	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет»	Приложение к ОПОП ВО
		Методические указания

Кафедра технологии мясных,  
молочных продуктов и химии

## **Б1.О.26 ОБЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МОЛОЧНОЙ ОТРАСЛИ**

**Лабораторная работа. Определение эффективности гомогенизации молока**

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

Направление подготовки

19.03.03 Продукты питания животного происхождения

УДК 637.1/3  
ББК 36.95  
Г 24

Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета пищевых технологий (протокол № 8 от 21 марта 2024).

Составители:    доцент Гафаров Ф.А.

Рецензент:    профессор Юхин Г.П.

Ответственный за выпуск: зав. кафедрой технологии мясных, молочных продуктов и химии    д.биол.н.,    профессор    Миронова И.В.

г. Уфа, БГАУ, Кафедра технологии мясных, молочных продуктов и химии

**1 Цель работы:** научиться определять различными методами эффективность гомогенизации молока.

## **2 Краткие теоретические сведения**

Гомогенизация – это процесс дробления (диспергирования) жировых шариков путем воздействия на молоко значительных внешних усилий, вызываемых перепадом давления. Цель гомогенизации – предотвращение самопроизвольного отстаивания жира в производстве и хранении молочных продуктов.

Условия, при которых гомогенизация эффективна, следующие:

- 1 Молочный жир должен находиться в жидком состоянии.
- 2 Дробление жировых шариков возможно только при внешнем воздействии.
- 3 Необходимо образование нового защитного слоя каждого жирового шарика.

Механизм дробления жировых шариков объясняется следующим образом. В гомогенизирующем клапане на границе седла гомогенизатора и клапанной щели резко изменяется сечение потока. Во время движения по каналу седла и клапанной щели жировая капля меняет направление и скорость движения. При переходе через щель передняя часть капли увлекается с огромной скоростью в поток, вытягивается и отрывается от нее. В то же время оставшаяся часть капли продолжает двигаться через сечение и дробится на мелкие частицы.

В молоке после гомогенизации не происходит скоплений шариков жира и почти не наблюдается отстоя сливок. Однако в гомогенизированных сливках могут образовываться агрегаты и скопления шариков жира, что можно объяснить следующим образом. В процессе гомогенизации резко увеличивается общая площадь поверхности шариков жира и происходит изменение состава оболочек. Нативных оболочечных компонентов недостаточно для того, чтобы покрыть возросшую поверхность шариков жира. Поэтому дефицит оболочечного вещества компенсируется за счет адсорбирования белков

молочной плазмы – казеина и сывороточных белков. В гомогенизированном молоке и сливках формируются новые оболочки шариков жира из Нативных оболочечных компонентов, казеина и денатурированных сывороточных белков, рисунок 2.1.

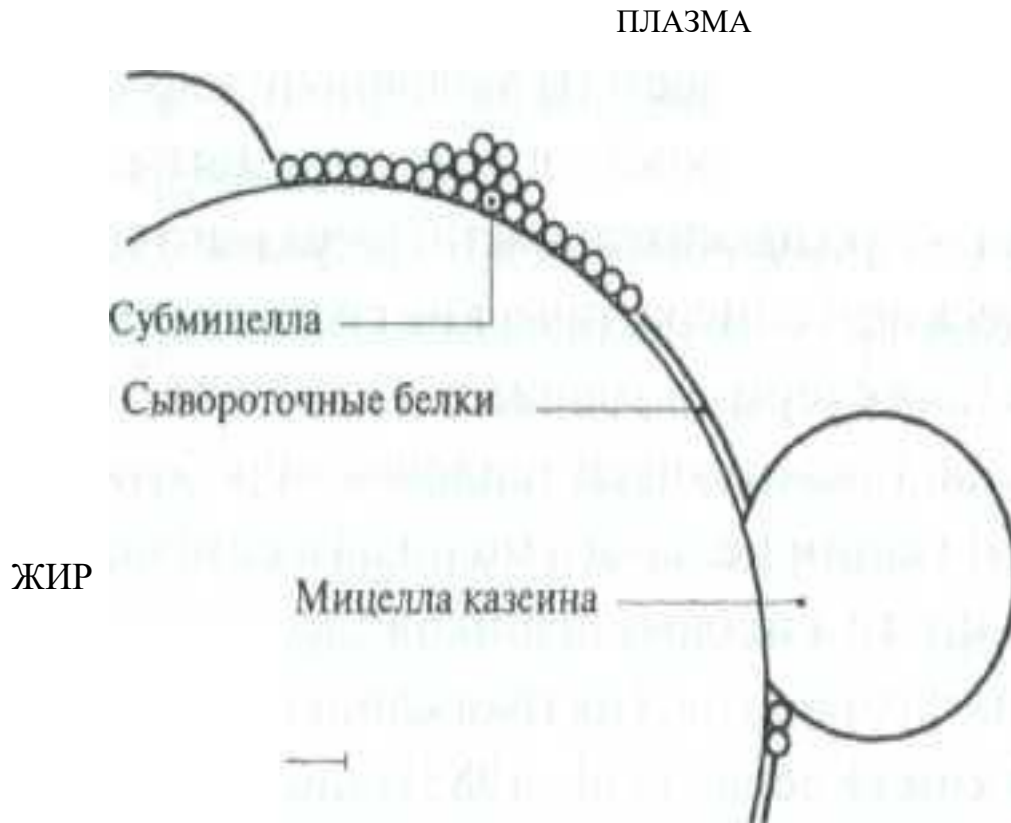


Рисунок 2.1 Структура оболочки жирового шарика после гомогенизации (по Вальстра и Джлнкшену)

В молоке, характеризующемся низким содержанием жира, процесс адсорбции поверхностно - активных веществ плазмы происходит быстро, что приводит к восстановлению и даже повышению стабильности жировой эмульсии.

При гомогенизации сливок, особенно с повышением содержания жира, формирование новых оболочек шариков идет медленнее, чем в молоке, и часть жира остается незащищенный. Для образования новых оболочек необходимо иметь в сливках отношение СОМО / жир выше 0,6 – 0,85.

Эффективность гомогенизации определяют по отстаиванию жира методом центрифугирования по изменению оптической плотности и размерам жировых шариков. В гомогенизированном молоке диаметр жировых шариков не должен превышать 2 мкм.

Повышение дисперсности молочного жира приводит к получению более однородной, гомогенной и устойчивой системы. Повышение устойчивости системы без отстоя сливок необходимо во многих производствах молочных продуктов. Кроме того, гомогенизация увеличивает вязкость молока, сливок и молочных смесей, что положительно влияет на консистенцию готовых продуктов.

### **3 Оборудование, приборы и материалы**

Гомогенизатор марки MPW – 302, оптический микроскоп и специальные микроизмерительные инструменты (объект – микрометр и окулярная линейка), центрифуга для пробирок, специальные пипетки для центрифугирования, цилиндры вместимостью 250 мл, аппаратура и реактивы для определения содержания жира в молоке, натуральное молоко. При отсутствии гомогенизатора берут готовое гомогенизированное молоко.

### **4 Методика выполнения работы**

В молоке, предназначенном для гомогенизации, определяют массовую долю жира. Лабораторный гомогенизатор подготавливают к работе.

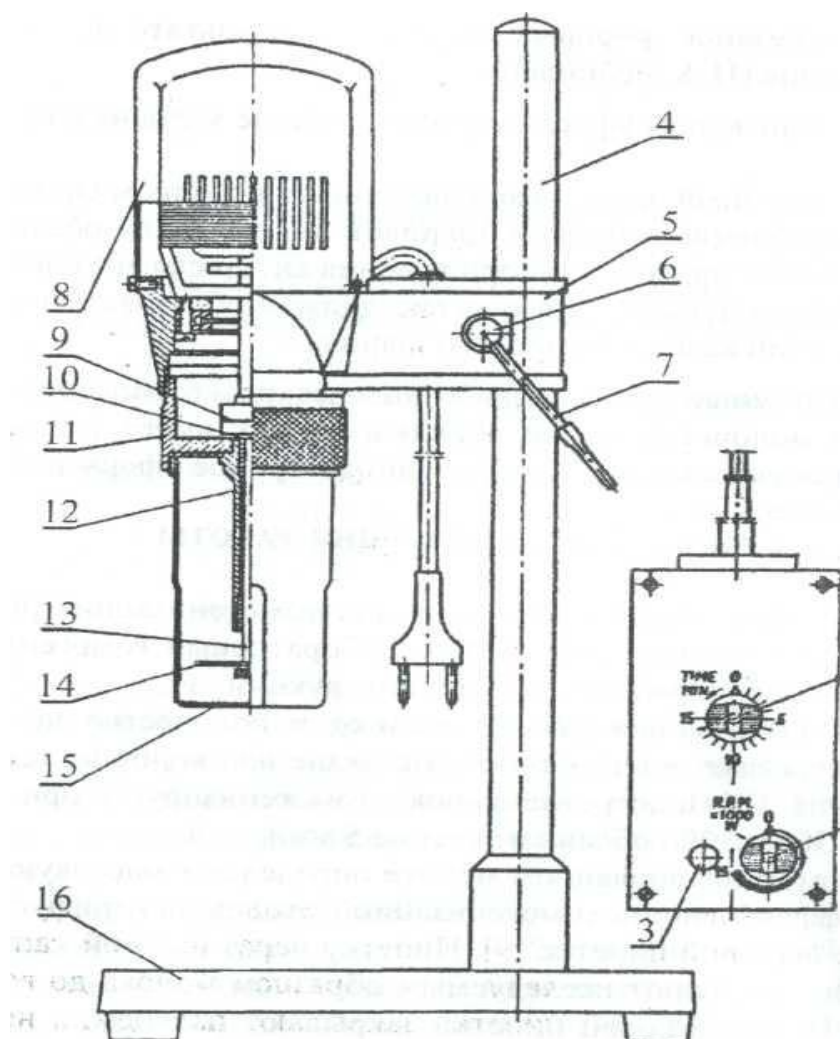


Рисунок 4.1 Гомогенизатор марки MPW-302

1 - часовой выключатель; 2 - потенциометр; 3 - контрольная лампочка;  
 4 - штатив; 5 - корпус; 6 - зажим колонки; 7 - рычаг зажима; 8 - защитный кожух электродвигателя; 9, 10 - промежуточные кольца; 11 - прокладное кольцо; 12 - кожух оси; 13 - ось; 14 - один из сменных ножей; 15 - резервуар;  
 16 - подставка

Для выполнения работы молоко в количестве не менее 200 см<sup>3</sup> нагревают в термостойком стакане или колбе до температуры 50-60 °С. Подогретое молоко гомогенизируют при числе оборотов 3000-5000 об/мин в течение 5 мин.

В гомогенизированном молоке определяют эффективность гомогенизации методом отстаивания жира, методом центрифугирования жира, методом определения размеров жировых шариков.

#### **4.1 Метод отстаивания жира**

Сущность метода состоит в определении процентного отношения нестабильной жировой фазы к общему количеству жировой фазы в эмульсии после выдерживания ее определенное время при установленных условиях.

Для определения эффективности гомогенизации методом отстаивания жира молоко выдерживают в течение 48 ч при 8°C без перемешивания в мерном цилиндре вместимостью 250 мл. Затем отбирают верхние 100 мл молока и определяют содержание жира в молоке, оставшемся в цилиндре. Отстаивание жира  $O_{\text{ж}}(\%)$  рассчитывается по формуле

$$O_{\text{ж}} = 100 (Ж_{\text{м}} - Ж_{\text{н}}) / (Ж_{\text{м}} - k \cdot Ж_{\text{н}}) \quad (4.1)$$

где  $Ж_{\text{м}}$  — массовая доля жира в молоке, %;

$Ж_{\text{н}}$  — массовая доля жира в нижнем слое молока, оставшегося в цилиндре, %;

$k$  — отношение объема нижнего слоя молока в цилиндре к общему объему молока (при отборе 100 мл верхнего слоя  $k = 0,6$ ).

Жировая молочная эмульсия обладает высокой стабильностью, если процент отстаивания жира в ней после 48 часового выдерживания не превышает 10.

#### **4.2 Метод центрифугирования жира**

Сущность метода состоит в определении объема выделившейся в жиromере недостаточно диспергированной жировой фазы при установленном режиме центрифугирования.

Выполнение работы. Молоко до и после гомогенизации с массовой долей жира, превышающей 3 %, нормализуют обезжиренным молоком или дистиллированной водой по жиру до 2,5 %.

Сливки до и после гомогенизации нормализуют обезжиренным молоком или дистиллированной водой по жиру до 2,5 %.

Стерилизованное концентрированное молоко, сгущенное цельное молоко с сахаром, сухое цельное молоко, смеси для мороженого нормализуют дистиллированной водой по жиру до 2,5 %.

Подготовленные образцы молока и молочных продуктов разводят рабочим раствором (реактив 1) в соотношении 1:3. После тщательного перемешивания отбирают 20 см<sup>3</sup> полученной смеси и вносят в молочный жироскоп. Оставшуюся часть жироскопа заполняют дистиллированной водой в количестве 1,0—1,5 см<sup>3</sup>, т.е. наливают столько, чтобы выделившийся слой недостаточно диспергированной жировой фазы находился в проградуированной части жироскопа. Жироскопы переворачивают, ставят в водяную баню, выдерживают 10 мин при температуре 65 °С, после чего центрифугируют в течение 5 мин.

Сразу после остановки центрифуги (без применения тормоза) жироскопы вынимают и, не переворачивая, отсчитывают по шкале объем недостаточно диспергированной жировой фазы  $N_1^I$ ,  $N_1^{II}$ . На каждую пробу исследуемого образца делают по два параллельных определения. Находят среднее арифметическое показание жироскопов  $N_1$ . Расхождение между параллельными определениями не должно превышать одного малого деления, т. е. 0,1 % по жироскопу.

Результаты анализов и расчетов записываются в таблицу 4.1

Таблица 4.1 Результаты анализов и расчетов

Наименование образца	$N_1^I$	$N_1^{II}$	$N_1$	$N_0$
1	2	3	4	5



Рассчитывается эффективность диспергирования жира  $\Xi$  (%) по следующей формуле:

$$\Xi = (1 - N_1 / N_0) \cdot 100 , \quad (4.2)$$

где  $N_1$  - объем выделившейся в жиромере недостаточно диспергированной жировой фазы для гомогенизированного молока, деления шкалы молочного жиромера;

$N_0$  - объем выделившейся в жиромере жировой фазы для негомогенизированного молока, деления шкалы молочного жиромера.

В случае отсутствия возможности определения объема выделившейся в жиромере жировой фазы в негомогенизированном молоке показатель  $N_0$  определяют из следующего соотношения:

$$N_0 = 6 J_m , \quad (4.3)$$

где  $J_m$  — массовая доля жира в исследуемой нормализованной пробе образца.

Установленный показатель эффективности диспергирования жира в смесях для мороженого с массовой долей жира до 10 % умножают на коэффициент 2, а в смесях для мороженого с массовой долей жира, превышающей 10 %, умножают на коэффициент 1,5.

Зависимость качества питьевого пастеризованного молока по степени дисперсности жировой фазы от показателя эффективности диспергирования жира приведена ниже.

Эффективность диспергирования жира в молоке, %	Не менее 60	50—60	40—45	Менее 40
Качество питьевого пастеризованного молока	Отличное	Хорошее	Удовлетворительное	Плохое

Эффективность диспергирования жира в продуктах с разной массовой долей жира, с учетом результатов производственной проверки, будет следующей (%): пастеризованного коровьего молока — 50; сливок с массовой долей жира 8 и 10% - 45, 20% — 40, 35% — 30; сливок для производства сметаны с массовой долей жира 20% - 40, 25 и 30% - 35.

**Приготовление реактива.** Вскрывают одну упаковку сухого препарата для определения эффективности диспергирования жира. Содержимое без потерь высыпают в мерную колбу вместимостью 1000 см<sup>3</sup>, добавляют дистиллированную воду до метки, закрывают притертой пробкой и хорошо перемешивают. Полученный раствор (рабочий раствор) применяют для разведения молока и молочных продуктов при оценке их качества по степени дисперсности жировой фазы.

### 4.3 Определение размеров жировых шариков

#### гомогенизированного молока

Перед началом работы необходимо произвести оценку делений окулярной линейки без учета увеличения в микроскопе с помощью объект — микрометра, цена деления которого 0,01 мм или 10 мкм. Для более точного определения цены деления пользуются таблицей 4.2.

Таблица 4.2 Зависимость значения окулярного микрометра от  
увеличения окуляра и объектива

Окуляр	Объектив	Общее увеличение	Цена деления шкалы микрометра, мкм
7	8	56	21,3
7	20	140	8,5
7	40	280	4,2
7	90	630	1,9
10	8	80	17,2
10	20	200	6,9
10	40	400	3,4
10	90	900	1,5
15	8	120	15,0
15	20	300	6,0
15	40	600	3,0
15	90	1350	1,3

Молоко разбавляют водой (1:10) или 1-2 %-ным раствором глицерина (1:25).

Одну каплю разбавленного молока наносят на предметное стекло, накрывают ее покровным стеклом и осторожно прижимают покровное стекло к предметному. Для герметизации препарата края покровного стекла смазывают вазелином. Препарат оставляют стоять при комнатной температуре от 15 мин. до 1 часа для всплывания жировых шариков. После выдержки препарат помещают на столик микроскопа и с помощью окуляр – микрометра определяют размеры жировых шариков при увеличении в 600 раз (объектив 40, окуляр 15).

Жировые шарики разделяют на фракции (группы) по размерам диаметров в зависимости от увеличения микроскопа и установленной цены деления окуляр – микрометра. Точность пределов этих фракций составляет одно или половину деления окуляр – микрометра. Например, если цена одного деления шкалы окуляр – микрометра равна 1 мкм, то пределы фракций будут следующими: I – от 0 до 1 мкм; II – от 1 до 2 мкм; III – от 2 до 3 мкм и т.д.

В одном образце молока подсчитывают 600 – 1000 жировых шариков. размеры жировых шариков каждой фракции выражаются средним диаметром  $(2 + 3) / 2 = 2,5$  мкм.

Данные измерений записываются в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 Результаты микропирования жировых шариков

№ фракции	Диаметр жировых шариков фракции, мкм	Средний диаметр жировых шариков, мкм	Количество жировых шариков	Количество жировых шариков, % от общего кол-ва
1	2	3	4	5
ИТОГО			600 - 1000	100

## 5 Оформление работы

Излагается сущность каждого из методов определения эффективности гомогенизации. Заполняются таблицы. Сравнивают методы определения эффективности гомогенизации по продолжительности, трудоемкости, аппаратному оформлению. Выбирается метод для применения в промышленности и научных исследованиях.

## 7 Контрольные вопросы

1. Назначение и сущность гомогенизации?
2. Какие технологические факторы влияют на дисперсность молочного жира при гомогенизации?
3. В чем заключается метод определения эффективности гомогенизации центрифугированием?
4. Какие методы определения эффективности гомогенизации вы знаете? Их достоинства и недостатки.
5. Назовите способы и режимы гомогенизации.
6. Как влияет гомогенизация на состав и свойства молока?

