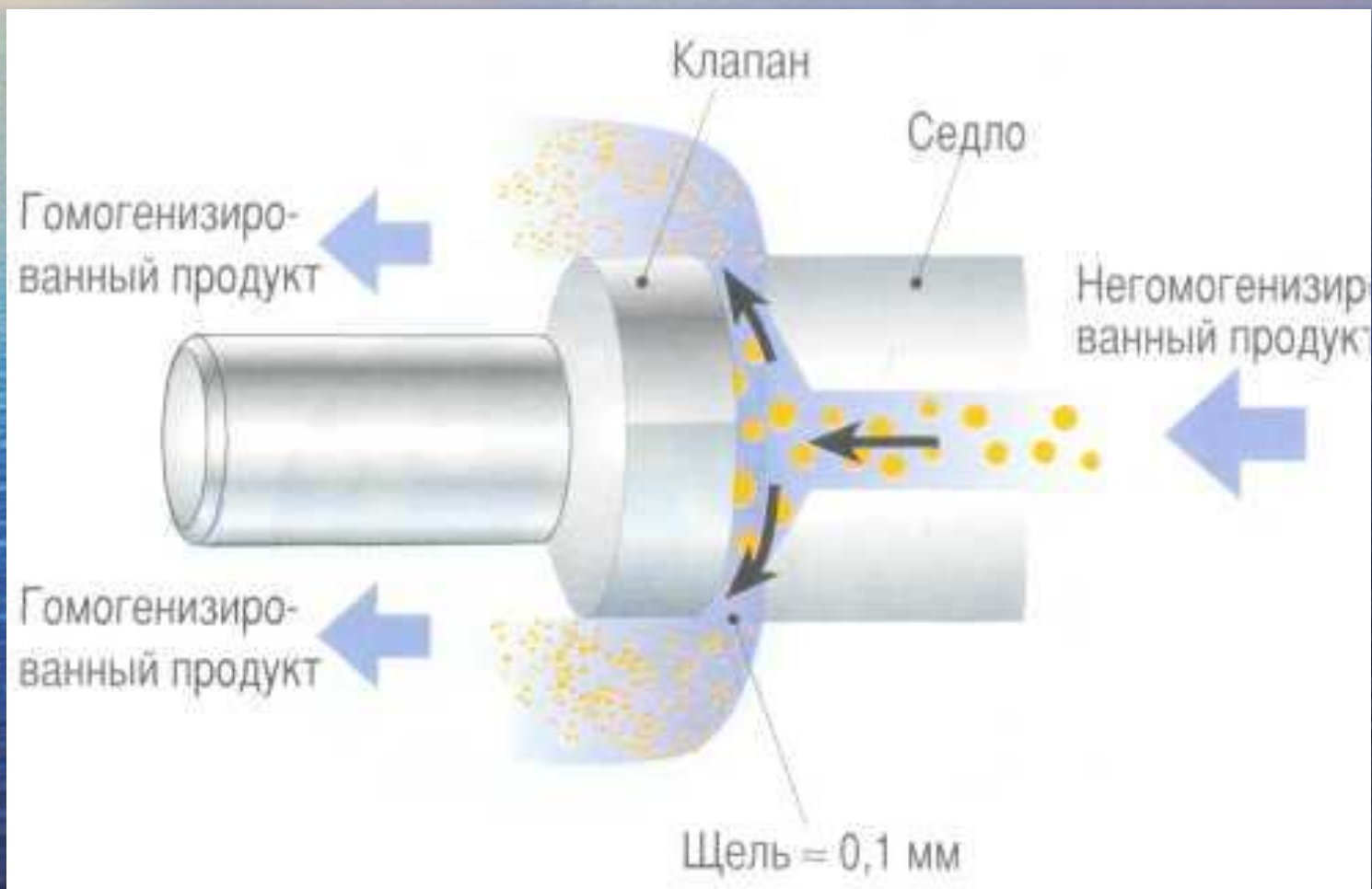


# Клапанный гомогенизатор

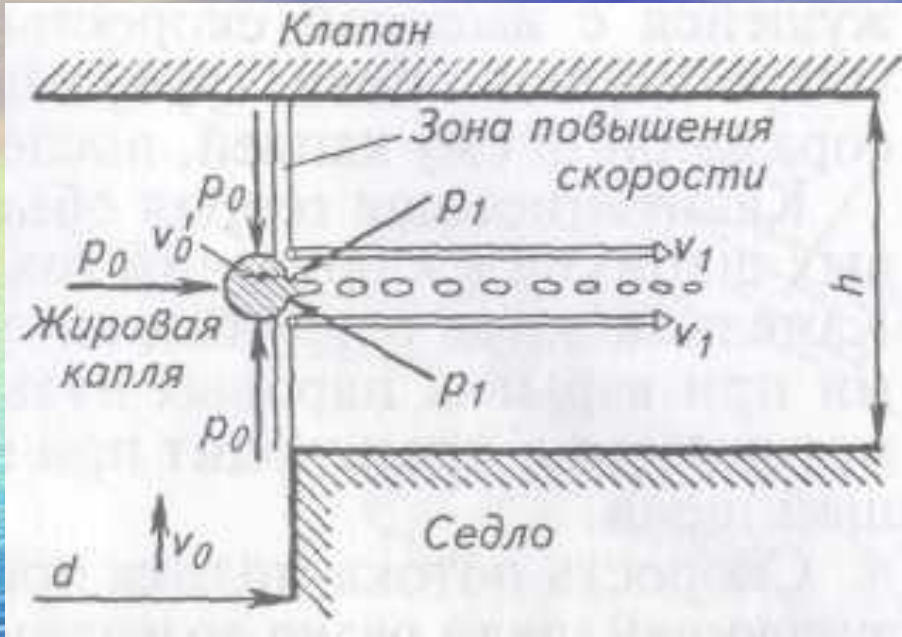


1. *Главный двигатель привода;*
2. *Клиноременная передача;*
3. *Указатель давления*
4. *Кривошипношатунный механизм*
5. *Поршень*
6. *Уплотнение поршня*
7. *Литой насосный блок из нержавеющей стали*
8. *Клапаны*
9. *Гомогенизирующая головка*
10. *Гидравлическая система*

# Схема прохождения жировых шариков молока через щель размером 0,01 мм клапанного гомогенизатора



# Схема гомогенизации по Н.В. Барановскому:



$p_0$  – давление на жировой шарик, создаваемое поршневым насосом;

$P_1$  – противодействие, оказываемое на жировой шарик в гомогенизирующей щели;

$V_0$  – скорость жирового шарика в канале седла клапана;

$V'_0$  – скорость жирового шарика между седлом и клапаном;

$V_1$  – скорость жирового шарика в клапанной щели гомогенизатора;

$d$  – диаметр канала седла;

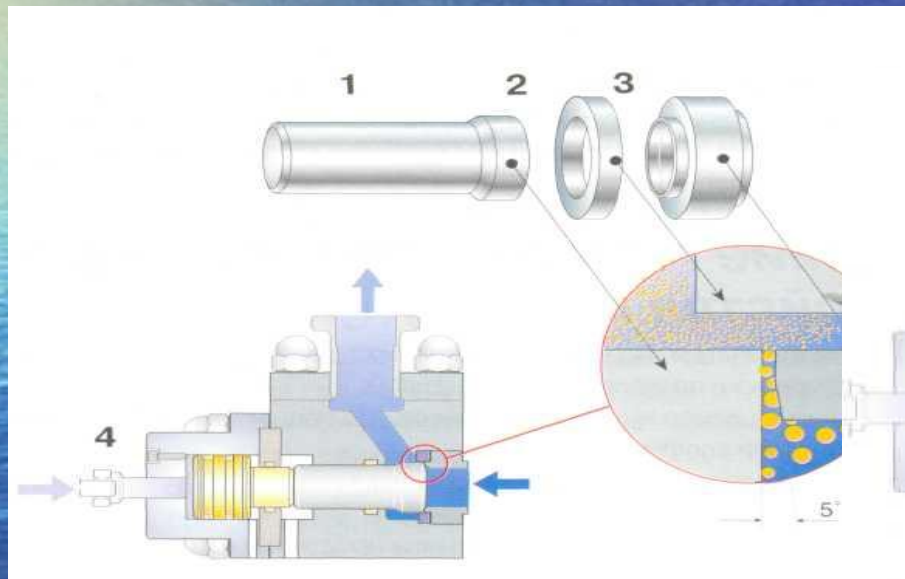
$h$  – высота клапанной щели

$$\Delta p = p_0 - p_1$$

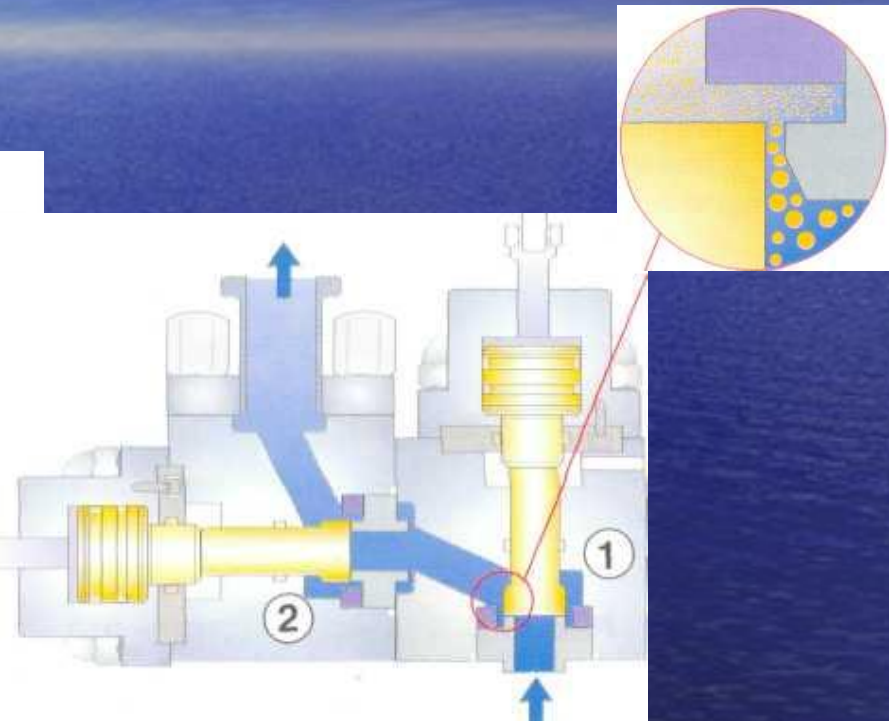
$$d_{\text{ср}} = \frac{12}{\sqrt{\Delta p}}$$



# Одноступенчатая и двухступенчатая ГОМОГЕНИЗАЦИЯ

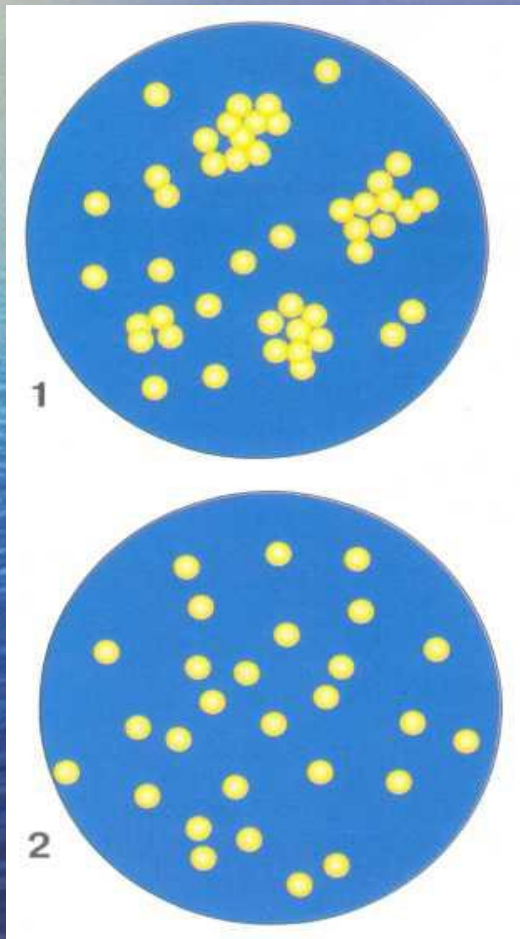


одноступенчатая



двухступенчатая

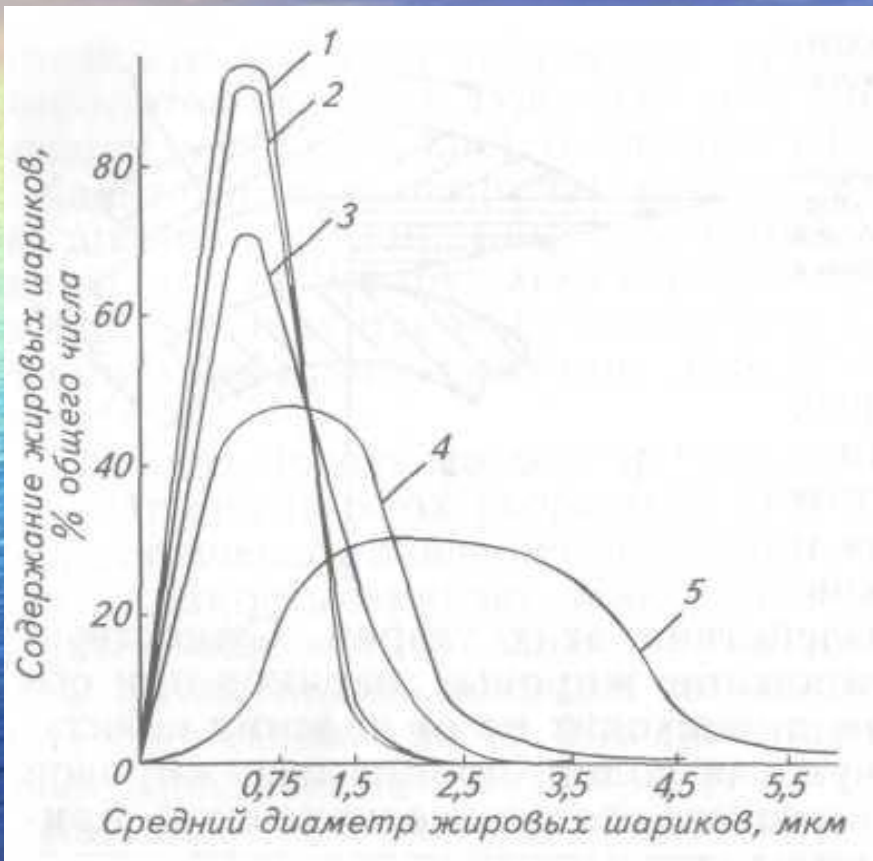
# Одноступенчатая и двухступенчатая гомогенизация



1. Жировые шарики после первой ступени гомогенизации

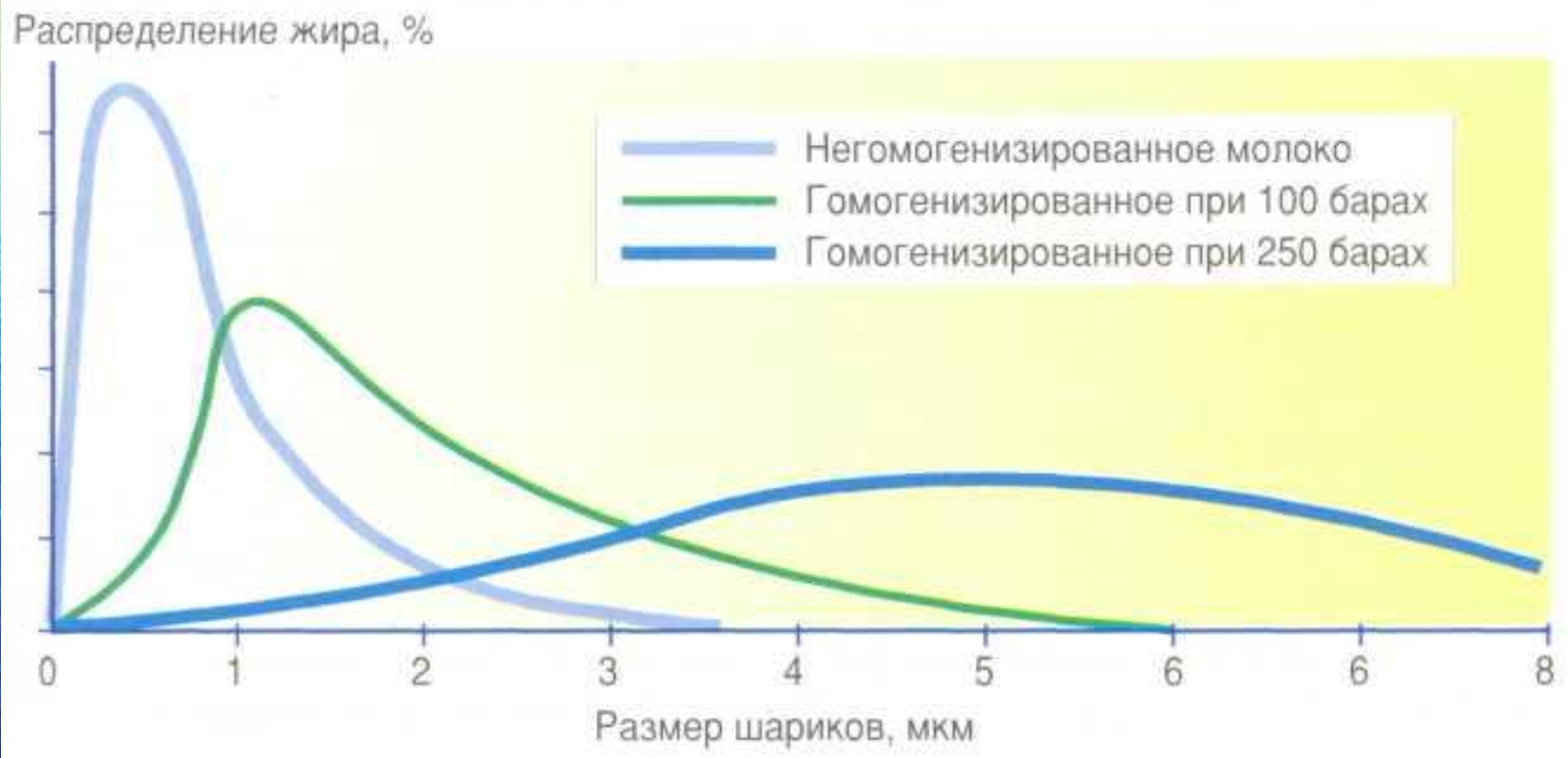
2. Жировые шарики после второй ступени гомогенизации

# Дифференциальная кривая распределения жировых шариков по размерам в зависимости от давления гомогенизации:

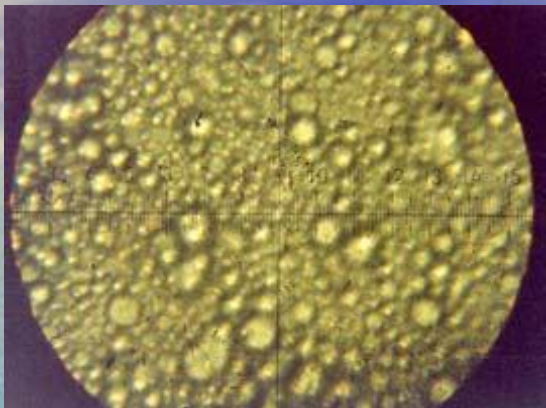


1. При давлении 20 МПа;
2. При давлении 15 МПа;
3. При давлении 10 МПа;
4. При давлении 5 МПа;
5. Молоко негомогенизированное

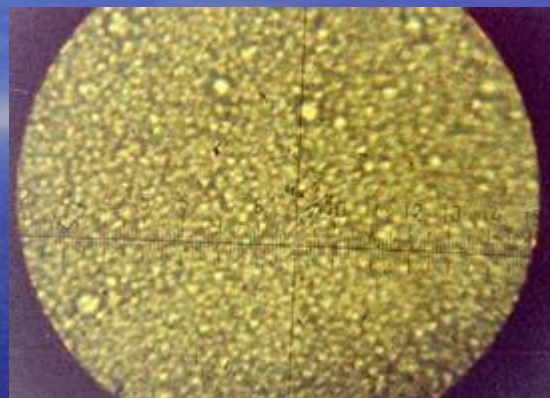
# Распределение жира в зависимости от размеров жировых шариков



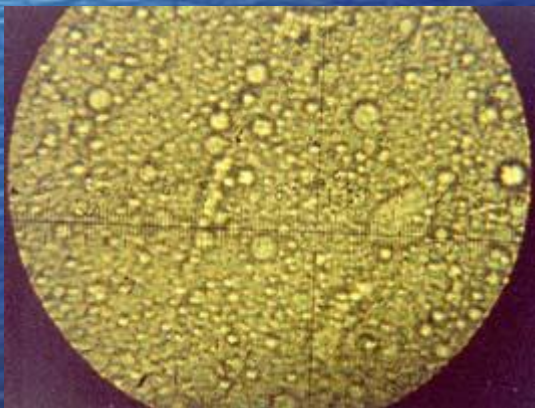
# Влияние давления гомогенизации на размер жировых шариков



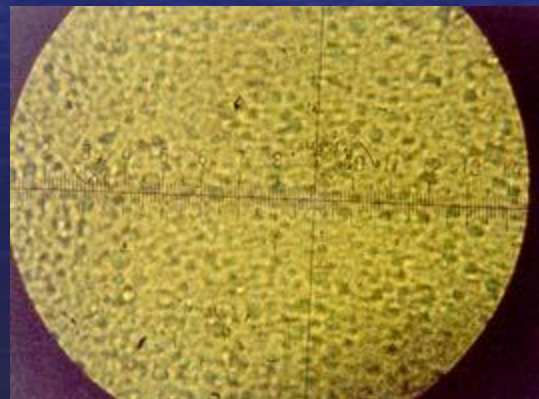
Негомогенизированное  
молоко



При давлении 20 МПа



При давлении 10 МПа



При давлении 25 МПа

*Рекомендуемые режимы давления при  
производстве различных видов молочных  
продуктов*

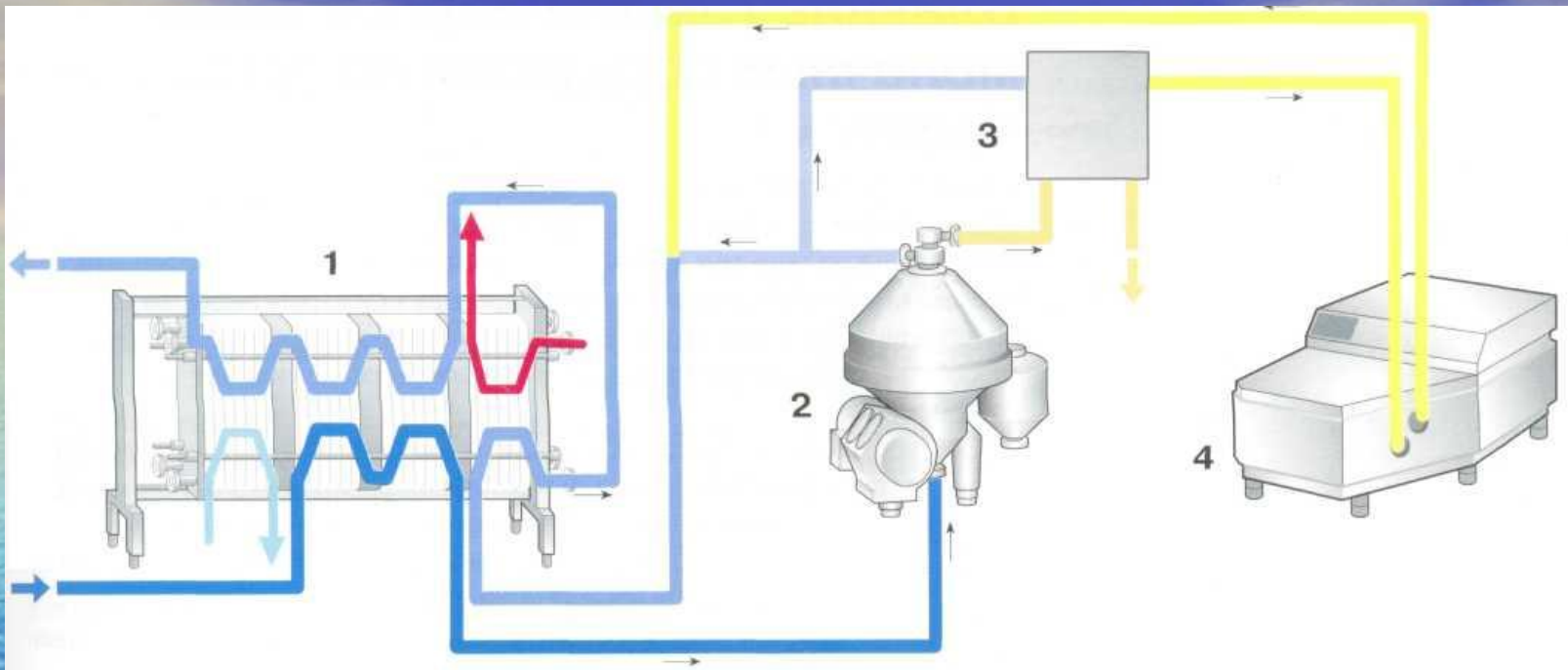
Наименование продукта	Давление гомогенизации, МПа
Молоко	10-15
Сливки	5-10
Сметана	7-12
Мороженое	7-15
Сухие и сгущенные молочные консервы	От 5-6 до 17-19
Стерилизованные молочные продукты	20-25

# Гомогенизаторы для различных видов продуктов

Гомогенизаторы для производства  
Гомогенизаторы для вязких продуктов  
Цельномолочной продукции  
Бамбанизатор для производства масла  
(плавленые сыры, гущенное молоко)



# Гомогенизатор в технологической линии



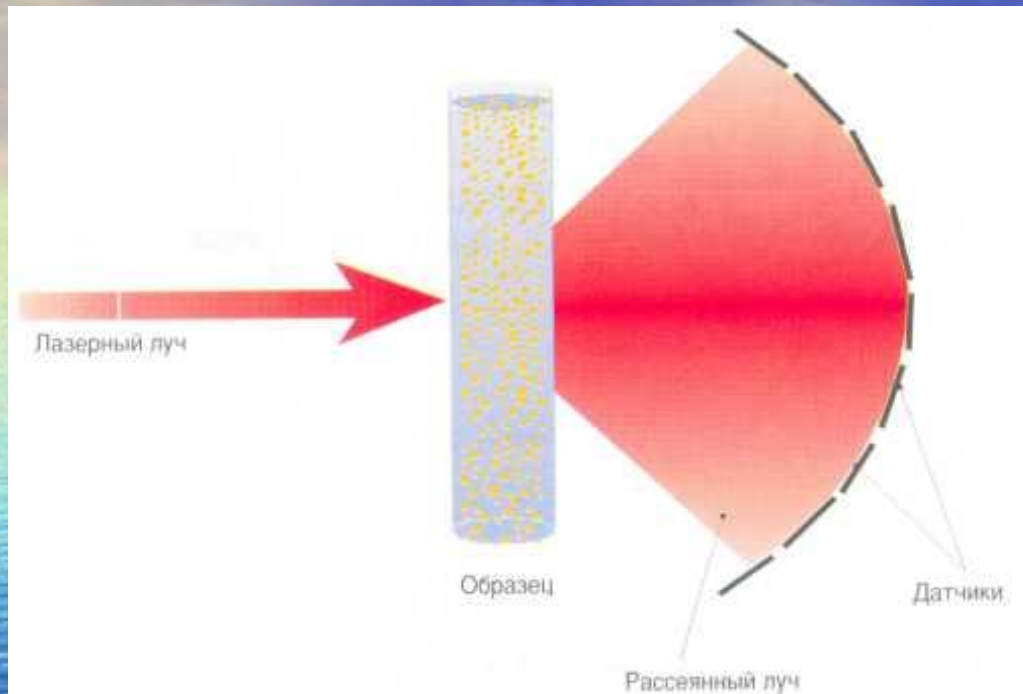
## Прохождение продукта при частичной гомогенизации

1. Теплообменник
2. Центробежный сепаратор
3. Устройство автоматической нормализации жира в потоке
4. Гомогенизатор

	Сырое молоко с массовой долей жира 4%
	Сливки с массовой долей жира 35%
	Обезжиренное молоко с массовой долей жира 0,05%
	Сливки с жирностью 10%
	Нормализованное молоко с массовой долей жира 3%
	Хладагент
	Теплоноситель



# Фракционный анализ



- Анализ частиц методом лазерной дифракции



# Вопросы и задания для самоконтроля

- Что представляет собой процесс гомогенизации в молочной промышленности?
- Какие факторы влияют на стабильность эмульсии молочного жира в молоке и молочных продуктах?
- Опишите структуру и строение натуральной оболочки жирового шарика.
- Как построена адсорбционная оболочка жирового шарика?
- Назовите факторы, обеспечивающие, стабильность жировой эмульсии гомогенизированных молочных смесей.
- Перечислите способы гомогенизации молока и молочных продуктов.
- Дайте им характеристику с точки зрения дисперсности жировой эмульсии.
- Какие факторы влияют на эффективность гомогенизации?
- Для чего проводят двухступенчатую гомогенизацию молочного сырья ?
- Какие происходят изменения в составе и свойствах молока и молочных продуктов при гомогенизации?

# Литература

- 1. Крусь Г.Н., Храмцов А.Г., З.В. Волокитина, С.В. Карпычев «Технология молока и молочных продуктов» - Москва «КолосС» 2005 г.
- 2. Матвеев Н.Т., Артюхова С.И., Гурьева О.В. «Общая технология молочной отрасли» Омск, Изд-во: ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2004 г.
- 3. Шалыгина А.М, Калинина Л.В. «Общая технология молока и молочных продуктов» - Москва «КолосС» 2004 г.
- 4. Бредихин С.А. , Космодемьянский Ю.В., Юрин «Технология и техника переработки молока» / Москва «КолосС», 2003 г
- 5. Бредихин С.А., Космодемьянский Ю.В., Юрин В.Н. «Технология и техника переработки молока» - Москва «КолосС», 2001 г.
- 6. Бредихин С.А., Космодемьянский Ю.В., Юрин В.Н. «Технология и техника переработки молока» Москва «КолосС», 2000 г.
- 7. Крусь Г.Н., Шалыгина А.М., Волокитина З.В. Методы исследования молока и молочных продуктов: Учебник. М., Колос, 2000 г.
- 8. Крусь Г.Н., Шалыгина А.М., Волокитина З.В. Методы исследования молока и молочных продуктов: Учебник. М., Колос, 2002 г.
- 9. Гаврилова Н.Б., Щетинин М.П., Гречук Е.Ю. Технология цельномолочных продуктов и мороженого: Учебное пособие. Изд. АлтГТУ, Барнаул-Омск, 2003 г.
- 10. Государственный стандарт Российской Федерации. ГОСТ Р 52054-2003 Молоко натуральное коровье – сырье

*Занятие окончено*

*Спасибо за внимание*