

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**Т.П. Арсеньева**

**ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ**  
**Масло и вторичное молочное сырье**  
**Учебно-методическое пособие**

 **УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**Санкт-Петербург**

**2015**

УДК 637.1/3

**Арсеньева Т.П.** Пищевая биотехнология. Масло и вторичное молочное сырье: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: Университет ИТМО; ИХиБТ, 2015. – 62 с.

Учебно-методическое пособие по дисциплине «Пищевая биотехнология» включает лабораторные работы, посвященные производству сливочного масла, выработанного методом сбивания сливок и методом преобразования высокожирных сливок, а также показателям качества вторичного молочного сырья и способам выделения белков из молока, технологии казеина и казеината натрия.

Предназначено для бакалавров направления 19.03.01 Биотехнология.

**Рецензент: доктор техн. наук, проф. А.Г. Новоселов**

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



**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.

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2015

© Арсеньева Т.П., 2015

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Дисциплина «Пищевая биотехнология» относится к вариативной части профессионального цикла дисциплин подготовки по направлению «Биотехнология». Дисциплина реализуется на факультете пищевых технологий Института холода и биотехнологий Университета ИТМО кафедрой технологии молока и пищевой биотехнологии.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

**знание:** основных принципов переработки продовольственного сырья, химического состава коровьего молока, его физико-химических и технологических свойств, сущности основных технологических операций переработки молочного сырья, изменений физико-химических, реологических, микробиологических показателей сырья в технологическом потоке;

**умение:** систематизировать, обобщать и анализировать научную и профессиональную информацию; работать с персональным компьютером и сетью Интернет;

**владение:** приемами технико-химического и микробиологического исследования сырья и пищевых продуктов.

Дисциплина является логическим продолжением дисциплин «Введение в специальность», «Основные принципы переработки продовольственного сырья», «Основы биотехнологии», «Процессы и аппараты биотехнологии», «Технологическое оборудование биотехнологических производств», «Методологические основы качества и безопасности пищевых продуктов» и служит основой для освоения дисциплин «Контроль качества продукции пищевых и биотехнологических производств», «Основы проектирования пищевых и биотехнологических производств».

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью освоения** дисциплины «Пищевая биотехнология» является достижение следующих результатов образования (РО):

**знания:**

*на уровне представлений:* теоретических основ биотехнологических процессов производства пищевых продуктов из молочного сырья; новых научных решений, определяющих прогресс их производства на современном этапе;

*на уровне воспроизведения:* технико-экономических аспектов производства биотехнологической продукции на молочной основе; принципов организации биотехнологических производств на малых предприятиях;

*на уровне понимания:* технического регламента производства различных пищевых продуктов; современного технологического оборудования; технических средств для измерения основных параметров тепловых, механических и биотехнологических процессов производства продукции; методов оценки качества продукции, требований российских и международных стандартов к качеству различной биотехнологической продукции на молочной основе;

**умения:**

*теоретические:* систематизировать и обобщать информацию по использованию ресурсов предприятия; формулировать и анализировать факторы, влияющие на качество различных молочных продуктов; обосновывать выбор технических средств для измерения основных параметров процессов их производства;

*практические:* выбирать и обосновывать режимы тепловой, механической и биотехнологической обработки сырья при производстве различных молочных продуктов; объяснять причины возникновения пороков готовой продукции, находить способы их исправления и предотвращения; производить технико-экономическую оценку различных технологических схем и решений;

**навыки:**

определять качество сырья и готовой продукции; производить расчеты нормализации сырья; составлять технологические и аппаратурно-технологические схемы производства различных пищевых продуктов на молочной основе.

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций выпускника:

*общекультурных:*

**ОК–9** «осознавать социальную значимость профессии биотехнолога, иметь мотивацию к профессиональной деятельности в области производства продуктов из молочного сырья на основе комплекса знаний о современном состоянии отрасли, достижениях отечественных и зарубежных ученых и практиков по основным направлениям пищевой биотехнологии»;

*профессиональных:*

**ПК–12** «владеть навыками организационно-управленческой работы в малых коллективах»;

**ПК–13** «способность к реализации системы менеджмента качества биотехнологической продукции на основе молочного сырья в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества»;

**ПК–14** «систематизировать и обобщать информацию по использованию ресурсов предприятия»;

**ПК–15** «способность осуществлять технологический процесс производства пищевых продуктов из молочного сырья в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции»;

**ПК–16** «применять полученные знания, умения и навыки для управления биотехнологическими процессами».

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельную работу студентов, курсовое проектирование, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: *текущий контроль* успеваемости в форме опросов перед лабораторной работой и приема отчетов по лабораторной работе, проверки домашнего задания, проверки выполнения разделов курсового проекта, учета посещения лекций, проверки ведения конспекта; *рубежный контроль* в форме тестирования, защиты курсового проекта и *промежуточный контроль* в форме экзамена.

## **2. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

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

Учебный процесс организуется в соответствии со следующими документами:

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

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины является основной составляющей. Она организуется самим студентом. При возникновении сложностей студент обращается за помощью к лектору, читающему данный курс.

В самостоятельной работе по изучению дисциплины студент должен руководствоваться настоящим учебно-методическим пособием. В нем приведено содержание отдельных разделов изучаемой дисциплины, а также указан объем материала, который должен быть отражен в лекциях и закреплен при выполнении лабораторных работ. По каждой теме имеются ссылки на литературные источники, приведены вопросы для самопроверки. В конце дан перечень источников учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.

Количественной оценкой работы студента по изучению курса являются рейтинговые баллы, определяемые педагогом, ведущим дисциплину. В данном учебно-методическом пособии указаны критерии оценивания работы студента по отдельным формам организации учебного процесса.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 204 ч. В табл. 1 приведено распределение учебной нагрузки по отдельным разделам дисциплины.

Таблица 1

Распределение учебной нагрузки

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, ч			
		Лекции	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	Технология цельномолочной продукции и мороженого	9	16	38	63
2	Технология молочных консервов	4	10	19	33
3	Технология масла	6	6	17	29
4	Технология продуктов из вторичного сырья	5	5	14	24
5	Технология сыра	6	6	18	30
	Курсовой проект				25
<b>ИТОГО:</b>		<b>30</b>	<b>43</b>	<b>131</b>	<b>204</b>

В данном учебно-методическом пособии рассмотрена организация учебного процесса по изучению технологии масла и технологии продуктов из вторичного сырья.

## **Технология сливочного масла**

### **Характеристика маслодельной отрасли молочной промышленности**

Периоды развития отечественного маслоделия. Достижения в развитии производства масла и научно-технического прогресса маслодельной промышленности.

Самостоятельная работа студентов – 3 ч.

Проработка лекционного материала; отраслевые журналы; Интернет-ресурсы.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. К какому периоду развития отечественного маслоделия относится Октябрьская социалистическая революция?
2. Какие основные факторы влияют на развитие производства маслоделия?
3. С какими событиями связан пятый период развития отечественного маслоделия?

### **Классификация сливочного масла и методов его производства**

Характеристика сливочного масла как пищевого продукта. Отличительные особенности производства сливочного масла традиционным методом сбивания сливок и методом преобразования высокожирных сливок. Преимущества и недостатки существующих методов производства сливочного масла.

Самостоятельная работа студентов – 3 ч.

Работа по теме с литературой [1–3]; проработка лекционного материала; Интернет-ресурсы.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Какие требования предъявляют к сливочному маслу?
2. Назовите существующие методы производства сливочного масла?



3. Перечислите отличительные особенности технологии существующих методов производства сливочного масла?

4. Какие преимущества и недостатки существующих методов производства сливочного масла?

#### Технология сливочного масла методом сбивания сливок

Требования к сырью, его первичная обработка. Низкотемпературная подготовка сливок к сбиванию (физическое созревание). Сбивание сливок и образование масляного зерна.

Теоретические представления о процессе маслообразования при сбивании. Факторы, влияющие на эффективность сбивания сливок. Процессы маслообразования при сбивании в аппаратах различных конструкций.

Промывка масляного зерна. Требования к промывной воде. Способы промывки в маслоизготовителях периодического и непрерывного действия.

Посолка масла. Требования к поваренной соли, используемой для посолки масла. Способы посолки масла в маслоизготовителях периодического и непрерывного действия. Влияние промывки и посолки масла на его качество и хранимоспособность. Подкрашивание и витаминизация масла.

Механическая обработка сливочного масла. Методы регулирования влажности масла при механической обработке в маслоизготовителях периодического и непрерывного действия.

Самостоятельная работа студентов – 5 ч.

Работа по теме с литературой [1–6]; проработка лекционного материала; Интернет-ресурсы.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Какие требования предъявляют к качеству молока, используемого для выработки сливочного масла?

2. Какие методы исправления пороков качества сливок Вы знаете?

3. Какова роль пастеризации и дезодорации сливок при выработке сливочного масла?

4. Какова роль низкотемпературной подготовки (физического созревания) сливок?
5. Каковы особенности кристаллизации глицеридов в жировых шариках?
6. Какие теории о процессе маслообразования при сбивании сливок Вы знаете?
7. В чем заключается сущность сбивания сливок? Какие факторы влияют на данный процесс?
8. Каковы отличительные особенности сбивания сливок в маслоизготовителях периодического и непрерывного действия?
9. Как осуществляют промывку масляного зерна?
10. Как осуществляют посолку масла и регулирование влаги в маслоизготовителях периодического и непрерывного действия ?
11. Изобразите графически стадии механической обработки масла.
12. Какую структуру должно иметь сливочное масло?
13. Какие факторы оказывают влияние на формирование структуры?

#### Технология сливочного масла методом преобразования высокожирных сливок

Физико-химические основы получения масла на поточных линиях методом преобразования высокожирных сливок. Высокожирные сливки как концентрированная эмульсия молочного жира.

Условия получения высокожирных сливок. Факторы, влияющие на сепарирование сливок при получении высокожирных сливок. Нормализация высокожирных сливок.

Термомеханическая обработка как необходимое условие превращения структуры сливок в структуру масла. Технологические стадии преобразования высокожирных сливок в масло.

Особенности преобразования высокожирных сливок в масло при эксплуатации цилиндрических и пластинчатых маслообразователей.

Термостатирование масла.

Самостоятельная работа студентов – 6 ч.

Работа по теме с литературой [1–4, 7, 8]; проработка лекционного материала; Интернет-ресурсы.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Каковы особенности технологии сливочного масла, вырабатываемого методом преобразования высокожирных сливок?
2. В чем заключается сущность технологии сливочного масла, вырабатываемого методом преобразования высокожирных сливок?
3. Какие факторы влияют на процесс сепарирования сливок при получении высокожирных сливок?
4. Какова сущность процесса преобразования высокожирных сливок в масло?
5. Каковы особенности преобразования высокожирных сливок в масло в пластинчатых маслообразователях, а также в маслообразователях цилиндрического типа?
6. С какой целью предусматривают термостатирование масла в таре?
7. Какие факторы влияют на стойкость и качество сливочного масла?
8. По каким показателям оценивают качество сливочного масла?
9. Каковы причины возникновения порока крошливой консистенции (структуры) сливочного масла и методы его устранения?
10. Каковы причины возникновения порока мажущейся консистенции (структуры) сливочного масла и методы его устранения?
11. Каковы причины возникновения пороков вкуса и запаха сливочного масла и методы их устранения?

### **Технология продуктов из вторичного молочного сырья**

Состав и свойства вторичного молочного сырья,  
его первичная обработка

Принципиальная схема образования и комплексное использование вторичных материальных ресурсов в молочной промышленности.

Химический состав, физические свойства и биологическая ценность обезжиренного молока, пахты и сыворотки молочной.

Пастеризация вторичного молочного сырья. Сепарирование молочной сыворотки и ее осветление.

Способы выделения белков из молока. Консервирование вторичного молочного сырья.

Самостоятельная работа студентов – 3 ч.

Работа по теме с литературой [4, 9]; проработка лекционного материала; Интернет-ресурсы.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Виды, состав и свойства вторичных молочных сырьевых ресурсов.
2. Принципиальная схема получения вторичных молочных ресурсов.
3. Химический состав обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки.
4. Биологическая ценность обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки.
5. Основные направления переработки обезжиренного молока, пахты и сыворотки.
6. Тепловые и центробежные методы обработки вторичного молочного сырья.
7. Какие способы коагуляции белков молока Вы знаете?
8. Какие способы консервирования вторичного молочного сырья Вы знаете?

### Биологические и мембранные методы обработки вторичного молочного сырья

Обработка вторичного молочного сырья микроорганизмами.

Обработка вторичного молочного сырья протеолитическими ферментными препаратами.

Мембранные методы обработки вторичного молочного сырья: ультрафильтрация, электродиализ, обратный осмос.

Самостоятельная работа студентов – 3 ч.

Работа по теме с литературой [4, 9, 10, 11]; проработка лекционного материала; Интернет-ресурсы.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Назовите основные направления биологической обработки вторичного молочного сырья.
2. Какие микроорганизмы используют в качестве продуцентов для переработки молочной сыворотки на пищевые продукты, спирты, БАДы и органические кислоты?
3. Какие протеолитические ферменты применяют при гидролизе сывороточных белков?
4. На какие два основных вида можно разделить мембранные методы обработки ?
5. Сущность мембранных технологий.
6. Назовите отличительные особенности микрофльтрации, ультрафльтрации и обратного осмоса.

### **Биотехнология белковых продуктов из вторичного молочного сырья**

Использование белков молочной сыворотки в лечебно-диетическом питании.

Сывороточные белки в детском и энтеральном питании.

Получение пасты детской из творога альбуминного.

Биотехнология кислотного и сычужного казеина из обезжиренного молока, казеинатов натрия пищевых из казеина.

Самостоятельная работа студентов – 4 ч.

Работа по теме с литературой [4, 9]; проработка лекционного материала; Интернет-ресурсы.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Содержанием каких компонентов отличается женское молоко от коровьего?
2. На чем основана технология производства большинства белковых продуктов лечебно-диетического питания?
3. Перечислите ассортимент белковые диетических продуктов.
4. Какие продукты относятся к группе продуктов энтерального питания?
5. Особенности технологии пасты детской из творога альбуминного.
6. Особенности технологии режимов выработки казеина-сырца.

7. Способы коагуляции белков молока при выработке казеина.
8. Особенности технологии и режимов выработки пищевых казеинатов.

### Биотехнология молочного сахара и его производных

Категории качества и способы производства молочного сахара.  
Физико-химические основы технологии производства молочного сахара.

Молочный сахар-сырец, рафинированный молочный сахар.

Биотехнология перспективных продуктов на основе производных лактозы: глюкозо-галактозного сиропа, сиропа лакто-лактuloзы, лактулозы пищевой, сухих продуктов «Био-Тон».

Получение продуктов из молочной сыворотки на основе брожения лактозы: этилового спирта, сыворотки молочной обогащенной. Заменители цельного молока на основе микробиологической переработки молочной сыворотки (Био-ЗЦМ).

Самостоятельная работа студентов – 4 ч.

Работа по теме с источником [9]; проработка лекционного материала; Интернет-ресурсы.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Виды молочного сахара и краткая характеристика.
2. Особенности технологии молочного сахара-сырца.
3. Особенности технологии молочного сахара-пищевого.
4. Отличительные особенности технологии молочного сахара рафинированного.
5. Способы получения глюкозо-галактозного сиропа.
6. Сироп лакто-лактuloзы, характеристика и способы его получения.
7. Особенности технологии сухих продуктов «Био-Тон».
8. Особенности технологии этилового спирта из молочной сыворотки?
9. Классификация заменителей цельного молока.
10. Особенности технологии и режимов выработки сухих заменителей цельного молока.
11. Особенности технологии и режимов выработки Био-ЗЦМ.

## 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

Каждая работа начинается с рассмотрения ее цели и теоретической части изучаемой темы. Затем дается перечень необходимого оборудования, приборов, материалов; приводятся задания и порядок выполнения лабораторной работы, краткое ее содержание, методы исследования и требования к оформлению. Список рекомендуемой литературы приведен в конце.

К работам в лаборатории студентов допускают после их ознакомления с правилами безопасности (общими – в начале семестра и частными – перед каждым занятием).

Допуск к выполнению лабораторной работы происходит при условии положительного устного опроса студента на вопросы, охватывающие тему лабораторной работы, перед ее проведением. Полнота ответов студентов оценивается в баллах.

Студенты, не подготовившиеся к занятию, к выполнению задания не допускаются и выполняют его вне расписания после повторной проверки готовности.

Отчет по лабораторной работе представляется в рукописном или печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе (приложение). Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае, если оформление отчета и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает максимальное количество баллов.

Основаниями для снижения количества баллов являются:

- небрежное выполнение;
- низкое качество графического материала (отсутствие указания единиц измерения на графиках и т.д.).

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов;
- отсутствия необходимого графического материала;
- отсутствия выводов по результатам работы.

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

1. Перед началом занятий необходимо надеть белые халаты.
2. На рабочем месте не следует держать никаких посторонних предметов. Сумки и пакеты укладывают в специально отведенное для них место.
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 химические 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 следует надевать защитные очки, резиновые перчатки и поверх халата прорезиненный фартук;
  - б) не втягивать кислоту пипеткой в рот, использовать для отмеривания кислоты дозаторы или резиновую грушу;
  - в) при закрытии жиромеров пробками и при встряхивании заворачивать их в салфетки;
  - г) при ввертывании в жиромер резиновой пробки, а также при отсчете показателя содержания жира жиромер держать за расширенную часть, завернутую в салфетку. В противном случае в месте спая корпуса градуированной трубки жиромер может сломаться и кислота попадет на руки;
  - д) вынимая пробки из жиромеров, следует держать приборы отверстиями в сторону от себя и от окружающих;
  - е) отработанные кислоты и щелочи сливать через воронку в специальные бутылки.
8. При попадании на руки или лицо кислоты пораженные места сразу же промыть чистой водой, залить слабым раствором соды и снова чистой водой. Если кислота попала на одежду, ее нейтрализуют содой, а затем смывают водой.
9. В случае разбития жиромера в центрифуге необходимо немедленно промыть диск содовым раствором, чистой водой и протереть ее насухо.



10. Горящие спиртовки, горелки должны находиться на расстоянии не ближе 3 м от воспламеняющихся веществ.

11. В случае воспламенения горючих жидкостей (бензин, эфир, спирт и др.) следует быстро погасить горелки, выключить электронагревательные приборы и принять меры к тушению пожара.

12. По окончании работы привести в порядок рабочее место (вымыть посуду, поставить на рабочее место реактивы, приборы и т. п.) и представить его лаборанту кафедры.

## Введение

**Сливочное масло** – это продукт, состоящий преимущественно из молочного жира, обладающий специфическими, свойственными ему вкусом, запахом, пластичной консистенцией (при температуре 10–12 °С), представляющий собой сложную структурированную эмульгосуспензию, состоящую из двух фаз, – жира и плазмы. Оно может содержать вкусовые и ароматические вещества. Сливочное масло принято классифицировать в зависимости от химического состава и особенностей вкуса и запаха, определяющих характерные видовые показатели продукта.

Могут быть использованы и другие показатели для классификации, например особенности технологии производства масла, структурно-механические характеристики масла и др.

Сливочное масло должно содержать не менее 50 % жира. Остальные продукты, сходные со сливочным маслом, содержащие менее 50 % жира, являются аналогами.

*Виды масла.* В соответствии с ГОСТ Р 52969–2008 «Масло сливочное» его изготавливают в следующем ассортименте:

– сладкосливочное и кислосливочное, несоленое и соленое  
Традиционное;

– сладкосливочное и кислосливочное, несоленое и соленое  
Любительское;

– сладкосливочное и кислосливочное, несоленое и соленое  
Крестьянское;

– сладкосливочное и кислосливочное, несоленое  
Бутербродное;

– сладкосливочное и кислосливочное, несоленое  
Чайное.

Традиционное – сладкосливочное и кислосливочное несоленое: массовая доля жира – не менее 82,5 %; массовая доля влаги –

не более 16 %; для соленого массовая доля влаги – не более 15 %, соли – не более 1%.

Любительское – сладкосливочное и кислосливочное несоленое: массовая доля жира – не менее 80,0 %; массовая доля влаги – не более 18 %; для соленого массовая доля влаги – не более 17 %, соли – не более 1 %.

Крестьянское – сладкосливочное и кислосливочное несоленое: массовая доля жира – не менее 72,5 %; массовая доля влаги – не более 25 %; для соленого массовая доля влаги – не более 24 %, соли – не более 1 %.

Бутербродное – сладкосливочное и кислосливочное несоленое: массовая доля жира – не менее 62,5 %; массовая доля влаги – не более 35 %.

Чайное – сладкосливочное и кислосливочное несоленое: массовая доля жира – не менее 50,0 %; массовая доля влаги – не более 45,5 %.

Кислотность жировой фазы сливочного масла должна быть не более 4,0 °К. Титруемая кислотность плазмы для сладкосливочного масла не более 26,0 °Т; для кислосливочного – не более 65,0 °Т.

В соответствии с ГОСТ Р 52970–2008 «Масло сливочное с наполнителями», его изготавливают в следующем ассортименте:

Шоколадное, с массовой долей жира 62,0 %.

Медовое, с массовой долей жира 52,0 и 57,0 %.

Десертное, с массовой долей жира 62,0 % с какао, кофе, цикорием; с молочно-белковыми добавками или без них; фруктово-ягодное.

Закусочное, с массовой долей жира 55,0 и 62,0 % с овощами, зеленью, смесью овощей и зелени.

Деликатесное, с массовой долей жира 55,0 и 62,0 % с морепродуктами, рыбопродуктами, мясопродуктами, сыром, грибами.

В соответствии с ГОСТ Р 52971–2008 «Масло топленое и жир молочный» масло топленое – продукт с массовой долей жира 99,0 %, влаги 1,0 %; изготавливают вытапливанием жировой фазы из сливочного масла, подсырного масла, масла-сырца, сборного топленого масла и пластических сливок.

Молочный жир – продукт с массовой долей жира 99,8 %, влаги 0,2 % изготавливают из молока и/или молочных продуктов удалением молочной плазмы. Кислотность жировой фазы масла топленого и молочного жира – не более 4,0 °К.

Сливки, используемые при производстве сливочного масла, должны соответствовать ГОСТ Р 52435–2009 «Сливки-сырье».

Сливки в зависимости от органолептических, физико-химических и микробиологических показателей подразделяют на сорта: высший, первый и второй. По органолептическим показателям сливки должны соответствовать требованиям, изложенным в табл. 2.

Таблица 2

### Органолептические показатели сливок

Наименование показателя	Содержание характеристик для сливок сорта		
	высшего	первого	второго
Вкус и запах	Выраженный сливочный, чистый, сладковатый	Сливочный, сладковатый со слабо выраженными кормовым привкусом и запахом	Недостаточно выраженный сливочный, сладковатый, недостаточно чистый и (или) с кормовым привкусом и запахом
	С привкусом пастеризации – для пастеризованных сливок		
Консистенция и внешний вид	Однородная, гомогенная	Однородная, гомогенная или с единичными комочками жира	
Цвет	Белый, с кремовым оттенком, однородный по всей массе		

*Примечание.* Сливки второго сорта допускаются к переработке на топленое масло после дополнительной технологической обработки и/или высокотемпературной пастеризации – на другие продукты.

Не допускаются к переработке сливки:

- с пороками вкуса и запахом химикатов, нефтепродуктов, водянистым, с выраженным хлевным, силосным, прогорклым и привкусом лука, чеснока и полыни и другими резко выраженными посторонними привкусами и запахами. Сливки не должны содержать немолочных жиров, а также соды, аммиака, перекиси водорода, посторонней воды;

- с пороками консистенции – хлопьями и сгустками, посторонними примесями;

- замороженные;

- с цветом, не свойственным сливкам.

По термоустойчивости и температуре при приемке сливки должны соответствовать требованиям, изложенным в табл. 3.

Таблица 3

**Термоустойчивость и температура сливок при приемке**

Наименование показателя	Значение показателя для сливок сорта		
	высшего	первого	второго
Термоустойчивость сливок по алкогольной пробе	I группа	II и III группы	IV и V группы
Температура, °С, не выше	10,0		

*Примечание.* Сливки, не соответствующие установленным требованиям к температуре, подлежат немедленной переработке.

По плотности в зависимости от массовой доли жира сливки должны соответствовать требованиям, изложенным в табл. 4.

Таблица 4

**Плотность сливок**

Массовая доля жира, %	Плотность при температуре 20 °С кг/м <sup>3</sup>
От 9,0 до 20,0	От 1020,0 до 1008,0
От 20,0 до 30,0	От 1008,0 до 997,0
От 30,0 до 40,0	От 997,0 до 987,0
От 40,0 до 50,0	От 987,0 до 976,0
От 50,0 до 58,0	От 976,0 до 968,0

По титруемой кислотности сливки в зависимости от массовой доли жира и сорта должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 5.

**Титруемая кислотность сливок**

Массовая доля жира, %	Титруемая кислотность			
	Не менее, для сливок всех сортов	Не более, для сливок сорта		
		высшего	первого	второго
От 9,0 до 20,0	14,0	17,0	19,0	21,0
От 20,0 до 30,0	13,0	16,0	17,0	19,0
От 30,0 до 40,0	12,0	15,0	16,0	18,0
От 40,0 до 50,0	11,0	14,0	15,0	17,0
От 50,0 до 58,0	10,0	13,0	14,0	15,0

*Примечания:*

1. Нижний предел кислотности сливок предусмотрен во избежание приема раскисления сливок.

2. Сливки второго сорта допускаются к переработке на топленое масло после оценки их термоустойчивости, последующей пастеризации и оценки ее эффективности на другие продукты в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

По микробиологическим показателям сливки сырые в зависимости от сорта не должны превышать норм, установленных нормативными правовыми актами Российской Федерации (табл. 6).

Таблица 6

**Микробиологические показатели сливок сырых**

Сорт	Уровень бактериальной обсемененности по редуцтазной пробе, класс	Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/см <sup>3</sup>
Высший	I	До $5 \cdot 10^5$
Первый	II	До $4 \cdot 10^6$

*Примечание.* Сливки с уровнем бактериальной обсемененности выше первого сорта, но не более  $2 \cdot 10^7$  КОЕ/см<sup>3</sup>, допускаются к приемке вторым сортом с последующей переработкой на топленое масло или после двойной пастеризации и оценки ее эффективности – на другие продукты в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения. После пастеризации такие сливки по микробиологическим показателям должны соответствовать требованиям, установленным для пастеризованных сливок настоящим стандартом.

Микробиологические показатели для пастеризованных сливок всех сортов не должны превышать норм, установленных нормативными правовыми актами Российской Федерации (табл. 7).

Таблица 7

**Микробиологические показатели для пастеризованных сливок**

Наименование показателя	Значение показателя
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/см <sup>3</sup> , не более	2 · 10 <sup>5</sup>
Масса продукта (см <sup>3</sup> ), в которой не допускаются:	
БГКП (колиформы)	0,01
<i>S. aureus</i>	0,1
патогенные, в том числе сальмонеллы	25
<i>L. monocytogenes</i>	25

По содержанию токсичных элементов, антибиотиков, пестицидов, микотоксинов, радионуклидов сливки должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 8.

Эффективность пастеризации сливок оценивают по реакции на пероксидазу.

Таблица 7

**Содержание токсичных элементов, антибиотиков, пестицидов, микотоксинов, радионуклидов в сливках**

Наименование элемента	Допустимый уровень его содержания, мг/кг (л), не более	Примечание
Токсичные элементы:		
свинец	0,1	—
мышьяк	0,05	—
кадмий	0,03	—
ртуть	0,005	—

Наименование элемента	Допустимый уровень его содержания, мг/кг (л), не более	Примечание
Микотоксины (афлатоксин М <sub>1</sub> )	0,0005	
Антибиотики*: левомецетин тетрациклиновая группа стрептомицин пенициллин	Не допускается Не допускается Не допускается Не допускается	< 0,01 ед/г < 0,01 ед/г < 0,5 ед/г < 0,01 ед/г
Ингибирующие вещества	Не допускаются	–
Пестициды**: гексахлорциклогексан (α, β, γ – изомеры) метаболиты	1,25 –	В пересчете на жир –
Радионуклеиды: Цезий-137 Стронций-90	100 25	Бк/л Бк/л

\* При использовании химических методов определения стрептомицина, пенициллина и антибиотиков тетрациклиновой группы пересчет их фактического содержания (ед/г) производится по активности стандарта.

\*\* Необходимо контролировать остаточные количества тех пестицидов, которые были использованы при производстве продовольственного сыра.

**Лабораторная работа № 1**  
**Ознакомление с технологией**  
**сладкосливочного масла, полученного**  
**методом сбивания сливок на маслоизготовителе**  
**периодического действия**

Введение

*Сущность метода сбивания сливок заключается в частичном переводе жира из жидкого в твердое состояние с последующим выделением его из дисперсии в холодном состоянии.*

В технологический процесс получения сливочного масла методом сбивания сливок входят следующие операции (рис. 1).

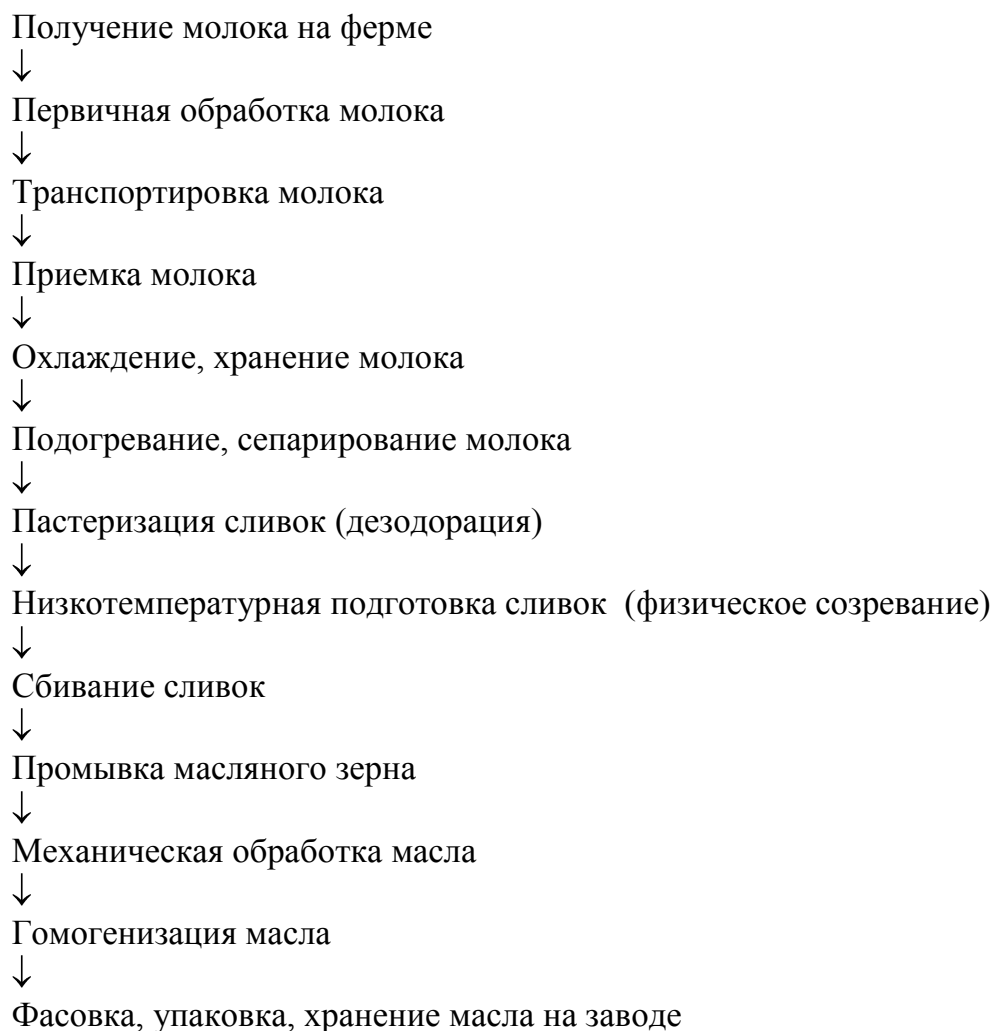


Рис. 1



**Цель работы** – ознакомиться с технологией производства масла методом сбивания на маслоизготовителе периодического действия.

*Требования техники безопасности при работе на лабораторном маслоизготовителе:*

1. До проведения работы студенты должны ознакомиться с инструкцией по технике безопасности.

2. Перед началом работы на маслоизготовителе необходимо проверить его состояние; убедиться в отсутствии повреждений, наличии приборов, заземления. Проверить вращение маслоизготовителя.

**Оборудование, приборы, материалы:**

- лабораторный маслоизготовитель периодического действия;
- ушаты вместимостью 5 л (с мутовкой);
- малогабаритные деревянные ящики для упаковки масла;
- лопатка и нож деревянные;
- весы для определения влаги в масле (СПМ-84);
- термометр (спиртовой) со шкалой деления от 0 до 100 °С;
- весы технические;
- набор реактивов и оборудования для определения кислотности и массовой доли жира в сливках и пахте;
- пергамент, марля;
- шаблон для раскроя пергаменты;
- мерный цилиндр вместимостью 500–1000 л;
- металлический шпатель;
- водяная баня;
- сливки из коровьего молока;
- молоко обезжиренное.

**Выполнение работы.** Произвести оценку качества сливок и на основании органолептической оценки кислотности сливок и данных физико-химических бактериологических анализов установить сорт сливок (см. табл. 2–8).

Преподаватель устанавливает жирность сливок (от 32 до 37 % жира). Полученные от лаборанта сливки взвешивают и определяют их вес и жирность. Нормализацию сливок в случае необходимости проводят с помощью пастеризованного или обезжиренного молока.

Количество обезжиренного молока  $M_0$ , кг, которое следует добавить к определенному количеству сливок  $K_{сл}$ , кг, исходной жирности  $Ж_{исх.сл}$ , %, можно найти по формуле

$$M_0 = \frac{K_{сл} (Ж_{исх.сл} - Ж_{тр.сл})}{Ж_{тр.сл} - Ж_0},$$

где  $Ж_{исх.сл}$  – имеющаяся жирность сливок, %;  $Ж_{тр.сл}$  – требуемая жирность сливок, %;  $Ж_0$  – жирность обезжиренного молока, %.

*Подготовка сливок к сбиванию* включает в себя следующие операции:

- пастеризацию;
- охлаждение и физическое созревание сливок.

Данные технологические операции студенты или лаборанты выполняют перед началом занятий.

Пастеризация сливок проводится в целях уничтожения микрофлоры, разрушения ферментов (в частности, липазы, разлагающей жир), а также для улучшения вкусовых качеств масла. В летний период сливки первого сорта пастеризуют при температуре 85–90 °С, в зимний – при 92–95 °С.

По окончании пастеризации сливки немедленно охлаждают до температуры 2–6 °С в целях физического созревания, т. е. обеспечивают условия для отвердевания жира. Однако охлаждения сливок недостаточно для получения масла хорошей консистенции. Поэтому сливки необходимо выдержать: при температуре 2–3 °С – не менее 2 ч зимой и летом; при температуре 4–6 °С – не менее 4–6 ч летом и 2–4 ч зимой.

*Сбивание сливок.* Ориентировочно можно принять температуру сбивания сливок для весеннего и летнего периодов от 7 до 10 °С, а для осеннего и зимнего – от 10 до 14 °С. В этих пределах и конкретно для каждого случая ее указывает преподаватель. Правильно установленная температура сбивания способствует получению масляного зерна достаточной плотности и упругости, минимальному отходу жира в пахту.

Сливки заливают в маслоизготовитель через марлю, тщательно закрывают люк маслоизготовителя и пускают маслоизготовитель в ход. Отмечают время начала сбивания.

В течение первых 3–5 мин сбивания маслоизготовитель один-два раза останавливают для выпуска газа, выделяющегося из сливок. Во время сбивания наблюдают за состоянием процесса через смотровое стекло.

Конечную точку сбивания можно определить по двум признакам – по величине масляного зерна и прозрачности смотрового стекла. Смотровое стекло станет прозрачным к концу сбивания, так как приставшие к нему в начале сбивания сливки, а затем и масляные зерна смываются пахтой.

Процесс сбивания считается законченным при получении зерна размером 2–4 мм. Пахту из маслоизготовителя выпускают через специальный кран. Во избежание потерь масляного зерна рекомендуется выпускать пахту через натяжную марлю. Температуру пахты измеряют и записывают.

Определяют продолжительность сбивания сливок, количество пахты и отбирают пробы пахты для определения в ней содержания жира. Содержание жира в пахте не должно превышать установленной нормы 0,4 %.

При оценке сбивания сливок следует исходить из степени использования жира, перешедшего из жира в масло. Степень использования жира  $X$  определяют по следующей формуле:

$$X = \frac{(K_{сл} \cdot Ж_{сл} - ПЖ_{п}) 100}{K_{сл} \cdot Ж_{сл}},$$

где  $K_{сл}$  – количество сливок, кг;  $Ж_{сл}$  – массовая доля жира в сливках, %;  $П$  – количество пахты, кг;  $Ж_{п}$  – жирность пахты, %.

Степень использования жира сливок должна быть не ниже 99,3 %.

*Промывку масляного зерна водой осуществляют при использовании сливок второго сорта. Цель промывки: заменить пахту, находящуюся между зернами, водой, чтобы повысить стойкость масла при хранении, получить желаемую консистенцию масляного зерна, наиболее благоприятную для обработки, воздействуя на масло промывной водой различной температуры.*

При промывке мягкого, слипшегося зерна слабой консистенции температуру воды надо понизить на 1–2 °С, чтобы получить достаточное отверждение зерна, необходимо увеличить продолжитель-

ность выдержки зерна в воде до 5 мин. При промывке грубого, крошливого зерна температуру воды следует повысить на 1–2 °С. Количество воды для промывки – 50–60 % от массы сливок.

При нормальной консистенции зерна температура промывной воды должна равняться температуре пахты. После заливки воды в маслоизготовитель люк плотно закрывают и на скорости сбивания делают пять оборотов маслоизготовителя, после чего промывную воду выпускают.

*Обработка и регулирование состава масла.* Обработка масла проводится для соединения отдельных масляных зерен в пласт, равномерного распределения и раздробления влаги в масле, а также регулирования влаги в масле и его состава. От качества обработки зависит содержание влаги в масле, а также его консистенция и стойкость продукта при хранении.

После удаления промывной воды кран и люк закрывают и маслоизготовитель пускают на обработку (медленное вращение).

В зависимости от твердости масла делают несколько (5–8) оборотов маслоизготовителя для собирания зерна в пласт, затем выпускают из маслоизготовителя влагу, отжатую из пласта масла.

При обработке масла различают три периода.

I период. Предварительная обработка. На этой стадии преобладает процесс выпрессовывания влаги.

II период. Отмечается медленное увеличение массовой доли влаги в масле. Одновременно отмечается дробление крупных водяных капель на мелкие, которые легче удерживаются в масле.

III период. Наблюдается заметное повышение массовой влаги вследствие усиленной вработки влаги в масло и почти полное прекращение выпрессовывания.

Отмечается также диспергирование водяных капель. Обработка заканчивается при достижении в масле стандартной массовой доли влаги. Качество обработки масла контролируется с помощью индикаторных бумажек на определение распределения и величины капель влаги.

На основании результатов исследования пробы масла, отобранной в критический момент обработки, и теоретического веса масла, находящегося в маслоизготовителе, рассчитывают количество воды, подлежащее дополнительной вработке в масло.

Теоретический вес масла, кг,

$$M_{\text{мс}} = \frac{K_{\text{сл}} (Ж_{\text{сл}} - Ж_{\text{п}})}{Ж_{\text{мс}} Ж_{\text{п}}},$$

где  $K_{\text{сл}}$  – количество сливок, залитых в маслоизготовитель, кг;  $Ж_{\text{сл}}$  – жирность сливок, %;  $Ж_{\text{п}}$  – жирность пахты, %;  $Ж_{\text{мс}}$  – жирность масла, %.

Содержание жира в масле, %, определяют по формуле

$$Ж_{\text{мс}} = 100 - (В + \text{СОМО}),$$

где  $В$  – массовая доля влаги в масле, %;  $\text{СОМО}$  – массовая доля сухого обезжиренного остатка в масле, %.

Недостающую массовую долю влаги, подлежащую дополнительной вработке в масло  $В$ , рассчитывают по формуле

$$В = \frac{M_{\text{мс}} (В_{\text{мс}} - В_{\text{пл}})}{100 - В_{\text{пл}}} - Н,$$

где  $M_{\text{мс}}$  – теоретический вес масла, кг;  $В_{\text{мс}}$ ,  $В_{\text{пл}}$  – требуемая массовая доля влаги в масле и пласте, %;  $Н$  – количество воды на стенках маслоизготовителя в свободном состоянии в момент отбора пробы, г (2–3 г).

Кран маслоизготовителя закрывают и рассчитанное количество воды с температурой на 1–2 °С выше температуры масла равномерно разбрызгивают по стенкам бочки и по поверхности масла. После введения дополнительной массовой доли влаги обработку масла продолжают при закрытых люке и кранах маслоизготовителя.

*Упаковка и хранение сливочного масла.* Тщательно обработанное сливочное масло переносят из маслоизготовителя в подготовленные для него ящики, выстланные внутри пергаментом. Раскрой пергамента проводится по специальному шаблону.

Масло небольшими порциями закладывают с помощью четырехгранного деревянного песта. Масло должно быть набито плотно, чтобы не было пустот ни в монолите масла, ни между маслом и стенками ящика. Для этого куски масла кладут в центр ящика, направляя удары песта от середины к краю ящика. На поверхности

песта для предохранения от прилипания масла необходимо создать тонкую водяную пленку. Для этого пест запаривают, а затем помещают в холодную воду. Температуру масла при набивке поддерживают в пределах 11–14 °С.

После окончания набивки и взвешивания поверхность масла выравнивают линейкой и закрывают пергаментом.

Хранят масло не более трех дней в холодильнике с температурой не выше 5 °С, относительная влажность воздуха не выше 80 %.

### Оформление работы

Отчет на бланке с описанием технологической схемы производства масла методом сбивания на маслоизготовителе периодического действия.

Расчеты: теоретический вес масла, недостающая влага.

Полученные результаты записывают в графе «Выводы» отчета (см. приложение).

### *Контрольные вопросы*

1. Какие требования предъявляют к качеству сливок, используемых для выработки сливочного масла?
2. Какие основные пороки сливок Вы знаете?
3. Какие методы исправления пороков качества сливок Вы знаете?
4. Роль пастеризации сливок при выработке сливочного масла.
5. В чем заключаются особенности технологии сливочного масла методом сбивания сливок?
6. Какова роль низкотемпературной подготовки (физического созревания) сливок?
7. Каковы отличительные особенности сбивания сливок в маслоизготовителях периодического и непрерывного действия?

## Лабораторная работа № 2

### Ознакомление с технологией сливочного масла, полученного методом преобразования высокожирных сливок

#### Введение

*Сущность метода преобразования высокожирных сливок заключается в концентрировании жировой фазы молока (сливок) сепарированием до стандартного содержания ее в готовом масле с последующим преобразованием полученных высокожирных сливок в масло посредством термомеханической обработки в специальных аппаратах маслообразователях.*

Производство сливочного масла методом преобразования высокожирных сливок заключается в том, что желаемое содержание жира в сливочном масле достигается путем одно- или двукратного сепарирования молока. В результате сепарирования получают высокожирные сливки, которые подвергаются термомеханическому воздействию в специальных аппаратах непрерывного действия с последующим термостатированием свежеработанного масла в покое.

Технологический процесс получения сливочного масла методом преобразования высокожирных сливок состоит из операций, представленных на рис 2.

Преобразование высокожирных сливок в масло в данной работе осуществляют с использованием лабораторного маслообразователя цилиндрического типа. Сущность процесса маслообразования заключается в обращении фаз жировой эмульсии типа «масло в воде» в эмульсию «вода в масле» посредством интенсивной механической обработки высокожирной смеси.

Высокожирные сливки охлаждаются в результате контакта с охлаждаемой стенкой аппарата при продавливании ее в маслообразователь посредством давления, создаваемого в приемной емкости компрессором. При этом происходят интенсивное образование центров кристаллизации, отвердевание значительной части жира, обращение фаз жировой эмульсии и диспергирование образующихся кристаллоагрегатов жира.

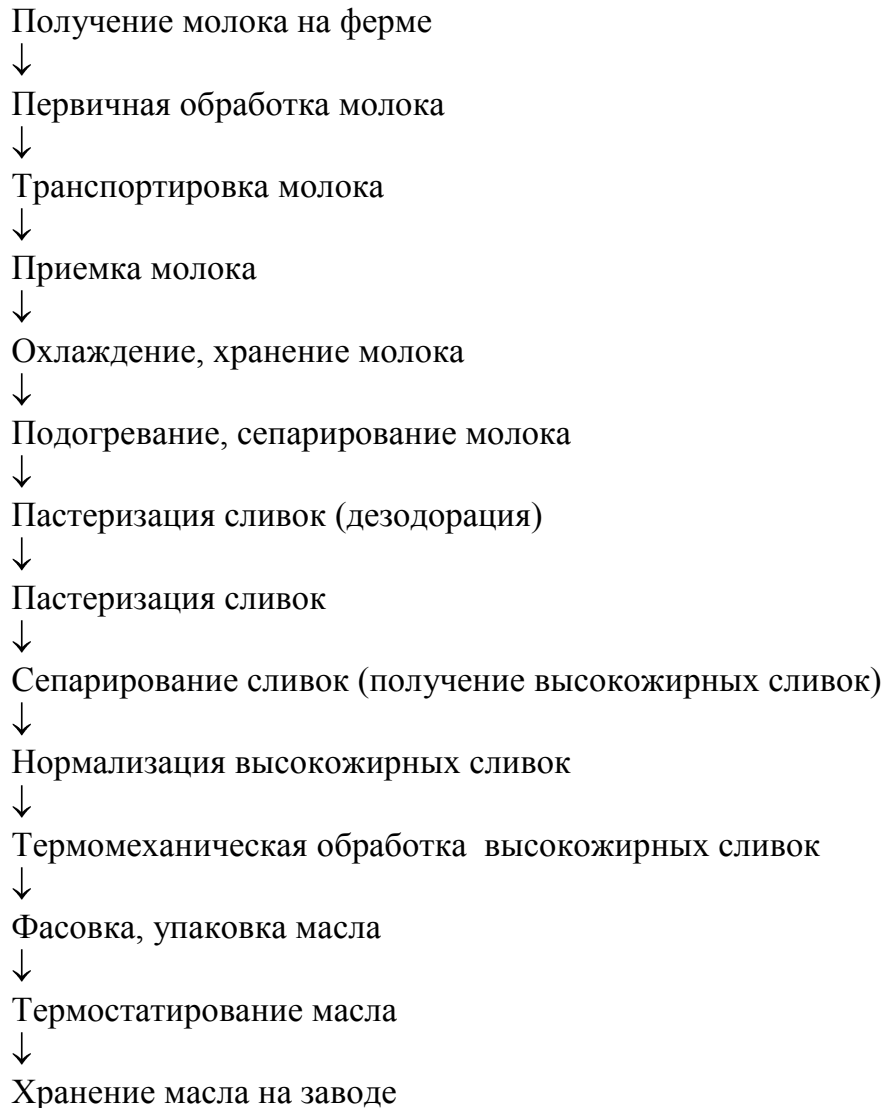


Рис. 2

При охлаждении высокожирных сливок ниже точки затвердевания жира в первую очередь выкристаллизовываются высокоплавкие глицериды, пронизывающие оболочку жирового шарика и находящиеся на границе с оболочками жировых шариков. Это изменяет существующее равновесие молекулярных сил в адсорбционной гидратной оболочке, уменьшая ее устойчивость против разрыва.

Изменение агрегатного состояния жира вызывает увеличение вязкости вследствие образования внутри шарика кристаллического каркаса из твердых глицеридов, что ускоряет разрыв оболочки. Следовательно, процесс деэмульгирования в такой полидисперсной сис-



теме, как высокожирные сливки, растянут во времени, зависит от температуры и интенсивности механического воздействия.

В маслообразователе формируется первичное стукрурообразование, во время которого условно можно выделить три стадии: охлаждение высокожирных сливок, обращение фаз жировой дисперсии и образование первичной структуры. Показателями эффективности процесса маслообразования по стадиям являются: скорость и температурный диапазон охлаждения – на первой стадии, степень дестабилизации жировой эмульсии и количество твердого жира – на второй и интенсивность механического воздействия – на третьей стадии.

Образуемая в маслообразователе первичная структура масла в результате механического воздействия на нее частично или полностью разрушается и затем (в текучем состоянии) вытесняется из аппарата в тару.

Поскольку продукт при этом находится в температурной зоне массовой кристаллизации глицеридов, то это обуславливает содержание в нем сравнительно высокого количества твердого жира (30–35 %). Часть жира находится в переохлажденном состоянии, вследствие чего продукт, попадая в тару (где он находится в состоянии относительного покоя), очень быстро (за 30–90 с) затвердевает, как и масло, получаемое сбиванием сливок.

От продолжительности механической обработки высокожирных сливок в зоне кристаллизации зависит количество отвердевшего жира в масле после выхода из маслообразователя.

При производстве сливочного масла с массовой долей влаги 16 % следует высокожирные сливки подвергать термомеханическому воздействию в весеннее-летний период года в течение 140–160 с, в осеннее-зимний – 180–200 с.

При механической обработке высокожирных сливок в узкой зоне кристаллизации больше отвердевает триглицеридов молочного жира в состоянии покоя после выхода из маслообразователя и масло приобретает крошливую консистенцию.

При механической обработке высокожирных сливок в широкой зоне кристаллизации, наоборот, меньше отвердевает триглицеридов молочного жира в состоянии покоя после выхода из аппарата, и в масле формируется излишне мягкая консистенция.

Во время термостатирования масла (вторичное структурообразование) после выхода из аппарата в состоянии покоя в масле формируется два типа структур – кристаллизационная и коагуляционная.

Создается кристаллический каркас, при этом формируется кристаллизационная структура и восстанавливается коагуляционная. Кристаллизационная структура формируется в результате сращивания кристаллов триглицеридов силами химического сродства, при механическом воздействии разрушается необратимо.

При избыточном количестве контактов коагуляционного типа между триглицеридами масло приобретает крошливую консистенцию.

При коагуляционной структуре кристаллы связаны между собой силами Ван-дер-Ваальса. Для этой структуры характерно наличие прослоек жидкого жира между кристаллами. При избыточном количестве контактов коагуляционного типа между триглицеридами масло приобретает излишне мягкую, мажущуюся консистенцию.

**Цель работы** – получение сливочного масла методом преобразования высокожирных сливок на лабораторной установке.

При выработке сливочного масла методом преобразования высокожирных сливок концентрирование жира молока до желаемого его содержания в сливочном масле обеспечивается одно- или двукратным сепарированием молока.

*Требования техники безопасности при работе на экспериментальной установке:*

1. До проведения работы студенты должны ознакомиться с инструкцией по технике безопасности.

2. Перед началом работы на установке необходимо проверить ее состояние; убедиться в отсутствии повреждений, наличии приборов, правильности сборки, наличии заземления. Проверить соответствие установки ножей направлению вращения барабана в маслообразователе.

### **Оборудование, приборы, материалы:**

– модернизированный лабораторный сепаратор для получения высокожирных сливок;

– установка, включающая малогабаритный лабораторный маслообразователь цилиндрического типа для термомеханической обработки высокожирных сливок;

– установка для получения хладоносителя;

- ушаты вместимостью 5 л (с мутовкой);
- малогабаритные деревянные ящики для упаковки масла;
- лопатка и нож деревянные;
- весы для определения влаги в масле (СПМ-84);
- термометр (спиртовой ) со шкалой деления от 0 до 100 °С;
- весы технические;
- набор реактивов и оборудования для определения кислотности и массовой доли жира в сливках и пахте;
- пергамент, марля;
- шаблон для раскроя пергаменты;
- мерный цилиндр, вместимость 500–1000 л;
- металлический шпатель;
- водяная баня;
- сливки из коровьего молока;
- молоко обезжиренное.

**Выполнение работы.** Массовую долю влаги в готовом сливочном масле и устанавливает преподаватель. Оценивают качество сливок, предназначенных для переработки (массовая доля жира в сливках должна быть 32–37 %), сливки высшего и первого сортов пастеризуют при температуре 85–90 °С в весенне-летний период или 92–95 °С в осенне-зимний.

Сливки пастеризуют в ушатах на водяной бане, периодически перемешивая их мутовкой. Затем сепарируют на модернизированном сепараторе для получения высокожирных сливок. Массовую долю влаги в высокожирных сливках регулируют путем изменения притока сливок в сепаратор с помощью крана. Работу сепаратора регулируют так, чтобы получить высокожирные сливки с массовой долей влаги на 1–3 % меньше, чем в готовом масле.

Массовую долю жира в пахте определяют в начале, середине и в конце сепарирования на одном сепараторе.

Во избежание охлаждения в процессе получения высокожирные сливки, вытекающие из рожка сепаратора, направляют в ушат, который должен находиться в водяной бане ( $t$  не ниже 50 °С).

*Нормализация высокожирных сливок по влаге.* Высокожирные сливки перемешивают и определяют массовую долю влаги в них. При анализе высокожирных сливок испаряется не вся влага; часть влаги, называемая связанной, остается в сливках. Поэтому массовую

долю влаги в них устанавливают меньше, чем требуемая в масле. Количество связанной влаги непостоянно и изменяется от 0,2 до 0,6 % в зависимости от качества сливок, состава высокожирных сливок, изменения химического состава молочного жира по периодам года. Поэтому фактическая массовая доля влаги в высокожирных сливках больше, по сравнению с данными, полученными во время анализа, что следует учитывать при нормализации высокожирных сливок по влаге.

Содержание влаги в масле для расчета недостающего количества влаги в нормализуемых высокожирных сливках принимают ниже, чем требуется по стандарту: соответственно для сладкосливочного, любительского, крестьянского и бутербродного масла 15,8; 189,8; 24,8 и 34,0 %.

Если массовая доля влаги в высокожирной смеси менее требуемой, ее следует нормализовать пахтой или обезжиренным молоком.

Массу пахты или обезжиренного молока, необходимую для нормализации высокожирной смеси, рассчитывают по формуле

$$M_{\text{п}} = M_{\text{всм}} K (V_{\text{т}} - V_{\text{н}}) / 100,$$

где  $M_{\text{всм}}$  – масса нормализуемой высокожирной смеси, кг;  $K$  – коэффициент нормализации, равный количеству пахты или обезжиренного молока, которое необходимо добавить на каждые 100 кг высокожирной смеси, чтобы повысить массовую долю влаги в ней на 1 %;  $V_{\text{т}}$  – требуемая массовая доля влаги высокожирной смеси, %;  $V_{\text{н}}$  – массовая доля влаги в высокожирной смеси до нормализации, %.

Коэффициент нормализации определяют, исходя из массовой доли сухих веществ в пахте и обезжиренном молоке, по формулам

$$K = 100 / V_{\text{п}} - V_{\text{мс}};$$

$$K = 100 / V_{\text{о}} - V_{\text{мс}},$$

где  $V_{\text{п}}$  и  $V_{\text{о}}$  – массовая доля влаги, соответственно, в пахте и обезжиренном молоке, %;  $V_{\text{мс}}$  – массовая доля влаги в масле, %.

Пример расчета. Вырабатываем масло сладкосливочное с массовой долей влаги 16 %. Определить требуемое количество пахты для нормализации 3000 г высокожирных сливок с массовой долей влаги 14 %.

Сначала определяем фактическое содержание влаги в высокожирных сливках:

$$V_{\phi} = 14 + 0,6 = 14,6 \%$$

Затем определяем массу пахты  $M_{\Pi}$  для нормализации высокожирных сливок, сначала находим численное значение  $K_{\Pi}$ :

$$K_{\Pi} = 100 / 91 - 15,8 = 1,33;$$
$$M_{\Pi} = 3000 \cdot 1,33 (15,8 - 14,6) / 100 = 48 \text{ г.}$$

Если массовая доля влаги в высокожирной смеси больше требуемой, ее следует нормализовать топленным маслом или молочным жиром. Массу топленного масла или молочного жира  $M_{\text{ж}}$  определяют по формуле

$$M_{\text{ж}} = M_{\text{всм}} (V_{\text{всм 1}} - V_{\text{всм 2}}) / V_{\text{м}} - V_{\text{ж}},$$

где  $V_{\text{всм 1}}$ ,  $V_{\text{всм 2}}$  – массовая доля влаги в высокожирных сливках до и после нормализации, %;  $V_{\text{м}}$ ,  $V_{\text{ж}}$  – массовая доля влаги в готовом масле и жире (используемом для нормализации), %.

При нормализации по СОМО используют сгущенное, сухое обезжиренное молоко или пахту, которые предварительно восстанавливают в натуральном обезжиренном молоке или пахте. Массу сгущенного сухого обезжиренного молока или пахты  $M_{\text{сом}}$  определяют по формуле

$$M_{\text{сом}} = M_{\text{всм}} (C_{\text{н}} - C_{\phi}) / C_{\text{сом}} - C_{\text{н}},$$

где  $C_{\text{н}}$  –  $C_{\phi}$  – нормативное и фактическое содержание СОМО в масле, %;  $C_{\text{сом}}$  – массовая доля СОМО в сгущенном, сухом обезжиренном молоке или пахте.

Нормализованные высокожирные сливки направляют на экспериментальную установку для получения масла.

**Порядок работы на экспериментальной установке.** Примерно за 4–5 ч до начала занятий включают холодильную установку, насос ультратермостата для достижения температуры хладоносителя 3 °С. Циркуляция хладоносителя осуществляется через испаритель холодильной установки за счет насоса ультратермостата.

Высокожирную смесь в количестве не менее 3 кг заливают в бачок для высокожирных сливок, плотно закрывают крышку, подтягивая зажимные винты. При достижении температуры хладоноси-

теля 3 °С включают компрессор и регулировочным винтом на крышке бочка устанавливают давление 0,4–0,5 кг/м<sup>2</sup>.

Давление контролируют по манометру, установленному на крышке бачка. При установлении давления 0,4–0,5 кг/м<sup>2</sup> включают электродвигатель маслообразователя, приводящий во вращение вытеснительные барабаны маслообразователя.

Приоткрывают кран выпуска воздуха на втором цилиндре и кран выхода высокожирных сливок из маслообразователя, которым регулируют температуру высокожирных сливок из маслообразователя за счет изменения производительности. Температура на выходе 14–15 °С.

Масло из крана вытекает в жидком состоянии в подготовленные для него ящики, выстланные внутри пергаментом. Раскрой пергаментов проводится по специальному шаблону.

Пробу масла, отобранную из ящика, оценивают органолептически и определяют массовую долю влаги в ней.

Оценку качества сливочного масла проводят после стабилизации его структуры (хранение со дня выработки при температуре 5 °С – 3 суток).

Регулирование работы маслообразователя заключается в следующем:

- при мягкой консистенции продукта следует увеличить производительность и повысить температуру на выходе из аппарата;
- в случае получения твердого крошливого масла, наоборот, нужно уменьшить производительность маслообразователя и снизить температуру охлаждения.

### *Контрольные вопросы*

1. В чем принципиальное отличие метода преобразования высокожирных сливок от метода сбивания сливок?
2. Какие различают стадии структурообразования при производстве масла методом преобразования высокожирных сливок?
3. Как зависит консистенция масла от производительности маслообразователя?
4. Как можно путем изменения условий термомеханической обработки в маслообразователе регулировать структуру и консистенцию?
5. С какой целью осуществляют нормализацию высокожирных сливок?

## Лабораторная работа № 3

### Изучение показателей качества вторичного молочного сырья и безмембранные способы выделения белковых концентратов

#### *Задание 1. Изучение показателей качества вторичного молочного сырья*

#### Введение

Химический состав, энергетическая или пищевая ценность и физические свойства вторичного молочного сырья в большой степени зависят от способов его получения. Во вторичное молочное сырье в той или иной степени переходят почти все соединения, обнаруженные в настоящее время в молоке. Примерное содержание основных компонентов в обезжиренном молоке, пахте и молочной сыворотке в сравнении с цельным молоком (в процентах) приведено в табл. 9.

Таблица 9

#### **Содержание основных компонентов в обезжиренном молоке, пахте и молочной сыворотке в сравнении с цельным молоком**

Компоненты	Цельное молоко	Обезжиренное молоко	Пахта	Молочная сыворотка
Массовая доля сухого вещества	12,5	8,9	9,1	6,3
В том числе:				
молочного жира	3,7	0,05	0,5	0,2
белков	3,3	3,3	3,3	0,8
лактозы	4,8	4,8	4,7	4,8
минеральных веществ	0,7	0,75	0,7	0,5

*Обезжиренное молоко* получают в результате сепарирования цельного молока, его состав в основном зависит от состава цельного молока и режимов сепарирования. Различается цельное и обезжиренное молоко по составу только соотношением между нежировой и жировой частями.

Качество обезжиренного молока характеризуется следующим образом: вкус чистый, без посторонних привкусов и запахов; цвет белый со слегка синеватым оттенком, однородный по всей массе; консистенция однородная без осадков к хлопьев; кислотность не более 20 °Т, вязкость 0,171–0,175 Па·с; плотность 1029–1031 кг/м<sup>3</sup>.

Выход обезжиренного молока составляет примерно 90 % от массы сепарированного молока, массовая доля жира в обезжиренном молоке не должна превышать 0,05 %.

Пахту получают при производстве сливочного масла методами сбивания сливок и преобразования высокожирных сливок. Различают также пахту, полученную при производстве сладкосливочного масла и при производстве кислосливочного масла. Поэтому и требования, предъявляемые к пахте как к сырью, различны. В зависимости от уже перечисленных условий по физико-химическим показателям пахта должна соответствовать требованиям, указанным в табл. 10.

Таблица 10

**Физико-химические показатели пахты**

Показатель	Норма для пахты, полученной при производстве масла			
	сладкосливочного методами		кислосливочного методами	
	преобразования высокожирных сливок	сбивания сливок	преобразования высокожирных сливок	сбивания сливок
Массовая доля жира, %, не более	0,4	0,7	0,4	0,7
Плотность при температуре (20± 2) °С, кг/м <sup>3</sup>	1031–1033	1031–1033	1031–1033	1031–1033
Кислотность, °Т, не более	19	19	40	40

Пахту с массовой долей жира выше указанной в табл. 10 необходимо использовать для нормализации при производстве молочных продуктов или сепарировать.

По органолептическим показателям пахта должна являться однородной жидкостью без осадка и хлопьев, иметь цвет от белого до слабо-желтого.



Вкус и запах для пахты, полученной при производстве сладко-сливочного масла, должны быть чистыми молочными, свойственными пахте (допускается слабокормовой); для пахты, полученной при производстве кисломолочного масла, – чистыми, кисломолочными, свойственными пахте (допускается слабокормовой). Вязкость 0,165–0,175 Па·с.

*Молочная сыворотка* является побочным продуктом при производстве сыров, творога, казеина и копреципитатов. В зависимости от вида и способа получения сыворотки химический состав ее значительно колеблется. Состав (в процентах) различных видов сыворотки приведен в табл. 11.

Таблица 11

### Химический состав сыворотки

Молочная сыворотка	Массовая доля, %				
	сухих веществ	белковых веществ	лактозы	молочного жира	минеральных солей
Подсырная несоленая	6,0	0,7	4,5	0,3	0,5
Подсырная соленая	6,2	0,7	4,5	0,3	0,7
Творожная	5,3	0,8	3,5	0,4	0,6
Казеиновая	4,3	0,1	3,5	0,1	0,7

По органолептическим показателям сыворотка должна представлять собой однородную жидкость зеленоватого цвета, без посторонних примесей, иметь чистый, слегка кисловатый вкус без посторонних привкусов и запахов. Для соленой сыворотки допускается привкус от солоноватого до соленого. Во всех видах сыворотки допускается наличие белкового осадка. Плотность сыворотки не менее 1023 кг/м<sup>3</sup>; кислотность сыворотки не более: подсырной несоленой – 20 °Т, творожной – 75 °Т, казеиновой – 70 °Т.

Отдельно нормированы показатели для соленой подсырной сыворотки:

Плотность, кг/м <sup>3</sup> .....	1023–1065
Кислотность, °Т, не более .....	25
Сухих веществ, % .....	5,0–12,0
Лактоза, %, не менее .....	4,0
Молочный жир, %, не более .....	0,1
Хлористый натрий, %, не более .....	6,0

**Цель работы** – ознакомление с требованиями, предъявляемыми к качеству обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки как к сырью, предназначенному для переработки на пищевые продукты.

#### **Оборудование, приборы, материалы:**

приборы и реактивы для определения титруемой кислотности и массовой доли жира в обезжиренном молоке, пахте и сыворотке;

– рН-метр, аналитические весы, термометр с диапазоном измерения температуры от 0 до 100 °С;

– лактоденсиметр, конические колбы вместимостью 150–200 м<sup>3</sup>;

– цилиндры на 100 и 250 мл, пипетки 10 и 10,77 см<sup>3</sup>;

– водяная баня; жиромеры для молока и обезжиренного молока;

– приборы для отмеривания серной кислоты и изоамилового спирта вместимостью 10 и 1 см<sup>3</sup>;

центрифуга;

вода дистиллированная;

кислота серная плотностью 1815–1820 кг/м<sup>3</sup>;

пробки резиновые для жиромеров;

1 %-й спиртовой раствор фенолфталеина.

Сырье: молоко обезжиренное, пахта и сыворотка молочная.

**Методы исследования.** Органолептические и физико-химические показатели (массовая доля жира, кислотность, плотность) обезжиренного молока, пахты и сыворотки – стандартными методами.

**Выполнение работы.** После получения обезжиренного молока, пахты и сыворотки прежде всего необходимо установить их органолептические показатели. Цвет определяют, помещая в химический стакан среднюю пробу для анализа и поставив его на лист белой бумаги. Затем определяют физико-химические показатели

сырья и делают заключение о соответствии его требованиям стандартов.

*Определение массовой доли жира.* Метод основан на выделении жира из молока в жиromeре при помощи центрифугирования после растворения белков концентрированной серной кислотой. Полному выделению жира способствует добавление небольшого количества изоамилового спирта.

Для определения жира в обезжиренном молоке используют специальные жиromeры для обезжиренного молока и маложирных молочных продуктов. В жиromeр вносят 2 раза по 10 см<sup>3</sup> серной кислоты плотностью 1815–1820 кг/м<sup>3</sup>, затем осторожно по стенке 2 раза добавляют обезжиренное молоко пипеткой на 10,77 см<sup>3</sup> и 2 см<sup>3</sup> изоамилового спирта. Закрыв жиromeр пробкой, встряхивают содержимое до полного растворения белковых веществ и центрифугируют 3 раза с подогревом в водяной бане [(65 ± 2) °C] между каждым центрифугированием и перед отсчетом.

При определении массовой доли жира в пахте используют жиromeры для цельного молока и содержание жира определяют так же, как и в анализе жира в цельном молоке. Пробу пахты предварительно фильтруют через ватный или четырехслойный марлевый фильтр. Рекомендуется применять двукратное центрифугирование по 5 мин с нагреванием в водяной бане.

Определение жира в сыворотке, не подвергшейся сепарированию, проводят, как в молоке; в сепарированной сыворотке – как в обезжиренном молоке. Пробу сыворотки перед исследованием профильтровывают.

*Определение титруемой кислотности молока.* Сущность метода состоит в титровании кислых солей, белков, углекислого газа и других компонентов молока раствором щелочи в присутствии фенолфталеина. Кислотность молока выражают в градусах Тернера (°Т.)

В обезжиренном молоке, пахте и сыворотке титруемую кислотность определяют так же, как и в цельном молоке. Для этого в коническую колбу вместимостью 150–200 см<sup>3</sup> отмеряют 10 см<sup>3</sup> молока, прибавляют из бюретки 20 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и три капли фенолфталеина. Смесь тщательно перемешивают и медленно титруют 0,1 н раствора едкого натра (калии), при непрерывном помешивании содержимого колбы легким ее вращением до появления слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин.

Кислотность молока в градусах Тернера равна количеству миллилитров 0,1 н раствора щелочи, пошедшего на нейтрализацию 100 см<sup>3</sup> молока.

При титровании сыворотки воду не добавляют, при расчете поправки на титрование без воды не вносят.

*Определение плотности.* Плотность (объемная масса) – это масса при 20 °С, заключенная в единице объема (кг/м<sup>3</sup>).

Плотность определяют при температуре (20 ± 5) °С. Пробу в количестве 250 см<sup>3</sup> перед определением плотности тщательно перемешивают и осторожно, не допуская вспенивания, вводят по стенке в сухой цилиндр, который держат в слегка наклонном положении. Сухой и чистый лактоденсиметр медленно погружают в обезжиренное молоко, пахту, сыворотку и оставляют в нем свободно плавающим так, чтобы он не касался стенок. Цилиндр должен стоять на ровной горизонтальной поверхности в таком положении к источнику света, которое дает возможность отчетливо видеть шкалу плотности и температуры.

Отсчет показаний плотности и температуры производят не ранее чем через 1 мин, т. е. после того, как лактоденсиметр станет неподвижным. При отклонении температуры от 20 °С вносят поправку: на каждый градус выше 20 прибавляют к плотности 0,2 единицы или вычитают 0,2 при температуре ниже 20 °С. Полученные данные заносят в отчет.

## ***Задание 2. Безмембранные способы выделения белковых концентратов***

### **Введение**

В основе традиционных промышленных способов получения белковых концентратов лежит разрушение коллоидного состояния казеина, причем коагуляция казеина обычно связана с его денатурацией. Существуют различные способы получения белковых концентратов, однако в их основе лежат следующие механизмы коагуляции белка: кислотная коагуляция, свертывание под действием сычужного фермента, осаждение хлоридом кальция при нагревании, а также их комбинации.

Кислотная коагуляция белков положена в основу производства кисломолочных продуктов, творога и казеина. Коагуляцию проводят

путем добавления органических (молочной, уксусной), минеральных (соляной, серной) кислот или биохимическим способом – сквашиванием молока культурами микроорганизмов.

Сущность кислотной коагуляции казеина основана на способности этого белка коагулировать в изоэлектрической точке (при рН 4,6). В этой точке казеин становится электронейтральным и гидрофильность его снижается до минимума. Кроме того, под действием кислоты казеин деминерализуется – от казеинаткальций-фосфатного комплекса отщепляются кальций и фосфор. Поэтому выпавший в осадок чистый казеин иногда еще называют казеиновой кислотой (в отличие от параказеина, получаемого при сычужной коагуляции казеина и являющегося своего рода кальциевой солью казеиновой кислоты).

Под действием кислот получается различная структура осажденного казеина: молочно-кислотный казеин имеет рыхлую и зернистую; серно-кислотный – зернистую и слегка сальную; соляно-кислотный – вязкую и резиновую. Добавление избытка кислоты ниже изоэлектрической точки (рН 4,6) приводит к перезарядке казеиновой молекулы и растворению сгустка.

При сквашивании обезжиренного молока микроорганизмами постепенно под действием молочной кислоты нарушается структура казеинаткальцийфосфатного комплекса – от него отщепляются фосфат кальция и органический кальций. Так как кальций и фосфат кальция являются важными структурными элементами комплекса, их переход в плазму молока дестабилизирует мицеллы казеина и вызывает их диспергирование. Казеин приобретает рыхлую консистенцию.

Проведение кислотной коагуляции при повышенной температуре (90 °С) вызывает денатурацию белков молока, необратимо изменяющую их основные функциональные свойства, что ведет к снижению растворимости.

Сычужная коагуляция – разрушение коллоидно-дисперсного состояния казеина в молоке под действием протеолитических ферментов (например, сычужного) – лежит в основе производства сыра и сычужного казеина.

Под действием фермента происходит протеолиз капа-казеина, молекулы которого распадаются на гидрофобный пара-капа-казеин и гидрофильный гликомакропептид.

Гликомакропептиды капа-казеинов имеют высокий отрицательный заряд и обладают сильными гидрофильными свойствами. При их отщеплении снижается приблизительно наполовину потенциал на поверхности мицелл казеина и разрушается частично гидратная оболочка. Таким образом, силы электростатического отталкивания между частицами уменьшаются, дисперсная система теряет устойчивость.

Сущность коагуляции под действием хлористого кальция и нагревания заключается во взаимодействии ионов кальция со свободными ОН-группами фосфорной кислоты казеинаткальцийфосфатного комплекса, что ведет к снижению отрицательного заряда мицелл казеина, образованию кальций-солевых мостиков и дальнейшей агрегации белков.

Воздействие высокой температуры (90–95 °С) вызывает коагуляцию сывороточных белков и осаждение их на поверхности мицелл казеина, что усиливает необратимый процесс совместной коагуляции белков молока.

В настоящее время разрабатываются модификации способов совместной коагуляции белков молока. Добавление хлористого кальция в молоко до или во время нагревания перед введением кислоты способствует ускорению образования комплекса казеина с сывороточными белками, повышает степень использования белков.

Применяемые способы выделения белков основаны на физико-химических особенностях дисперсных растворов молочных белков. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки.

Повысить степень использования белков молока при их коагуляции можно за счет применения повышенных температур. Однако это требует больших энергетических затрат и ведет к снижению растворимости белковых концентратов.

**Цель работы** – ознакомление с основными способами выделения белковых концентратов.

**Оборудование, приборы, материалы:**

приборы и реактивы для определения титруемой кислотности и массовой доли жира в обезжиренном молоке, пахте и сыворотке;

- рН-метр;
- аналитические весы;

- термометр с диапазоном измерения температуры от 0 до 100 °С;
- лактоденсиметр;
- конические колбы вместимостью 150–200 см<sup>3</sup>;
- цилиндры на 100 и 250 мл; пипетки 10 и 10,77 см<sup>3</sup>;
- стаканы химические вместимостью 500 см<sup>3</sup>;
- водяная баня;
- жиромеры для обезжиренного молока;
- приборы для отмеривания серной кислоты и изоамилового спирта вместимостью 10 и 1 см<sup>3</sup>;
- центрифуга;
- вода дистиллированная;
- кислота серная плотностью 1815–1820 кг/м<sup>3</sup>;
- пробки резиновые для жиромеров;
- 1 %-й спиртовой раствор фенолфталеина;
- концентрированная соляная кислота;
- закваска чистых культур молочнокислых бактерий для творога;
- сычужный фермент;
- 40 %-й раствор хлористого кальция.

Сырье: сыворотка молочная кислотностью 180–200 °Т, молоко обезжиренное.

**Методы исследования.** Органолептические и физико-химические показатели (массовая доля жира, кислотность) обезжиренного молока – стандартными методами, описанными выше.

**Порядок выполнения работы.** В данной работе студентам предлагается получить белковые концентраты различными способами, определить время, затраченное на выделение белков, и сравнить структуры концентратов. На каждый опыт необходимо по 300 мл обезжиренного молока.

Так как *коагуляция биохимическим способом* – сквашиванием молока культурами микроорганизмов – занимает много времени (8–12 ч), обезжиренное молоко необходимо заквасить накануне занятий.

В стакан вместимостью 500 см<sup>3</sup> вносят 300 см<sup>3</sup> пастеризованного обезжиренного молока, куда добавляют закваску чистых культур молочнокислых бактерий, приготовленную в соответствии с технологической инструкцией по приготовлению заквасок для

творога, в количестве 1–5 % в зависимости от желаемой продолжительности сквашивания.

Температура сквашивания 28–30 °С. Смесь тщательно перемешивают и оставляют в термостате до готовности сгустка кислотностью 80–90 °Т. Затем готовый сгусток с сывороткой подогревают до 38–40 °С и вымешивают 5–10 мин для постановки зерна размером 3–5 мм в поперечнике. Затем смесь фильтруют через 2 слоя марли или лавсановой ткани для отделения сыворотки от казеина.

При осаждении казеина *кислой сывороткой* образцы готовят накануне. Сыворотку, полученную при производстве молочно-кислотного казеина или кислотного обезжиренного творога, содержащую не более 0,05 % жира, фильтруют, подогревают до 38–40 °С, заквашивают закваской чистых культур молочнокислых палочек (3–5 %), приготовленной на обезжиренном молоке, и сквашивают при этой температуре в течение 8–10 ч до кислотности 180–200 °Т.

Осаждение казеина рекомендуется проводить при температуре 35–37 °С. Таковую температуру должны иметь обезжиренное молоко и добавляемая к нему кислая сыворотка. При более высокой температуре осажденное зерно может получиться излишне крупным, при более низкой – мелким.

В стакан вместимостью 500 см<sup>3</sup> вносят 300 см<sup>3</sup> обезжиренного молока, добавляют кислую сыворотку при непрерывном перемешивании до появления хлопьев казеина и отделения прозрачной светло-зеленой сыворотки. После этого продолжают перемешивание еще 5–10 мин. К концу вымешивания хлопья казеина слипаются и образуют зерна величиной 3–4 мм. Затем часть сыворотки удаляют и вновь добавляют кислую сыворотку до тех пор, пока кислотность сыворотки в ванне не достигнет 70 °Т (что соответствует рН 4,6). Затем смесь фильтруют через 2 слоя марли или лавсановой ткани для отделения сыворотки от казеина.

При осаждении *казеина минеральными (соляной и серной) кислотами* в стакане вместимостью 500 см<sup>3</sup> нагревают 300 см<sup>3</sup> пастеризованного обезжиренного молока до температуры (37 ± 2) °С.

Для осаждения казеина используют 10 %-й раствор кислоты, который готовят разведением концентрированной кислоты в 10 раз – на одну часть кислоты добавляют девять частей воды. Расход рабочего раствора кислоты по отношению к перерабатываемому обезжиренному молоку составляет около 4 %.



Раствор кислоты вносят постепенно при непрерывном перемешивании обезжиренного молока, при этом активная кислотность (рН) образовавшейся сыворотки должна быть 4,4–4,2. Осажденный казеин вымешивают 5–10 мин для получения однородного зерна. Затем смесь фильтруют через 2 слоя марли или лавсановой ткани для отделения сыворотки от казеина.

*Сычужный казеин* вырабатывают с использованием для осаждения казеина сычужный фермент и хлористый кальций.

В стакане вместимость 500 см<sup>3</sup> нагревают 300 см<sup>3</sup> пастеризованного обезжиренного молока до температуры 35 °С и добавляют в него хлористый кальций из расчета 400 г безводной соли на 1000 кг молока. Хлористый кальций вносят в виде 40 %-го раствора и смесь тщательно перемешивают. Затем вносят в смесь сычужный фермент в виде 1 %-го раствора. Раствор фермента готовят на кипяченой воде, охлажденной до 35 °С, за 10–15 мин до использования. Сычужный фермент вносят в таком количестве, чтобы молоко свернулось за 20 мин. Смесь тщательно перемешивают в течение 3–5 мин и оставляют в покое до начала коагуляции белка.

С появлением хлопьев казеина молоко вначале медленно вымешивают во избежание излишнего распыления белка. Затем, по мере укрупнения хлопьев, скорость вымешивания постепенно увеличивают и регулируют таким образом, чтобы поставить зерно размером не более 2–4 мм. Показателями окончания процесса коагуляции казеина являются зеленовато-желтый цвет сыворотки и ее прозрачность. Затем смесь фильтруют через 2 слоя марли или лавсановой ткани для отделения сыворотки от казеина.

При осаждении белков способом *термокальциевой коагуляции* в стакане вместимость 500 см<sup>3</sup> нагревают 300 см<sup>3</sup> обезжиренного молока до температуры 90–95 °С, добавляют в него 40 %-й раствор хлористого кальция (из расчета 1–1,5 г сухой соли на 1 кг молока) и после перемешивания выдерживают 10–15 мин в покое для осаждения белка. Затем смесь фильтруют через 2 слоя марли или лавсановой ткани для отделения сыворотки от казеина.

В полученных концентратах кислотной коагуляцией, под действием сычужного фермента, термокальциевой коагуляцией сравнивают структуру.

## Оформление отчета

Отчет о работе должен содержать цель работы, краткое описание применяемых методов, экспериментальные данные, выводы.

### *Контрольные вопросы*

1. Перечислите отличия по химическому составу между цельным молоком и обезжиренным.
2. Сколько сухих веществ содержится в пахте и сыворотке?
3. В чем сущность метода определения жира в обезжиренном молоке, пахте и сыворотке?
4. Обоснуйте сущность кислотной коагуляции казеина?
5. В каком случае образуется параказеин, а когда кальциевая соль казеиновой кислоты?
6. В основе производства каких молочных продуктов лежит сычужная коагуляция?
7. В чем заключается сущность термокальциевой коагуляции?

## Лабораторная работа № 4

### Производство казеина и казеината натрия пищевого жидкого

#### Введение

Казеин нерастворим в воде и, следовательно, имеет ограниченные функциональные свойства. Частицы белка в воде только набухают. Для того чтобы казеин (молочный белок) использовать в пищевых целях, его необходимо перевести в растворимую форму. Растворимый продукт (казеинат натрия) получают дополнительной обработкой.

Жидкий пищевой казеинат натрия вырабатывают из кислотного казеина путем растворения его при рН 7 и выше в гидроокиси натрия, калия, карбонатах, бикарбонатах, полифосфатах натрия. Продукт предназначен для использования в мясной и молочной промышленности в качестве белковой добавки, а также в качестве эмульгирующего и связывающего вещества.

**Цель работы** – ознакомление с технологией производства казеина и казеината натрия пищевого жидкого из обезжиренного молока.

#### **Оборудование, приборы, материалы:**

- ванна с рубашкой вместимостью 5–10 м<sup>3</sup>;
- мерные цилиндры вместимостью 100–250 см<sup>3</sup>;
- термометр стеклянный с диапазоном измерения температуры от 0 до 100 °С;
- рН-метр;
- колбы вместимостью 150–200 см<sup>3</sup>;
- капельница;
- бюретка стеклянная на 25–50 см<sup>3</sup>;
- 1 %-й спиртовой раствор фенолфталеина;
- концентрированная соляная кислота;
- гидроокись натрия;
- сыворотка;
- закваска чистых культур молочнокислых палочек.

**Методы исследования.** Органолептические и физико-химические показатели (массовая доля жира, кислотность) напитков – стандартными методами.

**Порядок выполнения работы.** Для производства казеината натрия необходимо выработать кислотный казеин из молока коровьего обезжиренного с массовой долей жира не более 0,05 % и кислотностью не выше 21 °Т. Кислую сыворотку или кислоту соляную готовят заранее так же, как и в работе № 3.

Кислотный казеин вырабатывают путем осаждения его кислой сывороткой или добавлением соляной кислоты.

Для этого обезжиренное молоко (4 л) заливают в ванну с водяной рубашкой и с целью увеличения выхода белков пастеризуют при температуре  $(74 \pm 2) ^\circ\text{C}$  выдержкой 15–20 мин. Затем его охлаждают до температуры  $(37 \pm 2) ^\circ\text{C}$  и осаждают белки кислой сывороткой или раствором соляной кислоты так же, как и в работе № 3. Осажденный казеин вымешивают 5–10 мин для получения однородного зерна, после чего приступают к его тепловой обработке, которая производится с целью лучшего обезвоживания зерна и снижения его бактериальной обсемененности.

Тепловая обработка состоит в постепенном повышении температуры сыворотки и зерна до  $60 ^\circ\text{C}$  и выдержке при этой температуре около 10 мин. Температуру повышают не более чем на  $1 ^\circ\text{C}$  в минуту. В процессе тепловой обработки зерно непрерывно перемешивают. Готовому зерну дают осесть на дно ванны, сливают как можно полнее сыворотку и приступают к промывке, которую проводят с целью освобождения казеина от небелковых примесей (молочного сахара, свободной кислоты, солей и частично жира).

Рекомендуется проводить трехкратную промывку: первая промывка – теплой водой с температурой  $30 ^\circ\text{C}$ ; вторая – водой с температурой  $20 ^\circ\text{C}$ ; третья – холодной водой с температурой  $10 ^\circ\text{C}$ .

После промывки казеин обезвоживают до содержания влаги 60–62 % путем прессования. Для этого казеин загружают в бязевые или лавсановые мешочки, которые помещают под винтовой пресс. После полного прекращения выделения влаги производят измельчение казеина с целью получения однородного зерна и ускорения процесса растворения. 10 %-й раствор гидроокиси натрия готовят путем смешивания 1 кг безводной щелочи с 9 кг воды.

Казеин растворяют в емкости с рубашкой при непрерывном перемешивании. В ванну для растворения заливают расчетное количество воды с температурой 60–65 °С и 10 %-й раствор гидроокиси натрия (2/3 от расчетного количества), затем вносят казеин-сырец.

Количество воды и гидроокиси натрия рассчитывают по следующим формулам:

$$K_{\text{NaOH}} = K_{\text{K}} C_{\text{K}} \cdot 26 / 10000;$$

$$K_{\text{B}} = (K_{\text{K}} C_{\text{K}} \cdot 1,026 / C_{\text{T}}) - K_{\text{K}} - K_{\text{NaOH}},$$

где  $K_{\text{NaOH}}$  – количество 10 %-го раствора гидроокиси натрия, которое необходимо добавить к казеину-сырцу, кг;  $K_{\text{K}}$  – количество казеина-сырца, кг;  $C_{\text{K}}$  – содержание сухих веществ в казеине-сырце (30–40 %); 26 – постоянная величина (на 100 кг сухих веществ казеина вносится 26 кг 10 %-го раствора гидроокиси натрия для получения раствора казеината натрия с рН 6,6–7,0);  $K_{\text{B}}$  – количество воды, кг; 1,026 – постоянная величина;  $C_{\text{T}}$  – требуемое содержание сухих веществ в растворе казеината натрия (20 %).

Смесь нагревают до 75 °С и выдерживают при этой температуре 25 мин при непрерывном перемешивании.

В полученном казеинате натрия пищевом жидком содержание сухих веществ должно быть не менее 18 %, а величина рН 6,6–7,0.

Если величина рН раствора казеината натрия ниже 6,6, то регулирование рН осуществляют постепенным добавлением оставшегося количества 10 %-го раствора гидроокиси натрия. Если выше 7,0, то регулирование рН осуществляют постепенным добавлением измельченного казеина-сырца.

Для определения рН жидкого пищевого казеината натрия 25 г продукта отвешивают с точностью до 0,01 г в химический стакан вместимостью 100 мл. К навеске приливают 10 мл дистиллированной воды и при постоянном перемешивании выдерживают на водяной бане с температурой 70–80 °С до получения однородного раствора. Полученный раствор охлаждают до 25 °С и определяют рН на рН-метре, используя стеклянный электрод. Расхождения между параллельными определениями не должны превышать 0,05 единицы рН. За результат анализа принимают среднее арифметическое двух параллельных определений.

## Оформление отчета

Отчет о работе должен содержать:

- цель работы;
- краткое описание применяемых методов;
- экспериментальные данные;
- выводы.

### *Контрольные вопросы*

1. В чем особенности технологии кислотного казеина?
2. Почему казеин в натуральном виде нельзя использовать в пищевых целях?
3. С какой целью проводят тепловую обработку казеина ?
4. С какой целью используют казеинат натрия в мясной и молочной промышленности?
5. Как рассчитать необходимое количество воды и гидроокиси натрия для растворения казеина?
6. Какой должен быть рН казеината натрия?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная

1. **Арсеньева Т.П.** Технология сливочного масла: Учеб. пособие. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 303 с.
2. **Вышемирский Ф.А.** Производство масла из коровьего молока в России. – СПб.: ГИОРД, 2010. – 288 с.
3. ГОСТ Р 52969–2008. Масло сливочное.
4. **Горбатова К.К., Гунькова П.И.** Химия и физика молока и молочных продуктов: Учеб. для вузов. – СПб.: ГИОРД, 2012. – 329 с.
5. ГОСТ Р 52054–2003. Молоко коровье сырое.
6. ГОСТ Р 52435–2009. Сливки-сырье.
7. ГОСТ Р 52970–2008. Масло сливочное с наполнителями.
8. ГОСТ Р 52971–2008. Масло топленое и жир молочный.
9. Технология продуктов из вторичного молочного сырья / А.Г. Храмцов, С.В. Васи́лин, С.А. Рябцева, Т.С. Воротникова. – ГИОРД, 2009. – 422 с.
10. Федеральный закон РФ от 12 июня 2008 г. № 88-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию» с изменениями от 22 июля 2010 г.
11. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013).

### Дополнительная

Журналы отечественные: «Молочная промышленность», «Пищевая промышленность», «Переработка молока».

Журналы зарубежные: «Dairy Science», «Dairy Research», «Microbiology», «Applied and Environmental Microbiology».

### Программное обеспечение, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы

*Электронные библиотечные системы:*

<http://lib.ifmo.ru/index.php?type=1&id2=0>

<http://lib.ifmo.ru/index.php?type=3&page=eljournal2&id2=6>

Электронная библиотека ИХиБТ ИТМО

[http://ihbt.edu.ru/struktura/podrazdeleniya/biblioteka/elektronnye\\_res\\_ursy/](http://ihbt.edu.ru/struktura/podrazdeleniya/biblioteka/elektronnye_res_ursy/)

Научная электронная библиотека: <http://elibrary.ru/>;

Библиотека. Единое окно доступа к образовательным ресурсам:  
<http://window.edu.ru/>;

Российская электронная библиотека: <http://www.elbib.ru/>;

Публичная Интернет-библиотека: <http://www.public.ru/>;

Электронная библиотека издательства «Лань»:

<http://e.lanbook.com/>

*Электронные ресурсы:*

все ГОСТы – [vsegost.com](http://vsegost.com)

<http://www.profitex.ru/technology>;

<http://www.protex.ru/milk>;

<http://www.edka.ru/article/omoloke>;

<http://www.vnimi.org/>

<http://www.lenoblmoloko.ru>

<http://www.moloko.ru>



# ПРИЛОЖЕНИЕ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

ИНСТИТУТ ХОЛОДА И БИОТЕХНОЛОГИЙ



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)

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
2. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.....	6
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
Технология масла .....	8
Технология продуктов из вторичного молочного сырья .....	11
4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ... 15	
Правила техники безопасности при работе в лаборатории .....	16
Введение .....	17
Лабораторная работа № 1. Ознакомление с технологией сладкосливочного масла, полученного методом сбивания сливок на маслоизготовителе периодического действия.....	24
Лабораторная работа № 2. Ознакомление с технологией сливочного масла, полученного методом преобразования высокожирных сливок... 31	
Лабораторная работа № 3. Изучение показателей качества вторичного молочного сырья и безмембранные способы выделения белковых концентратов.....	39
Лабораторная работа № 4. Производство казеина и казеината натрия пищевого жидкого .....	51
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	55
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	57

Арсеньева Тамара Павловна

**ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ**  
**Масло и вторичное молочное сырье**

**Учебно-методическое пособие**

*Ответственный редактор*

Т.Г. Смирнова

*Титульный редактор*

Е.О. Трусова

*Компьютерная верстка*

Н.В. Гуральник

*Дизайн обложки*

Н.А. Потехина

*Печатается*

*в авторской редакции*

---

Подписано в печать 20.04.2015. Формат 60×84 1/16

Усл. печ. л. 3,72. Печ. л. 4,0. Уч.-изд. л. 3,81

Тираж 50 экз. Заказ № С 31

---

Университет ИТМО. 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49

Издательско-информационный комплекс  
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

