

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ**

**ИНСТИТУТ ХОЛОДА И БИОТЕХНОЛОГИЙ**



**А.А. Брусенцев**

**ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЯ  
И ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИЮ  
ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

Учебно-методическое пособие



**Санкт-Петербург  
2013**

УДК 637.1

**Брусенцев А.А.** Общие принципы переработки сырья и введение в технологию продуктов питания: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 97 с.

Представлены рабочая программа дисциплины, методические указания к самостоятельной работе студентов, порядок выполнения и оформления лабораторных работ, задания к контрольной работе для бакалавров всех форм обучения по направлению 260200 Продукты питания животного происхождения.

**Рецензент: кандидат техн. наук, доц. И.Е. Радионова**

**Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом Института холода и биотехнологий**



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики».

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2013

© Брусенцев А.А., 2013

# 1. ВВЕДЕНИЕ

Специальность инженера-технолога молочной промышленности связана с удовлетворением самых насущных потребностей человека. Молоко и молочные продукты относятся к важнейшим, жизненно необходимым продуктам питания, используемым человеком в течение нескольких тысячелетий.

Современное промышленное производство молочных продуктов складывается из ряда последовательных технологических операций, основанных на физических, химических, микробиологических и других способах целенаправленного воздействия на молоко или их комбинации. В результате этих воздействий в молоке происходят изменения, которые в конечном итоге приводят к получению того или иного вида молочных продуктов. В данном курсе рассматриваются следующие вопросы: возникновение отраслевой технологии, роль русских ученых в создании технологии, современное состояние отрасли, условия получения доброкачественного молока на ферме. Сущность и обоснование основных технологических операций, применяемых в производстве молочных продуктов, мойка и дезинфекция технологического оборудования, применение тары и упаковочных материалов.

«Общие принципы переработки сырья и введение в технологию продуктов питания» – основополагающая дисциплина в комплексе специальных знаний технологических операций, применяемых при производстве молочных продуктов.

Перечень дисциплин, изучение которых необходимо для усвоения данной дисциплины:

- неорганическая химия;
- органическая химия;
- общая микробиология;
- физика и химия молока

## *Цель преподавания дисциплины*

При изучении дисциплины «Общие принципы переработки сырья и введение в технологию продуктов питания» студенты должны получить знания о требованиях к качеству сырья для молочной

промышленности; механической обработке молочного сырья: фильтровании, центробежной очистке, дезодорации и деаэрации, гомогенизации; мембранных методах обработки молочного сырья; обработке сырья с целью снижения бактериальной обсемененности; пастеризации и стерилизации; санитарной обработке оборудования и тары; применяемых таро-упаковочных материалах и видах упаковки для молока и молочных продуктов.

### *Задачи изучения дисциплины*

В результате изучения дисциплины студенты должны *знать*:

- историю возникновения отраслевой технологии;
- правила отгрузки и транспортировки молока на молокоперерабатывающие предприятия, оформление товарно-транспортных накладных;
- требования, предъявляемые к молоку, как сырью для молочной промышленности;
- пороки молока и меры их предупреждения;
- правила приемки молока на молокоперерабатывающих предприятиях;
- технику отбора проб для определения качественных показателей молока;
- методики определения качественных показателей сырья;
- оборудование и способы определения количества сырья, поступающего на предприятия;
- цели и способы охлаждения и резервирования сырья;
- сущность, теорию и обоснование режимов основных технологических операций (охлаждение, замораживание, микрофильтрация, центробежная очистка. Сепарирование, нормализация, ультрафильтрация. Обратный осмос, электродиализ, бактофугирование, гомогенизация, дезодорация, деаэрация, сгущение, сушка, пастеризация, стерилизация);
- изменение состава и свойств сырья в ходе технологических операций;
- применяемые моющие и дезинфицирующие средства для санитарной обработки технологического оборудования;

– технологические режимы мойки (ручной и централизованный) различных видов технологического оборудования;

– требования, предъявляемые к упаковочным материалам; назначение и применение различных видов тары и упаковочных материалов.

– организацию мойки оборудования, применяемые моющие и дезинфицирующие средства и технологические режимы мойки и дезинфекции оборудования;

*уметь:*

– проводить оценку качественных показателей заготавливаемого молока;

– выбирать оптимальные условия организации технологических процессов;

– пользоваться современными методами контроля сырья и хода технологических процессов;

– составлять технологическую схему приемки молока, первичной обработки и хранения сырья;

– пользоваться сепаратором-сливкоотделителем, осуществлять его разборку и сборку;

– определять эффективность гомогенизации и пастеризации при производстве молочных продуктов;

– определять термоустойчивость заготавливаемого молока.

*иметь представление:*

– об организации закупок молока;

– о способах доставки молока на молокоперерабатывающие предприятия;

– о назначении тары и упаковки;

– о требованиях, предъявляемых к тароупаковочным материалам;

– об оборудовании, применяемом для расфасовки и упаковки молочных продуктов.

## ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа студентов (СРС) – одна из главных составляющих комплекса, определяющего подготовку инженерных кадров.

Учебный процесс организуется в соответствии со следующими документами:

- государственным образовательным стандартом (ГОС);
- учебным планом;
- рабочей программой дисциплины;
- календарным планом.

В соответствии с этими документами учебное время студентов должно составлять 9 ч в день, или 54 ч в неделю. Обязательные аудиторские занятия (лекции, лабораторные и практические занятия, выполнение курсовых и дипломных работ) должны занимать не более 27 ч в неделю, а самостоятельная работа студентов без преподавателя во внеаудиторное время не менее – 27 ч в неделю.

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины организуется самим студентом. При возникновении сложностей или неясных позиций студент обращается за помощью к преподавателю.

При самостоятельной работе студента по изучению дисциплины у него должны быть рабочая программа и настоящие методические указания. В рабочей программе отражено содержание отдельных разделов изучаемой дисциплины, а также указан объем материала, который должен быть дан в лекциях и закреплен на лабораторных занятиях. В конце методических указаний приведен список учебной литературы. Для лучшей организации самостоятельной работы студентов в рабочей программе и настоящих методических указаниях после изучаемой темы имеются ссылки на литературные источники с указанием страниц, которые студенту необходимо освоить.

Для самостоятельного контроля усвоения материала в конце темы имеются вопросы, на которые студент должен ответить после изучения материала темы.

Количественной оценкой качества изучаемого студентом учебного материала являются рейтинговые баллы, определяемые педагогом, ведущим дисциплину. При рейтинговой оценке учитывается также регулярность самостоятельной работы студента при изучении дисциплины, что определяется опросом студентов в начале лабораторных занятий.

**Таблица рейтинговой оценки**

№ модуля	Содержание модуля	Контрольные мероприятия	Максимальное число баллов	Срок сдачи (неделя)
1	<u>Раздел 1.</u> История возникновения и развития отрасли <u>Раздел 2.</u> Требования, предъявляемые к качеству заготавливаемого молока <u>Раздел 3.</u> Организация закупок сырья и расчеты с поставщиками <u>Раздел 4.</u> Отгрузка и транспортирование молока <u>Раздел 5.</u> Приемка сырья на молокоперерабатывающих предприятиях	Лабораторная работа № 1	4	1
		Лабораторная работа № 2	4	2
		Посещение лекций	4	–
		Тест № 1	5	4
		Лабораторная работа № 3	4	3
2	<u>Раздел 6.</u> Механическая обработка молока  <u>Раздел 7.</u> Сепарирование молока  <u>Раздел 8.</u> Нормализация молока при производстве молочных продуктов	Лабораторная работа № 4	4	4
		Лабораторная работа № 5	4	5
		Лабораторная работа № 6	4	7
		Лабораторная работа № 7	4	9
		Лабораторная работа № 8	4	11
		Посещение лекций	8	–
Тест № 2	5	10		
3	<u>Раздел 9.</u> Мембранные методы обработки молока <u>Раздел 10.</u> Физические методы обработки молока <u>Раздел 11.</u> Тепловая обработка молока	Лабораторная работа № 9	4	13
		Лабораторная работа № 10	4	15
		Посещение лекций	8	–

№ модуля	Содержание модуля	Контрольные мероприятия	Максимальное число баллов	Срок сдачи (неделя)
4	<u>Раздел 12.</u> Мойка и дезинфекция оборудования  <u>Раздел 13.</u> Тара и упаковочные материалы	Тест № 3		15
5	Участие в НИРС (премиальные баллы)		10	
	Итого		80	

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Тема 1. История возникновения и развития отрасли**

Характеристика молока как продукта питания. Питательные и лечебные свойства молока. Продукты питания из молока. Развитие молочного промысла в России. Возникновение промышленного производства. Характеристика отдельных отраслей молочной промышленности.

Современное состояние и перспективы развития молочной промышленности. Виднейшие ученые и их роль в создании отечественной молочной промышленности и научно-технических основ технологии молока и молочных продуктов.

Самостоятельная работа студентов (СРС) – 4 ч, в том числе 2 ч – изучение материала темы 1 по литературным источникам [1, с. 3–31; 2, с. 3–6; 3, с. 3–5; 6, с. 3–4]; освоение лекционного материала – 2 ч.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Каковы питательные и лечебные свойства молока различных млекопитающих?
2. Каковы основные этапы развития молочного дела в России?
3. Назвать отрасли молочной промышленности и историю их развития.



4. Какие ученые внесли свой вклад в развитие молочной промышленности в России и в чем он заключается?
5. Каковы перспективы развития молочной промышленности?

## **Тема 2. Требования, предъявляемые к качеству заготавливаемого молока**

Требования, предъявляемые к сырью молочной промышленности. Сезонные изменения состава и свойств сборного молока и их значение в производстве молочных продуктов. Показатели, характеризующие качество молока. ГОСТ Р 52054–2003 на заготавливаемое молоко.

Требования, предъявляемые к качеству заготавливаемых сливок (ГОСТ Р 53435–2009). Пороки сырья и их влияние на качество готовой продукции. Способы устранения пороков сырья. Пищевая и энергетическая ценность молока, сливок. Влияние изменения состава сырья на его пищевую и энергетическую ценность.

Самостоятельная работа студентов (СРС) – 8 ч, в том числе 4 ч – подготовка к защите лабораторных работ 1, 2; работа по теме с литературой – 4 ч: [1, с. 32–36, 55–78; 2, с. 7–53, 60–69; 3, с. 180–202; 6, с. 5–105, 125–165; 14, с. 3–8; 15, с. 3–8].

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какие требования предъявляются к сырью для молочной промышленности?
2. Как изменяются состав и свойства молока в течение года и с чем это связано?
3. Каковы требования ГОСТ Р 52054–2003 к заготавливаемому молоку?
4. Какие требования предъявляются ГОСТ Р 53435–2009 к качеству сливок?
5. Какие пороки молока и методы борьбы с ними вы знаете?
6. Как определить энергетическую и биологическую ценность сырья?
7. Какие факторы влияют на изменение энергетической и биологической ценности сырья?

### **Тема 3. Организация закупок сырья и расчеты с поставщиками**

Порядок проведения государственных закупок молока. Требования, предъявляемые при отгрузке молока к поставщику и приемщику молочной продукции. Отбор проб молока при отгрузке. Оформление товарно-транспортных документов. Составление графиков доставки молочной продукции и порядок их утверждения. Правила транспортировки молока. Тара, применяемая для транспортировки. Сдача молочной продукции на молокоперерабатывающие предприятия. Возврат тары хозяйствам. Оформление сдачи продукции, расчеты за сданную продукцию и ее доставку. Штрафные санкции. Организация закупок излишков молока в фермерских и индивидуальных хозяйствах.

Самостоятельная работа студентов – 6 ч.

Работа с литературой [1, с. 32–36; 2, с. 69–72; 3, с. 203–211].

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Как производят закупки молока?
2. Какие показатели определяют в молоке (сливках) при отгрузке и как оформляют товарно-транспортные накладные?
3. Как производятся сдача-приемка молока на молокоперерабатывающем предприятии и расчеты за сданную продукцию?
4. Как организуют закупки излишков молока в фермерских хозяйствах и хозяйствах индивидуальных граждан?
5. Каковы правила отгрузки и транспортировки молока?

### **Тема 4. Отгрузка и транспортирование молока**

Правила отгрузки молока. Перевод хозяйств на центровывоз. Требования, предъявляемые к хозяйствам, переводимым на центровывоз. Виды и принадлежность транспорта, применяемого для транспортирования молока. Изменение качества молока при транспортировке. Источники загрязнения молока при отгрузке и транспортировке.

Самостоятельная работа студентов – 4 ч.

Работа с литературой [1, с. 32–36; 2, с. 69–72; 3, с. 203–211].

### **Вопросы для самопроверки**

1. Каковы правила перевода хозяйств на центровывоз?
2. Какие факторы влияют на качество молока при отгрузке и транспортировке?
3. Каковы способы доставки молока на молокоперерабатывающие предприятия?

### **Тема 5. Приемка сырья на молокоперерабатывающих предприятиях**

Организация и правила приемки сырья на молокоперерабатывающих предприятиях. Требования ГОСТ Р 52054–2003 «Молоко коровье – сырое. Правила приемки, методы отбора проб и подготовка их к анализу». Определение качества и количества молока при приемке. Методики определения качества заготавливаемого сырья (определение органолептических, физико-химических и микробиологических показателей).

Охлаждение и хранение сырья до переработки. Изменение качества сырья при приемке и хранении.

Самостоятельная работа студентов – 10 ч, в том числе 2 ч – подготовка к защите лабораторной работы № 3.

Работа с литературой – 8 ч: [1, с. 33–36, 217–219; 2, с. 46–60, 69–72; 3, с. 203–211; 14, с. 3–8; 15, с. 3–8].

### **Вопросы для самопроверки**

1. Каковы правила приемки молока на молокоперерабатывающих предприятиях?
2. Каковы правила отбора проб и подготовка их к анализам?
3. Как определяют количество молока при приемке?
4. Как определяют качественные показатели заготавливаемого молока?
5. Как изменяется качество молока при охлаждении и хранении?
6. Каковы условия и сроки хранения молока?

## **Тема 6. Механическая обработка молока**

Фильтрация. Основные закономерности процесса фильтрации и использование в молочной промышленности. Виды и характеристика фильтрующих материалов.

Центробежная очистка молока, закономерности процесса. Бактофугирование молока. Назначение и особенности. Эффективность бактофугирования.

Гомогенизация, сущность процесса, способы и назначение. Факторы, влияющие на дисперсность молочного жира и агрегативную устойчивость гомогенизированных смесей. Режимы гомогенизации, их обоснование для смесей различной жирности. Эффективность гомогенизации, методы ее определения. Классификация. Ультразвуковая обработка.

Влияние механической обработки на свойства молока, сливок и их хранение.

Самостоятельная работа студентов – 10 ч, в том числе 6 ч – подготовка к защите лабораторных работ № 6, 7, 8, 9, 10, 12; 4 ч – работа с литературой [1, с. 36–43; 2, с. 74–80, 96–120; 3, с. 211–219, 223–234; 4, с. 274–381].

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какие виды механической обработки вы знаете?
2. Что такое фильтрование, его назначение и способы проведения на производстве?
3. Что такое бактофугирование и каковы его особенности?
4. Что такое гомогенизация и каковы способы ее проведения?
5. Какие факторы вы знаете и как они влияют на эффективность гомогенизации?
6. Какие основные режимы гомогенизации при производстве различных молочных продуктов вы знаете?
7. Как изменяются свойства молока при различных видах механической обработки?

## **Тема 7. Сепарирование молока**

Сепарирование молока, основные закономерности процесса. Показатели, характеризующие качество обезжиривания. Факторы, влияющие на качество обезжиривания молока. Выход сливок, регулирование их жирности. Состав и свойства сливок и обезжиренного молока.

Самостоятельная работа студентов – 6 ч, в том числе 4 ч – подготовка к защите лабораторной работы № 4; 2 ч – работа с литературой [1, с. 38–41; 2, с. 74–91; 3, с. 214–223].

### **Вопросы для самопроверки**

1. Каковы основные закономерности процесса сепарирования?
2. Какие факторы и как влияют на эффективность сепарирования?
3. Какие виды сепараторов применяются в промышленности?
4. Как рассчитать количество получаемых сливок и обезжиренного молока?

## **Тема 8. Нормализация молока при производстве молочных продуктов**

Нормализация молока, способы и назначение. Принципы нормализации по одному и нескольким компонентам (жиру, белку, сухим веществам). Способы нормализации. Технологические схемы нормализации.

Самостоятельная работа студентов – 4 ч, в том числе 2 ч – подготовка к защите лабораторной работы № 5; 2 ч – работа с литературой [1, с. 38–41; 2, с. 91–96; 3, с. 235–240].

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какие способы нормализации вы знаете?
2. По каким компонентам нормализуют смеси при производстве молочных продуктов?
3. Как рассчитать количество компонентов при нормализации по жиру, белку, сухим веществам?

## **Тема 9. Мембранные методы обработки**

Современные методы обработки молока. Ионный обмен. Ультрафильтрация. Обратный осмос. Электродиализ. Гель-фильтрация. Их назначение и возможности. Теоретические основы процессов, их использование с целью изменения солевого состава молока, выделения составных частей и концентрирования молока.

Самостоятельная работа студентов – 8 ч.

Работа с литературой: [1, с. 43–46; 2, с. 121–135; 3, с. 240–248].

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какие способы нормализации вы знаете?
2. Что такое микрофильтрация, ультрафильтрация, обратный осмос, электродиализ, гель-фильтрация, ионный обмен?
3. Какие способы мембранной обработки используют в молочной промышленности?
4. Какие составные части молока выделяют при ультрафильтрации и при обратном осмосе?

## **Тема 10. Физические методы обработки сырья**

Теоретические основы дезодорации и деаэрации. Назначение и сущность процессов. Применение дезодорации и деаэрации в молочной промышленности с целью улучшения качества сырья и готовой продукции. Технологические режимы процессов. Теоретические основы сгущения и сушки молока и молочных продуктов. Применение процессов в технологии производства различных молочных продуктов, технологические режимы сгущения и сушки.

Самостоятельная работа студентов – 8 ч, в том числе 2 ч – подготовка к защите лабораторной работы № 14; 6 ч – работа с литературой [1, с. 134–135, 144–147, 304–305].

### **Вопросы для самопроверки**

1. Что такое дезодорация и деаэрация в молочной промышленности?

2. Где применяются дезодорация и деаэрация в молочной промышленности?
3. Зачем применяют сгущение молока?
4. Каковы технологические режимы сгущения и сушки?
5. Зачем применяют предварительное сгущение перед сушкой?

## **Тема 11. Тепловая обработка молока**

Виды тепловой обработки. Пастеризация молока. Цель пастеризации. Теоретическое обоснование режимов пастеризации. Закономерности пастеризации. Производственные режимы пастеризации молока, их обоснование и использование. УВТ-пастеризация. Эффективность пастеризации. Критерий Пастера. Остаточная микрофлора пастеризованного молока при различных режимах пастеризации.

Стерилизация молока. Цели, задачи, режимы. Стерилизация при сверхвысокотемпературном режиме. Способы стерилизации, их сравнительная оценка. Другие способы обработки молока с целью стерилизации (ультразвук, ионизирующее излучение и др.). Способы повышения тепловой стойкости молока.

Самостоятельная работа студентов – 12 ч, в том числе 6 ч – подготовка к защите лабораторных работ № 11, 13; 6 ч – работа с литературой [1, с. 46–50; 2, с. 143–173; 3, с. 248–272].

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какие виды тепловой обработки молочного сырья вы знаете?
2. Что такое пастеризация и какова ее суть?
3. Какие основные режимы пастеризации применяют в молочной промышленности?
4. Почему применяют различные режимы пастеризации?
5. От чего зависит эффективность пастеризации?
6. Что такое критерий Пастера и что он характеризует?
7. Что такое УВТ-обработка молока?
8. Какие способы стерилизации вы знаете?
9. Какова эффективность различных способов стерилизации?
10. Как изменяются состав и свойства молока при пастеризации и стерилизации?

11. Как повысить тепловую стойкость молока?
12. Как определить необходимое количество солей-стабилизаторов для повышения термоустойчивости молока?

## **Тема 12. Мойка и дезинфекция технологического оборудования**

Мойка оборудования как одно из условий производства продукции высокого качества. Применяемые моющие и дезинфицирующие средства. Организация мойки оборудования на предприятии. Графики мойки оборудования. Ручная и централизованная мойка оборудования. Технологические режимы мойки различного оборудования. Контроль качества мойки.

Самостоятельная работа студентов – 6 ч.

Работа с литературой – 4 ч: [2, с. 174–194; 9, с. 3–108].

### **Вопросы для самопроверки**

1. Каково назначение мойки оборудования?
2. Какие моющие и дезинфицирующие средства применяют для мойки оборудования?
3. Как организуют мойку оборудования?
4. Каковы технологические режимы ручной и централизованной мойки оборудования?
5. С какой целью и почему применяют ручную мойку оборудования?
6. Как контролируют качество мойки оборудования?

## **Тема 13. Тара и упаковочные материалы**

Современные упаковочные материалы. Требования, предъявляемые к ним. Функциональное назначение тары и упаковочных материалов. Перспективные направления в совершенствовании упаковочных материалов и оборудования для изготовления тары и упаковочных материалов.

Самостоятельная работа студентов – 4 ч.

Работа с литературой – 2 ч: [1, с. 287–288, 347–348]; проработка лекционного материала.



## Вопросы для самопроверки

1. Какие упаковочные материалы вы знаете и почему они разные?
2. Какие требования предъявляются к упаковочным материалам?
3. Что такое потребительская и транспортная тара и каково ее назначение?
4. Какие перспективные направления в совершенствовании тары, упаковки и тароупаковочных материалов вы знаете?

## ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОГО ОБУЧЕНИЯ

Студенты заочной формы обучения выполняют одну контрольную работу, состоящую из двух вопросов, вариант которой выбирают по последней цифре номера зачетной книжки. При выполнении контрольной работы необходимо руководствоваться рабочей программой дисциплины и рекомендуемой литературой, представленной в конце пособия.

### Вариант 1

1. Теория пастеризации и применяемые технологические режимы в промышленности.
2. Сепарирование молока. Типы сепараторов, применяемых в промышленности. Расчет выхода обезжиренного молока и сливок.

### Вариант 2

1. Теория тепловой стерилизации. Технологические режимы стерилизации, применяемые в промышленности.
2. Мембранные методы обработки молочного сырья. Типы установок для ультрафильтрации и виды применяемых мембран.

### Вариант 3

1. Оценка количества и качества молока при приемке на молокоперерабатывающих предприятиях.
2. Гомогенизация молока. Различные методы определения эффективности гомогенизации.

### Вариант 4

1. Состав и свойства молока, его энергетическая и биологическая ценность.
2. Теория пастеризации. Основные технологические режимы, применяемые в промышленности.

### Вариант 5

1. Правила отгрузки, транспортирования и приемки молока. Требования к качеству молока в соответствии с ГОСТ Р 52054–2003.
2. Теория тепловой стерилизации. Основные технологические режимы, применяемые в промышленности.

### Вариант 6

1. Сепарирование и нормализация молока. Различные методы расчетов при нормализации.
2. Изменение составных частей молока при пастеризации и стерилизации.

### Вариант 7

1. Различные методы удаления и уничтожения микроорганизмов в молоке.
2. Виды механической обработки. Изменение составных частей молока при механической обработке.

### Вариант 8

1. Требования к молоку как сырью для молочной промышленности при производстве различных молочных продуктов.
2. Сгущение и сушка молочного сырья.

## Вариант 9

1. Сепарирование молока.
2. Тара и упаковочные материалы.

## Вариант 10

1. Гомогенизация молока. Различные методы определения ее эффективности.
2. Стерилизация молока. Изменение составных частей молока при различных режимах тепловой стерилизации.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ**

Студенты допускаются к работе в лаборатории только после ознакомления с правилами техники безопасности и получения инструктажа, что фиксируется в специальном журнале.

Лабораторные работы выполняются звеньями в составе 3–4 человек. Студенты должны заранее готовиться к занятию, используя рекомендованную литературу. Готовность студента к занятию проверяется преподавателем перед началом лабораторной работы. Студенты, не подготовившиеся к занятию, к выполнению лабораторной работы не допускаются и выполняют ее вне расписания, после повторной проверки готовности.

Отчет о проделанной работе представляется в конце занятия по форме, разработанной кафедрой. Итоги выполнения задания подводятся преподавателем на основе собеседования и анализа отчета.

### **Правила техники безопасности при работе в лаборатории**

При работе в лабораториях кафедры технологии молока и молочных продуктов необходимо соблюдать следующие правила.

1. Перед началом занятий необходимо надеть белые халаты и косынки или колпаки.
2. На рабочем месте не следует держать никаких посторонних предметов. Сумки и портфели укладываются в специальный шкафчик.
3. Категорически запрещается пить воду из химической посуды.
4. Не включать и не выключать без разрешения преподавателя рубильники и приборы. Следить за состоянием изоляции проводов, электроарматуры и оборудования.
5. Нельзя пробовать на вкус реактивы.
6. Горячие и раскаленные предметы ставить только на асбестовую сетку или иную термостойкую прокладку.
7. При работе с крепкими кислотами и щелочами необходимо:
  - а) при отмеривании и переливании кислоты и щелочи надевать защитные очки, резиновые перчатки и поверх халата – прорезиненный фартук;

б) не втягивать ртом кислоту в пипетку, использовать для отмеривания кислоты дозаторы или резиновую грушу;

в) при закрывании жирометров пробками и при встряхивании заворачивать их в салфетки;

г) при ввертывании в жирометр резиновой пробки, а также при отсчете показаний содержания жира, жирометр держать за расширенную часть, завернутую в салфетку. В противном случае, в месте спая корпуса и градуированной трубки жирометр может сломаться, а кислота попадет на руки;

д) вынимая пробки из жирометров, держать жирометры отверстиями в сторону от себя и от окружающих;

е) отработанные кислоты и щелочи сливать через воронку в специальные бутылки.

8. Если кислота попала на руки или лицо, необходимо пораженные места сразу же промыть чистой водой, затем слабым раствором соды и снова чистой водой. Если кислота попала на одежду, ее нейтрализуют содой и смывают водой.

9. Если в центрифуге разобьется жирометр, необходимо немедленно промыть внутреннюю часть корпуса содовым раствором, чистой водой и протереть насухо.

10. Горящие спиртовки, горелки должны находиться от воспламеняющихся веществ (бензин, эфир, спирт и др.) на расстоянии не менее 3 м.

11. В случае воспламенения горючих жидкостей следует быстро погасить горелки, выключить электронагревательные приборы и принять меры к тушению пожара.

12. Окончив работу, надо привести в порядок рабочее место (вымыть посуду, поставить на место реактивы, приборы и т. п.) и сдать его лаборанту кафедры.

## Лабораторная работа № 1

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ МИКРООБЪЕКТОВ В МОЛОКЕ

**Задание 1.** Определить цену деления окулярной сетки при различных увеличениях микроскопа.

*Необходимые приборы и приспособления*

1. Микроскоп биологический.
2. Окулярная сетка (окуляр-микрометр).
3. Объект-микрометр.

На предметный столик микроскопа поместите объект-микрометр таким образом, чтобы его линейка, нанесенная в центре круглого стекла, совпала с оптической осью микроскопа. Так как саму линейку объект-микрометра рассмотреть невооруженным глазом трудно, то точно разместить ее на предметном столике микроскопа можно, применив слабый объектив.

Получив четкое изображение линейки объект-микрометра при малом увеличении, нужно, не изменяя ее положения на предметном столике микроскопа, установить требуемый объектив и снова настроить микроскоп на четкое изображение линейки. Если используют иммерсионные объективы, то на поверхность объект-микрометра нужно поместить каплю соответствующей иммерсии (кедровое или иммерсионное масло).

Линейка объект-микрометра должна быть закреплена на предметном столике пружинными зажимами, а перемещение ее в поле зрения микроскопа нужно производить с помощью винтов предметного столика. Окулярную сетку, представляющую собой стеклянный кружок, на котором размещен квадрат, разделенный на 250 маленьких квадратиков, нужно поместить внутрь окуляра поверх диафрагмы поля, для чего сначала следует отвинтить оправу верхней линзы окуляра, положить сетку, а затем аккуратно снова привинтить оправу. Если изображение сетки в окуляре будет нечетким, а буквенные и цифровые индексы делений сетки перевернутыми, то нужно повторить операцию и повернуть сетку другой стороной. Окуляр с сеткой надо вложить в тубус микроскопа и настроить так, чтобы одновре-

менно видеть четкие изображения делений объект-микрометра и окулярной сетки. С помощью винтов предметного столика сместить изображение линейки в верхнюю или нижнюю часть поля так, чтобы деления линейки выступали за край квадрата окулярной сетки (рис. 1.1).

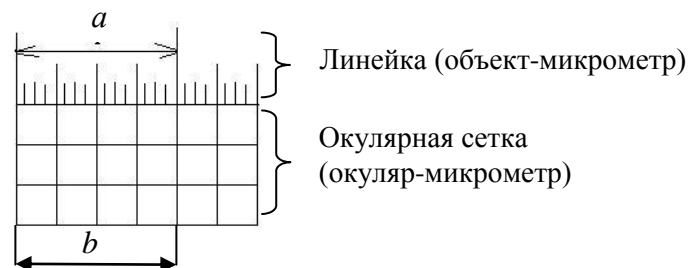


Рис. 1.1. Определение цены деления окуляр-микрометра

После этого нужно выбрать отрезок длиной  $L$  на линейке объект-микрометра, целое число делений которого совпало бы с целым числом делений (квадратиков) окулярной сетки. Подсчитать число делений объект-микрометра  $a$  и сетки  $b$ , уместяющихся на отрезке  $L$ . Цену деления  $X$  окулярной сетки вычислить по формуле

$$X = \frac{a \cdot 10}{b}, \text{ мкм.}$$

где  $a$  – число делений объект-микрометра;  $b$  – число делений окулярной сетки; 10 мкм – цена деления объект-микрометра (0,01 мм)

В примере, изображенном на рис. 1.1,  $a = 16$ ;  $b = 4$ ;  $X = 40$  мкм. Следовательно, если микрообъект размещен в пределах одного квадрата окулярной сетки, то действительный размер его поперечника составляет 40 мкм.

Таким же образом можно определить цену деления окулярной сетки при другом увеличении микроскопа. Результаты измерений, повторенных трижды, сводят в таблицу следующей формы (табл. 1.1).

После определения цены деления окулярной сетки объект-микрометр нужно снять с предметного столика, удалить иммерсию с поверхности микрометра и фронтальной линзы объектива (если она применялась) и уложить объект-микрометр в футляр.

### Результаты измерений

Определяемая величина	Результаты измерений		
	1	2	3
Собственное увеличение объектива			
Собственное увеличение окуляра			
Применяемая иммерсия			
Общее увеличение микроскопа			
Число делений объект-микрометра $a$			
Число делений окулярной сетки $b$			
Цена деления окулярной сетки $X$			

Полученные значения цены деления окулярной сетки соответствуют только тем увеличениям микроскопа, при которых они были определены.

**Задание 2.** Определить размеры жировых шариков молока и дать характеристику распределения их по размерам.

*Необходимые приборы, приспособления и сырье*

1. Микроскоп биологический.
2. Окулярная сетка.
3. Предметные и покровные стекла.
4. Пипетка на 1 мл.
5. Мерная колба на 100 мл.
6. Молоко свежее пастеризованное, дистиллированная вода.

#### *Порядок выполнения работы*

Разбавить молоко водой в мерной колбе в соотношении 1:100 (1 мл молока и 99 мл воды). Поместить 1 каплю разведенного молока на предметное стекло и накрыть покровным стеклом. Жировые шарики молока рассматривать при увеличениях, для которых определена цена деления окулярной сетки ( $280^x$ ,  $400^x$  или  $600^x$ ). Подсчитать количество и определить диаметр шариков на площади, ограниченной размерами окулярной сетки.

Жировые шарики с диаметром 2 мкм и менее считаются мелкими; от 2 до 6 мкм – средними; 6 мкм и более – крупными. Такой



подсчет следует произвести не менее чем в 10 полях зрения. Результаты наблюдений свести в табл. 1.2.

Таблица 1.2

**Результаты наблюдений**

№ поля зрения	Количество жировых шариков с диаметром			Общее число жировых шариков
	до 2 мкм	от 2 до 6 мкм	6 мкм и более	
1				
2				
3				
4				
Всего				
В % к общему числу				

Итоговые результаты следует использовать для построения графика. По оси ординат надо отложить количество жировых шариков каждого размера в процентах к общему их количеству, которое принимается за 100 %. По оси абсцисс отложить размеры жировых шариков. Полученные точки соединить плавной кривой, характеризующей дисперсность эмульсии жира в молоке. Подобным образом можно определить размеры жировых шариков в восстановленном сухом молоке, детских молочных смесях и других жидких молочных продуктах.

Для получения более точной характеристики дисперсности жировых шариков молока нужно сузить пределы измерений до 1 мкм.

## Лабораторная работа № 2

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ЖИРОВЫХ ШАРИКОВ В МОЛОКЕ С ПОМОЩЬЮ КАМЕРЫ ГОРЯЕВА

**Задание.** Определить количество жировых шариков в единице объема молока ( $\text{мм}^3$ ,  $\text{см}^3$ ).

*Необходимые приборы, оборудование и инвентарь*

1. Микроскоп биологический.
2. Счетная камера Горяева.
3. Мерная колба на 100 мл, пипетка на 1 мл.
4. Покровные стекла.
5. Спирт этиловый (ректификат).
6. Глазная пипетка.
7. Марля, фланель.

*Порядок выполнения работы*

Камера Горяева представляет собой толстое предметное стекло, на котором отшлифованы три площадки. Средняя площадка на 0,1 мм ниже, чем боковые (рис. 2.1). Кроме того, она разделена каналом на две одинаковые половинки. Вертикальными и горизонтальными линиями средняя площадка разделена на 25 крупных квадратов, в каждом из которых имеется 16 мелких квадратов. Площадь каждого квадратика (рис. 2.2) со стороной 1/20 мм равна  $1/400 \text{ мм}^2$ , глубина – 0,1 мм, тогда объем молока в этом квадратике составляет:

$$1/400 \cdot 0,1 \text{ мм}^3 = 25 \cdot 10^{-5} \text{ мм}^3 = 25 \cdot 10^{-8} \text{ мл.}$$

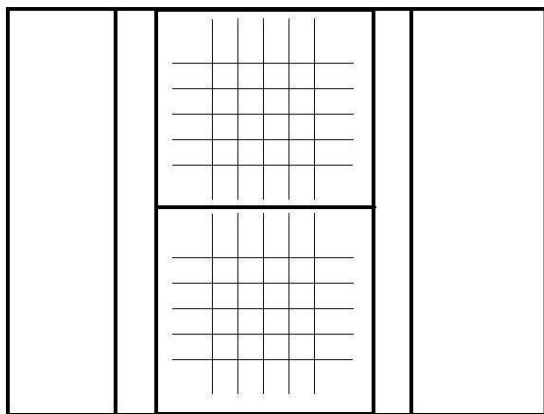


Рис. 2.1. Камера Горяева

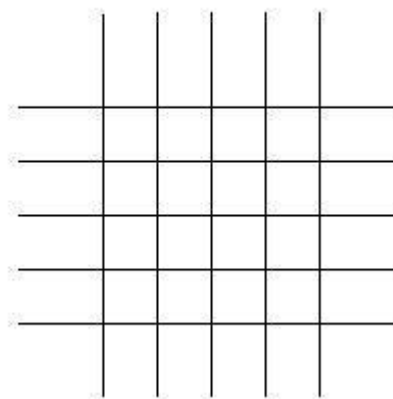


Рис. 2.2. Сетка камеры

Рассматривая камеру Горяева под различным углом зрения, можно различить среднюю площадку с нанесенной сеткой. Положить камеру Горяева на предметный столик микроскопа, расположив центр сетки как можно ближе к оптической оси микроскопа, предварительно закрепив ее зажимом на предметном столике. Рассмотреть сетку при малом увеличении микроскопа ( $56^{\times}$ ,  $80^{\times}$  или  $120^{\times}$ ), а затем при рабочем увеличении ( $280^{\times}$ ,  $400^{\times}$  или  $600^{\times}$ ).

Молоко предварительно развести водой в 100 раз (к 1 мл молока добавить 99 мл воды) и тщательно перемешать. Одну каплю разведенного молока поместить в центр счетной камеры и покрыть покровным стеклом, слегка прижав его края (а не середину). Оставить в покое на 5–10 мин.

Настроить микроскоп на четкое изображение жировых шариков и сетки камеры. Подсчитать количество жировых шариков в пяти больших квадратах (или 80 малых), расположенных в различных частях препарата. При этом, если шарик большей своей частью лежит вне границ квадрата, то его не считают. Количество шариков, подсчитанное в пяти больших квадратах, суммируют, вычисляют среднее их количество  $X$ , которое содержится в  $1 \text{ мм}^3$  молока, учитывая степень разведения, по формуле

$$X = \frac{10^5 \cdot 100 \cdot M}{25 \cdot 80},$$

где  $M$  – количество жировых шариков в 80 квадратиках; 100 – степень разведения; 80 – количество квадратиков, в которых проведен подсчет количества жировых шариков;  $25 \cdot 10^{-5}$  – емкость квадратика,  $\text{мм}^3$ .

Для более точного определения количества жировых шариков в молоке подсчет производят 2–3 раза, заправляя каждый раз камеру Горяева новой каплей молока той же пробы (представить среднее арифметическое значение полученных величин). После выполнения работы необходимо протереть камеру Горяева чистой фланелью, а затем спиртом (ректификатом).

Все полученные данные внести в табл. 2.1 и сделать общие выводы.

Таблица 2.1

**Результаты измерений**

№ опыта	Количество жировых шариков							
	В квадратах					Всего	В 1 мм <sup>3</sup> молока	В 1 мл молока
	1	2	3	4	5			
1								
2								
3								
Средняя величина								

## Лабораторная работа № 3

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОЛОКА И СЛИВОК

*Цель работы* – ознакомиться с методами анализа молока при определении таких его показателей, как активная и титруемая кислотность, плотность, степень чистоты, группа термоустойчивости, массовая доля жира и белка, бактериальная обсемененность.

К молоку, поступающему на предприятия молочной промышленности, предъявляются определенные требования, гарантирующие получение из него доброкачественных в пищевом и санитарном отношении продуктов.

Молоко, принимаемое на молокоперерабатывающие предприятия, должно соответствовать требованиям ГОСТ Р 52054–2003 «Молоко коровье – сырое».

По органолептическим показателям оно должно соответствовать требованиям, представленным в табл. 3.1, а по физико-химическим – нормам, приведенным в табл. 3.2.

Таблица 3.1

#### Органолептические показатели молока

Наименование показателя	Норма для молока сорта		
	высшего	первого	второго
Консистенция	Однородная жидкость без осадка и хлопьев Замораживание не допускается		
Вкус и запах	Чистые, без посторонних запахов и привкусов, не свойственных свежему натуральному молоку		
			Допускаются в зимне-весенний период слабо-выраженные кормовые привкусы и запахи
Цвет	От белого до светло-кремового		

Содержание токсичных элементов, афлатоксина М1, антибиотиков, ингибирующих веществ, радионуклидов, пестицидов, патогенных микроорганизмов, в том числе сальмонелл, КМАФАнМ и соматических клеток в молоке должно соответствовать действующим нормам [16].

**Физико–химические показатели молока**

Наименование показателя	Норма для молока сорта		
	высшего	первого	второго
Кислотность, °Т	От 16,00 до 18,00	От 16,00 до 18,00	От 16,00 до 21,00
Группа чистоты, не ниже	I	I	II
Плотность, кг/м <sup>3</sup> , не менее	1028,0	1027,0	1027,0
Температура замерзания, °С*	Не выше минус 0,520		
* Может использоваться взамен определения плотности молока			

Молоко, предназначенное для изготовления продуктов детского и диетического питания, должно соответствовать требованиям высшего сорта и по термоустойчивости быть не ниже II группы в соответствии с ГОСТ 25228.

Базисная общероссийская норма массовой доли жира молока – 3,4 %, базисная норма массовой доли белка – 3,0 %.

Молоко после дойки должно быть профильтровано (очищено). Охлаждение молока проводят в хозяйствах не позднее 2 ч после дойки до температуры (4±2) °С.

Молоко, полученное от коров в первые семь дней после отела и в последние пять дней перед запуском, приемке на пищевые цели не подлежит.

*Правила приемки* – по ГОСТ 13928: отбор проб молока осуществляют в месте его приемки, оформляют удостоверением качества и безопасности и сопровождают ветеринарным свидетельством (справкой) установленной формы.

В удостоверении качества и безопасности указывают:

- номер удостоверения и дату его выдачи;
- наименование и адрес поставщика;
- наименование и сорт продукта;
- номер партии;
- дату и время (ч, мин) отгрузки;
- объем партии, л;

– данные результатов испытаний (массовая доля жира, плотность, кислотность, чистота, температура при отгрузке);

– номер и дату выдачи сопроводительного ветеринарного свидетельства (справки) и наименование организации государственной ветеринарной службы, выдавшей его;

– обозначение настоящего стандарта.

Периодичность контроля показателей качества молока при приемке должна соответствовать данным, представленным в табл. 3.3.

Таблица 3.3

### Порядок контроля показателей молока при приемке

Контролируемый показатель	Периодичность контроля	Методы испытаний при повторном контроле	
		По просьбе поставщика	В спорных случаях
Органолептические показатели	Ежедневно в каждой партии	ГОСТ 28283–89	ГОСТ 28283–89
Температура, °С	Ежедневно в каждой партии	ГОСТ 26754–85	ГОСТ 26754–85
Титруемая кислотность, °Т	Ежедневно в каждой партии	ГОСТ 3624–92	ГОСТ 3624 (2.2)
Массовая доля жира, %	Ежедневно в каждой партии	ГОСТ 5867–90	ГОСТ 22760–77
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Ежедневно в каждой партии	ГОСТ 3625–84	ГОСТ 3625–84 разд. 3
Бактериальная обсемененность, КОЕ/г	Не реже одного раза в 10 дней	ГОСТ Р 53430–2009	ГОСТ Р 53430–2009
Группа чистоты	Ежедневно в каждой партии	ГОСТ 8218–89	ГОСТ 8218–89
Массовая доля белка, %	Не реже двух раз в месяц	ГОСТ 25179–90	ГОСТ 23327–98
Температура заморозания, °С	Ежедневно в каждой партии	ГОСТ 25101–82	ГОСТ 30562–97
Наличие фосфатазы	При подозрении тепловой обработки	ГОСТ 3623–73	ГОСТ 3623–73
Группа термостойчивости	Ежедневно в каждой партии	ГОСТ 25228–82	ГОСТ 25228–82

Контролируемый показатель	Периодичность контроля	Методы испытаний при повторном контроле	
		По просьбе поставщика	В спорных случаях
Содержание соматических клеток, тыс./см <sup>3</sup>	Не реже одного раза в 10 дней	ГОСТ 23453–90	ГОСТ 23453–90 разд. 3
Наличие ингибирующих веществ	Не реже одного раза в 10 дней	ГОСТ 23454-79	ГОСТ Р 51600–2000

Контроль за содержанием пестицидов, токсичных элементов, антибиотиков, ингибирующих веществ, радионуклидов, афлатоксина М1 и микробиологических показателей осуществляют в соответствии с порядком, гарантирующим безопасность молока и установленным производителем натурального коровьего молока по согласованию с органами здравоохранения.

При обнаружении в молоке ингибирующих веществ приемку его не производят, даже если по остальным показателям оно соответствует требованиям настоящего стандарта. Приемку следующей партии молока, поступившей из хозяйства, осуществляют после получения результатов анализа, подтверждающего отсутствие ингибирующих веществ.

При получении неудовлетворительных результатов анализов хотя бы по одному из показателей по нему проводят повторный анализ удвоенного объема пробы, взятой из той же партии молока. Результаты повторного анализа являются окончательными и распространяются на всю партию продукта.

Молоко плотностью 1026 кг/м<sup>3</sup>, кислотностью 15 или 21 °Т допускается принимать на основании контрольной (стойловой) пробы вторым сортом, если оно по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям соответствует требованиям настоящего стандарта. Срок действия результатов контрольной пробы не должен превышать 14 сут.

Молоко перевозят специализированными транспортными средствами в соответствии с правилами перевозок скоропортящихся грузов, действующими на данном виде транспорта.



Молоко транспортируют в цистернах для пищевых жидкостей по ГОСТ 9218, металлических флягах по ГОСТ 5037 и других видах тары, разрешенных органами здравоохранения России для контакта с молоком и молочными продуктами.

Крышки тары закрывают герметично. Запорные устройства крышек пломбируют по ГОСТ 18677.

Молоко транспортируют при его температуре от 2 до 8 °С не более 12 ч.

При нарушении режимов транспортирования молоко приемке не подлежит.

Молоко у сдатчика хранят при температуре  $(4\pm 2)$  °С не более 24 ч. При сдаче на предприятия молочной промышленности температура молока должна быть не выше 8 °С. Допускается, по договоренности сторон, вывоз неохлажденного молока из хозяйств на перерабатывающие предприятия в течение не более одного часа после дойки.

### **Определение титруемой кислотности молока (ГОСТ 3624–92)**

*Приборы и реактивы.* Колбы на 150–200 мл; пипетка вместимостью 10 мл; бюретка стеклянная на 25–50 мл; капельница для фенолфталеина; 0,1 н. раствор едкого натра (калия); 1 %-й спиртовой раствор фенолфталеина; вода дистиллированная; 2,5 %-й раствор сернокислого кобальта.

*Ход анализа.* В коническую колбу вместимостью 150–200 мл отмеряют пипеткой 10 мл молока, прибавляют из бюретки 20 мл дистиллированной воды и три капли 1 %-го фенолфталеина. Смесь тщательно перемешивают и медленно титруют 0,1 н. раствором едкого натра (калия) при непрерывном помешивании содержимого колбы легким ее вращением до появления слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин. Кислотность молока в градусах Тернера равна количеству миллилитров 0,1 н. раствора едкого натра (калия), пошедшего на нейтрализацию 10 мл молока, умноженному на 10. Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 1 °Т.

## Определение активной кислотности молока (ГОСТ 26781–85)

Активная кислотность определяется количеством грамм-ионов водорода, находящихся в 1 л данного раствора, и выражается водородным показателем (рН). Под величиной рН понимают отрицательный десятичный логарифм концентрации ионов водорода в продукте; рН свежего молока может составлять 6,5–6,7.

Для определения активной кислотности молока используется лабораторный потенциометр ЛПУ–0,1; универсальный прибор типа рН-222 или рН-222.1 с диапазоном измерения рН 3–8.

*Ход анализа.* Около 40 мл молока отбирают в стаканчик, погружают в него электроды прибора и через 10–15 с производят отсчет показания по шкале прибора. Снимать показания рекомендуется после 30-минутного прогрева прибора. Электроды до и после погружения в исследуемый раствор следует тщательно промыть дистиллированной водой, а остатки воды удалить фильтровальной бумагой. В условиях производства при контроле кислотности для его облегчения пользуются усредненными таблицами соотношения рН и титруемой кислотности. Это соотношение для заготавливаемого молока приведено в табл. 3.4.

Таблица 3.4

### Соотношение рН и титруемой кислотности

Титруемая кислотность, °Т	16	17	18	19	20	21	22
рН	6,79	6,69	6,64	6,58	6,52	6,46	6,41

### Метод определения плотности молока (ГОСТ 3625–84)

Плотность молока – это его масса при температуре 20 °С, заключенная в единице объема (килограмм на кубический метр). Изме-

рение плотности молока производят с помощью специального ареометра (лактоденсиметра), который имеет две шкалы. Верхняя шкала показывает температуру молока, а нижняя – плотность молока.

*Приборы и посуда.* Лактоденсиметры стеклянные типа А с термометром и ценой деления 0,001 или типа Б без термометра и с ценой деления 0,0005, цилиндры стеклянные, соответствующие размерам лактоденсиметра.

*Ход анализа.* Плотность коровьего молока определяют при температуре  $(20 \pm 5)$  °С. Пробу в количестве 0,25 или 0,5 л ( $\text{дм}^3$ ) молока перед определением плотности тщательно перемешивают и осторожно, не допуская вспенивания, наливают по стенке в сухой цилиндр, который держат в слегка наклоненном положении. Сухой и чистый лактоденсиметр медленно погружают в молоко и оставляют в нем свободно плавающим так, чтобы он не касался стенок цилиндра. Цилиндр должен стоять на ровной горизонтальной поверхности в таком положении по отношению к источнику света, которое дает возможность отчетливо видеть шкалу плотности и температуры.

Отсчет показаний температуры производят не ранее чем через 2 мин, плотности – через 3 мин после установления лактоденсиметра в неподвижном положении. При отклонении температуры молока от 20 °С вносят поправку: на каждый градус выше 20 °С вычитают 0,0002 единицы плотности или прибавляют столько же на каждый градус ниже 20 °С, или пользуются таблицей из ГОСТ 3625–84.

### **Определение чистоты молока (ГОСТ 8218–89)**

Метод основан на определении наличия механических примесей путем фильтрования определенного объема молока и сравнения загрязненности фильтра с эталоном для установления группы чистоты молока.

*Приборы и материалы.* Прибор для фильтрования пробы молока с диаметром фильтрующей поверхности 27–30 мм, ватные фильтры, мерная кружка.

*Ход анализа.* В донное отверстие конусного сосуда прибора вкладывают фильтровальный кружок, металлическую сетку и закрепляют их накидной гайкой. Мерной кружкой (или цилиндром) отмеряют 250 мл хорошо перемешанного молока (для ускорения фильт-

рования его рекомендуется прогреть до температуры 35–40 °С) и вливают в сосуд прибора. По окончании фильтрования фильтр помещают на лист бумаги, лучше – пергамента, и просушивают на воздухе, предохраняя от попадания пыли. Затем сравнивают фильтр с эталоном и в зависимости от количества механических примесей на фильтре делят молоко на три группы:

1-я группа – на фильтре отсутствуют частицы механических примесей;

2-я группа – на фильтре имеются отдельные частицы;

3-я группа – на фильтре заметный осадок мелких и крупных частиц (волоски, частицы сена, песка).

Образец для сравнения имеется в лаборатории и в ГОСТ 8218–89.

### **Определение содержания жира в молоке (ГОСТ 5867–90)**

Метод основан на выделении жира из молока в жиromeре при помощи центрифугирования после растворения белков концентрированной серной кислотой. Серная кислота растворяет белки молока, в результате чего жировые шарики молока теряют свою оболочку и объединяются в единый жировой слой. Ускорению и полному отделению жира от плазмы способствует добавление изоамилового спирта, который понижает поверхностное натяжение жировых шариков и тем самым способствует их слиянию.

*Приборы и реактивы.* Жиromeр для молока с пределами измерения от 0 до 6 % с ценой деления 0,1 %, резиновые пробки для жиromeров, мерная пипетка вместимостью 10,77 мл, приборы для отмеривания серной кислоты и изоамилового спирта вместимостью соответственно 10 и 1 мл, центрифуга, водяная баня, штатив для жиromeров, термометры со шкалой 0–100 °С; кислота серная плотностью 1810–1820 кг/м<sup>3</sup>, спирт изоамиловый.

*Ход анализа.* В чистый молочный жиromeр, помещенный в штатив, осторожно, стараясь не смочить горлышко, наливают автоматической пипеткой 10 мл серной кислоты плотностью 1810–1820 кг/м<sup>3</sup>. Затем пипеткой вместимостью 10,77 мл добавляют в жиromeр молоко так, чтобы жидкости не смешивались. Молоко из пипетки должно вытекать медленно, выдувание молока из пипетки

не допускается. Затем в жиромер добавляют 1 мл изоамилового спирта и закрывают сухой пробкой. Жиромер обертывают полотенцем и встряхивают до полного растворения белковых веществ, переворачивая 4–5 раз, чтобы жидкости полностью перемешались.

После этого жиромеры ставят пробкой вниз в водяную баню с температурой  $(65 \pm 2)$  °С на 5 мин. Вынув из бани, жиромеры вставляют в патроны центрифуги, располагая их симметрично один напротив другого. При нечетном количестве жиромеров в центрифугу помещают жиромер, наполненный водой. Закрыв центрифугу крышкой, смесь центрифугируют в течение 5 мин, затем вынимают из центрифуги и движением резиновой пробки регулируют столбик жира так, чтобы он находился в трубке со шкалой. Жиромеры снова помещают на 5 мин в водяную баню, вынимают из нее и быстро производят отсчет жира. Движением пробки вверх или вниз устанавливают нижнюю границу столбика жира на целом делении шкалы жиромера и от него отсчитывают число делений до нижней точки мениска столбика жира. Показание жиромера соответствует содержанию жира в молоке в процентах. Граница раздела жира и кислоты должна быть резкой, а столбик жира – прозрачным (светло-желтого цвета).

### **Определение бактериальной обсемененности молока (ГОСТ Р 53430–2009)**

Метод определения уровня бактериальной обсемененности сырого молока – редуктазная проба.

В процессе жизнедеятельности бактерии выделяют в окружающую среду наряду с другими окислительно-восстановительными ферментами анаэробные дегидразы, по старой классификации называемые редуктазами. Существует зависимость между количеством мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в молоке и содержанием в нем редуктаз, что дает возможность использовать редуктазную пробу как косвенный показатель уровня бактериальной обсемененности сырого молока.

#### *Сущность метода*

Метод основан на восстановлении резазурина окислительно-восстановительными ферментами, выделяемыми в молоко микроор-

ганизмами. По продолжительности изменения окраски резазурина оценивают бактериальную обсемененность сырого молока.

### *Проведение анализа*

Пробу с резазурином следует проводить не ранее чем через 2 ч после доения.

В пробирки наливают по 1 см<sup>3</sup> рабочего раствора резазурина и по 10 см<sup>3</sup> исследуемого сырого молока, закрывают резиновыми пробками и смешивают путем медленного трехкратного переворачивания пробирок. Пробирки помещают в редуктазник с температурой воды (37±1) °С.

При отсутствии редуктазника допускается использовать водяную баню, обеспечивающую поддержание температуры (37±1) °С.

Вода в редуктазнике или водяной бане после погружения пробирок с сырым молоком должна доходить до уровня жидкости в пробирке или быть немного выше, температуру (37±1) °С поддерживают в течение всего времени определения.

Пробирки с сырым молоком и резазурином на протяжении анализа должны быть защищены от света прямых солнечных лучей (редуктазник должен быть плотно закрыт крышкой).

Время погружения пробирок в редуктазник считают началом анализа.

Показания снимают через 1 ч.

Появление окрашивания молока в этих пробирках при встряхивании не учитывают.

По истечении 1 ч пробирки вынимают из редуктазника, осторожно переворачивают. Пробирки с молоком, имеющим окраску от серо-сиреневой до сиреневой со слабым серым оттенком, оставляют в редуктазнике еще на 30 мин.

### *Обработка результатов*

В зависимости от продолжительности обесцвечивания или изменения цвета молоко относят к одному из классов в соответствии с табл. 3.5.

**Классы молока**

Класс	Продолжительность изменения цвета	Окраска молока	Ориентировочное количество бактерий в 1 см молока
I	Через 1 ч	От серо-сиреневой до сиреневой со слабым серым оттенком	До 500 тыс.
II	Через 1 ч	Сиреневая с розовым оттенком или ярко-розовая	От 500 тыс. до 4 млн

*Примечания:* 1) для оценки качества сырого молока при бактериальной обсемененности до 100 тыс. в 1 см используют посев на чашки Петри на среду КМАФАнМ по ГОСТ Р 53430–2009; 2) при бактериальной обсемененности сырого молока до 300 тыс. время выдержки проб составляет 1,5 ч. Окраска сырого молока – от серо-сиреневой до сиреневой со слабым серым оттенком; 3) цвет сырого молока от бледно-розового до белого через 1 ч выдержки свидетельствует о бактериальной обсемененности свыше 4 млн жизнеспособных клеток.

### **Определение массовой доли белка методом формольного титрования**

#### *Приборы и реактивы*

1. Колбы 150–200 мл.
2. Пипетки на 1 и 20 мл.
3. Бюретки стеклянные на 25 и 50 мл.
4. Пипетка для фенолфталеина.
5. Прибор для отмеривания формалина.
6. 0,1 н. раствор гидроокиси натрия (калия).
7. 40 %-й раствор формалина, нейтрализованного щелочью.
8. 2,5 %-й раствор сернокислого кобальта.

*Ход анализа.* В колбу объемом 150–200 см<sup>3</sup> (мл) пипеткой отмеривают 20 см<sup>3</sup> (мл) молока, добавляют 0,25 см<sup>3</sup> (мл) 2 %-го спиртового раствора фенолфталеина, перемешивают содержимое колбы круговыми движениями и титруют 0,1 н. раствором гидроокиси натрия (калия) до слабо-розового окрашивания, соответствующего эталону и не исчезающего в течение 30 с.

Для приготовления эталона окраски в колбу объемом 150–200 см<sup>3</sup> (мл) отмеривают 20 см<sup>3</sup> (мл) молока, добавляют 0,5 см<sup>3</sup> (мл) 2,5 %-го раствора сернокислого кобальта и перемешивают содержимое колбы круговыми движениями.

После первого титрования к образцу добавляют 4 см<sup>3</sup> (мл) 30–40 %-го раствора нейтрализованного щелочью формалина, перемешивают круговыми движениями и снова титруют 0,1 н. раствором гидроксида натрия (калия) до бледно-розовой окраски, соответствующей эталону.

Количество гидроксида натрия (калия), пошедшей на нейтрализацию образца после добавления 30–40 %-го раствора формалина, умножают на коэффициент 0,959 и получают массовую долю белка в процентах.

### *Порядок оформления работы*

После проведения всех указанных анализов в отчете следует дать полную характеристику исследованных образцов молока или обосновать несоответствие его требованиям ГОСТ Р 52054–2003.

Результаты анализов внести в табл. 3.6.

Таблица 3.6

### **Результаты анализов**

№ образца	Кислотность, °Т	рН	Массовая доля белка, %	Массовая доля жира, %	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Группа чистоты	Класс бактериальной обсемененности	Органолептические показатели				Сорт
								Цвет	Запах	Вкус	Консистенция	



## Лабораторная работа № 4

### СЕПАРИРОВАНИЕ МОЛОКА

*Цель работы* – ознакомление с устройством сепаратора, назначением его отдельных частей, правилами эксплуатации, сборки и разборки, процессом сепарирования молока. Необходимо изучить влияние температуры сепарируемого молока на содержание жира в обезжиренном молоке и определить фактические потери жира в процессе сепарирования.

Молоко представляет собой эмульсию молочного жира в плазме. Молочный жир находится в молоке в виде жировых шариков, диаметр которых колеблется в основном от 3 до 5 мкм. Разделение жира и плазмы возможно благодаря различной плотности молочного жира ( $930 \text{ кг/м}^3$ ) и плазмы молока (не ниже  $1032 \text{ кг/м}^3$ ).

Сепарирование, или разделение жидкостей, осуществляется под действием центробежной силы, возникающей в результате вращения барабана сепаратора.

В процессе сепарирования молоко проходит через центральную трубку барабана сепаратора и через отверстия в трубке попадает в каналы тарелкодержателя, затем в отверстия пакета тарелок и далее движется вверх. По мере подъема оно растекается тонким слоем между тарелками, где под действием центробежной силы жировые шарики молока, как более легкие, продвигаются к оси вращения барабана, а обезжиренное молоко, как более тяжелая фракция, устремляется к периферии – к внутренней поверхности корпуса барабана. Под давлением новых порций молока, поступающего в барабан, обезжиренное молоко и сливки поднимаются вверх. Сливки собираются под верхней разделительной тарелкой и через отверстие выходят в сборник для сливок. Обезжиренное молоко проходит над верхней разделительной тарелкой и выводится через отверстие в корпусе барабана сепаратора.

Для регулирования жирности сливок на их выходе в верхней части разделительной тарелки имеется регулировочный винт. Вращением регулировочного винта изменяют соотношение между количеством сливок и обезжиренного молока. Ввинчивая винт внутрь, ближе к оси барабана, уменьшают выход сливок, следовательно, содер-

жание в них жира увеличивается. При вывинчивании винта увеличивается выход сливок и снижается их жирность.

Полнота отделения сливок от молока в барабане сепаратора зависит от скорости вращения барабана, температуры и качества сепарируемого молока, скорости поступления молока, величины жировых шариков и радиуса барабана сепаратора.

С увеличением числа оборотов барабана повышается центробежная сила и, следовательно, скорость движения жировых шариков. В результате более мелкие жировые шарики успевают попасть в поток сливок и степень обезжиривания молока повышается.

Чем крупнее жировые шарики, тем лучше отделяется жир от плазмы молока.

Молоко загрязненное и с повышенной кислотностью имеет большую вязкость, а скорость выделения жировых шариков обратно пропорциональна вязкости молока. Кроме того, частички грязи и слизи оседают на поверхности тарелок и на внутренней поверхности крышки барабана сепаратора, что мешает движению молока и ухудшает обезжиривание. Поэтому сепарируемое молоко должно быть отфильтровано, а его кислотность не должна превышать 22 °Т.

В зависимости от условий сепарирования в обезжиренном молоке может остаться различное количество жира. При правильно проведенном процессе сепарирования в обезжиренном молоке должно оставаться не более 0,05 % жира. Значительно улучшается сепарирование с повышением температуры молока, что обусловлено уменьшением его вязкости.

В процессе сепарирования всегда происходят потери сырья, сливок и обезжиренного молока в виде остатков на тарелке барабана, посуде и т. д. Размеры потерь характеризуют работу предприятия – чем совершеннее процесс, тем меньше потери.

**Задание 1.** Ознакомиться с устройством сепаратора, назначением отдельных его частей, правилами эксплуатации, сборки и разборки.

Каждый студент самостоятельно знакомится с правилами эксплуатации и устройством лабораторного сепаратора. Особое внимание нужно обратить на основную рабочую часть сепаратора – барабан, устройство и назначение тарелок сепаратора.

**Задание 2.** Изучить влияние температуры сепарируемого молока на содержание жира в обезжиренном молоке.

С этой целью производят сепарирование молока при температуре 15, 30 и 45 °С и постоянном притоке молока.

#### *Порядок выполнения работы*

В полученном молоке необходимо определить жирность и титруемую кислотность. Для проверки правильности сборки барабана сепаратора и его прогрева через сепаратор пропустить 2–3 л воды с температурой 60–65 °С. Сепарируют при каждой температуре 1 л молока.

Первоначально сепарируют молоко, подогретое до 45 °С. Первые порции молока разбавлены водой, поэтому их собирают в отдельную посуду (100–150 мл) и далее не используют. После окончания сепарирования отбирают среднюю пробу обезжиренного молока и определяют в ней содержание жира. Аналогично поступают со следующими порциями молока, сепарируя их последовательно при температуре 30 и 15 °С.

**Задание 3.** Определить фактические потери жира в процессе сепарирования.

По окончании сепарирования при одной из температур (15, 30 или 45 °С по указанию преподавателя) необходимо взвесить полученные сливки и обезжиренное молоко и определить в них содержание жира.

Теоретический выход сливок рассчитывают по формуле

$$B_T = \frac{J_{\text{м}} - J_{\text{об}}}{J_{\text{сл}} - J_{\text{об}}} 100,$$

где  $J_{\text{м}}$  – массовая доля жира в исходном молоке, %;  $J_{\text{об}}$  – массовая доля жира в обезжиренном молоке (нормативная), %;  $J_{\text{сл}}$  – массовая доля жира в сливках, %.

Фактический выход сливок рассчитывают по формуле

$$B_{\text{ф}} = \frac{M_{\text{сл}}}{M_{\text{м}}} 100,$$

где  $M_{\text{сл}}$  – масса сливок, кг;  $M_{\text{м}}$  – масса молока, кг.

Фактические потери жира определяют по формуле

$$П_{\phi} = \frac{B_{\tau} - B_{\phi}}{B_{\tau}} 100.$$

Следует сравнить фактические потери сливок с нормативными (0,42 %). Рассчитать степень использования жира, %:

$$\alpha_{ж} = \frac{M_{сл} (Ж_{сл} - Ж_{об})}{M_{м} (Ж_{м} - Ж_{об})} 100.$$

По окончании работы детали сепаратора моют следующим образом:

- 1) производят ополаскивание теплой водой;
- 2) моют раствором кальцинированной соды (концентрация 0,5 %) при температуре 50–55 °С;
- 3) ополаскивают теплой водой и дезинфицируют раствором хлорной извести с концентрацией активного хлора 160–200 мг/л при температуре 25–30 °С.

#### *Определение содержания жира в сливках*

Ход анализа аналогичен определению жира в молоке. Отличие заключается в последовательности заполнения жиромера. В данном случае в специальный сливочный жиромер сначала на технических весах отвешивают 5 г сливок, затем вносят 5 мл дистиллированной воды и 10 мл серной кислоты плотностью 1810–1820 кг/м<sup>3</sup> и 1 мл изоамилового спирта. Все последующие операции те же, что и при определении содержания жира в молоке.

#### *Порядок оформления работы*

**Задание 1.** Следует дать схему разделения молока на сливки и обезжиренное молоко в барабане сепаратора. Описать процесс сепарирования молока.

**Задание 2.** Результаты всех трех опытов внести в табл. 4.1.

Таблица 4.1

**Результаты опытов**

№ опыта	Температура сепарирования молока, °С	Содержание жира в обезжиренном молоке, %
1		
2		
3		

На основании полученных данных следует построить график, отражающий зависимость содержания жира в обезжиренном молоке от температуры сепарирования молока. Сделать выводы о влиянии температуры молока на содержание жира в обезжиренном молоке и теоретически обосновать это влияние.

**Задание 3.** Полученные данные свести в табл. 4.2.

Таблица 4.2

**Результаты опытов**

Молоко		Сливки		Обезжиренное молоко		Потери сливок, %	Степень использования жира, %
Масса, кг	Жир, %	Масса, кг	Жир, %	Масса, кг	Жир, %		

Приложить расчеты по определению теоретического и фактического выхода сливок, сравнить их с допустимыми потерями и обосновать причины потерь.

## Лабораторная работа № 5

### НОРМАЛИЗАЦИЯ МОЛОКА

*Цель работы* – ознакомиться со способами нормализации молока при производстве цельномолочных продуктов.

Нормализация молока проводится с целью доведения массовой доли жира и сухих веществ до значений, соответствующих стандартам и техническим условиям. Процесс нормализации исходного молока по жиру осуществляется периодически (в емкости) или непрерывным (в потоке) способами.

При периодическом способе нормализации исходного молока по содержанию жира в резервуаре смешивают определенное количество цельного молока с рассчитанным количеством обезжиренного молока или сливок в зависимости от содержания жира в нормализованном молоке.

Уравнение материального баланса имеет вид:

– при нормализации цельного молока обезжиренным молоком

$$M_{н.м} J_{н.м} = M_{м} J_{м} + M_{об} J_{об};$$

– при нормализации цельного молока сливками

$$M_{н.м} J_{н.м} = M_{м} J_{м} + M_{сл} J_{сл},$$

где  $M_{н.м}$ ,  $M_{м}$ ,  $M_{об}$ ,  $M_{сл}$  – масса нормализованного, цельного, обезжиренного молока и сливок, кг;  $J_{н.м}$ ,  $J_{м}$ ,  $J_{об}$ ,  $J_{сл}$  – массовая доля жира в нормализованном, цельном, обезжиренном молоке и сливках, %.

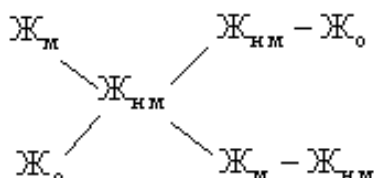
Исходя из этих формул, массу обезжиренного молока и сливок, необходимых для нормализации, определяют следующим образом:

$$M_{об} = \frac{M_{м} (J_{м} - J_{н.м})}{J_{н.м} - J_{об}}; \quad M_{сл} = \frac{M_{м} (J_{н.м} - J_{м})}{J_{сл} - J_{н.м}}.$$

При расчете нормализации учитывают, что отношение массы цельного молока к массе обезжиренного молока равно отношению разности между жирностью нормализованного молока и жирностью обезжиренного молока к разности между жирностью исходного цельного и жирностью нормализованного молока:

$$\frac{M_M}{M_{об}} = \frac{(Ж_{н.м} - Ж_{об})}{Ж_M - Ж_{н.м}}$$

Данная закономерность лежит в основе графического способа расчета по квадрату Пирсона:

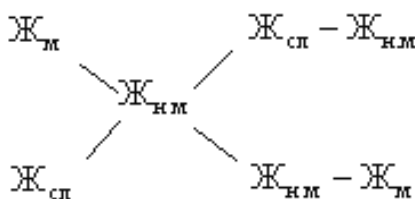


В схеме  $Ж_{н.м} - Ж_{об}$  пропорционально числу частей исходного цельного молока  $M_M$ , а  $Ж_M - Ж_{н.м}$  пропорционально числу частей обезжиренного молока  $M_{об}$ .

Для расчета массы молока необходимо составить пропорцию из расчета, что  $M_M$  относится к  $M_{об}$  как  $Ж_{н.м} - Ж_{об}$  относится к  $Ж_M - Ж_{н.м}$ :

$$\frac{M_M}{M_{об}} = \frac{(Ж_{н.м} - Ж_{об})}{Ж_M - Ж_{н.м}}; \quad M_{об} = \frac{M_M (Ж_M - Ж_{н.м})}{Ж_{н.м} - Ж_{об}}$$

При нормализации исходного цельного молока сливками расчетный квадрат выглядит следующим образом:



где  $Ж_{сл} - Ж_{н.м}$  пропорционально  $M_M$ ;  $Ж_{н.м} - Ж_M$  пропорционально  $M_{сл}$ ;

$$\frac{M_M}{M_{сл}} = \frac{(Ж_{сл} - Ж_{н.м})}{Ж_{н.м} - Ж_M}; \quad M_{сл} = \frac{M_M (Ж_{н.м} - Ж_M)}{Ж_{сл} - Ж_{н.м}}$$

При непрерывном способе нормализации молока в потоке часть сливок отводится из сепаратора-сливкоотделителя как избыточный продукт, если содержание жира в исходном молоке больше содержания жира в нормализованном молоке ( $J_M > J_{н.м.}$ ).

Массу сливок, которую необходимо отобрать от исходного цельного молока, определяют по формуле, выведенной из уравнения материального баланса:

$$M_{сл} = \frac{M_M (J_M - J_{н.м.})}{J_{сл} - J_{н.м.}},$$

где  $M_{сл}$  – масса избыточных сливок, кг;  $M_M$  – масса исходного молока, кг;  $J_M$ ,  $J_{н.м.}$ ,  $J_{сл}$  – массовая доля жира соответственно в молоке, нормализованном молоке и сливках, %.

Молоко в сепараторе-сливкоотделителе разделяется на поток обезжиренного молока и поток сливок. Часть сливок смешивается с обезжиренным молоком, и получается нормализованная смесь. Другая часть сливок отводится из аппарата как избыточный продукт. Требуемая жирность нормализованного молока обеспечивается регулированием соотношения расхода избыточных сливок и получаемых сливок для смешивания с исходным молоком.

Нормализацию молока по содержанию сухих обезжиренных веществ проводят путем добавления к исходному цельному молоку сухого или сгущенного обезжиренного молока в соответствии с уравнением материального баланса.

При определении массы сухого молока учитывают его растворимость и содержание влаги. Массу сухого молока для нормализации рассчитывают по формуле

$$M_{с.м} = \frac{10^4 M}{P(100 - W)},$$

где  $M$  – масса сухого молока по рецептуре, кг;  $P$  – растворимость сухого молока, %;  $W$  – массовая доля влаги в сухом молоке, %.

**Задание.** Нормализовать молоко по заданному содержанию жира в смеси. Проверить состав нормализованной смеси на соответствие заданию. Рассчитать изменение содержания сухого обезжиренного молочного остатка смеси при нормализации по жиру.



### *Приборы и материалы*

1. Реактивы и лабораторная посуда для определения содержания жира и титруемой кислотности в молоке, сливках и обезжиренном молоке.
2. Цилиндр.
3. Лактоденсиметр.
4. Цельное и обезжиренное молоко, сливки 20–30 %-й жирности.

### *Методы исследования*

Содержание жира определяют кислотным методом Гербера, кислотность в градусах Тернера – титрованием, плотность – ареометрическим методом.

### *Порядок выполнения работы*

В молоке, сливках и обезжиренном молоке определяют содержание жира. В соответствии с полученным заданием выбирают компоненты смеси.

Рассчитывают необходимое количество компонентов для нормализации определенного количества исходного молока по формулам, приведенным выше. Если задана масса нормализованной смеси, то массу добавляемых к молоку сливок или обезжиренного молока определяют по формулам:

$$M_{\text{сл}} = \frac{M_{\text{см}} (J_{\text{см}} - J_{\text{м}})}{J_{\text{сл}} - J_{\text{м}}}; \quad M_{\text{об}} = \frac{M_{\text{см}} (J_{\text{м}} - J_{\text{см}})}{J_{\text{м}} - J_{\text{об}}}$$

Массу цельного молока в смеси вычисляют по формулам:

$$M_{\text{м}} = M_{\text{см}} - M_{\text{сл}}; \quad M_{\text{м}} = M_{\text{см}} - M_{\text{об}}$$

Рассчитывают содержание сухого обезжиренного молочного остатка в нормализованной смеси:

$$\text{СОМО}_{\text{см}} = \frac{(M_{\text{м}} \text{СОМО}_{\text{м}} + M_{\text{сл}} \text{СОМО}_{\text{сл}})}{M_{\text{м}} + M_{\text{сл}}};$$

ИЛИ

$$\text{СОМО}_{\text{см}} = \frac{(M_{\text{м}} \text{СОМО}_{\text{м}} + M_{\text{об}} \text{СОМО}_{\text{об}})}{M_{\text{м}} + M_{\text{об}}},$$

где  $\text{СОМО}_{\text{ж}}$ ,  $\text{СОМО}_{\text{сл}}$ ,  $\text{СОМО}_{\text{об}}$  – массовая доля сухого обезжиренного молочного остатка соответственно в молоке, сливках и обезжиренном молоке.

Массовые доли сухого обезжиренного молочного остатка в молоке, сливках и обезжиренном молоке рассчитывают по формулам:

$$\text{СОМО}_{\text{м}} = \frac{(D_{\text{м}} + 2)}{4} + 0,225J_{\text{м}};$$

$$\text{СОМО}_{\text{сл}} = \frac{(100 - J_{\text{сл}})}{10,615};$$

$$\text{СОМО}_{\text{об}} = \frac{D_{\text{об}}}{4} + 0,59,$$

где  $D_{\text{м}}$ ,  $D_{\text{об}}$  – плотность молока и обезжиренного молока, °А.

$$D_{\text{об}} = \rho_{\text{об}}^{20\text{ }^{\circ}\text{C}} - \rho_{\text{в}}^{20\text{ }^{\circ}\text{C}}, \quad D_{\text{м}} = \rho_{\text{м}}^{20\text{ }^{\circ}\text{C}} - \rho_{\text{в}}^{20\text{ }^{\circ}\text{C}},$$

где  $\rho_{\text{м}}$ ,  $\rho_{\text{об}}$ ,  $\rho_{\text{в}}$  – плотность молока, обезжиренного молока, воды при 20 °С, кг/м³.

Составляют смесь, определяют содержание в ней жира. Результаты анализов и расчетов записывают в табл. 5.1.

Таблица 5.1

### Результаты анализов и расчетов

Нормализованная смесь			Молоко			Сливки			Обезжиренное молоко			
$M_{\text{см}}, \text{кг}$	$J_{\text{см}}, \%$		$\text{СОМО}_{\text{см}}, \%$	$M_{\text{м}}, \text{кг}$	$J_{\text{м}}, \%$	$\text{СОМО}_{\text{м}}, \%$	$M_{\text{сл}}, \text{кг}$	$J_{\text{сл}}, \%$	$\text{СОМО}_{\text{сл}}, \%$	$M_{\text{о}}, \text{кг}$	$J_{\text{о}}, \%$	$\text{СОМО}_{\text{об}}, \%$
	Расчет	Анализ										

### *Порядок оформления работы*

Составить схемы нормализации молока смешиванием компонентов в резервуарах и в потоке с использованием сепаратора-нормализатора. Выполнить расчеты по нормализации, заполнить таблицу. Сопоставить результаты анализа жирности смеси с заданным преподавателем значением жирности.

В случае расхождения указать возможные причины, отметить, как изменяется сухой обезжиренный молочный остаток смеси при нормализации молока по жиру сливками и обезжиренным молоком.

## Лабораторная работа № 6

### ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОМОГЕНИЗАЦИИ МОЛОКА

*Цель работы* – ознакомиться с методами определения эффективности гомогенизации молока.

Гомогенизация направлена на снижение отстоя жира. Скорость всплывания жирового шарика в условиях естественного отстоя выражают уравнением

$$v = 2gr^2 (\rho_1 - \rho_2) / 9\mu,$$

где  $v$  – скорость всплывания жирового шарика, м/с;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $r$  – радиус жирового шарика, м;  $\rho_1$  – плотность плазмы молока, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_2$  – плотность жирового шарика, кг/м<sup>3</sup>;  $\mu$  – вязкость плазмы молока, Па·с.

Зависимость скорости разделения от радиуса жирового шарика в квадрате указывает на возможность предотвращения отстоя за счет уменьшения его радиуса, что и достигается гомогенизацией.

Степень дробления жировых шариков в клапанных гомогенизаторах зависит от давления и температуры, которые характеризуют режим гомогенизации. Их выбирают в зависимости от состава гомогенизируемой смеси. При производстве различных молочных продуктов обычно применяют давление гомогенизации 5–25 МПа и температуру 55–70 °С.

В процессе гомогенизации возможно выделение свободного жира. В молоке, с повышением давления гомогенизации, количество свободного жира снижается, а в сливках – увеличивается. Повышение количества свободного жира связывают с недостатком белка, необходимого для формирования оболочки вновь образовавшихся жировых шариков. Одно из условий образования защитной оболочки – отношение сухого обезжиренного молока к жиру; в гомогенизированном продукте оно не должно быть ниже 0,6–0,8. Эффективность гомогенизации определяют по отстаиванию жира, методом центрифугирования, по изменению оптической плотности и среднему размеру 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 при производстве многих молочных продуктов. Кроме того, гомогенизация увеличивает вязкость молока, сливок и молочных смесей, что положительно влияет на консистенцию готовых продуктов и расширяет использование гомогенизации в молочном производстве.

**Задание.** Ознакомиться с методами определения эффективности гомогенизации молока.

### *Оборудование, приборы и материалы*

Клапанный гомогенизатор.

Микроскоп с окуляр-микрометром и объект-микрометром.

Пипетки для центрифугирования.

Цилиндры объемом 250 мл.

Аппаратура и реактивы для определения содержания жира в молоке.

Натуральное молоко кислотностью не более 20 °Т.

### **Методы исследования**

Эффективность гомогенизации определяют оптическим методом, методом отстаивания жира, методом центрифугирования и по среднему размеру жировых шариков, содержание жира – кислотным методом Гербера с трехкратным центрифугированием по 5 мин для гомогенизированного молока.

### *Оптический метод*

Оптический метод определения эффективности гомогенизации распространяется на молоко и сливки с массовой долей жира от 2 до 6 %.

Сущность метода заключается в измерении оптической плотности (мутности) образца при двух длинах волн – 400 и 1000 нм. Величина отношения оптических плотностей при различных длинах волн ( $D_{400}/D_{1000}$ ) характеризует степень диспергирования жировой фазы молока или сливок.

## *Аппаратура, материалы, реактивы*

Спектрофотометр, обеспечивающий измерение оптической плотности в диапазоне волн 300–1100 нм с расстоянием от образца до фоторегистрирующего устройства 11,5 см. Для измерения используют: прямоугольную стандартную кювету с длиной оптического пути 10 мм; весы лабораторные; колбы мерные вместимостью 100, 250 см<sup>3</sup>; пипетки вместимостью 1 и 2 см<sup>3</sup>; шпатель; натрия гидроксид; воду дистиллированную.

### *Подготовка к анализу*

Гомогенизированные сливки нормализуют обезжиренным молоком или дистиллированной водой до массовой доли жира 2–6 %.

Приготовление раствора гидроксида натрия с концентрацией 1 моль/дм<sup>3</sup>: 4 г натрия гидроксида взвешивают с отсчетом до 0,001 г и вносят в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, наливают 90 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, перемешивают до полного растворения вещества и доводят дистиллированной водой до метки.

### *Проведение анализа*

Из образцов молока или сливок отбирают 0,5 см<sup>3</sup> пробы, разводят в соотношении 1:500 дистиллированной водой в мерных колбах вместимостью 250 см<sup>3</sup> с внесением 0,5 см<sup>3</sup> раствора натрия гидроксида концентрацией 1 моль/дм<sup>3</sup>. Приготавливают по две параллельных пробы. После тщательного перемешивания смесь выдерживают в течение 10 мин и отбирают для измерения 2 см<sup>3</sup> полученной смеси. Смесь наливают в прямоугольную кювету с длиной оптического пути 10 мм и помещают в рабочий отсек спектрофотометра. Измерение оптической плотности образца проводят при двух длинах волн 400 и 1000 нм в диапазоне шкалы прибора от 2,000 до 0,005. Повторность измерений каждой пробы не менее двух. Отклонение между параллельными определениями оптической плотности не должно превышать 0,01 по показаниям прибора.

### *Обработка результатов*

Эффективность гомогенизации (ЭГ) определяют по соотношению величин оптических плотностей ( $D_{400}$  и  $D_{1000}$ ).

## Оценка результатов

В табл. 6.1 отражена зависимость между показателем эффективности гомогенизации, средним диаметром жировых шариков и глубиной диспергирования жировой фазы молока.

Таблица 6.1

### Зависимость показателей

$D_{400}/D_{1000}$	6–4	4–2	2–1
$d_{\text{ср}}$ , мкм	Не более 1,2	1,2–2,0	2,1–3,2 и более
Глубина диспергирования	Отличная	Хорошая	Слабая

Расчет среднего диаметра жировых шариков молока производят по формуле

$$d_{\text{ср}} = 2,82 - 2,58 \lg D_{400}/D_{1000},$$

где  $d_{\text{ср}}$  – средний диаметр жировых шариков, мкм;  $D_{400}$  и  $D_{1000}$  – величины оптических плотностей образца при длинах волн 400 и 1000 нм.

### Определение эффективности гомогенизации методом отстаивания жира

Для определения эффективности гомогенизации методом отстаивания жира молоко выдерживают в течение 48 ч при температуре 8 °С без перемешивания в мерном цилиндре объемом 250 мл. Затем отбирают верхние 100 мл молока и определяют содержание жира в молоке, оставшемся в цилиндре. Отстаивание жира рассчитывают по формуле

$$O_{\text{ж}} = \frac{100 (J_{\text{м}} - J_{\text{н}})}{J_{\text{м}} - K \cdot J_{\text{н}}},$$

где  $O_{\text{ж}}$  – отстаивание жира, %;  $J_{\text{м}}$ ,  $J_{\text{н}}$  – массовые доли жира в исходном молоке и нижнем слое молока, оставшегося в цилиндре, %;  $K$  – отношение объема нижнего слоя молока в цилиндре к общему объему молока (при отборе 100 мл верхнего слоя  $K = 0,6$ ).

## Метод центрифугирования ВНИМИ

Эффективность гомогенизации центрифугированием определяют при определенном режиме центрифугирования молока в специальной пипетке (рис. 6.1).

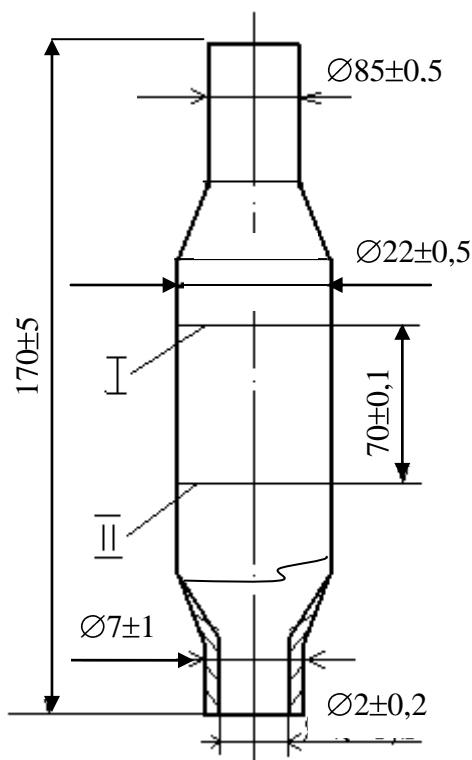


Рис. 6.1. Пипетка для центрифугирования

Пипетку через нижний капиллярный конец заполняют образцом молока до отметки I. Верхний конец пипетки закрывают пальцем, а на нижний конец пипетки надевают резиновую пробку. Заполненные пипетки вставляют симметрично в патроны центрифуги, пробками к периферии. Центрифугирование производят в течение 30 мин. После центрифугирования пипетки вынимают и ставят вертикально на пробку. Затем из пипетки осторожно, не переворачивая и не встряхивая, сливают нижнюю часть продукта до отметки II в стакан, для чего закрывают пальцем левой руки верхнее отверстие пипетки, а правой снимают резиновую пробку с нижнего конца пипетки. В слитом продукте определяют содержание жира. Степень гомогенизации рассчитывают по формуле



$$r = 100 \text{ Ж}_n / \text{Ж}_m,$$

где  $r$  – степень гомогенизации, % (для гомогенизированного молока  $r = 75–80$  %);  $\text{Ж}_n$  – массовая доля жира в нижнем слое продукта, слитом из пипетки, %;  $\text{Ж}_m$  – массовая доля жира в исходном молоке, %.

### *Микроскопический метод*

При определении эффективности гомогенизации микроскопическим методом определяют средний размер жировых шариков гомогенизированного молока ( $d_{\text{ср}}$ ).

Для определения размеров жировых шариков молоко разбавляют водой (1:100) или 1–2 %-м раствором глицерина (1:25). Сливки разводят водой (1:300) или (1:500) в зависимости от их жирности. Одну каплю разбавленного молока или сливок наносят на предметное стекло, накрывают покровным стеклом и осторожно прижимают покровное стекло к предметному. Для герметизации препарата края покровного стекла смазывают вазелином. Препараты оставляют стоять при комнатной температуре от 15 мин до 1 ч для всплывания жировых шариков. После выдержки препарат помещают на столик микроскопа и с помощью окуляр-микрометра определяют размеры жировых шариков при увеличении в 1350 раз (объектив 90, окуляр 15 с иммерсией).

Жировые шарики разделяют на фракции (группы) по размерам диаметров в зависимости от увеличения микроскопа и установленной цены деления окуляр-микрометра (см. лабораторную работу № 1). 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 определяют размер от 600 до 1000 жировых шариков и распределяют их по фракциям. Размеры жировых шариков каждой фракции выражают средним диаметром. Например, для фракции III средний диаметр будет  $(2+3)/2 = 2,5$  мкм.

### Выполнение работы

В молоке, предназначенном для гомогенизации, определяют содержание жира. Гомогенизатор или гомогенизирующее устройство готовят к работе.

Молоко нагревают до 50–60 °С и гомогенизируют при режиме, рекомендованном для цельного молока на данном аппарате.

В гомогенизированном молоке определяют эффективность гомогенизации тремя вышеописанными методами. Определение эффективности гомогенизации повторяют трижды, математически обрабатывая результаты. Рассчитывают среднюю квадратичную ошибку (стандартное отклонение) параллельных определений эффективности гомогенизации оптическим методом и центрифугированием

$$S = \sqrt{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + (x_3 - \bar{x})^2} / (n - 1),$$

где  $x_1, x_2, x_3$  – эффективность гомогенизации в параллельных определениях, %;  $\bar{x}$  – среднее арифметическое значение эффективности гомогенизации [ $\bar{x} = (x_1 + x_2 + x_3) / 3$ ];  $n$  – число параллельных определений ( $n = 3$ ).

Рассчитывают стандартную ошибку:

$$S_{\bar{x}} = S / \sqrt{n}.$$

Определяют показатель точности анализа

$$p = S_{\bar{x}} \cdot 100 / \bar{x}.$$

Анализ считается точным при  $p < 2$  %; удовлетворительным – при  $p \leq 5$  %; при  $p > 5$  % – значительные ошибки.

Результаты наблюдений записывают в табл. 6.2.

Таблица 6.2

#### Результаты наблюдений

Метод определения	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$\bar{x}$	$\Delta x_1$	$\Delta x_2$	$\Delta x_3$	$\Delta x_1^2$	$\Delta x_2^2$	$\Delta x_3^2$	$\Sigma \Delta x$	$S$	$S_{\bar{x}}$	$p$

По данным микроскопирования определяют содержание жировых шариков по фракциям (в %). Результаты наблюдений и расчетов записывают в табл. 6.3.

Таблица 6.3

**Результаты наблюдений и расчетов**

Номер фракции	Диаметр жировых шариков фракций, мкм	Средний диаметр жировых шариков фракций, мкм	Количество жировых шариков	Количество жировых шариков фракции в % от общего количества
1				
2				
....				
Итого			600–1000	100 %

Строят кривую распределения жировых шариков по размерам.

После подсчета жировых шариков по фракциям определяют их средний размер для данной пробы по формуле

$$d_{\text{ср}} = \sqrt[3]{\frac{d_1^3 n_1 + d_2^3 n_2 + \dots + d_i^3 n_i}{n_1 + n_2 + \dots + n_i}},$$

где  $d_1, d_2, d_3$  – средние диаметры жировых шариков для каждой фракции, мкм;  $n_1, n_2, n_3$  – число жировых шариков в каждой фракции.

Результаты расчетов заносят в табл. 6.4.

Таблица 6.4

**Результаты расчетов**

Номер образца	Степень гомогенизации, %	Средний диаметр жировых шариков, мкм

Степень гомогенизации и средний диаметр жировых шариков записывают как средние арифметические по трем определениям со стандартной ошибкой ( $\bar{x} + S_k$ ).

### *Оформление работы*

Излагают сущность каждого из методов определения эффективности гомогенизации, использованных в работе. Заполняют таблицы и строят кривую распределения жировых шариков по размерам. Дают характеристику кривых для гомогенизированного и негомогенизированного молока. Сравнивают методы определения эффективности гомогенизации по продолжительности, трудоемкости, аппаратному оформлению, точности, полноте полученной характеристики. Выбирают метод для применения в промышленности и в научных исследованиях.

## Лабораторная работа № 7

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ГОМОГЕНИЗАЦИИ МОЛОКА

*Цель работы* – установить влияние температуры гомогенизации на эффективность процесса гомогенизации молока в клапанном гомогенизаторе.

При изменении температуры молока изменяется его вязкость. В частности, при повышении температуры молока вязкость его снижается. Согласно теории неразрывности потока, выдвинутой Н.В. Барановским, дробление жировых шариков в клапанных гомогенизаторах происходит за счет резкого увеличения скорости потока в щели между седлом и клапаном гомогенизатора. Вязкость гомогенизируемого продукта влияет на скорость потока. При одном и том же давлении гомогенизации, при увеличении вязкости, скорость потока снижается, а при уменьшении – увеличивается. Следовательно, температура гомогенизируемого продукта должна оказывать влияние на эффективность процесса.

**Задание.** Провести гомогенизацию молока при давлении 15 МПа и температуре 10, 30, 50 и 70 °С.

#### *Оборудование, приборы и материалы*

Клапанный гомогенизатор.

Микроскоп с комплектом объективов и окуляров.

Объект-микрометр и окуляр-микрометр.

Пипетки для центрифугирования.

Колба мерная на 100 см<sup>3</sup> – 5 шт.

Стаканы или колбы на 150–200 см<sup>3</sup> – 5 шт.

Аппаратура и реактивы для определения кислотности и массовой доли жира в молоке.

Молоко цельное заготавливаемое – 3 л.

#### *Методы исследований*

Кислотность молока в градусах Тернера определяют титрованием, массовую долю жира – кислотным методом Гербера. Эффективность гомогенизации определяют по размерам жировых шариков и их среднему диаметру – микроскопированием и методом центрифугирования (см. лабораторную работу № 6).

## Порядок выполнения лабораторной работы

Студенты получают два литра натурального сырого молока, отбирают после перемешивания пробу молока для определения кислотности, массовой доли жира, размера жировых шариков и их среднего диаметра в количестве  $100 \text{ см}^3$ .

Молоко разделяют на четыре равные части, каждую из которых подогревают до следующих температур: первую – до  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ , вторую – до  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ , третью – до  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  и четвертую – до  $70 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Подготавливают к работе клапанный гомогенизатор и проверяют его работу на воде с температурой  $10\text{--}15 \text{ }^\circ\text{C}$  (лучше не более  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

Образцы молока гомогенизируют при давлении  $15 \text{ МПа}$ . Первым гомогенизируют образец с температурой  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ , затем второй с температурой  $30 \text{ }^\circ\text{C}$  и т. д. Первые  $250\text{--}300 \text{ см}^3$  гомогенизированного молока собирают в отдельную колбу, так как они разбавлены водой.

От каждого образца отбирают по  $100 \text{ см}^3$  для проведения исследований на эффективность гомогенизации методами микроскопирования и центрифугирования. Микроскопирование проводят при увеличении в 1350 раз с иммерсией.

Результаты работы оформляют по форме в виде табл. 7.1.

Таблица 7.1

### Результаты наблюдений и расчетов

№ образца	Давление гомогенизации, МПа	$t_{\text{ГОМ}}$ образца, $^\circ\text{C}$	Количество жировых шариков с диаметром, мкм			Средний диаметр жировых шариков, мкм	Ж <sub>м</sub> в нижней части пипетки	Э <sub>ГОМ</sub> , %
			0–1	1–2	Более 2			
Исходное молоко								
1	15,0	10						
2	15,0	30						
3	15,0	50						
4	15,0	70						

### *Порядок оформления работы*

Описывают порядок выполнения работы. Проводят необходимые расчеты и заполняют таблицу. Устанавливают влияние температуры и гомогенизации на эффективность процесса.

## Лабораторная работа № 8

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДАВЛЕНИЯ ГОМОГЕНИЗАЦИИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА

*Цель работы* – ознакомиться с устройством гомогенизатора, изучить влияние давления гомогенизации на эффективность процесса.

Липидная часть молока представлена жировой эмульсией типа «масло в воде». Размеры большинства жировых шариков находятся в интервале от 0,5 до 10 мкм. Количество их колеблется в основном от 2 до 4 млрд в 1 мл.

В обычном молоке заметный отстой сливок в результате коалесценции и всплывания наиболее крупных жировых шариков наблюдается уже через 2–3 ч – молоко становится неоднородным. В процессе гомогенизации этот дефект устраняют. Наиболее широко гомогенизацию используют при производстве питьевого молока, кисломолочных продуктов, сметаны, мороженого, молочных консервов и заменителей цельного молока.

Цель гомогенизации – обеспечение такого распределения жировых шариков по размерам, чтобы подавляющее большинство их имело диаметр, не превышающий определенной, ранее заданной величины  $d_0$ , что обеспечивает необходимую стабильность жировой фазы в молоке. Для достижения этой цели достаточно измельчить все жировые шарики, у которых  $d > d_0$ .

#### *Оборудование, приборы и материалы*

Для работы используют клапанный гомогенизатор малой производительности; аппаратуру для определения размеров жировых шариков (см. лабораторную работу № 1), аппаратуру и реактивы для определения содержания жира и кислотности молока (см. лабораторную работу № 3); натуральное молоко кислотностью не выше 20 °Т.

#### *Методы исследования*

Содержание жира определяют кислотным методом Гербера; кислотность в градусах Тернера – титрованием; эффективность гомогенизации по размерам жировых шариков – микроскопированием (см. лабораторную работу № 1).



### *Порядок выполнения работы*

Работу начинают с подготовки гомогенизатора. В молоке, предназначенном для гомогенизации, определяют содержание жира и кислотность.

Молоко подогревают до температуры 60–70 °С. Образцы гомогенизированного молока получают при 4–5 разных значениях давления (от 5 МПа и выше с интервалом 3–5 МПа) при прочих равных условиях. Полученные образцы гомогенизированного молока охлаждают до температуры 20 °С.

В исходном молоке и в образцах гомогенизированного молока микроскопированием определяют размеры жировых шариков; процентное соотношение жировых шариков по группам 0–1, 1–2 и более 2 мкм; средний диаметр жировых шариков. Результаты работы оформляют по форме, представленной в табл. 8.1.

Таблица 8.1

#### **Результаты работы**

Давление гомогенизации, МПа	Средний диаметр жировых шариков, мкм	Количество жировых шариков диаметром (мкм), % от общего количества		
		0–1	1–2	Более 2

### *Порядок оформления работы*

Описывают порядок выполнения работы. Производят расчеты и заполняют таблицу. Устанавливают влияние давления гомогенизации на средний диаметр жировых шариков.

## Лабораторная работа № 9

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ГОМОГЕНИЗАЦИИ ДЛЯ СЛИВОК РАЗЛИЧНОЙ ЖИРНОСТИ

*Цель работы* – изучить влияние давления гомогенизации на ее эффективность при гомогенизации сливок различной жирности.

С увеличением массовой доли жира в сливках снижается массовая доля их сухого обезжиренного молочного остатка, который оказывает существенное влияние на формирование оболочки вновь образующихся жировых шариков при гомогенизации.

При гомогенизации сливок с более высокой массовой долей жира существенно увеличивается число мелких жировых шариков, в образовании оболочек которых участвует сухой обезжиренный молочный остаток (СОМО<sub>сл</sub>).

С увеличением количества жировых шариков резко увеличивается их поверхность, на которой адсорбируются белки молока, входящие в сухой обезжиренный молочный остаток сливок. При недостатке оболочечного вещества, белков плазмы, увеличивается количество свободного жира. Жировые шарики слипаются в комочки, образуя гроздь. Поэтому давление гомогенизации существенно влияет на эффективность процесса при гомогенизации сливок различной жирности. На производстве применяют частичную гомогенизацию, двухступенчатую или повторную при более низких давлениях для устранения гроздьевидных скоплений жировых шариков.

**Задание.** Провести гомогенизацию сливок с различной массовой долей жира при разном давлении и установить оптимальное давление для каждого образца сливок.

#### *Оборудование, приборы и материалы*

Клапанный гомогенизатор.

Микроскоп с комплектом объективов и окуляров.

Объект-микрометр и окуляр-микрометр.

Мерные колбы объемом 250 см<sup>3</sup> – 6 шт.

Стаканы стеклянные объемом 100 см<sup>3</sup> – 6 шт.

Пипетка на 1 см<sup>3</sup> – 6 шт.

Сливки с массовой долей жира 30 и 20 % по 0,5 л.

## *Методы исследований*

Кислотность сливок в °Т определяют титрованием, массовую долю жира в сливках – кислотным методом Гербера. Эффективность гомогенизации определяют по среднему диаметру жировых шариков микроскопированием образцов и рассматриванию микроскопической картинки (см. лабораторные работы № 1, б).

### *Порядок выполнения работы*

Получить у инженера кафедры сливки с массовой долей жира 20 и 30 %.

При отсутствии сливок различной жирности в полученных сливках определяют массовую долю жира и нормализуют их обезжиренным молоком до требуемой жирности (20 и 30 %). Оставляют по 1 мл сливок для контроля. Часть студентов подготавливает сливки для гомогенизации: определяет кислотность сливок и нагревает их в водяной бане до температуры 65–70 °С.

Другая часть студентов подготавливает к работе гомогенизатор: подсоединяет патрубки к водяному крану для охлаждения плунжера гомогенизатора, при необходимости проводит его сборку.

Каждый из образцов сливок с массовой долей жира 20 и 30 % гомогенизируют при давлении 5, 8 и 12 МПа. Отбирают образцы гомогенизированных сливок в стаканчики объемом 100 см<sup>3</sup> и подписывают их (6 образцов).

Каждый из контрольных и полученных образцов разводят водой в 300–500 раз и рассматривают микроскопическую картинку под микроскопом при увеличении в 1350 раз с иммерсией. Затем рассчитывают средний диаметр жировых шариков и проверяют образец на наличие скоплений жировых шариков. Результаты исследований заносят в табл. 9.1.

Таблица 9.1

**Результаты исследований**

№ образца	Кислотность сливок, °Т	Кислотность плазмы сливок, °Т	Массовая доля жира, %	Давление гомогенизации, МПа	Средний диаметр жировых шариков, мкм	Наличие скоплений жировых шариков
Контроль			20			
1				5		
2				8		
3				12		
Контроль			30			
1				5		
2				8		
3				12		

*Порядок оформления работы*

Описать порядок выполнения работы, провести расчеты по определению среднего диаметра жировых шариков и зарисовать микроскопические картинки всех образцов. Сделать вывод: какое давление является оптимальным для каждого из образцов сливок.

## **Лабораторная работа № 10**

### **ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВЯЗКОСТИ ГОМОГЕНИЗИРОВАННЫХ МОЛОКА И СЛИВОК РАЗЛИЧНОЙ ЖИРНОСТИ**

*Цель работы* – определить влияние гомогенизации на вязкость молока и сливок различной жирности.

#### *Оборудование, приборы и материалы*

Для работы используют клапанный гомогенизатор или гомогенизирующее устройство другого типа, аппаратуру и реактивы для определения эффективности гомогенизации, аппаратуру и реактивы для определения содержания жира в молоке и сливках, вискозиметр Гепплера, ультратермостат, секундомер, лактоденсиметры для молока и сливок, молоко натуральное цельное с кислотностью не выше 20 °Т, сливки с массовой долей жира 10, 15, 20, 25 и 30 %, кислотностью не более 18 °Т.

#### *Методы исследований*

Содержание жира в молоке и сливках определяют кислотным методом Гербера, эффективность гомогенизации – центрифугированием (см. лабораторную работу № 7).

Вязкость определяют вискозиметром Гепплера с падающим шариком. Для поддержания постоянной температуры вискозиметр при измерении соединяют с ультратермостатом. Определение вязкости основано на установлении времени падения шарика в испытуемом образце молока или сливок, находящемся в наклонной прозрачной трубке. В зависимости от вязкости испытуемого образца из комплекта шариков выбирается такой, время падения которого в исследуемом образце будет не менее 25 и не более 120 с.

Перед определением вязкости внутренняя трубка должна быть тщательно вымыта и высушена. Образец молока или сливок фильтруют, нагревают до температуры 30 °С для удаления воздуха и заливают в трубку вискозиметра. Затем в трубку вводят шарик, удаляют пузырьки воздуха и доводят температуру образца до 20 °С.

Вискозиметр Гепплера устанавливают по уровню перед белым экраном, ставят в рабочее положение и проводят измерение. Время прохождения шариком пути от верхней до нижней кольцевой отметки отсчитывают по секундомеру. Измерение проводят 3–5 раз. Расхождение между параллельными измерениями не должно превышать 0,5 %. Вычисляют среднее значение времени падения шарика.

Плотность испытуемого образца определяют лактоденсиметром при температуре 20 °С.

Вязкость испытуемого образца рассчитывают по формуле

$$\eta = K (\rho_{ш} - \rho) \tau,$$

где  $\eta$  – вязкость, Па·с;  $K$  – константа шарика, сП·см<sup>3</sup>/г·с;  $\rho_{ш}$  – плотность материала, из которого изготовлен шарик, при 20 °С, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho$  – плотность испытуемого образца (молока или сливок) при 20 °С, кг/м<sup>3</sup>;  $\tau$  – продолжительность падения шарика, с.

### *Выполнение работы*

Работу начинают с подготовки гомогенизатора, соблюдая правила сборки. Готовят образец молока с массовой долей жира 3–4 % и 5 образцов сливок с массовой долей жира 10, 15, 20, 25 и 30 %.

Расчеты по нормализации изложены в лабораторной работе № 5.

Полученные образцы гомогенизируют при температуре 55–65 °С и давлении для молока – 15–20 МПа, для сливок – 12–15 МПа. В исследуемых образцах до гомогенизации определяют массовую долю жира, плотность и вязкость; после гомогенизации – плотность, вязкость и эффективность гомогенизации. Результаты исследований заносят в табл. 10.1.

Таблица 10.1

### **Результаты исследований**

Наименование показателя	Варианты образцов				
	Молоко	Сливки с массовой долей жира, %			
		10	15	20	25
Эффективность гомогенизации, %					

Наименование показателя	Варианты образцов					
	Молоко	Сливки с массовой долей жира, %				
		10	15	20	25	30
Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup>						
Вязкость, Па·с, – до гомогенизации; – после гомогенизации						

### *Оформление работы*

Описать условия гомогенизации. Произвести расчеты. Заполнить таблицу, построить график зависимости вязкости от содержания жира в образцах до и после гомогенизации.

## **Лабораторная работа № 11**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ТЕРМОУСТОЙЧИВОСТИ МОЛОКА**

*Цель работы* – определить термоустойчивость молока и установить необходимость ее повышения. С целью повышения термоустойчивости молоко обрабатывают и стерилизуют, определяют свойства стерилизованного молока.

#### *Оборудование, приборы и материалы*

Для работы используют автоклав, аппаратуру и реактивы для определения титруемой и активной кислотности, термоустойчивости молока; молоко, соответствующее требованиям первого сорта по ГОСТ Р 52054–2003 различной термоустойчивости; соли-стабилизаторы (трехзамещенный лимоннокислый натрий, двузамещенный фосфорнокислый натрий, трехзамещенный фосфорнокислый калий, трехзамещенный лимоннокислый калий).

#### *Методы исследования*

Кислотность определяют титрованием, величину рН – потенциометрическим методом, термоустойчивость – по алкогольной пробе.

Термоустойчивость определяют следующим образом. В две сухие чашки Петри наливают по 2 мл исследуемого молока и добавляют по 2 мл 70 и 72 %-го этилового спирта. Круговыми движениями смесь тщательно перемешивают. Спустя 2 мин наблюдают за изменением консистенции молока. Если коагуляция белков молока не произошла, то при стекании смеси дно чашки остается чистым – молоко термоустойчивое. Образование хлопьев белка указывает на пониженную стойкость к нагреванию – низкую термоустойчивость. Чашки с пробой рассматривают на черном фоне.

#### *Порядок выполнения работы*

Из образцов молока, представленных для исследования, после тщательного перемешивания отбирают пробы по 50–100 мл. Определяют титруемую и активную кислотность, термоустойчивость по алкогольной пробе с 70 и 72 %-м спиртом.



Результаты записывают в табл. 11.1.

Таблица 11.1

**Результаты исследований**

Образец молока	Вид обработки	Кислотность				Алкогольная проба	
		до обработки		после обработки		до обработки	после обработки
		°Т	рН	°Т	рН		

Знаком «плюс» отмечают нетермоустойчивое молоко, знаком «минус» – термоустойчивое. Полученные данные анализируют.

Термоустойчивость молока повышают, вводя соли-стабилизаторы. Для этого готовят 5 проб молока объемом 50 или 100 мл и добавляют 0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05 г соли стабилизатора на 100 мл молока в виде 10 %-го раствора. Пробы тщательно перемешивают и определяют термоустойчивость с 72 %-м спиртом.

Образцы подготавливают для стерилизации. Для стерилизации берут термоустойчивое молоко с минимальным количеством добавленной соли-стабилизатора, обеспечивающей термоустойчивость по алкогольной пробе с 72 %-м спиртом. Образцы заливают в колбы, которые закрывают ватными пробками и стерилизуют их в автоклаве при температуре 119–121 °С в течение 15–20 мин. Затем образцы охлаждают до 20 °С и определяют цвет, консистенцию (образование хлопьев), вкус молока, а также титруемую (°Т) и активную (рН) кислотность. Результаты записывают в табл. 11.2.

Таблица 11.2

**Результаты исследований**

Образец молока	Вид обработки	Кислотность		Органолептические показатели		
		°Т	рН	Вкус	Цвет	Консистенция

## Лабораторная работа № 12

### ИССЛЕДОВАНИЕ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ МОЛОЧНО-РАСТИТЕЛЬНОЙ СМЕСИ НА ЛАБОРАТОРНОМ ДИСПЕРГАТОРЕ

*Цель работы* – изучить влияние скорости вращения ротора лабораторного диспергатора на эффективность диспергирования молочно-растительной смеси с использованием и без использования эмульгатора.

**Задание 1.** Провести диспергирование молочно-растительной смеси при малой, средней и высокой скорости вращения ротора диспергатора без добавления и с добавлением эмульгатора.

#### *Оборудование, приборы и материалы*

1. Лабораторный диспергатор.
2. Микроскоп биологический с комплектом объективов и окуляров.
3. Объект-микрометр и окуляр-микрометр.
4. Пипетки для определения эффективности диспергирования методом центрифугирования.
5. Растительное масло – 25 г.
6. Молоко цельное или обезжиренное – 600 г.
7. Стаканы химические стеклянные объемом 150–250 см<sup>3</sup>.
8. Эмульгатор (*Палсгаард 0093* или смесь моно- и диглицеридов жирных кислот).

#### *Методы исследований*

Исследования размеров жировых шариков производят микроскопированием образцов, методом центрифугирования с использованием центрифужных пипеток и оптическим методом (см. лабораторные работы № 1, 6).

#### *Порядок выполнения работы*

Студенты получают цельное или обезжиренное молоко и растительное масло. Затем готовят 6 образцов. В каждый из шести ста-

канов отвешивают 96 г молока и добавляют в каждый из первых трех образцов по 4 г растительного масла. Образцы подогревают до 65 °С в водяной бане и диспергируют: первый – на малой (6500 об/мин) скорости вращения ротора диспергатора, второй – на средней (13500 об/мин), третий – на высокой (23500 об/мин) скорости вращения ротора диспергатора.

Четвертый, пятый и шестой образцы подогревают до 65 °С. Берут 13 г растительного масла, нагревают его до температуры 65 °С, вносят в него 3 г эмульгатора и при непрерывном перемешивании растворяют эмульгатор в растительном масле. Затем в каждый из образцов (4, 5, 6-й) вносят по 4 г растительного масла с эмульгатором и диспергируют образцы при следующих скоростях вращения ротора диспергатора: первый – 6500 об/мин, второй – 13500 об/мин, третий – 23500 об/мин.

Эффективность диспергирования во всех образцах определяют методом микроскопирования, методом центрифугирования и оптическим методом. При микроскопировании определяют средний размер жировых шариков и распределение их по группам, при центрифугировании определяют эффективность диспергирования в процентах, а оптическим методом – средний диаметр жировых шариков.

### *Порядок оформления работы*

Студенты описывают цели и задачи исследований, порядок выполнения работы, проводят необходимые расчеты. Полученные данные оформляют в виде табл. 12.1, 12.2.

Таблица 12.1

#### **Результаты расчетов**

№ образца	Наименование образца	Распределение жировых шариков по группам, мкм				$d_{\text{ср}}$ , мкм	Эффективность гомогенизации, %
		0–2	2–4	4–6	6–8		

**Результаты расчетов**

Показатель	Номер образца		
	1	2	3
Д 400/Д 1000 $d_{\text{ср}}$ , мкм Степень диспергирования			

Затем студенты строят графики зависимости  $d_{\text{ср}}$  (мкм) – ось ординат от скорости вращения ротора диспергатора (об/мин) – ось абсцисс.

## Лабораторная работа № 13

### ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА МОЛОКА

*Цель работы* – изучить влияние различных режимов тепловой обработки молока на изменение его свойств.

Тепловую обработку (пастеризацию и стерилизацию) молока применяют для предохранения молочных продуктов от порчи и для повышения стойкости при хранении. Кроме того, тепловая обработка молока проводится с целью направленного изменения его физико-химических свойств, для получения заданных свойств готового продукта, в частности органолептических свойств, вязкости, плотности сгустка и т. п.

В процессе тепловой обработки изменяются основные компоненты молока.

#### Сывороточные белки

Сывороточные белки в процессе пастеризации и стерилизации подвергаются сравнительно глубоким изменениям. Сначала происходит их денатурация, т. е. конформационные изменения молекул с нарушением четвертичной, третичной и вторичной структур. Денатурация большинства сывороточных белков начинается при температуре около 60–65 °С. Степень денатурации зависит от температуры и продолжительности ее воздействия на молоко.

В результате структурных изменений, вызванных денатурацией, в молекулах белка освобождаются ранее «скрытые» функциональные группы: Н – группы цистеина, Е – аминокислотные группы лизина, гидроксильные группы серина и др. Вследствие освобождения сульфгидрильных групп и выделения из них сероводорода молоко приобретает вкус кипяченого продукта или привкус пастеризации. В результате взаимодействия Н-групп и других реакционноспособных групп наступает агрегация денатурированных белков.

## Казеин

Казеин является очень термоустойчивым белком – для его коагуляции необходима выдержка молока при температуре 130 °С в течение 2–8 мин. Однако тепловая обработка при высоких температурах изменяет состав и структуру казеинаткальцийфосфатного комплекса. От него отщепляются защитные гликомакропептиды; на поверхности мицелл казеина осаждаются денатурированный  $\beta$ -лактоглобулин, коллоидный фосфат кальция и др. Эти изменения вызывают как дезагрегацию, так и агрегацию мицелл казеина.

В результате преобладающего процесса агрегации увеличиваются размер частиц казеина и вязкость молока.

Изменение структуры и размера мицелл казеина влияет на технологические свойства молока, например на скорость получения сычужного сгустка. После тепловой обработки продолжительность сычужного свертывания молока увеличивается в несколько раз (по сравнению с сырым молоком). Это объясняется (наряду с изменением солевого состава) комплексобразованием денатурированного  $\beta$ -лактоглобулина с  $\kappa$ -казеином, в результате чего ухудшается его атакуемость сычужным ферментом.

## Лактоза

В процессе высокотемпературной пастеризации молока и особенно при стерилизации происходит изомеризация лактозы (образование лактулозы) и ее взаимодействие с аминокислотами (реакция меланоидинообразования). Вследствие образования меланоидинов изменяются цвет и вкус молока. Стерилизация молока также вызывает разложение лактозы с образованием углекислого газа и кислот – муравьиной, молочной, уксусной и др. При этом кислотность молока увеличивается на 2–3 °Т.

## Жир

При пастеризации триглицериды молочного жира химически почти не изменяются. Длительная выдержка при высоких температурах и стерилизация молока приводят к незначительному гидролизу триглицеридов и изменению их жирнокислотного состава.

При тепловой обработке молока подвергаются изменениям оболочки жировых шариков. Даже при низких температурах нагревания наблюдается переход белков и фосфолипидов с поверхности жировых шариков в плазму молока. При пастеризации дисперсность жира повышается, изменяется состав оболочек – нарушенные нативные оболочки жировых шариков быстро восстанавливаются за счет адсорбции на их поверхности сывороточных белков и казеина молочной плазмы. Поэтому степень дестабилизации жира при пастеризации весьма незначительна. Однако в результате денатурации белковых компонентов оболочки жировых шариков теряют способность склеиваться и отстой сливок замедляется.

При стерилизации молока происходят более сильная денатурация белка оболочек жировых шариков и нарушение целостности некоторых оболочек, в результате чего часть жировых шариков сливается в более крупные и наблюдается вытапливание жира.

### Соли

В процессе тепловой обработки молока изменяется в первую очередь состав солей кальция. Часть гидрофосфатов и дегидрофосфатов кальция, находящихся в ионно-молекулярной форме, переходит в плохо растворимый фосфат кальция, который агрегирует и в виде коллоида осаждается на мицеллах казеина. Это приводит к нарушению структуры мицелл и снижению термоустойчивости молока. Часть фосфата кальция выпадает на поверхности теплообменных аппаратов, образуя вместе с денатурированными сывороточными белками отложения – так называемый молочный камень.

Снижение ионно-молекулярного кальция ухудшает способность молока к сычужному свертыванию.

### Витамины и ферменты

Тепловая обработка в той или иной степени приводит к потерям витаминов. Они зависят от температуры нагревания и продолжительности выдержки. Кроме того, инактивируется большая часть нативных и бактериальных ферментов молока.

**Задание.** Провести тепловую обработку молока при различных режимах. Проследить за изменением его свойств.

### *Приборы и материалы*

1. рН-метр.
2. Вискозиметр Оствальда.
3. Лактоденсиметр.
4. Секундомер.
5. Реактивы и лабораторная посуда для определения титруемой кислотности и содержания жира в молоке.
6. Центрифужные пробирки на 10 мл.
7. Пипетки для центрифугирования.
8. Пипетка на 5 мл.
9. Цилиндр на 100 мл.
10. Колбы на 0,5 л.
11. Стаканы на 100 мл.
12. Воронки.
13. Бумажные фильтры.
14. 1 н. раствор уксусной кислоты.
15. 1 %- й раствор сычужного фермента.
16. Сырое молоко кислотностью 18–20 °Т.

### *Методы исследований*

**Массовую долю жира** определяют кислотным методом Гербера.

**Кислотность** определяют титрованием (в градусах Тернера) и потенциометрическим методом.

**Плотность** находят ареометрическим методом при температуре 20 °С.

**Степень денатурации сывороточных белков** определяют по модифицированной лактальбуминовой пробе. При этом к 50 мл молока добавляют 3 мл 1 н. раствора уксусной кислоты. Выпавший осадок казеин отделяют фильтрацией до получения полностью прозрачного фильтрата. Полученный фильтрат кипятят. Если сыворотка содержит белки, то прозрачная жидкость при кипячении мутнеет. Для



количественного определения денатурации сывороточных белков часть прокипяченного фильтрата заливают в центрифужную градуированную пробирку вместимостью 10 мл, центрифугируют 5 мин, затем жидкость осторожно сливают, не задевая осадка. В ту же пробирку доливают новую порцию фильтрата, снова центрифугируют, сливают жидкость и так до тех пор, пока весь фильтрат не будет центрифугирован. После центрифугирования последней порции определяют объем осадка. Степень тепловой денатурации сывороточных белков определяют по формуле

$$Д = \frac{(a - б) 100}{a},$$

где Д – степень денатурации сывороточных белков молока, %; а – объем осадка фильтрата сырого молока, мл; б – объем осадка фильтрата молока после тепловой обработки, мл.

**Относительную вязкость молока** измеряют с помощью вискозиметра Оствальда (рис. 13.1).

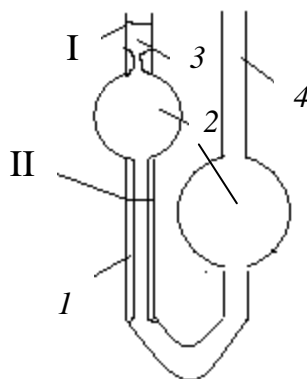


Рис. 13.1. Вискозиметр Оствальда:

1 – капиллярная трубка; 2 – емкости для продукта;  
3 – трубка для ввода продукта; 4 – трубка для выхода воздуха

Для этого в него через широкую трубку второго колена наливают 10 мл воды. Надев на другой конец прибора резиновую трубку, засасывают воду в первое колено на 1 см выше линии I. Вода должна свободно вытекать через капиллярное отверстие 1. Когда уровень

жидкости достигнет линии I, включают секундомер и выключают его в тот момент, когда жидкость опустится до линии II. Скорость истечения воды определяют не менее трех раз. Затем вискозиметр промывают испытуемым молоком (температура 20 °С), наполняют им (около 10 мл) вискозиметр и измеряют скорость истечения между линиями I и II.

Относительную вязкость рассчитывают по формуле

$$\eta_{\text{отн}} = \rho \eta_{\text{в}} \tau_{\text{п}} / \rho_{\text{в}} \tau_{\text{в}},$$

где  $\eta_{\text{отн}}$  – относительная вязкость, Па·с;  $\rho$  – плотность испытуемого продукта при температуре 20 °С, кг/м<sup>3</sup>;  $\tau_{\text{п}}$ ,  $\tau_{\text{в}}$  – продолжительность истечения испытуемого продукта и воды, с;  $\eta_{\text{в}}$  – абсолютная вязкость воды при температуре 20 °С, Па·с ( $\eta_{\text{в}} = 1,0032 \cdot 10^{-3}$  Па·с);  $\rho_{\text{в}}$  – плотность воды при температуре 20 °С ( $\rho_{\text{в}} = 998,23$  кг/м<sup>3</sup>).

**Степень отстаивания жира** определяют центрифугированием в специальной пипетке (рис. 13.2).

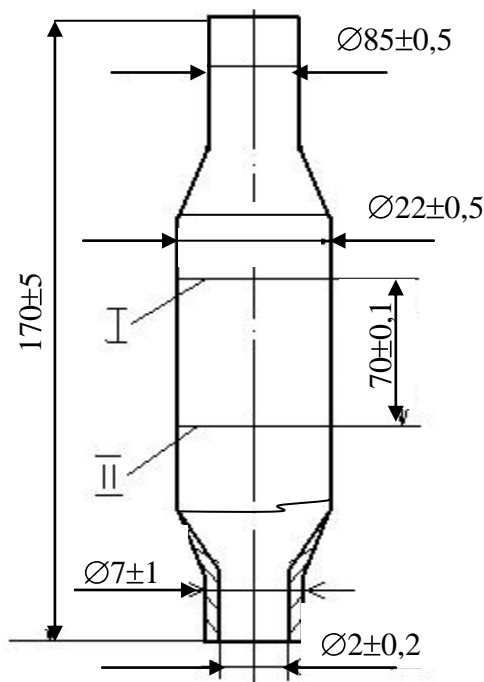


Рис. 13.2. Пипетка для определения отстаивания жира

Пипетку через нижний капиллярный конец заполняют образцом молока до отметки I. Верхний конец пипетки закрывают пальцем, а на нижний конец пипетки надевают резиновую пробку. Заполненные пипетки вставляют симметрично в патроны центрифуги, пробками к периферии. Центрифугирование продолжают 30 мин. После центрифугирования пипетки вынимают и ставят вертикально на пробку. Затем из пипетки осторожно, не переворачивая и не встряхивая, сливают нижнюю часть продукта до отметки II, для чего закрывают пальцем левой руки верхнее отверстие пипетки, а правой снимают резиновую пробку с нижнего конца пипетки. В слитом продукте определяют содержание жира. Отстой жира рассчитывают по формуле

$$\text{ОЖ} = 100 (\text{Ж}_m - \text{Ж}_n) / (\text{Ж}_m - \text{К} \cdot \text{Ж}_n),$$

где ОЖ – отстаивание жира, %;  $\text{Ж}_m$  – массовая доля жира в молоке, %;  $\text{Ж}_n$  – массовая доля жира в нижнем слое молока, слитого из пипетки, %; К – отношение объема нижнего слоя молока, слитого из пипетки, к общему объему молока в пипетке.

**Продолжительность свертывания молока** сычужным ферментом определяют визуально по образованию хлопьев. Для этого в водяную баню с температурой 40–42 °С следует поместить стакан, в который отмерено 100 мл подогретого до температуры 40–42 °С молока. В стакан ввести 10 мл 1 %-го раствора сычужного фермента, быстро перемешать содержимое, после чего оставить в покое до появления на стенках стакана хлопьев образовавшегося сгустка молока. За продолжительность свертывания молока принимают время от момента внесения фермента до начала образования хлопьев. Время определяют по секундомеру.

#### *Порядок выполнения работы*

Образцы одного и того же молока нагревают до разных температур и выдерживают различное время. Режимы тепловой обработки молока должны соответствовать установленным в промышленности для пастеризации и стерилизации молока (например, при температуре 63 °С выдержка 30 мин, при 72–74 °С – 20 с, при 78–80 °С – 20 с, при 85–87 °С – 10 мин, при 95 °С – 3–5 мин, при 120 °С – 20 мин).

После тепловой обработки образцы молока охлаждают до температуры 20 °С. В сыром молоке и образцах молока после тепловой обработки определяют изменение вкуса, цвета, запаха, титруемую и активную кислотность, плотность, относительную вязкость.

Кроме того, определяют степень отстаивания жира и степень денатурации сывороточных белков, а также продолжительность свертывания молока сычужным ферментом.

Результаты анализов и наблюдений записывают в таблицу, форма которой приведена ниже (табл. 13.1).

Таблица 13.1

### Результаты расчетов

Показатели	Номер образца		
	1	2	3
Режим тепловой обработки: температура, °С продолжительность, с			
Степень денатурации сывороточных белков, %			
Кислотность: °Т рН			
Степень отстаивания жира, %			
Относительная вязкость, Па·с			
Продолжительность свертывания, с			
Органолептические показатели: вкус и запах цвет			

### *Оформление работы*

Описать виды и режимы тепловой обработки молока. Заполнить таблицу. По полученным результатам сделать выводы об изменении свойств молока при тепловой обработке.

## Лабораторная работа № 14

### ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА ЛАБОРАТОРНОЙ ВАКУУМ-ВЫПАРНОЙ УСТАНОВКИ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВЯЗКОСТИ МОЛОКА ПРИ СГУЩЕНИИ

*Цель работы* – изучить устройство и назначение отдельных узлов лабораторной вакуум-выпарной установки. Научиться сборке лабораторной установки и работе на ней. Изучить изменение вязкости молока при сгущении до различной концентрации сухих веществ сгущенного молока.

#### **Задание.**

1. Собрать лабораторную вакуум-выпарную установку и подготовить ее к работе.
2. Сгустить молоко до различной концентрации сухих веществ.
3. Определить вязкость сгущенного молока на вискозиметре Гепплера при различной концентрации сухих веществ.

#### *Оборудование, приборы и материалы*

1. Лабораторная вакуум-выпарная установка.
2. Вискозиметр Гепплера прецизионный с комплектом шаров различного диаметра и цилиндрическим калибром.
3. Ультратермостат.
4. Секундомер.
5. Термометр.
6. Рефрактометр ИРФ–452–Б2М.
7. Стаканы стеклянные объемом  $100 \text{ см}^3$  – 3 шт.
8. Молоко – 2 л.
9. Оборудование, приборы и реактивы для определения кислотности молока в градусах Тернера.

#### *Методы исследования*

1. Метод определения кислотности молока (в градусах Тернера) титрованием (см. лабораторную работу № 3).

## 2. Определение сухих веществ на рефрактометре ИРФ–452–Б2М.

Для растворения лактозы, содержащейся в сгущенном молоке, пробу продукта в сухой пробирке с пробкой подвергают нагреванию в течение 5 мин в кипящей водяной бане и затем охлаждают 3–5 мин в проточной воде до комнатной температуры.

Правильность показания рефрактометра проверяют на дистиллированной воде при  $(20 \pm 0,1)^\circ\text{C}$ . При нанесении на призму прибора 1–2 капель воды его показание должно быть равным 1,333. При отклонении показаний от вышеуказанного значения прибор настраивают на значение 1,333.

Содержимое пробирки перемешивают стеклянной палочкой и каплю продукта быстро наносят на сухую чистую поверхность нижней призмы рефрактометра, термостатируемого при  $(20 \pm 0,1)^\circ\text{C}$ .

Значение содержания сухих веществ определяется по шкале на границе раздела темного и светлого полей. Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0,2 %. По окончании анализа призмы рефрактометра протирают сначала влажной, а затем сухой мягкой тряпочкой.

Массовую долю влаги  $W$ , %, вычисляют по формуле

$$W = 100 - C,$$

где  $C$  – массовая доля сухих веществ (по показанию рефрактометра), %.

При оформлении работы необходимо кратко описать технологический процесс производства молока цельного сгущенного с сахаром, результаты оформить в виде таблицы и дать по ним заключение о работе.

## 3. Определение вязкости сгущенного молока на прецизионном вискозиметре Гепплера.

Метод основан на определении динамической вязкости с использованием закона падения шарика в вязкой среде.

### *Аппаратура*

Вискозиметр Гепплера прецизионный с комплектом шариков различного диаметра и цилиндрическим калибром.

Ультратермостат Гепплера.

Секундомер по ГОСТ 5072–79.

### *Подготовка к анализу*

Продукт не должен содержать газов, поэтому его перед определением вязкости подогревают до 30 °С, перемешивают и охлаждают до 20 °С.

Вискозиметр устанавливают по уровню перед белым освещенным экраном. Внутренняя труба вискозиметра, её крышки и шары должны быть тщательно вымыты и просушены.

Ультратермостат подсоединяют резиновыми трубками к водяной рубашке вискозиметра. При отсутствии ультратермостата можно проводить измерения, предварительно наполнив наружную рубашку вискозиметра водой с температурой 20 °С.

Если температура воздуха в помещении ниже 20 °С, вискозиметр включают в электросеть периодически для поддержания постоянной температуры воды.

### *Проведение анализа*

Пробу продукта осторожно по стенке наливают во внутреннюю стеклянную трубку вискозиметра. Затем, в зависимости от консистенции продукта, выбирают из комплекта требуемый шар с таким расчетом, чтобы продолжительность его падения в продукте на отрезке пути 0,1 м была не меньше 25 и не больше 120 с. Определения проводят при температуре продукта 20 °С.

Время прохождения шарика между верхней и нижней кольцевыми отметками засекают по секундомеру. Проводят несколько определений до установления трехкратной одинаковой продолжительности падения шарика, которую используют в расчете.

### *Обработка результатов*

Динамическую вязкость продукта  $\eta$ , Па·с, вычисляют по формуле

$$\eta = t (d - d_1) K \cdot 10^{-3} ,$$

где  $t$  – продолжительность падения шара, с;  $d$  – плотность материала, из которого изготовлен шар, при 20 °С, г/см<sup>3</sup>;  $d_1$  – плотность сгущенного молока при 20 °С, г/см<sup>3</sup>;  $K$  – константа шара.

Плотность материала, из которого изготовлен шар, и константа шара указаны в проверочном свидетельстве, прилагаемом к прибору.

### *Выполнение работы*

Студенты получают молоко объемом 2 л. Определяют его кислотность титрованием в градусах Тернера, которая должна быть не выше 20 °Т.

Затем проводят пастеризацию молока при температуре не ниже 90 °С без выдержки. Одновременно студенты учатся собирать лабораторную вакуум-выпарную установку, собирают ее и подготавливают к работе.

### Описание устройства и работы лабораторной вакуум-выпарной установки для сгущения молока

Лабораторная вакуум-выпарная установка состоит из следующих основных узлов: электрического нагревателя для круглодонных колб, круглодонной колбы со шлифованным горлом, устройства для отвода вторичного пара, пароотделителя, конденсатора, сборника конденсата, водоструйного насоса и вакуумных резиновых патрубков.

### Порядок сборки и разборки лабораторной вакуум-выпарной установки

Электродвигатель для круглодонных колб устанавливают на горизонтальную поверхность и вилку включают в сеть напряжением 220 В. Тумблеры нагревателя должны находиться в положении «Выкл». Затем в электронагреватель устанавливают круглодонную колбу. В колбу вставляют термометр со шлицевым соединением и интервалом измерения температуры от 0 до 100 °С, устройство для подачи молока, представляющее собой резиновую вакуумную трубку с регулируемым зажимом, надетую на стеклянную трубку, которая вставлена в резиновую пробку. Это устройство одновременно служит для подачи продукта в колбу и регулирования вакуума для установления требуемой температуры кипения продукта. В колбу также вставляется устройство для отвода вторичного пара с пароотделителем. Пароотделитель соединяется с конденсатором, конденсатор –



с приемником конденсата, выполненным в виде колбы Вюрца, и затем – с водоструйным насосом, который плотно закрепляется на водяном кране. Соединения производят вакуумными патрубками. При сборке шлицевые соединения смазывают глицерином.

Для пуска установки в работу необходимо создать в системе вакуум. С этой целью регулируемым зажимом, установленным на устройстве для подачи продукта и регулирования вакуума, перекрывают вакуумную трубку. Затем включают водоструйный насос и создают в системе вакуум. За счет вакуума в колбу подают молоко, пастеризованное при температуре 90–95 °С, включают электронагреватель и регулируемым зажимом устанавливают температуру кипения молока 55–60 °С, которую фиксируют по шлицевому термометру, установленному в круглодонную колбу.

Отбор проб в количестве по 100 см<sup>3</sup> производят следующим образом.

Первый образец – исходное молоко.

Второй образец – после подачи всей молочной смеси в колбу и сгущения ее до объема приблизительно 1 л (половина колбы).

Затем берут еще два образца через каждые 30 мин сгущения молока. Во всех образцах определяют вязкость и кислотность в градусах Тернера.

Установку останавливают следующим образом: отключают электронагреватель и после окончания кипения молока открывают регулируемый зажим на вакуумном патрубке подачи молока. Разборку производят в обратной последовательности, сгущенный продукт сливают в приготовленную посуду и моют установку.

### *Порядок оформления работы*

Студенты описывают порядок выполнения работы, указывая цели и задачи исследований, производят необходимые расчеты: степень сгущения определяется соотношением

$$n = \frac{СВ_{пр}}{СВ_{м}}$$

Полученные результаты заносят в табл. 14.1.

Таблица 14.1

**Результаты исследований**

№ образца	Наименование образцов	Кислотность, °Т	Массовая доля СВ, %	Вязкость, Па · с	Степень сгущения, <i>n</i>
1	Контроль				
2					
3					
4					

По полученным данным строят график зависимости вязкости Па · с (ось ординат), от массовой доли сухих веществ, % (ось абсцисс), и делают выводы по работе.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основной*

1. Технология молока и молочных продуктов / Г.Н. Крусъ, А.Г. Храмцов, З.В. Волокитина, С.В. Карпычев; Под ред. А.М. Шалыгиной. – М.: КолосС, 2007. – 455 с.

2. **Шалыгина А.М., Калинина Л.В.** Общая технология молока и молочных продуктов. – М.: КолосС, 2007. – 199 с.

3. Основные принципы переработки сырья растительного, животного, микробиологического происхождения и рыбы: Учеб. пособие. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2010. – 370 с.

### *Дополнительный*

4. **Фиалкова Е.А.** Гомогенизация. Новый взгляд: Справ. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 392 с.

5. **Алексеев Н.Г., Кудрявцева Т.А.** Микроструктура молока и молочных продуктов: Конспект лекций. – Л.: ЛТИ им. Ленсовета, 1984. – С. 4–12.

6. Состав и свойства молока как сырья для молочной промышленности: Справ. / Под ред. Я.И. Костина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 239 с.

7. **Патратий А.П., Аристова В.П.** Справочник для работников предприятий молочной промышленности. – М.: Пищ. пром-сть, 1980. – 239 с.

8. Молоко, молочные продукты и консервы молочные: Сборник стандартов. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 448 с.

9. Инструкция по санитарной обработке оборудования, инвентаря и тары на предприятиях молочной промышленности. – М.: ВНИИМП, 1998. – 108 с.

10. **Вайткус В.В.** Гомогенизация молока. – М.: Пищ. пром-сть, 1969. – 227 с.

11. **Тиняков Г.Г., Тиняков В.Г.** Микроструктура молока и молочных продуктов. – М.: Пищ. пром-сть, 1972. – 255 с.

12. **Соколова З.С., Лакомова Л.И., Чекулаева Л.В.** и др. Лабораторный практикум по технологии молока и молочных продуктов. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1984. – 216 с.
13. **Маслов А.М., Березко В.А.** Структурно-механические свойства пищевых продуктов. – Л.: ЛТИХП, 1979. – 91 с.
14. ГОСТ Р 52054–2003. Молоко коровье – сырое. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 7 с.
15. ГОСТ Р 53435–2009. Сливки сырые. Технические условия. – М.: Информстандарт, 2008. – 8 с.
16. Технический регламент на молоко и молочные продукты № 88–ФЗ от 12.06.08.
17. **Крусъ Г.Н., Шалыгина А.М., Волокитина З.В.** Методы исследования молока и молочных продуктов. – М.: Колос, 2000. – 368 с.
18. Электронные источники информации: <http://www.mmrusskih.ru>; [www.profitex.ru/technology](http://www.profitex.ru/technology); [www.protex.ru/milk](http://www.protex.ru/milk); [www.edka.ru/article/omoloke](http://www.edka.ru/article/omoloke); [www.vnimi.org/](http://www.vnimi.org/)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ .....	1
ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ	6
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ .....	8
ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОГО ОБУЧЕНИЯ .....	17
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ .....	20
Лабораторная работа № 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ МИКРООБЪЕКТОВ В МОЛОКЕ .....	22
Лабораторная работа № 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ЖИРОВЫХ ШАРИКОВ В МОЛОКЕ С ПОМОЩЬЮ КАМЕРЫ ГОРЯЕВА .....	26
Лабораторная работа № 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОЛОКА И СЛИВОК .....	29
Лабораторная работа № 4. СЕПАРИРОВАНИЕ МОЛОКА .....	41
Лабораторная работа № 5. НОРМАЛИЗАЦИЯ МОЛОКА .....	46
Лабораторная работа № 6. ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕ- НИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОМОГЕНИЗАЦИИ МОЛОКА .....	52
Лабораторная работа № 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ГОМОГЕНИЗАЦИИ МОЛОКА .....	61
Лабораторная работа № 8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДАВЛЕНИЯ ГОМОГЕНИЗАЦИИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА .....	64
Лабораторная работа № 9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ГОМОГЕНИЗАЦИИ ДЛЯ СЛИВОК РАЗЛИЧНОЙ ЖИРНОСТИ .....	66
Лабораторная работа № 10. ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВЯЗКОСТИ ГОМОГЕНИЗИРОВАННЫХ МОЛОКА И СЛИВОК РАЗЛИЧНОЙ ЖИРНОСТИ .....	69

Лабораторная работа № 11. ИССЛЕДОВАНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ТЕРМОУСТОЙЧИВОСТИ МОЛОКА .....	72
Лабораторная работа № 12. ИССЛЕДОВАНИЕ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ МОЛОЧНО-РАСТИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ НА ЛАБОРАТОРНОМ ДИСПЕРГАТОРЕ .....	74
Лабораторная работа № 13. ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА МОЛОКА .....	77
Лабораторная работа № 14. ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА ЛАБОРАТОРНОЙ ВАКУУМ-ВЫПАРНОЙ УСТАНОВКИ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВЯЗКОСТИ МОЛОКА ПРИ СГУЩЕНИИ .....	85
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	91

Брусенцев Анатолий Анатольевич

**ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЯ  
И ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИЮ  
ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

Учебно-методическое пособие

*Ответственный редактор*

Т.Г. Смирнова

*Редактор*

Т.В. Белянкина

*Компьютерная верстка*

Н.В. Гуральник

*Дизайн обложки*

Н.А. Потехина

---

Подписано в печать 27.05.2013. Формат 60×84 1/16

Усл. печ. л. 5,82. Печ. л. 6,25. Уч.-изд. л. 6,0

Тираж 100 экз. Заказ № С 43

---

НИУ ИТМО. 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49  
ИИК ИХиБТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

