

А.А. Брусенцев

ОСНОВЫ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОКА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



**Санкт-Петербург
2017**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

А.А. Брусенцев

**ОСНОВЫ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОКА НА
ПРЕДПРИЯТИЯХ МОЛОЧНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Учебно-методическое пособие

 **УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**Санкт-Петербург
2017**

УДК 637.1

Брусенцев А.А. Основы переработки молока на предприятиях молочной промышленности: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 2017. – 77 с.

Представлены основные положения рабочей программы дисциплины, методические указания к самостоятельной работе бакалавров, выполнению практических занятий и лабораторных работ. контрольные задания для бакалавров заочного обучения.

Учебно-методическое пособие предназначено для бакалавров всех форм обучения, обучающихся по направлению подготовки: 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения», профиль подготовки: «Технология молока и молочных продуктов».

Рекомендовано к печати Советом факультета пищевых биотехнологий и инженерии, протокол № 5 от 20 января 2017 г.



Университет ИТМО – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5–100» Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Университет ИТМО, 2017

© Брусенцев А.А., 2017

ВВЕДЕНИЕ

Специальность бакалавра-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.

«Основы переработки молока на предприятиях молочной промышленности» представляет собой основополагающую дисциплину в комплексе специальных знаний технологических операций, применяемых при производстве молочных продуктов.

Перечень дисциплин, усвоение которых необходимо для усвоения данной дисциплины:

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

Цель преподавания дисциплины

При изучении дисциплины «Основы переработки молока на предприятиях молочной промышленности» 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, микрофилтрация, центробежная очистка, сепарирование, нормализация, ультрафилтрация, обратный осмос, электродиализ, бактофугирование, гомогенизация, дезодорация, деаэрация, сгущение, сушка, пастеризация, стерилизация);
- изменение состава и свойств сырья в ходе технологических операций;
- 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, хранения сырья;

– пользоваться сепаратором сливоотделителем, 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:

- государственный образовательный стандарт (ГОС);
- учебный план;
- рабочая программа дисциплины;
- календарный план.

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, а в тексте 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. Критерии оценки представлены в таблице 1.

Таблица 1

Таблица рейтинговой оценки

№ модуля	Содержание модуля	Контрольные мероприятия	Максимальное число баллов	Срок сдачи (неделя)
1	Тема 1. История возникновения и развития отрасли. Тема 2. Требования, предъявляемые качеству заготовляемого молока. Тема 3. Организация закупок сырья и расчеты с поставщиками. Тема 4. Отгрузка и транспортирование молока. Тема 5. Приемка сырья на молокоперерабатывающих предприятиях	Практическое занятие № 1	4	1
		Практическое занятие № 2	4	2
		Посещение лекций	4	–
		Тест № 1	5	4
		Лабораторная работа № 1	5	3
2	Тема 6. Механическая обработка молока Тема 7. Сепарирование молока. Тема 8. Нормализация молока при производстве молочных продуктов	Практическое занятие № 3	4	4
		Лабораторная работа № 2	5	5
		Практическое занятие № 4	4	9
		Лабораторная работа № 3	5	11
		Лабораторная работа № 4	5	10
		Практическое занятие № 5	5	12
		Посещение лекций	4	13
		Тест № 2	4	13

3	Тема 9. Мембранные методы обработки молока. Тема 10. Физические методы обработки молока. Тема 11. Тепловая обработка молока	Лабораторная работа № 5	4	15
		Посещение лекций	4	15
4	Тема 12. Мойка и дезинфекция технологического оборудования Тема 13. Тара и упаковочные материалы	Тест № 3	4	15
5	Участие в НИРС (премиальные баллы)		10	
	Итого		80	

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОГРАММЫ 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. 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 31449–2013 на заготавливаемое молоко.

Требования, предъявляемые к качеству заготавливаемых сливок (ГОСТ Р 53435–2009) и обезжиренного молока (ГОСТ 31658–2012). 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) – 11ч. Работа с литературой [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 31449–2013 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?
8. Каковы требования ГОСТ 31658–2012 к заготавливаемому обезжиренному молоку?

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 – 5 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 31449–2013 «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 – 17 ч. Работа с литературой [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, особенности и 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 – 18 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 и как 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 – 16 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 – 16 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 молока

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 – 6 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 – 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 – 17 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 [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 [1, с. 287–288, 347–348] и 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 ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

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

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 31449–2013.

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.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Практическое занятие № 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-микромметр).
3. Объект-микромметр.

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

Получив четкое изображение линейки объект-микромметра 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-микромметра нужно поместить каплю соответствующей иммерсии (кедровое или иммерсионное масло).

Линейка объект микромметра 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 этого сначала отвинтите оправу верхней линзы окуляра, положите сетку, а затем аккуратно снова привинтите оправу. Если изображение сетки в окуляре будет нечетким, а буквенные и цифровые индексы делений сетки перевернутыми, то нужно операцию повторить и повернуть сетку другой стороной. Окуляр с сеткой вложите в тубус микроскопа и настройте так, чтобы одновременно видеть четкие изображения делений объект микрометра и окулярной сетки. С помощью винтов предметного столика сместите изображение линейки в верхнюю или нижнюю часть поля так, чтобы деления линейки выступали за край квадрата окулярной сетки (рис. 1).

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 , уместящихся на отрезке L . Цену деления X , мкм окулярной сетки вычислите по формуле

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

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

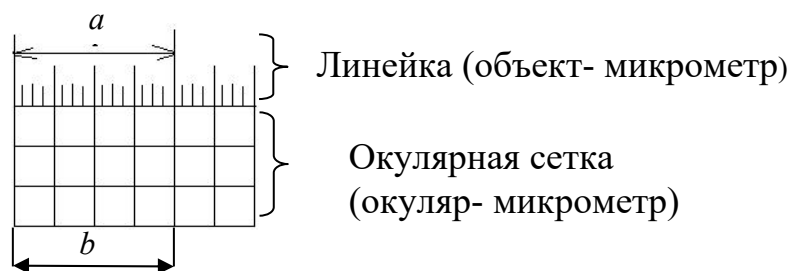


Рис. 1 Определение цены деления окуляр микрометра

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. 2).

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.

Таблица 2

Результаты измерений

Определяемые величины	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. 3).

Таблица 3

№ 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 нужно 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.

Практическое занятие № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ЖИРОВЫХ ШАРИКОВ В МОЛОКЕ С ПОМОЩЬЮ КАМЕРЫ ГОРЯЕВА

Задание. Определить количество жировых шариков в единице объема молока (мм^3 , 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 (рис. 2) представляет собой толстое предметное стекло, на котором отшлифованы три площадки. Средняя площадка на 0,1 мм ниже, чем боковые. 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 со стороной 1/20 мм равна $1/400 \text{ мм}^2$, глубина – 0,1 мм, тогда объем молока в этом квадратике составляет:

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

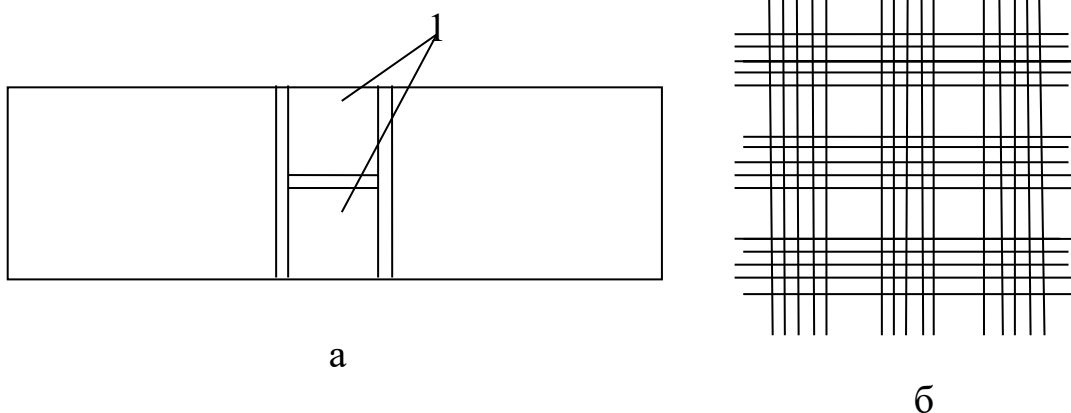


Рис. 2 Камера Горяева

а – общий вид камеры , б – вид сетки в углубленной части камеры (1)

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 прижать 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 мм^3 молока, учитывая степень разведения, по формуле:

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

Здесь: 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, 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. 4 и сделать общие выводы.

Таблица 4

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

Практическое занятие №3

ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОМОГЕНИЗАЦИИ МОЛОКА

Цель – ознакомиться с методами определения эффективности гомогенизации молока.

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

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

Здесь: v – скорость всплывания жирового шарика, м/с; g – ускорение свободного падения, м/с²; r – радиус жирового шарика, м; ρ_1 – плотность плазмы молока, кг/м³; ρ_2 – плотность жирового шарика, кг/м³, μ – 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 см³; пипетки вместимостью 1 и 2 см³; шпатель; натрия гидроокись; вода дистиллированная.

Подготовка к анализу

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

Приготовление раствора гидроокиси натрия с концентрацией 1 моль/дм³: 4 г натрия гидроокиси взвешивают с отсчетом до 0,001 г и вносят в мерную колбу вместимостью 100 см³, наливают 90 см³ дистиллированной воды, перемешивают до полного растворения вещества и доводят дистиллированной водой до метки.

Проведение анализа

Из образцов молока или сливок, отбирают 0,5 см³ пробы, разводят в соотношении 1:500 дистиллированной водой в мерных колбах вместимостью 250 см³ с внесением 0,5 см³ раствора натрия гидроокиси концентрацией 1 моль/дм³. Приготавливают по две параллельных пробы. После тщательного перемешивания смесь выдерживают в течение 10 мин и отбирают для измерения 2 см³ полученной смеси. Смесь наливают в прямоугольную кювету с длиной оптического пути 10 мм и помещают в рабочий отсек спектрофотометра. Измерение оп-

тической 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}).

Расчет среднего диаметра жировых шариков молока производят по формуле

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

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

Оценка результатов

В таблице 5 отражена зависимость между показателем эффективности гомогенизации, средним диаметром жировых шариков и глубиной диспергирования жировой фазы молока.

Таблица 5

D_{400}/D_{1000}	6–4	4–2,1	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

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

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

Здесь: $O_{\text{ж}}$ – отстаивание жира, %; $Ж_{\text{м}}$, $Ж_{\text{н}}$ – 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 (см. рис. 3).

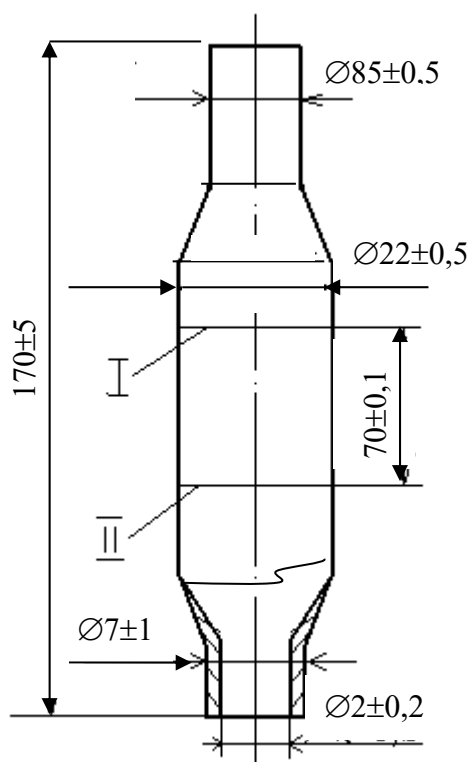


Рис. 3. Пипетка для центрифугирования

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

$$r = 100 \text{ Ж}_н / \text{Ж}_м,$$

Здесь: r – степень гомогенизации, % (для гомогенизированного молока $r = 75\text{--}80\%$); $\text{Ж}_н$ – массовая доля жира в нижнем слое продукта, слитом из пипетки, %; $\text{Ж}_м$ – 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 %-ным 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 де-

ления 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 подготавливают 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.

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

Здесь: 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 ($n = 3$).

Рассчитываем 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.

Таблица 6

Метод определения	x_1	x_2	x_3	\bar{x}	Δx_1	Δx_2	Δx_3	Δx_1^2	Δx_2^2	Δx_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. 7.

Таблица 7

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

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

Здесь: 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. 8.

Таблица 8

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 $(\bar{x}_1 + S_{\bar{x}_1}) + (\bar{x}_2 + S_{\bar{x}_2}) + (\bar{x}_3 + S_{\bar{x}_3}) / 3$.

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 не гомогенизированного 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.

Практическое занятие № 4

СЕПАРИРОВАНИЕ МОЛОКА

Цель – 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 кг/м³) и плазмы молока (не ниже 1032 кг/м³).

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, содержание 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 про-

веденном 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.

Устройство лабораторного сепаратора

Сепаратор (рис. 4) состоит из корпуса (3), электродвигателя (6), барабана (2), приемника обезжиренного молока (21), приемника сливок (11), поплавка (5), камеры поплавковой (4), молокоприемника (1), пробки (10). На корпусе (3) установлены выключатель (16), шнур армированный. Электродвигатель (6) крепится к корпусу (3) на трех шпильках гайками (18). Для уменьшения резкого толчка в момент пуска двигателя и предотвращения схода барабана (2) с конусного хвостовика приводного вала во фланец электродвигателя вставлены амортизаторы - втулки (15).

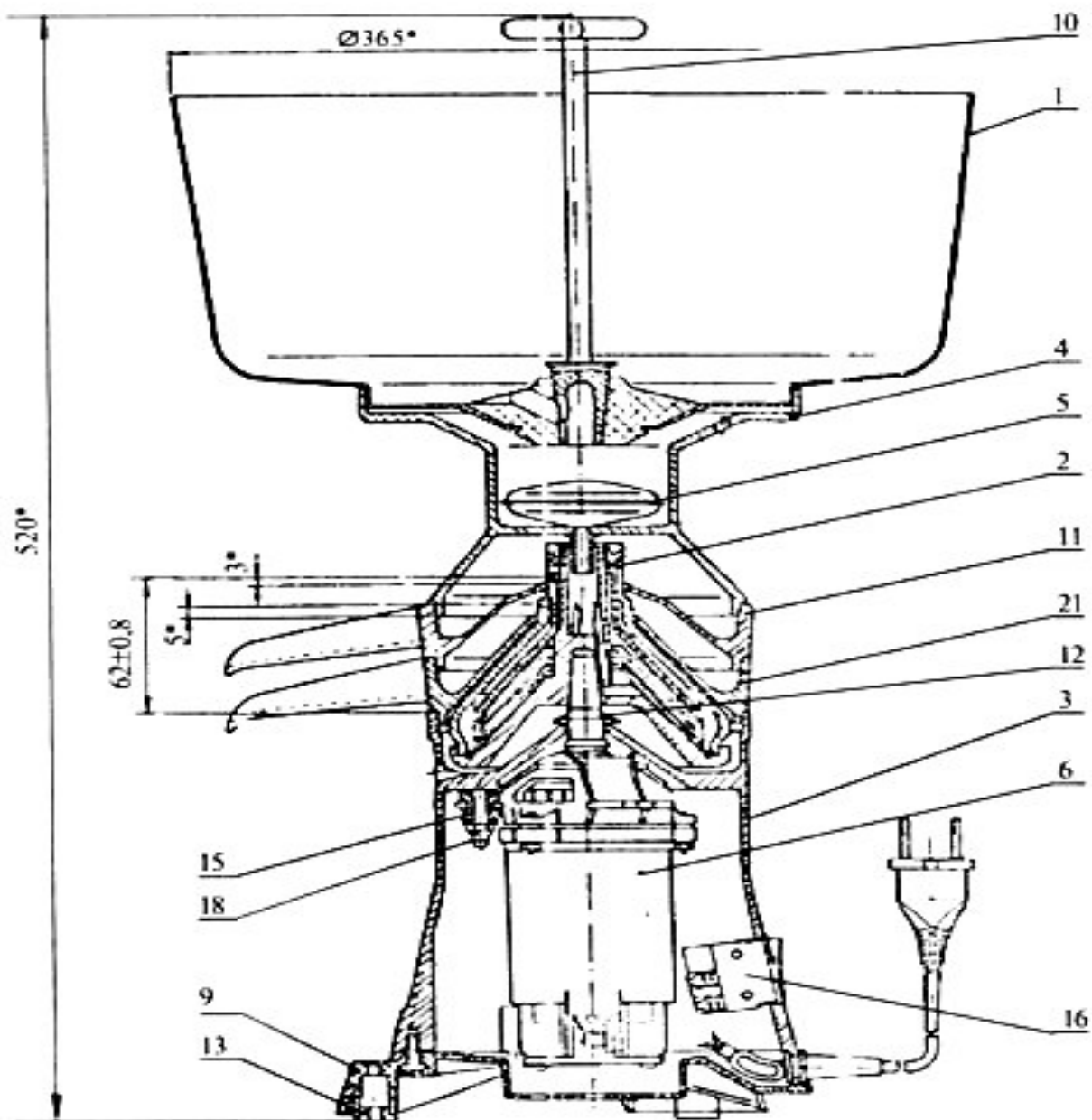


Рис. 4. Устройство сепаратора

1- молокоприемник, 2 - барабан, 3 - корпус, 4 - камера поплавковая, 5 - поплавок, 6 - электродвигатель, 9 - опора, 10 - пробка, 11 - приемник сливок, 12 - отражатель, 13 - втулка, 15 - втулка, 16 - выключатель, 18 - гайка, 21 - приемник обрат

Основной рабочий орган – **барабан**

В барабане под действием центробежных сил происходит процесс разделения молока на сливки и обезжиренное молоко. На Рис. 5 показана конструкция барабана сепаратора.

Барабан состоит из: тарелкодержателя (1), набора алюминиевых тарелок (3), разделительной тарелки (4), регулировочного винта (7), крышки барабана (2), уплотнительного кольца (5), гайки (6).

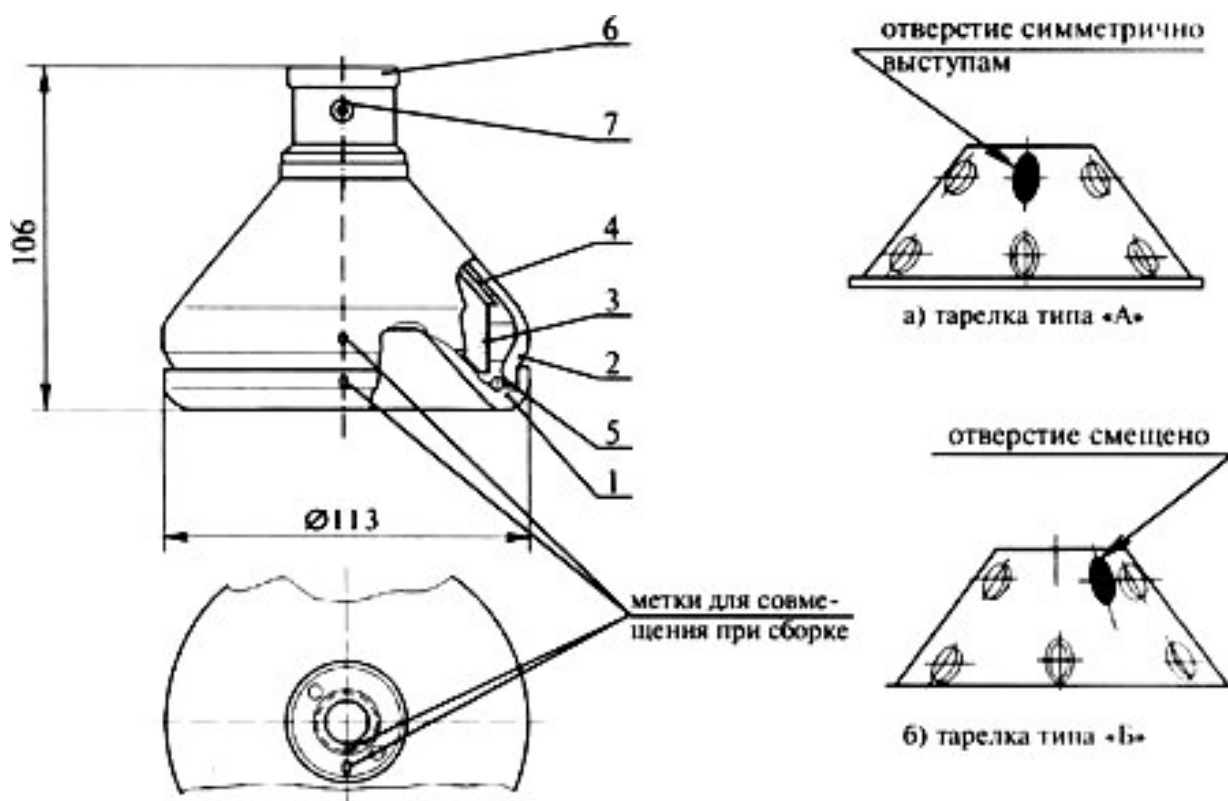


Рис.5 Конструкция барабана сепаратора

1 - тарелкодержатель, 2 - крышка, 3 - тарелки типа «А» и «Б», 4 - тарелка разделительная, 5 - кольцо, 6 - гайка, 7 - винт

Разделение молока на фракции. Процесс происходит в сепарирующем устройстве (барабане), состоящем из основания (дна), кожуха (крышки) обтекаемой формы, тарелкодержателя и пакета конических промежуточных и разделительной тарелок. Промежуточные тарелки имеют приваренные на внешней стороне шипики, образующие заданный межтарелочный зазор. Молоко может поступать в барабан сверху и снизу. При этом молоко должно равномерно распределиться в нижней части барабана между тарелками. На рис. 3. показана схема движения фракций молока в барабане сепаратора-молокоочистителя и сливоотделителя. Молоко из приемной камеры

сепаратора-молокоочистителя поступает в барабан и через каналы тарелкодержателя отбрасывается на периферию барабана. Оттуда оно поступает в межтарелочное пространство. Под действием центробежной силы посторонние примеси, плотность которых больше плотности молока, при прохождении через барабан как более тяжелая фракция осаждаются на внутренней поверхности барабана в грязевом (шламовом) пространстве. После его заполнения сепаратор останавливают и барабан промывают. Продолжительность непрерывной работы сепаратора зависит от объема грязевого пространства и загрязненности молока и составляет 2–2,5 ч.

В барабане сепаратора-сливкоотделителя (рис.6) молоко перемещается через каналы тарелкодержателя, а затем к периферии, проникая через толщу межтарелочного пространства. Под действием центробежной силы молочная плазма как тяжелая фракция движется к периферии, а жировые шарики как легкая фракция молока - к оси вращения. Всплывая и скапливаясь на наружной поверхности тарелки, жировые шарики образуют потоки сливок (концентрированная смесь жировых шариков в молочной плазме), которые движутся по тарелкам к оси барабана.

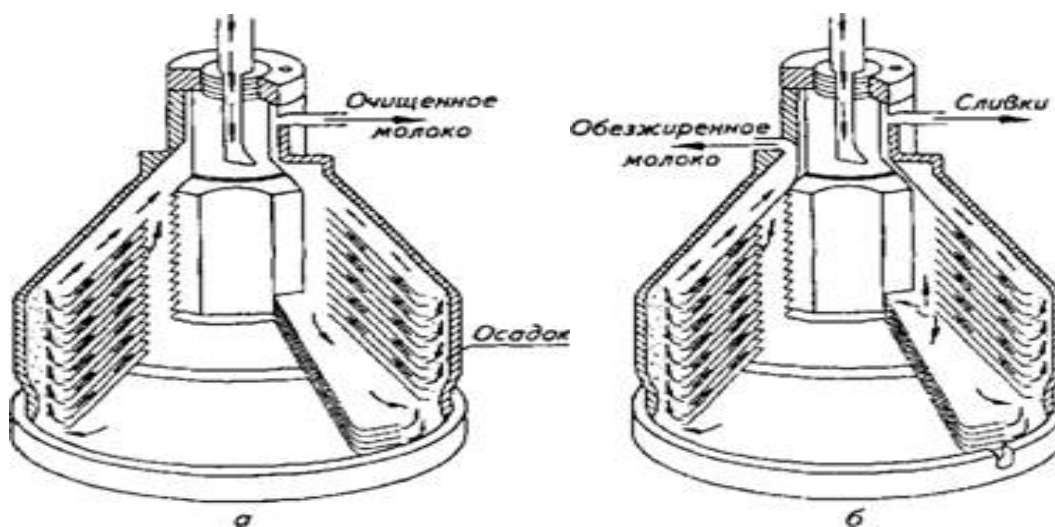


Рис. 6 Схема движения молока цельного, очищенного, сливок и обезжиренного молока в барабане сепаратора: (а) - молокоочиститель; (б) - сливкоотделитель

Жировые шарики, не достигшие поверхности нижерасположенной тарелки, отходят в обезжиренное молоко и составляют потери. Разделение молока на сливки и обезжиренное молоко практически

завершается в межтарелочном пространстве. Под напором постоянно поступающего притока молока в барабан потоки сливок и обезжиренного молока вытесняются в его верхнюю часть и выходят через специальные отверстия (для сливок и обезжиренного молока). Для разделения и отвода потоков на пакет тарелок установлена специальная разделительная тарелка с ребрами на поверхности конусной части. Обезжиренное молоко движется по пространству между разделительной тарелкой и кожухом барабана в верхнюю часть кожуха, из которой отводится из сепаратора. Сливки поднимаются вверх по каналам тарелкодержателя, поступают под разделительную тарелку, а затем в напорную камеру сливок и непрерывно отводятся.

Принцип работы

Принцип работы заключается в том, что под действием центробежной силы из потока молока выделяется жировая фаза.

Скорость выделения жировой фазы из молока зависит от конструктивных особенностей сепаратора (угловой скорости барабана, числа и размеров разделительных тарелок), размеров жировых шариков и степени их дисперсности, плотности разделяемых фракций и вязкости молока. Кроме этого на эффективность выделения жировой фазы из молока влияют его чистота, кислотность, особенности количественного и качественного состава молока коров различных пород и другие свойства.

Увеличение угловой скорости вращения барабана сепаратора очень эффективно для повышения скорости выделения жировой фазы из молока. Однако требования прочности конструкции, надежности, безопасности, а также соображения износа, увеличения потерь на трение, конструктивные трудности ограничивают возрастание угловой скорости вращения барабана сепаратора. Все современные сепараторы работают на сверхкритической частоте вращения барабана $100\text{--}150\text{ с}^{-1}$. Изменить частоту вращения барабана сепаратора можно только на заводе-изготовителе. Сепарирование молока на предприятиях начинают при поступлении молока в количестве, обеспечивающем непрерывную работу сепаратора в течение 20–30 мин, и достижения барабаном рабочей частоты вращения. Продолжительность разгона для сепараторов производительностью 1000–2000 л/ч составляет 3–5 мин, а для сепараторов большей производительности – 6–10 мин.

Массу сливок (кг), полученных при сепарировании, можно определить по формуле:

$$M_{сл} = \frac{M_m(\mathcal{J}_m - \mathcal{J}_o)}{\mathcal{J}_{сл} - \mathcal{J}_o} \frac{100 - P_{сл}}{100}$$

Здесь: $M_{сл}$ - масса, получаемых при сепарировании сливок;
 \mathcal{J}_m ; $\mathcal{J}_{сл}$; \mathcal{J}_o - массовая доля жира в молоке, сливках обезжиренном молоке, %; $P_{сл}$ - потери сливок при сепарировании, %.

Если требуется установить массу молока, необходимую для получения определенного количества сливок с заданной массовой долей жира, то предыдущая формула видоизменяется:

$$M_m = \frac{100 M_{сл} (\mathcal{J}_{сл} - \mathcal{J}_o)}{(\mathcal{J}_m - \mathcal{J}_o)(100 - P_{сл})}$$

По принципу работы сепараторы подразделяются на ручные и электрические. Сепаратор с ручным приводом – это физический труд. Электрический сепаратор ручного труда не требует и работать он будет автономно.

Конечно, ручной молочный сепаратор не подойдет для изготовления продукции в больших объемах. А вот сепаратор с электрическим приводом уже можно использовать в больших хозяйствах для выработки большого объема продукции, хотя и стоимость его более высокая. Немаловажным фактором является то, что ручной сепаратор не требует наличия электричества. Его можно использовать прямо на пастбищах и там он будет работать безотказно. Поэтому для отдаленных сел и деревень этот вариант наиболее подходящий.

Режимы сепарирования

Эффективность сепарирования зависит от содержания жира в молоке, размеров и дисперсности жировых шариков. Чем крупнее шарики, тем быстрее они выделяются. Механическое и тепловое воздействия на молоко приводят к перераспределению в нем жировых шариков. Часть шариков агрегируется, образуя комочки, а крупные шарики дробятся на множество мелких. Поэтому необходимо сохранять исходные размеры жировых шариков и избегать больших механических воздействий на молоко до сепарирования при транспортировании его насосами, перемешивании, встряхивании, охлаждении, подогреве, пастеризации и т. п. Наименьшие потери жира с обезжиренным молоком наблюдаются при сепарировании парного молока, не подвергнутого механическому или тепловому воздействию.

Скорость выделения жировых шариков обратно пропорциональна вязкости молока, зависящей от температуры. Рекомендуемая температура молока при сепарировании составляет 35–45 °С и соответствует температуре подогрева молока в секции рекуперации пластинчатых пастеризационно-охладительных установок. Молоко с массовой долей жира 4 % и выше сепарируют с дополнительным подогревом и уменьшением подачи его в сепаратор.

Наряду с этим температурным режимом применяют и более жесткий – 60–90 °С. Высокотемпературное сепарирование целесообразно для получения высокожирных сливок с массовой долей жира до 82 %, так как сепарируют сливки 30–40 %-ной жирности. Кроме этого сепарирование при высокой температуре упрощает технологическую схему переработки молока. Получаемые сливки и обезжиренное молоко можно использовать для дальнейшей переработки без пастеризации. Однако при высокотемпературном сепарировании усиливается дробление жировых шариков, образуется большое количество молочной слизи, резко повышается вспенивание молока, сливок и обезжиренного молока. Как следствие этого, возрастают потери жира за счет увеличения массовой доли жира в обезжиренном молоке и в пахте при выработке сливочного масла методом сбивания сливок, а также потери сухих веществ при выработке белковых продуктов (творог и др.) за счет необратимой коагуляции белковых веществ, содержащихся в пене. Пена в молоке, обезжиренном молоке и сливках отрицательно сказывается на их дальнейшей тепловой обработке. Большой объем пены в продукте уменьшает его теплопроводность, что снижает эффективность работы теплового оборудования.

Пена прогревается хуже, чем основная масса продукта. Разница в температуре прогрева пены и продукта может составлять до 10–15 °С и привести к тому, что во вспененном пастеризованном продукте сохранится больше микроорганизмов, в том числе патогенных форм. Вспененное обезжиренное молоко труднее охладить до температуры заквашивания. В связи с этим возникают дополнительные затруднения при выработке обезжиренного творога. Поэтому не рекомендуется сепарировать молоко при повышенных температурах.

На практике применяют также сепарирование холодного молока температурой 4–20 °С. При сепарировании холодного молока на обычных сепараторах их производительность снижается до 50 %. Сливки, полученные при холодном сепарировании молока, имеют большую вязкость, чем после обычного сепарирования. Максимальную вязкость имеют сливки, полученные из сырого холодного молока. При сепарировании холодного молока жировые шарики дробятся меньше. Для холодной очистки молока применяют сепараторы марки АХО. При холодной очистке исключается разбивание колоний бактерий и вследствие этого уменьшается бактериальная обсемененность, экономится энергия, сохраняются натуральные свойства молока и поддерживается температура, неблагоприятная для развития микрофлоры.

Чистота и кислотность молока существенно влияют на эффективность его обезжиривания. Сепарирование загрязненного молока с повышенной кислотностью приводит к быстрому заполнению шламом грязевого пространства барабана сепаратора, периферийной части тарелок и частично межтарелочного пространства. Нарушается движение молока между разделительными тарелками и ухудшается его обезжиривание. Длительное хранение молока приводит к нарастанию его кислотности, что также уменьшает эффективность обезжиривания. При сепарировании молока после хранения в течение суток массовая доля жира в обезжиренном молоке увеличивается на 15–20 %. Для предотвращения повышения кислотности молоко необходимо сразу сепарировать, а получаемые сливки и обезжиренное молоко надо перерабатывать или охлаждать в случае резервирования. Для сепарирования необходимо использовать очищенное молоко кислотностью не более 20 °Т.

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. Решить задачу по расчету компонентов сепарирования по заданию преподавателя

Практическое занятие № 5

ТЕОРИЯ НОРМАЛИЗАЦИЯ МОЛОКА И РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

Цель – ознакомиться со способами нормализации молока при производстве цельномолочных продуктов и расчетами при нормализации.

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

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

– при нормализации цельного молока сливками

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

Здесь: $M_{н.м}$, $M_{м}$, $M_{об}$, $M_{сл}$ – масса нормализованного, цельного, обезжиренного молока и сливок, кг; $Ж_{н.м}$, $Ж_{м}$, $Ж_{об}$, $Ж_{сл}$ – 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:

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

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

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

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

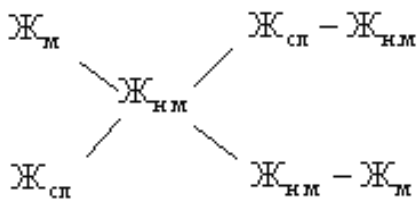


В схеме $Ж_{н.м} - Ж_{об}$ пропорционально числу частей исходного цельного молока M_M , а $Ж_M - Ж_{н.м}$ пропорционально числу частей обезжиренного молока $M_{об}$.

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 :



Здесь $Ж_{сл} - Ж_{н.м}$ пропорционально $M_{сл}$; $Ж_{н.м} - Ж_{м}$ пропорционально $M_{м}$;

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

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 ($Ж_{м} > Ж_{н.м}$).

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

$$M_{сл} = \frac{M_{м} (Ж_{м} - Ж_{н.м})}{Ж_{сл} - Ж_{н.м}},$$

Здесь: $M_{сл}$ – масса избыточных сливок, кг; $M_{м}$ – масса исходного молока, кг; $Ж_{м}$, $Ж_{н.м}$, $Ж_{сл}$ – 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 сливок получаемых, 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.

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

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

Задание. Произвести расчеты по нормализации молока, сливок с использованием различных компонентов нормализации по заданию преподавателя

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 жирометов пробками и при встряхивании заворачивать их в салфетки;

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

д) вынимая пробки из жирометов, 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 жиромет, 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 ближе 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 КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОЛОКА

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 31449–2013. «Молоко коровье сырое» (см. [14]).

По органолептическим показателям оно должно соответствовать требованиям, представленным в табл. 9, а по физико-химическим – нормам, приведенным в табл. 10.

Таблица 9

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	Чистый, без посторонних запахов и привкусов, не свойственных свежему натуральному молоку		
	Допускается в зимне-весенний период слабовыраженный кормовой привкус и запах.		
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 (см. [17]).

Таблица 10

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 ³ , 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 должно 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 производят 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. 11.

Таблица 11

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 ³	Ежедневно в каждой партии	ГОСТ 3625-84	ГОСТ 3625-84 разд. 3
Бактериальная обсе- мененность, КОЕ/г	Не реже одного раза в 10 дней	ГОСТ 32901- 2014	ГОСТ 32901- 2014
Массовая доля белка, %	Не реже двух раз в месяц	ГОСТ 25179-90	ГОСТ 23327-98
Температура замерзания, °С	Ежедневно в каждой партии	ГОСТ 25101-82	ГОСТ 30562-97
Наличие фосфатазы	При подозрении тепловой обработки	ГОСТ 3623-73	ГОСТ 3623-73
Группа термо- устойчивости	Ежедневно в каждой партии	ГОСТ 25228-82	ГОСТ 25228-82
Содержание сома- тических клеток, тыс/см ³	Не реже одного раза в 10 дней	ГОСТ 23453-90	ГОСТ 23453-90 разд. 3
Наличие ингибиру- ющих веществ	Не реже одного раза в 10 дней	ГОСТ 23459-79	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. Ре-

зультаты повторного анализа являются окончательными и распространяются на всю партию продукта.

Молоко плотностью 1026 кг/м³, 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 суток.

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 пломбами 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±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 % спиртового раствора фенол-

фталеина. 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 Тер-нера 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 облегчения пользуются усредненными таблицами соотношения рН и титруемой кислотности. Это соотношение для заготавливаемого молока приведено в табл. 12.

Таблица 12

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 (килограммы на кубический метр). Измерение 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±5 °С. Пробу в количестве 0,25 или 0,5 л (дм³) 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 накладной гайкой. Мерной кружкой (или цилиндром) отмеряют 250 мл хорошо перемешанного молока (для ускорения фильтрования его рекомендуется прогреть до температуры 35–40 °С) и вливают в сосуд прибора. По окончании фильтрования фильтр помещают на лист бумаги, лучше пергамент, 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 жиромере 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 способствует их слиянию.

Приборы и реактивы. Жиросмер для молока с пределами измерения от 0 до 6 % с ценой деления 0,1 %, резиновые пробки для жиросмеров, 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 жиросмеров, термометры со шкалой 0–100 °С.

Кислота серная плотностью 1810–1820 кг/м³; спирт изоамиловый.

Ход анализа. В чистый молочный жиросмер, помещенный в штатив, осторожно, стараясь не смочить горлышко, наливают автоматической пипеткой 10 мл серной кислоты плотностью 1810–1820 кг/м³. Затем пипеткой вместимостью 10,77 мл добавляют в жиросмер молоко так, чтобы жидкости не смешивались. Молоко из пипетки должно вытекать медленно, выдувание молока из пипетки не допускается. Затем в жиросмер добавляют 1 мл изоамилового спирта и закрывают сухой пробкой. Жиросмер обертывают полотенцем и встряхивают до полного растворения белковых веществ, переворачивая 4–5 раз, чтобы жидкости полностью перемешались.

После этого жиросмеры ставят пробкой вниз в водяную баню с температурой 65±2°С на 5 мин. Вынув из бани, жиросмеры вставляют в патроны центрифуги, располагая их симметрично один против другого. При нечетном количестве жиросмеров в центрифугу помещают жиросмер, 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. Жиросмеры 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 жиросмера и от него отсчитывают число делений до нижней точки мениска столбика жира. Показание жиросмера 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 32901–2014)

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 микроорганизмами. 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 см³ рабочего раствора резазурина и по 10 см³ 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 редуказника, осторожно переворачивают. Пробирки с молоком, имеющим окраску от серосиреневой до сиреневой со слабым серым оттенком, оставляют в редуказнике еще на 30 мин.

Обработка результатов

В зависимости от продолжительности обесцвечивания или изменения цвета молоко относят к одному из классов в соответствии с табл. 13.

Таблица 13

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 32901–2014; 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 мл 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 см³ (мл) пипеткой отмеривают 20 см³ (мл) молока, добавляют 0,25 см³ (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 см³ (мл) отмеривают 20 см³ (мл) молока, добавляют 0,5 см³ (мл) 2,5 %-го раствора сернокислого кобальта и перемешивают содержимое колбы круговыми движениями.

После первого титрования к образцу добавляют 4 см³ (мл) 30–40 %-го раствора нейтрализованного щелочью формалина, перемешивают круговыми движениями и снова титруют 0,1 н. раствором гидроокиси натрия (калия) до бледно-розовой окраски соответствующей эталону.

Количество гидроокиси 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 31449–2013.

Результаты анализов внести в таблицу 14.

Таблица 14

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

Лабораторная работа № 2

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДАВЛЕНИЯ ГОМОГЕНИЗАЦИИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГОМОГЕНИЗАЦИИ МОЛОКА

Цель работы – установить влияние температуры и давления 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 1. Изучить влияние температуры на эффективность процесса гомогенизации молока. Провести гомогенизацию молока при давлении 15 МПа и температурах 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 см³ – 5 шт.

Стаканы или колбы на 150–200 см³ – 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. Эффек-

тивность гомогенизации определяют по размерам жировых шариков и их среднему диаметру – микрокопированием и методом центрифугирования (см. практическое занятие № 2).

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 см³.

Молоко разделяют на четыре равные части, каждую из которых подогревают до следующих температур: первую – до 10 °С, вторую – до 30 °С, третью – до 50 °С и четвертую – до 70 °С.

Подготавливают к работе клапанный гомогенизатор и проверяют его работу на воде с температурой 10–15 °С (лучше не более 10 °С).

Образцы молока гомогенизируют при давлении 15 МПа. Первым гомогенизируют образец с температурой 10 °С, затем второй с температурой 30 °С и т. д. Первые 250–300 см³ гомогенизированного молока собирают в отдельную колбу, так как они разбавлены водой.

От каждого образца отбирают по 100 см³ для проведения исследований на эффективность гомогенизации методами микрокопирования и центрифугирования. Микрокопирование проводят при увеличении в 1350 раз с иммерсией.

Результаты работы оформляют по форме в виде таблицы 15.

Таблица 15

№ образца	Давление гомогенизации, МПа	$t_{\text{гом}}$ образца, °С	Количество жировых шариков с диаметром, мкм			Средний диаметр жировых шариков, мкм	Ж _м в нижней части пипетки	Э _{гом} , %
			0–1	1–2	Более 2			
Исх. Молоко	–	10						
1	15,0	10						
2	15,0	30						
3	15,0	50						
4	15,0	70						

Порядок оформления работы

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

Задание 2. 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, наперед 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. работу № 1), аппаратуру и реактивы для определения содержания жира и кислотности молока (см. 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. работу № 1).

Порядок выполнения работы

Работу начинаем 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. 16.

Таблица 16

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 №3 Влияние температуры сепарирования молока на эффективность обезжиривания молока

Цель работы: изучить влияние температуры сепарирования молока на эффективность выделения жира из молока и содержание жира в обезжиренном молоке.

Порядок выполнения работы

Сепарирование проводят при температуре 15, 30 и 45 °С и постоянном притоке молока.

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 затем 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 1. 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

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

Здесь: $J_{\text{м}}$ – 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

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

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

Фактические потери жира определяют по формуле

$$\Pi_{\phi} = \frac{V_{\tau} - V_{\phi}}{V_{\tau}} 100.$$

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

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

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/м³ и 1 мл изоамилового спирта. Все последующие операции те же, что и при определении содержания жира в молоке.

Порядок оформления работы

Задание 2. Следует дать схему разделения молока на сливки и обезжиренное молоко в барабане сепаратора. Описать процесс сепарирования молока.

Задание 3. Результаты всех трех опытов внести в таблицу 17.

Таблица 17

№ 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 4. Полученные данные свести в таблицу 18.

Таблица 18

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 №4

НОРМАЛИЗАЦИЯ МОЛОКА

Цель работы: научиться проводить нормализацию молока по содержанию жира и сухого обезжиренного молочного остатка.

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:

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

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

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

Здесь: $\text{СОМО}_{\text{м}}$, $\text{СОМО}_{\text{сл}}$, $\text{СОМО}_{\text{об}}$ – 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

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

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

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

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

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

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

Составляют смесь, определяют содержание в ней жира. Результаты анализов и расчетов записывают в таблицу 19.

Таблица 19

Нормализованная смесь			Молоко			Сливки			Обезжиренное молоко		
$M_{\text{см}}$, кг	$J_{\text{см}}$, %		$M_{\text{м}}$, кг	$J_{\text{м}}$, %	$\text{СОМО}_{\text{м}}$, %	$M_{\text{сл}}$, кг	$J_{\text{сл}}$, %	$\text{СОМО}_{\text{сл}}$, %	$M_{\text{о}}$, 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 № 5

ИССЛЕДОВАНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ТЕРМОУСТОЙЧИВОСТИ МОЛОКА

В работе определяют термоустойчивость молока и устанавливают 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 31449–2013 различной термоустойчивости; соли стабилизаторы (трехзамещенный лимоннокислый натрий, двухзамещенный 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 термо-

устойчивое. 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 таблицу 20.

Таблица 20

Образец молока	Вид обработки	Кислотность				Алкогольная проба	
		До обработки		После обработки		До обработки	После обработки
		°Т	рН	°Т	рН		

Знаком «плюс» отмечают не термоустойчивое 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 таблицу 21.

Таблица 21

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

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Кафедра прикладной биотехнологии

Лаборатория технологии молока и молочных продуктов

Учебная группа _____

Ф.И.О. студента _____

« _____ » _____ Г

О Т Ч Е Т

По учебно-лабораторной работе

(наименование работы)

Перечень используемого оборудования и приборов, сырья

З а д а н и е

Полученные результаты работы

Работу выполнил
« ___ » _____ Г
(подпись)

Работу принял
« ___ » _____ Г
(подпись)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основной

1. **Крусь. Г.Н., Храмцов А.Г., Волокитина З.В., Карпычев С.В.** /Под ред. А.М. Шалыгиной/. Технология молока и молочных продуктов . – М.: КолосС, 2007. – 455 с.
2. **Шалыгина А.М., Калинина Л.В.** Общая технология молока и молочных продуктов. – М.: КолосС, 2007. – 199 с.
3. **Забодалова Л.А., Евстигнеева Т.Н., Брусенцев А.А.** 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: Справочник. – 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: Справочник. – 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.: Пищевая. промышленность. 1969. – 227 с.
11. **Тиняков Г.Г., Тиняков В.Г.** Микроструктура молока и молочных продуктов. – М.: Пищевая. промышленность, 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 31449 - 2013. Молоко коровье – сырое. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2013. – 7 с.
15. ГОСТ Р 53435 - 2009. Сливки сырые. Технические условия. – М.: Информстандарт, 2008. – 8 с.
16. ГОСТ 31658 – 2012. Молоко обезжиренное. Сырье.
17. Технический регламент на молоко и молочные продукты №88-ФЗ от 12.06.08.
18. **Крусь Г.Н., Шалыгина А.М., Волокитина З.В.** Методы исследования молока и молочных продуктов. – М.: Колос, 2000. – 368 с.
19. Электронные источники информации:
<http://www.mmrussian.ru>;
www.profitex.ru/technology; www.protex.ru/milk;
www.edka.ru/article/omoloke; www.vnimi.org/

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	1
ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.....	6
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ. ...8	
Тема 1. История возникновения и развития отрасли.....	8
Тема 2. Требования, предъявляемые к качеству заготавливаемого молока.....	9
Тема 3. Организация закупок сырья и расчеты с поставщиками.....	10
Тема 4. Отгрузка и транспортирование молока.....	10
Тема 5. Приемка сырья на молокоперерабатывающих предприятиях.....	11
Тема 6. Механическая обработка молока.....	12
Тема 7. Сепарирование молока.....	13
Тема 8. Нормализация молока при производстве молочных продуктов.....	13
Тема 9. Мембранные методы обработки молока.....	14
Тема 10. Физические методы обработки сырья.....	14
Тема 11. Тепловая обработка молока.....	15
Тема 12. Мойка и дезинфекция технологического оборудования.....	16
Тема 13. Тара и упаковочные материалы.....	16
ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ.....	17
ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	19
Практическое занятие № 1. Определение линейных размеров микрообъектов в молоке.....	19
Практическое занятие № 2. Определение количества жировых шариков в молоке.....	23

Практическое занятие № 3. Изучение методов определения эффективности гомогенизации молока.....	25
Практическое занятие № 4. Сепарирование молока.....	33
Практическое занятие № 5. Теория нормализации молока и решение задач.....	43
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ	46
ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИИ..	47
Лабораторная работа № 1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОЛОКА	48
Лабораторная работа № 2.ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДАВЛЕНИЯ ГОМОГЕНИЗАЦИИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГОМОГЕНИЗАЦИИ МОЛОКА	60
Лабораторная работа № 3.ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ СЕПАРИРОВАНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБЕЗЖИРИВАНИЯ МОЛОКА.....	63
Лабораторная работа № 4 НОРМАЛИЗАЦИЯ МОЛОКА	66
Лабораторная работа № 5 ИССЛЕДОВАНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ТЕРМОУСТОЙЧИВОСТИ МОЛОКА.....	69
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	74

Миссия университета – генерация передовых знаний, внедрение инновационных разработок и подготовка элитных кадров, способных действовать в условиях быстро меняющегося мира и обеспечивать опережающее развитие науки, технологий и других областей для содействия решению актуальных задач.

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

Кафедра технологии молока и молочных продуктов была организована в 1931 году и является одной из старейших выпускающих кафедр университета. С 2007 года – кафедра технологии молока и пищевой биотехнологии, а в настоящее время кафедра прикладной биотехнологии. Создание кафедры связано с именем известного ученого в области молочного дела профессора Семена Васильевича Паращука, руководившего кафедрой со дня ее основания до 1949 года. В настоящее время кафедрой руководит профессор Л.А. Забодалова.

История кафедры, ее традиции и достижения неразрывно связаны с именами высококвалифицированных преподавателей и ученых, замечательных людей, преданных своему делу, работавших на кафедре в различные периоды времени. Это профессора С.В. Паращук, М.С. Коваленко, М.М. Казанский, А.М. Маслов, А.Д. Грищенко, Г.В. Твердохлеб; доценты А.И. Желтаков, Н.Г. Алексеев, А.Н. Королев, Н.А. Новоселов, А.И. Воробьев, Г.М. Паткуль, В.В. Глазачев, А.К. Аввакумов, В.Л. Гуляев; старшие преподаватели Л.А. Качтова, В.Д. Гудков и др. Имена и труды многих из них известны не только в нашей стране, но и за рубежом.

В настоящее время на кафедре сформировался высокопрофессиональный педагогический коллектив, достойно продолжающий дело, начатое 86 лет назад. Сотрудники кафедры, понимая всю важность подготовки квалифицированных специалистов для перерабатывающих отраслей промышленности и, в первую очередь, для молочной, выполняли и выполняют большую учебно-методическую работу по созданию учебной литературы, разработке новых учебных планов и программ, созданию технической базы для проведения лабораторных и практических занятий, внедрению современных технологий обучения, воспитанию обучающейся молодежи.

Брусенцев Анатолий Анатольевич

**Основы переработки молока на предприятиях
молочной промышленности**

Учебно-методическое пособие

В авторской редакции

Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО

Зав. РИО

Н.Ф. Гусарова

Подписано к печати

Заказ №

Тираж

Отпечатано на ризографе

Редакционно-издательский отдел
Университета ИТМО
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49