

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**Е.П. Сучкова, М.С. Белозерова**

**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛОКА  
И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

**Учебно-методическое пособие**

 **УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**Санкт-Петербург**

**2015**

УДК 637.1/3

**Сучкова Е.П., Белозерова М.С.** Методы исследования молока и молочных продуктов: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: Университет ИТМО; ИХиБТ, 2015. – 47 с.

Приведены лабораторные работы по дисциплине «Методы исследования молока и молочных продуктов». Работы посвящены изучению современных методов исследования показателей качества молока и молочных продуктов.

Предназначено для бакалавров направления 19.03.03 Продукты питания животного происхождения всех форм обучения.

**Рецензент: доктор техн. наук, проф. А.Л. Ишевский**

**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

© Сучкова Е.П., Белозерова М.С., 2015

## ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях возрастающего ассортимента пищевых продуктов особенно актуальной является проверка качества производимых продуктов питания на всем протяжении технологического процесса производства, начиная от сырья и заканчивая выработкой готовой продукции. Применяя современные методики исследования, можно не только контролировать качество продукции, но и своевременно вносить коррективы в технологический процесс с целью предотвращения сверхнормативных потерь на производстве.

Умение применять современные методы исследования позволит в том числе определять фальсификацию сырья, поставляемого на завод-изготовитель, а следовательно, повысить качество вырабатываемой продукции.

От правильности выбора метода исследования и постановки цели исследования в конечном итоге будет зависеть качество готовой продукции, поступающей потребителю.

## ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** освоения дисциплины «Методы исследования молока и молочных продуктов» является достижение следующих результатов образования (РО):

**знания:**

*на уровне представлений* – принципы, подходы оценки качества, пищевой ценности, безвредности сырья животного происхождения и готовой продукции на основе современных методов количественного и качественного анализа;

*на уровне воспроизведения* – методы комплексной оценки состава, свойств, безвредности сырья животного происхождения и готовой продукции;

*на уровне понимания* – новые методы исследования молока и молочных продуктов;

**умения:**

*теоретические* – применять методы экспериментального исследования в производственно-технологической и научно-исследовательской деятельности; обобщать данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций;

*практические* – проводить комплексную оценку качества сырья и молочных продуктов по заданной методике и анализировать результаты; измерять, наблюдать и составлять описания проводимых исследований; участвовать во внедрении результатов исследований и разработок;

**навыки** – владеть приемами системного анализа качества сырья и молочной продукции с целью прогнозирования изменений комплекса свойств в процессах переработки, хранения и создания продуктов с заданными свойствами; владеть способностью применять метрологические принципы инструментальных измерений при выполнении экспериментальных исследований молока и молочных продуктов.

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций:

***общекультурных:***

**ОК – 10** «использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования»;

***профессиональных:***

**ПК – 4** «способностью применять метрологические принципы инструментальных измерений, характерных для конкретной предметной области»;

**ПК – 10** «готовностью осваивать новые виды технологического оборудования при изменении схем технологических процессов, осваивать новые приборные техники и новые методы исследования»;

**ПК – 18** «способностью проводить эксперименты по заданной методике и анализировать результаты».

## СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 102 ч.

№ модуля образовательной программы	№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, ч				
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	1	Общие принципы анализа молока и молочных продуктов	2	–	2	20	24
	2	Теоретические основы методов контроля качества пищевых систем	5	–	4	20	29
2	3	Методы исследования состава и свойств сырья и молочных продуктов	7	–	8	34	49
<b>ИТОГО:</b>			<b>14</b>	<b>–</b>	<b>14</b>	<b>74</b>	<b>102</b>

### Содержание (дидактика) дисциплины Раздел 1. Общие принципы анализа молока и молочных продуктов

*Лекция 1.* Особенности анализа молока и молочных продуктов.

Введение. Цель и задачи дисциплины. Роль комплексной оценки состава и свойств молочных продуктов в производственной практике при получении, хранении, реализации качественной продукции. Общая характеристика современных методов исследования сырья и готовой молочной продукции. Понятие об экспрессных методах исследования (1.1).

*Лекция 2.* Метрологические характеристики методов анализа.

Обработка результатов, погрешности аналитических определений: систематические, случайные, грубые погрешности; правильность и воспроизводимость определений. Вычисление результатов анализа (1.2).

## **Раздел 2. Теоретические основы методов контроля качества пищевых систем**

*Лекции 3–5.* Теоретические основы методов исследования пищевых систем.

Объемные (титрометрические) методы анализа. Прямое, косвенное и обратное титрование. Методы добавок и холостой пробы. Ошибки титрования и меры по их устранению. Гравиметрические (весовые) методы. Способы разделения анализируемых систем: высушивание, осаждение, экстракция и др. Ошибки анализа и меры по их устранению. Денсиметрические методы. Понятие и сущность, применяемые приборы.

Электрохимические методы. Кондуктометрия. Понятие и сущность. Применяемые приборы. Потенциометрия. Понятие и сущность. Прямая потенциометрия (ионометрия – рН-метрия, редоксметрия) и потенциометрическое титрование. Применяемые приборы. Вольтамперометрия. Понятие и сущность, приборы.

Оптические методы контроля. Классификация оптических методов анализа. Рефрактометрия и поляриметрия. Понятие и сущность методов. Устройство рефрактометра, поляриметра, сахариметра. Фотометрические методы анализа: фотоколориметрия, спектрофотометрия. Основные колориметрические и фотометрические величины. Основы измерения цвета. Применяемые приборы. Турбидиметрия и нефелометрия. Понятие и сущность, применяемые приборы. Инфракрасная спектроскопия. Понятие и сущность, применяемые приборы. Молекулярная люминесценция: флуориметрия, фосфориметрия. Понятие и сущность, применяемые приборы. Микроскопия. Понятие и сущность метода. Световая и электронная микроскопия. Применяемые приборы. Хроматографические методы. Классификация методов. Распределительная хроматография: бумажная, газовая, газожидкостная, жидкостная, гель-проникающая хроматографии; адсорбционная, осадочная, ионообменная и аффинная хроматографии. Термические методы анализа. Термометрия, термогравиметрия, калориметрия, термическое титрование. Эбулиоскопия и криоскопия. Понятие и сущность, применяемые приборы. Электрофоретические методы. Понятие и сущность, применяемые приборы (2.1).

### **Раздел 3. Методы исследования состава и свойств сырья и молочных продуктов**

*Лекция 6.* Методы исследования химического состава сырья и молочных продуктов.

Отбор проб и подготовка к анализу молочных продуктов. Понятие и требования к однородной партии продукции. Понятия: выборка, общий, средний, лабораторный образец продукции. Правила и методы отбора проб от однородной партии продукции разного агрегатного состояния и подготовка к исследованию. Значение методов отбора и подготовки проб к анализу.

Измерение влажности и определение содержания сухого вещества и СОМО в молочных продуктах. Методы определения массовой доли жира, белка, углеводов, витаминов, минеральных веществ, хлорида натрия, консервантов (3.1).

*Лекция 7.* Методы исследования физических, физико-химических и технологических свойств сырья и молочных продуктов – 3 ч.

Методы определения основных физико-химических свойств молока и молочных продуктов: плотности, кислотности, теплофизических свойств. Методы определения показателей качества жиров: физических и химических чисел жиров.

Определение функционально-технологических свойств пищевых продуктов: влагоудерживающая и влагосвязывающая способности молочных сгустков, чистота молока, термоустойчивость молока, сыропригодность молока; методы определения соотношения составных частей молочных продуктов.

Специальные методы контроля пищевых систем: определение эффективности пастеризации, эффективности гомогенизации молока; определение натуральности молока; методы микробиологического контроля молока и молочных продуктов (3.2).

*Лекция 8.* Методы исследования структурно-механических свойств молочных продуктов и продовольственного сырья – 2 ч.

Реологические свойства пищевых продуктов. Классификация методов и приборов для измерения структурно-механических свойств молока и молочных продуктов. Методы капиллярной и ротационной вискозиметрии. Понятие и сущность, применяемые приборы. Методы и приборы измерения поверхностных и объемных свойств (3.3).

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

## ОЗНАКОМЛЕНИЕ С МЕТОДАМИ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

**Цель работы** – ознакомиться с методами контроля качества сырья и готовой продукции, которые используются в молочной промышленности.

**Выполняются задания:**

**Задание 1** – ознакомиться с приборами, используемыми для оценки качества молока-сырья и молочных продуктов.

**Задание 2** – определить группу молока по термоустойчивости.

**Задание 3** – определить чистоту молока и оценить путем проведения редуцтазной пробы класс молока.

От качества молока-сырья во многом зависит качество производимой молочной продукции – как физико-химические показатели, так и органолептические характеристики.

Качество молока оценивают при приемке в соответствии с ГОСТ 52054–2003. Молоко в зависимости от органолептических, физико-химических и микробиологических показателей подразделяют на сорта: высший, первый и второй.

По физико-химическим показателям молоко должно соответствовать нормам, указанным в табл. 1.

Таблица 1

**Показатели качества молока**

Наименование показателя	Норма для молока сорта		
	высшего	первого	второго
Кислотность, °Т	От 16,0 до 18,0	От 16,0 до 18,0	От 16,0 до 20,99
Группа чистоты, не ниже	I	I	II
Плотность, кг/м <sup>3</sup> , не менее	1028,0	1027,0	1027,0
Температура замерзания, °С*	Не выше минус 0,520		

\* Может использоваться взамен определения плотности молока.

## Метод определения термоустойчивости молока по алкогольной пробе (ГОСТ 25228-82)

*Используемое оборудование:* чашки Петри, пипетки на 5 см<sup>3</sup>, этиловый спирт различных объемных долей – 68, 70, 72, 75, 80 %.

Молоко для определения термоустойчивости исследуют при температуре (20 ± 2) °С.

В чистую сухую чашку Петри наливают 2 см<sup>3</sup> исследуемого молока, приливают 2 см<sup>3</sup> этилового спирта требуемой объемной доли, круговыми движениями смесь тщательно перемешивают. Спустя 2 мин наблюдают за изменением консистенции анализируемого молока. Если на дне чашки Петри при стекании анализируемой смеси молока со спиртом не появились хлопья, считается, что молоко выдержало алкогольную пробу.

В зависимости от того, какой раствор этилового спирта не вызвал осаждения хлопьев в испытуемом молоке, его подразделяют на группы (табл. 2).

Таблица 2

### Группы молока по термоустойчивости

Группа	Объемная доля этилового спирта, %
I	80
II	75
III	72
IV	70
V	68

На основании полученных результатов сделать вывод о возможности применения высокотемпературной обработки исследуемого молока.

## Метод определения чистоты молока (ГОСТ 8218–89)

Метод основан на отделении механической примеси из дозированной пробы молока путем процеживания через фильтр и визуальном сравнении наличия механической примеси на фильтре с образцом сравнения.

*Используемое оборудование:* прибор для определения чистоты молока с диаметром фильтрующей поверхности 27–30 мм; фильтры из полотна иглопробивного термоскрепленного для фильтрования молока; посуда мерная вместимостью 250 см<sup>3</sup>; термометр.

**Проведение анализа.** Фильтр вставляют в прибор для определения чистоты молока гладкой поверхностью кверху. Из объединенной пробы отбирают 250 см<sup>3</sup> хорошо перемешанного молока, которое подогревают до температуры (35 ± 5) °С и выливают в сосуд прибора. По окончании фильтрования фильтр вынимают и помещают на лист пергаментной или другой непромокаемой бумаги. В зависимости от количества механической примеси на фильтре молоко подразделяют на три группы чистоты путем сравнения фильтра с образцом (приложение А).

### **Редуктазная проба (ГОСТ 53430–2009)**

Редуктазная проба – это метод оценки уровня бактериальной обсемененности сырого молока, основанный на восстановлении индикатора резазурина окислительно-восстановительными ферментами, выделяемыми микроорганизмами.

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.

*Используемое оборудование:* редуктазник, пробирки, пипетки на 1 см<sup>3</sup> и 10 см<sup>3</sup>, резиновые пробки, рабочий раствор резазурина.

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

В пробирки наливают по 1 см<sup>3</sup> рабочего раствора резазурина и по 10 см<sup>3</sup> исследуемого сырого молока, закрывают резиновыми пробками и смешивают путем медленного трехкратного переворачивания пробирок. Пробирки помещают в редуктазник с температурой воды (37±1) °С. При отсутствии редуктазника допускается использовать водяную баню, обеспечивающую поддержание температуры (37±1) °С. Вода в редуктазнике или водяной бане после погружения пробирок с сырым молоком должна доходить до уровня жидкости в пробирке или быть немного выше, температуру (37±1) °С поддерживают в течение всего времени определения. Пробирки с сырым молоком и резазурином на протяжении анализа должны быть защищены от света прямых солнечных лучей (редуктазник должен быть плотно закрыт крышкой).

Время погружения пробирок в редуктазник считают началом анализа. Показания снимают через 1 ч. Появление окрашивания молока в этих пробирках при встряхивании не учитывают. По истечении 1 ч пробирки вынимают из редуктазника, осторожно переворачивают.

Пробирки с молоком, имеющим окраску от серо-сиреневой до сиреневой со слабым серым оттенком, оставляют в редуктазнике еще на 30 мин.

**Обработка результатов.** В зависимости от продолжительности обесцвечивания или изменения цвета молоко относят к одному из классов в соответствии с табл. 3.

Таблица 3

**Характеристика молока при проведении редуктазной пробы**

Класс	Продолжительность изменения цвета	Окраска молока	Ориентировочное количество бактерий в 1 см <sup>3</sup> 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 к табл. 3:

1. Для оценки качества сырого молока при бактериальной обсемененности до 100 тыс. в 1 см<sup>3</sup> используют посев на чашки Петри на среду КМАФАнМ.

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.

### **Контрольные вопросы**

1. С какой целью проводят редуктазную пробу и на чем основана методика исследования?

2. Что измеряют на вискозиметре, какова методика проведения данного анализа?

3. Как определяют термоустойчивость молока?

4. Молоко какой группы по термоустойчивости может быть использовано для производства молочных продуктов?

### **Содержание отчета**

В отчете должны быть указаны:

1. Цель работы.

2. Результаты исследований.

3. Выводы по полученным данным.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

### ИЗУЧЕНИЕ ОБЪЕМНЫХ, ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ И ДЕНСИМЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

**Цель работы** – ознакомиться с методиками измерения физико-химических показателей молока и молочных продуктов.

*Используемое оборудование:* шкаф сушильный, весы лабораторные аналитические, эксикатор, лактоденсиметр (ареометр), пикнометры.

**Выполняются задания:**

**Задание 1** – ознакомиться с методами определения физико-химических показателей молока (плотности и массовой доли белка).

**Задание 2** – ознакомиться с особенностями определения титруемой кислотности различных молочных продуктов.

**Задание 3** – изучить определение массовой доли влаги в молочных продуктах методом высушивания в сушильном шкафу.

#### Денсиметрические методы

##### *Определение плотности молока ареометрическим методом*

Плотность – это масса молока при 20 °С, заключенная в единице объема. Единицы измерения – г/см<sup>3</sup> или кг/м<sup>3</sup>. Коровье молоко обычно имеет плотность в пределах от 1027 до 1033 кг/м<sup>3</sup>.

Плотность молока зависит от температуры (понижается с ее повышением), химического состава (понижается при увеличении содержания жира и повышается при увеличении количества белков, лактозы и солей) и от некоторых условий технологической обработки молока.

Плотность молока, определенная сразу после доения, ниже плотности остывшего молока на 0,8–1,5 кг/м<sup>3</sup>. Это объясняется улетучиванием части газов и повышением плотности жира и белков (за счет изменения коэффициентов температурного расширения) при постепенном понижении температуры молока. Поэтому плотность заготавливаемого молока должна определяться не ранее чем через 2 ч после дойки. К этому времени структура молока стабилизируется.

Плотность молока изменяется также в течение лактационного периода и под влиянием различных зоотехнических факторов. По плотности судят о натуральности молока. При добавлении к молоку воды плотность его уменьшается, а подсытывание сливок или разбавление обезжиренным молоком вызывает повышение плотности.

Плотность молока определяют ареометрическим методом и выражают в градусах ареометра, т. е. цифрами, следующими за десятичными долями истинной плотности молока. Например, если плотность молока  $1,0285 \text{ г/см}^3$ , то в градусах ареометра она составит  $28,5 \text{ }^\circ\text{A}$ .

*Используемое оборудование:* лактоденсиметр, термометр, цилиндр на  $250 \text{ см}^3$ .

**Техника определения.** Плотность коровьего молока определяют при  $(20 \pm 50) \text{ }^\circ\text{C}$ . Пробу в количестве  $250 \text{ см}^3$  тщательно перемешивают и осторожно, не допуская вспенивания, наливают молоко по стенке в сухой цилиндр, который держат, в слегка наклонном положении. Сухой и чистый лактоденсиметр медленно опускают в молоко до отметки  $1,030$  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 кислотности производят через 1–2 мин после установления лактоденсиметра неподвижно. Показания плотности определяют по верхнему мениску молока с точностью до половины деления, а показания температуры – до  $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Расхождения между повторными определениями плотности в одной и той же пробе молока не должны превышать  $0,0005 \text{ г/см}^3$ . При отклонении температуры молока от  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  вносят поправку: на каждый градус выше  $20$  прибавляют  $0,0002$  единицы плотности или вычитают (если температура ниже  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

### ***Определение плотности с помощью пикнометра***

Пикнометр представляет собой колбу определенной вместимости (рис. 1).

Используют пикнометры для определения плотности разбавленных водных растворов сахаристых веществ (например, карамельная масса) и других жидкостей.

*Используемое оборудование:* весы аналитические, пикнометры, термометр, фильтровальная бумага.

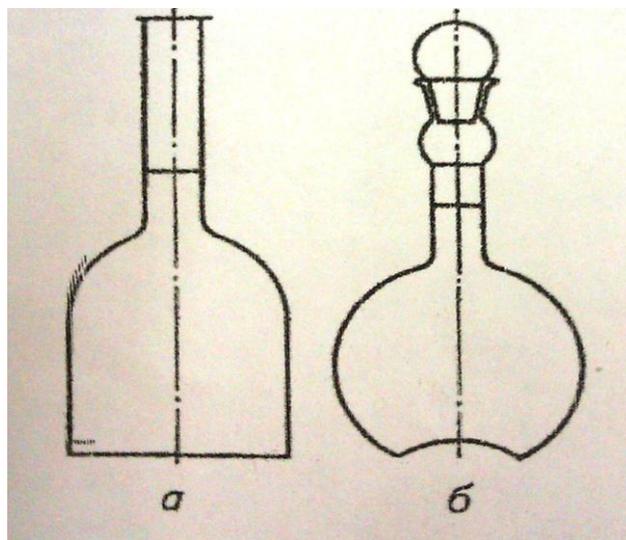


Рис. 1. Пикнометры:  
а – с длинной шейкой; б – с пришлифованной пробкой

**Техника определения.** Взвешивают пустой пикнометр 3–5 раз и подсчитывают среднее арифметическое значение массы пустого пикнометра. Затем в пикнометр до метки наливают прокипяченную дистиллированную воду, охлажденную до температуры 20 °С, и помещают его на водяную баню температурой  $(20 \pm 0,5)$  °С на 30 мин (если мениск жидкости находится выше метки, то берут свернутую в трубочку фильтровальную бумагу и устанавливают мениск воды строго на уровне метки). После чего пикнометр вытирают и взвешивают на весах 3 раза; подсчитывают среднее арифметическое значение массы пикнометра с водой.

Затем пикнометр заполняют исследуемой жидкостью, предварительно промыв его этой жидкостью, и повторяют описанные выше операции (нагрев на водяной бане, взвешивание).

Относительную плотность вычисляют по формуле

$$d_{20}^{20} = (m_2 - m_0) / (m_1 - m_0),$$

где  $m_0$  – масса пустого пикнометра, г;  $m_1$  – масса пикнометра с дистиллированной водой, г;  $m_2$  – масса пикнометра с исследуемой жидкостью, г.

## Гравиметрические методы

### *Определение влаги и сухого вещества (ГОСТ 3626)*

В молоке содержится 86–89 % воды, большая часть которой находится в свободном состоянии (83–86), а меньшая – в связанном (3–3,5 %). Свободная вода является растворителем органических и неорганических соединений молока и участвует во всех биохимических процессах, протекающих в нем. Она легко удаляется при сгущении, высушивании и замораживании молока. Связанная вода по форме связи с компонентами, согласно классификации академика П.А. Ребиндера, делится на три группы: вода химической, физико-химической и механической связи. Формы связи отличаются природой и прочностью связи. Наиболее прочной является химическая связь, наименее – механическая. Связанная вода по своим свойствам значительно отличается от свободной. Она не замерзает при низких температурах, не растворяет электролиты, не удаляется при высушивании. Связанная вода недоступна микроорганизмам. Поэтому для подавления развития микрофлоры в пищевых продуктах свободную воду либо полностью удаляют, либо переводят в связанную, добавляя водосвязывающие компоненты (соль, сахар, многоатомные спирты). При уменьшении содержания свободной воды снижается значение активности воды. Под активностью воды  $\alpha_w$  понимают отношение давления паров над данным продуктом к давлению паров над чистой водой при одной и той же температуре. Для нормального роста микроорганизмов величина активности воды не должна быть менее 0,8–0,9; для дрожжей и плесеней – не менее 0,6–0,9. При меньших значениях микрофлора не развивается.

**Сущность метода.** Определение влаги и сухого остатка основано на высушивании навески исследуемого продукта при постоянной температуре ( $102 \pm 2$ ) °С до постоянного веса. Массовая доля сухого вещества зависит от состава молока и колеблется от 11 до 13 %.

*Используемое оборудование:* сушильный шкаф, весы аналитические, эксикатор, металлические бюксы, пипетки на 5 см<sup>3</sup>, марля.

**Техника определения.** Анализ проводят по ускоренной методике. В металлическую бюксу на дно укладывают два кружка марли и высушивают с открытой крышкой при 105 °С в сушильном шкафу в течение 20–30 мин. Вынув из сушильного шкафа, закрывают крышкой и охлаж-

дают в эксикаторе 20–30 мин. Затем взвешивают. Высушивание продолжают до постоянного веса. Вес записывают. В подготовленную таким образом бюксу пипеткой вносят 3 см<sup>3</sup> молока, равномерно распределяя его по всей поверхности марли и, закрыв крышкой, взвешивают. Вес записывают. По разности масс определяют навеску молока. Открытую бюксу с навеской помещают в сушильный шкаф при 105 °С на 60 мин. Затем бюксу закрывают, охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Высушивание и взвешивание продолжают через 20–30 мин до получения разницы в результатах не более 0,001 г. Массовую долю сухого вещества (СВ) в процентах определяют по формуле

$$СВ = (M_1 - M_0) 100 / (M - M_0),$$

где  $M_0$  – масса бюксы с марлей, г;  $M$  – масса бюксы с навеской до высушивания, г;  $M_1$  – масса бюксы с навеской после высушивания, г.

Массовую долю влаги в процентах вычисляют по формуле

$$W = 100 - СВ,$$

где СВ – массовая доля сухого вещества, %.

Массовую долю сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) вычисляют по формуле

$$СОМО = СВ - Ж,$$

где СВ – массовая доля сухого вещества, %; Ж – массовая доля жира, %.

## **Титриметрические (объемные) методы**

### ***Определение кислотности молока***

*Используемое оборудование:* колбы вместимостью 100 см<sup>3</sup>; пипетки на 1 см<sup>3</sup>, 10 см<sup>3</sup>, 20 см<sup>3</sup>; 1 %-й спиртовой раствор фенолфталеина; 0,1 н. раствор NaOH; 2,5 %-й раствор сернокислого кобальта.

1. В колбу емкостью 100 см<sup>3</sup> отмерить пипеткой 10 см<sup>3</sup> исследуемого молока и 20 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Воду прибавляют

для того, чтобы отчетливее уловить розовый оттенок при титровании. В смесь добавить 3 капли 1 %-го спиртового раствора фенолфталеина и размешать.

2. Из бюретки (отметив уровень щелочи) по каплям прибавить в колбу при постоянном помешивании 0,1 н. раствор едкого натра (или КОН) до появления слабо-розового окрашивания, соответствующего контрольному эталону окраски, не исчезающего в течение 1 мин.

Приготовление контрольного эталона окраски. В колбу на 100 см<sup>3</sup> отмерить пипеткой 10 см<sup>3</sup> молока, 20 см<sup>3</sup> воды, 1 см<sup>3</sup> 2,5 %-го раствора сернокислого кобальта, размешать. Эталон годен для работы в течение одной смены. Для более длительного хранения эталона добавить одну каплю формалина.

3. Отсчитать количество, щелочи (см<sup>3</sup>), пошедшее на титрование 10 см<sup>3</sup> молока.

4. Для выражения кислотности молока в градусах Тернера в соответствии с ГОСТ 3624 количество щелочи (см<sup>3</sup>), израсходованной на титрование 10 см<sup>3</sup> молока, умножить на 10, т. е. сделать перерасчет на 100 см<sup>3</sup> молока. Расхождение между параллельными определениями должно быть не более 1 °Т. Иногда кислотность выражают в градусах молочной кислоты (устанавливают коэффициент кислотности). Для этого надо значение градусов титрования умножить на 0,009 (количество молочной кислоты в граммах, эквивалентное 1 см<sup>3</sup> 0,1 н. щелочи).

В отдельных случаях для титрования берут 5, 10, 20 см<sup>3</sup> молока, однако расчет всегда ведут на 100 частей молока.

При отсутствии дистиллированной воды можно проводить определение и без нее. При этом результаты должны быть понижены на 2 °Т, так как в неразбавленном водой молоке труднее уловить розовый оттенок.

### ***Определение кислотности сгущенного молока***

*Используемое оборудование:* колба вместимостью 100 см<sup>3</sup>; пипетки на 10, 20 см<sup>3</sup>; фенолфталеин; 0,1 н. раствор NaOH.

1. В колбу отмерить 10 см<sup>3</sup> разбавленного сгущенного молока, добавить 20 см<sup>3</sup> дистиллированной воды.

2. Прилить 3 капли фенолфталеина, размешать и оттитровать 0,1 н. раствором NaOH до слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин.

3. Рассчитать кислотность ( $^{\circ}\text{T}$ ), умножив на 25 количество раствора щелочи ( $\text{см}^3$ ), пошедшей на титрование.

### ***Определение кислотности сухого молока***

*Используемое оборудование:* фарфоровая ступка; весы аналитические; термометр; пипетки на  $10 \text{ см}^3$ ,  $20 \text{ см}^3$ ; фенолфталеин; 0,1 н. раствор NaOH.

1. В фарфоровую ступку на теххимических весах отвесить 1,25 г сухого молока.

2. Небольшими порциями при тщательном растирании комочков добавить  $10 \text{ см}^3$  воды (температура  $60\text{--}65 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Раствор охладить и влить еще  $20 \text{ см}^3$  воды (температура  $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) и добавить 3 капли фенолфталеина.

3. Содержимое ступки оттитровать 0,1 н. раствором NaOH до получения слабо-розового окрашивания.

4. Количество щелочи ( $\text{см}^3$ ), пошедшей на титрование, умножить на 10. Полученное число покажет кислотность молока в градусах Тернера.

### ***Определение кислотности сливок***

*Используемое оборудование:* колба коническая на  $150 \text{ см}^3$ ; пипетки на  $10 \text{ см}^3$ ,  $20 \text{ см}^3$ ; 1 % раствор фенолфталеина; 0,1 н. раствор NaOH.

В коническую колбу на  $150 \text{ см}^3$  отмерить  $10 \text{ см}^3$  продукта, прибавить  $20 \text{ см}^3$  дистиллированной воды и три капли 1 % раствора фенолфталеина. Смесь перемешать и медленно титровать 0,1 н. раствором NaOH до появления слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение минуты. Количество едкого натра, пошедшее на титрование, умножают на 10 и выражают в градусах Тернера.

### ***Определение кислотности сыра и брынзы***

Кислотность сыра и брынзы выражают в градусах Тернера. Сущность метода состоит в том, что устанавливают количество деци-

нормального раствора щелочи, идущей на титрование 100 г сыра или брынзы.

*Используемое оборудование:* весы аналитические, термометр, фарфоровая ступка, фенолфталеин, цилиндр на 50 см<sup>3</sup>, 0,1 н. раствор NaOH.

**Техника определения.** 1. Навеску сыра или брынзы (5 г), взятую с точностью до 0,01 г, поместить в фарфоровую ступку, тщательно растереть, постепенно приливая 50 см<sup>3</sup> воды, нагретой до 35–40 °С.

2. Добавить 3 капли раствора фенолфталеина и оттитровать 0,1 н. щелочью до появления розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин.

3. Рассчитать кислотность сыра, умножив на 20 количество щелочи, израсходованной на титрование. Расхождение между параллельными определениями не должно быть больше 4 °Т.

### ***Определение кислотности масла***

Кислотность масла выражается в градусах Кеттстофера (°К), т. е. количеством децинормального раствора гидроокиси натрия или калия (см<sup>3</sup>), которое необходимо для нейтрализации 10 г масла.

*Используемое оборудование:* колба на 100 см<sup>3</sup>, весы аналитические, нейтрализованная смесь 95 %-го этилового спирта и серного эфира (в соотношении 1:1), 1 %-й раствор фенолфталеина, 0,1 н. раствор NaOH.

**Техника определения.** 1. В колбу на 100 см<sup>3</sup> взвесить 5 г масла, расплавить, добавить 20 см<sup>3</sup> нейтрализованной смеси 95 %-го этилового спирта и серного эфира (в соотношении 1:1).

2. В колбу со смесью прибавить 3 капли 1 %-го раствора фенолфталеина и оттитровать при помешивании 0,1 н. раствором NaOH до слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение 1 мин.

3. Рассчитать кислотность масла. Для этого количество щелочи, пошедшей на титрование, умножить на 2. Допускается расхождение между параллельными определениями не более 0,2 °К.

## *Определение белков молока методом формольного титрования*

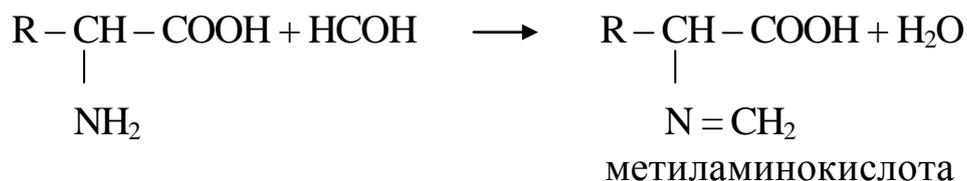
В молоке массовая доля белков составляет от 2,9 до 4 %. По содержанию и соотношению незаменимых аминокислот белки молока относятся к биологически полноценным. Белки находятся в молоке в коллоидно-дисперсном состоянии.

Среди белков молока можно выделить две основные группы: казеин (78–85 %) и сывороточные белки (15–22 %). Главными компонентами казеина являются  $\alpha_{s1}$ -,  $\beta$ -,  $\chi$ -,  $\gamma$ -казеин. По своим свойствам фракции отличаются друг от друга. В молоке казеин содержится в виде казеинаткальцийфосфатного комплекса – ККФК. ККФК образует мицеллы почти сферической формы, состоящие из субмицелл. Нативные мицеллы казеина имеют на поверхности общий отрицательный заряд и прочную гидратную оболочку, что в значительной степени обуславливает их устойчивость в молоке.

Сывороточные белки представлены в основном  $\alpha$ -лактальбумином,  $\beta$ -лактоглобулином, иммуноглобулинами, компонентами протеозо-пептонных фракций. Также в сыворотке содержится лактоферрин, ферменты и другие компоненты. Сывороточные белки являются наиболее биологически ценной частью белков молока.

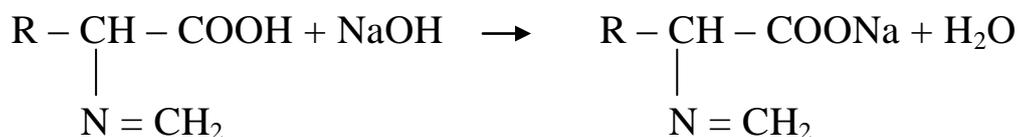
Для определения массовой доли общего белка в молоке применяется несколько методов. Арбитражным является метод Кьельдаля. На молочных заводах чаще используют метод формольного титрования. Также можно применять колориметрический метод и различные инструментальные методы с помощью специальных приборов.

**Сущность метода** состоит в том, что свободные аминокислоты белков могут взаимодействовать с формалином. В процессе реакции аминокислота теряет свои основные свойства – оба водорода аминокислотной группы замещаются метильной группой:



Свободная карбоксильная группа оттитровывается щелочью.

Количество титруемых COOH-групп эквивалентно количеству связанных формалином аминогрупп белка:



*Используемое оборудование:* химический стакан вместимостью 50 см<sup>3</sup>, химический стакан вместимостью 150–200 см<sup>3</sup>, пипетка на 20 см<sup>3</sup>, 2,5 %-й сернокислый кобальт, 2 % раствор фенолфталеина, раствор NaOH 0,1 моль/дм<sup>3</sup>, нейтрализованный (свежеприготовленный) 36–40 %-й формалин.

**Техника определения.** Перед началом определения готовят эталон окраски: в стакан отмеривают 20 см<sup>3</sup> молока и 0,5 см<sup>3</sup> 2,5 %-го сернокислого кобальта. Эталон пригоден для работы в течение смены. Во избежание отстоя сливок время от времени эталон рекомендуется перемешивать.

Проведение анализа: в химический стакан вместимостью 150–200 см<sup>3</sup> отмеривают пипеткой 20 см<sup>3</sup> молока, 0,25 см<sup>3</sup> 2 % раствора фенолфталеина и титруют раствором едкого натра 0,1 моль/дм<sup>3</sup> до появления слабо-розовой окраски, соответствующей приготовленному эталону. Затем вносят 4 см<sup>3</sup> нейтрализованного (свежеприготовленного) 36–40 %-го формалина и вторично титруют до такой же интенсивности окраски, как и при первом титровании.

Количество см<sup>3</sup> раствора едкого натра, израсходованного на титрование в присутствии формалина, умноженное на коэффициент 0,959, дает содержание общего белка в молоке, в процентах. Проводят не менее двух параллельных определений. Допускается расхождение при титровании между двумя параллельными определениями не более 0,05 см<sup>3</sup> щелочи.

Титрование ведут при дневном освещении. В случае титрования при искусственном освещении используют экран.

Массовую долю общего белка в молоке по результатам формального титрования можно найти, используя таблицу (приложение Б).

## **Контрольные вопросы**

1. Какой показатель измеряют с помощью пикнометра? Опишите методику определения.
2. Какой принцип метода определения массовой доли белка формольным титрованием?
3. Какой метод является арбитражным при определении массовой доли белка?
4. В чем измеряется кислотность масла, какой физический смысл этого показателя?

## **Содержание отчета**

Отчет должен содержать:

1. Цель работы.
2. Формулы, используемые для расчета определяемых величин.
3. Краткие методики проведения исследований измеряемых величин.
4. Результаты исследований.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

### ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

**Цель работы** – ознакомиться с методами исследования физико-химических свойств молока и молочных продуктов.

**Выполняются задания:**

**Задание 1** – определить рН молока.

**Задание 2** – ознакомиться с методикой определения взбитости мороженого.

**Задание 3** – изучить метод определения растворимости сухого молока.

#### Потенциометрические методы

##### *Метод измерения рН молока (ГОСТ 26781–85)*

*Используемое оборудование:* рН-метр, термометр, стакан вместимостью 50–100 см<sup>3</sup>.

В стакан вместимостью 50–100 см<sup>3</sup> наливают  $(40 \pm 5)$  см<sup>3</sup> молока температурой  $(20 \pm 2)$  °С и погружают электроды прибора. Электроды не должны касаться стенок и дна стакана. Через 10–15 с снимают показания по шкале прибора. Для быстрого установления показаний прибора измерения проводят при круговом перемещении стаканчика с молоком.

После каждого измерения электроды датчика промывают дистиллированной водой. При массовых измерениях рН молока остатки предыдущей пробы удаляют с электродов следующей пробой, а электроды промывают через 3–5 измерений.

В промежутках между измерениями электроды датчика погружают в стакан с дистиллированной водой.

Проводят два параллельных измерения. За окончательный результат измерения рН принимают среднеарифметическое значение результатов двух параллельных измерений, расхождение между которыми не должно превышать 0,03.

## Рефрактометрические методы

### *Определение лактозы рефрактометрическим методом*

Метод основан на способности молочной сыворотки преломлять проходящий через нее луч света на определенный угол в зависимости от концентрации молочного сахара в ней.

*Используемое оборудование:* рефрактометр, водяная баня, толстостенная пробирка или пенициллиновый флакон с пробкой, пипетка на 5 см<sup>3</sup>, 4 % раствор хлорида кальция.

**Техника определения.** В толстостенную пробирку или флакон отмеривают 5 см<sup>3</sup> исследуемого молока кислотностью не выше 20 °Т (при исследовании молока повышенной кислотности получают завышенные результаты) и 5 капель 4 % раствора хлорида кальция. Пробирку плотно закрывают пробкой и ставят в кипящую водяную баню на 10 мин. Вынимают пробирку из бани и свернувшееся в ней молоко охлаждают до 20 °С, опуская в холодную воду. Затем берут пипетку или стеклянную трубку с ватным тампоном, в нижней части, погружают конец с ватой в отделившуюся сыворотку и втягивают ее, профильтровывая через вату (жидкость слегка мутноватая).

Определение массовой доли лактозы проводят при помощи рефрактометра следующим образом: откидывают верхнюю призму, на поверхность нижней призмы наносят несколько капель молочной сыворотки и верхнюю призму опускают. Пропускают через призмы прибора воду температурой 17,5 °С. Затем, наблюдая в окуляр, движением рукоятки вверх и вниз совмещают границу между темной и светлой частью поля зрения с точкой пересечения пунктирных линий. По шкале отсчитывают коэффициент преломления. По коэффициенту преломления в таблице (приложение В) находят массовую долю лактозы в исследуемом молоке и результат записывают в тетрадь. Коэффициент отсчитывают с точностью до 0,0001.

## Специальные методы исследования молочных продуктов

### *Определение растворимости сухого молока*

*Используемое оборудование:* центрифуга, градуированные центрифужные пробирки на 10 см<sup>3</sup>, резиновые пробки, весы аналитические, термометр, пипетка на 5 см<sup>3</sup>, стеклянная палочка.

1. В градуированную центрифужную пробирку на 10 см<sup>3</sup> на теххимических весах отвесить 1,25 г сухого молока, прилить пипеткой 5 см<sup>3</sup> дистиллированной воды температурой 65–70 °С при тщательном размешивании и растирании комочков стеклянной палочкой до однородной массы.

2. Палочку вынуть, ополоснуть небольшими порциями воды, которую слить в пробирку, и довести объем жидкости в пробирке до деления 10.

3. Закрывать пробирку резиновой пробкой, перемешать содержимое и поставить на 5 мин в водяную баню (65–70 °С).

4. Пробирки, вынутые из водяной бани, нужно встряхивать в течение 1 мин, затем поместить в центрифугу одна против другой пробками к центру; центрифугировать 5 мин при скорости вращения центрифуги 1000 об/мин.

5. После центрифугирования отсчитать объем осадка.

### ***Метод определения взбитости мороженого (ГОСТ Р 52175–2003)***

Метод основан на измерении масс фиксированного объема смеси, поступающей во фризера, и того же объема насыщенной воздухом смеси (мороженого), выходящей из фризера, и расчете взбитости мороженого.

Взбитость – это выраженное в процентах отношение разности масс смеси и мороженого одного и того же объема к массе мороженого.

Диапазоны взбитости мороженого (на выходе из фризера):

– от 60 % до 90 % – для молочного мороженого;

– от 60 % до 110 % – для сливочного мороженого;

– от 60 % до 130 % – для мороженого пломбира.

Взбитость мороженого, вырабатываемого на эскимогенераторах, – не менее 40 %.

*Используемое оборудование:* весы аналитические, стаканы из нержавеющей стали номинальной вместимостью 50, 100, 150 и 200 см<sup>3</sup>, шпатель, сушильный шкаф.

**Техника определения.** Метод предназначен для определения взбитости мороженого в процессе его изготовления (после фризирования).

Стакан заполняют смесью для мороженого вровень с краем стакана и взвешивают с записью результата до 1 г.

Стакан освобождают от смеси, моют питьевой водой, сушат в сушильном шкафу, охлаждают при комнатной температуре и взвешивают с записью результата до 1 г.

Подготовленный стакан заполняют выходящим из фризера мороженым, не допуская образования пустот, вровень с краем стакана. Выступающее за край стакана мороженое осторожно снимают ножом или шпателем. Стакан с мороженым взвешивают с записью результата до 1 г.

Взбитость мороженого  $V$ , %, вычисляют по формуле

$$V = (M_2 - M_3) 100 / (M_3 - M_1),$$

где  $M_2$  – масса стакана, заполненного смесью, г;  $M_3$  – масса стакана, заполненного мороженым, г;  $M_1$  – масса стакана, г; 100 – коэффициент пересчета отношения в проценты, %.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое взбитость мороженого?
2. На чем основан метод определения взбитости мороженого?
3. Опишите метод исследования растворимости сухого молока.

### **Содержание отчета**

В отчете необходимо указать:

1. Цель работы.
2. Сущность применяемых методов исследований.
3. Результаты исследований.
4. Выводы.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

### ИЗУЧЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

**Цель работы** – изучить особенности измерения структурно-механических характеристик молока и молочных продуктов.

**Выполняются задания:**

**Задание 1** – определить условную вязкость молока и молочных продуктов (кефира, ряженки), сравнить полученные данные.

**Задание 2** – ознакомиться с методикой исследования структурно-механических показателей молока и молочных продуктов на прецизионном вискозиметре Гепплера.

#### Определение условной вязкости жидких молочных продуктов на вискозиметре ВЗ-246

Метод основан на быстром измерении времени истечения ньютоновских или приближающихся к ним жидкостей объемом  $100 \text{ см}^3$  через точно калиброванное отверстие. Метод заимствован из методов испытаний лакокрасочных материалов и покрытий.

**Устройство и порядок работы на вискозиметре ВЗ-246.** Вискозиметр ВЗ-246 состоит из штатива, резервуара вместимостью  $100 \text{ см}^3$  с соплом (рис. 2).

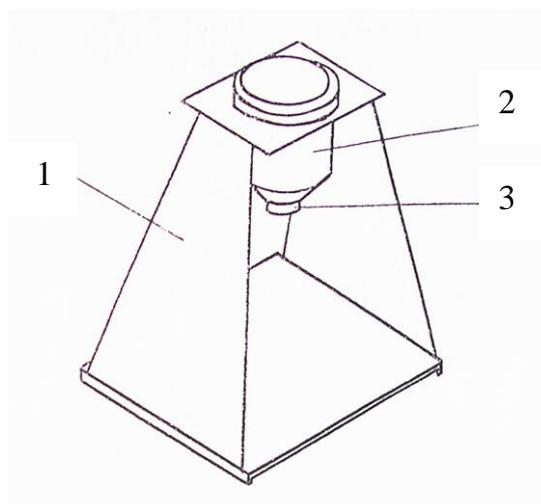


Рис. 2. Вискозиметр ВЗ-246:  
1 – штатив; 2 – резервуар; 3 – сопло съемное

Для сопла с диаметром 2 мм диапазон времени истечения жидкости составляет 70–300 с, для сопла с диаметром 4 мм 12–200 с, для сопла с диаметром 6 мм – 20–200 с.

Рекомендуется выдержать резервуар и исследуемую жидкость в помещении для испытаний в течение 24 ч.

*Используемое оборудование:* вискозиметр ВЗ-246, стеклянная пластина.

**Техника определения:**

1. Ввинтить сопло с нужным диаметром в резервуар. Поместить резервуар в штатив, который установить на горизонтальной поверхности стола.

2. Закрыть выходное отверстие сопла резервуара пальцем для исключения вытекания жидкости. Медленно, во избежание образования пузырьков воздуха, налить в резервуар до верхней кромки исследуемый продукт. Образовавшийся мениск удалить стеклянной пластиной.

3. Установить приемный сосуд так, чтобы расстояние между выходным отверстием резервуара и приемным сосудом было не менее 100 мм.

4. Открыть выходное отверстие резервуара и при начале истечения жидкости из отверстия одновременно включить секундомер.

5. В момент первого прерывания струи остановить секундомер и отсчитать время.

6. Время истечения определить с погрешностью не более 0,5 с.

**Выполнение работы.** Ознакомиться с работой на вискозиметре ВЗ-246. Пробы исследуемых пищевых продуктов тщательно перемешать, выдержать при комнатной температуре несколько часов. Провести измерения условной вязкости продуктов по методике, приведенной выше.

Количество повторных измерений – от 3 до 5. Последующие измерения условной вязкости жидкого продукта можно проводить сразу после окончания предыдущих измерений. По полученным данным рассчитать среднее арифметическое значение времени истечения продукта.

## Определения вязкости молока, сливок, сгущенного молока на прецизионном вискозиметре Гепплера

*Используемое оборудование:* Вискозиметр Гепплера с комплектом шаров различного диаметра; термостат жидкостной, позволяющий поддерживать температуру 15–25 °С с отклонением не более  $\pm 0,5$  °С от заданной температуры; термометр стеклянный жидкостной (не ртутный) с диапазоном измерения 0–100 °С и пределом допускаемой погрешности  $\pm 1$  °С; секундомер; экран матовый с подсветкой, размером не менее 1,0×0,5 м; пинцет; стеклянная палочка; раствор соды; 5 % раствор аммиака.

Шары, применяемые для определения вязкости исследуемого продукта, выбирают по табл. 4 в зависимости от вида продукта.

Таблица 4

**Размеры шаров и область измеряемой вязкости**

Шар	Диаметр	Константа	Область измерения вязкости (Па·с) при наивысшей продолжительности падения шара 300 с
1	15,87	0,0016	$0,3 \cdot 10^{-3}$ до $3 \cdot 10^{-3}$
2	15,78	0,0150	$3 \cdot 10^{-3}$ до $30 \cdot 10^{-3}$
3	15,56	0,1300	$25 \cdot 10^{-3}$ до $250 \cdot 10^{-3}$
4	15,00	1,2000	$250 \cdot 10^{-3}$ до $2500 \cdot 10^{-3}$
5	13,50	10,500	$2500 \cdot 10^{-3}$ до $25000 \cdot 10^{-3}$
6	10,00	40,000	$8000 \cdot 10^{-3}$ до $80000 \cdot 10^{-3}$

Во избежание турбулентного движения жидкости, вызывающего повышение вязкости, продолжительность падения шара на отрезке пути 100 мм должна быть не менее 25 с. Для получения точного результата на приборе Гепплера необходимо во время опыта точно соблюдать температуру, используя ультратермостат.

На рис. 3 представлен вискозиметр Гепплера. Перед определением вязкости вискозиметр устанавливают по уровню перед белым освещенным экраном. Внутренняя трубка вискозиметра, ее крышки и шары должны быть тщательно очищены. Для обезжиривания применяют горячий содовый раствор с добавлением 5 %-го раствора аммиака, после чего ополаскивают водой.

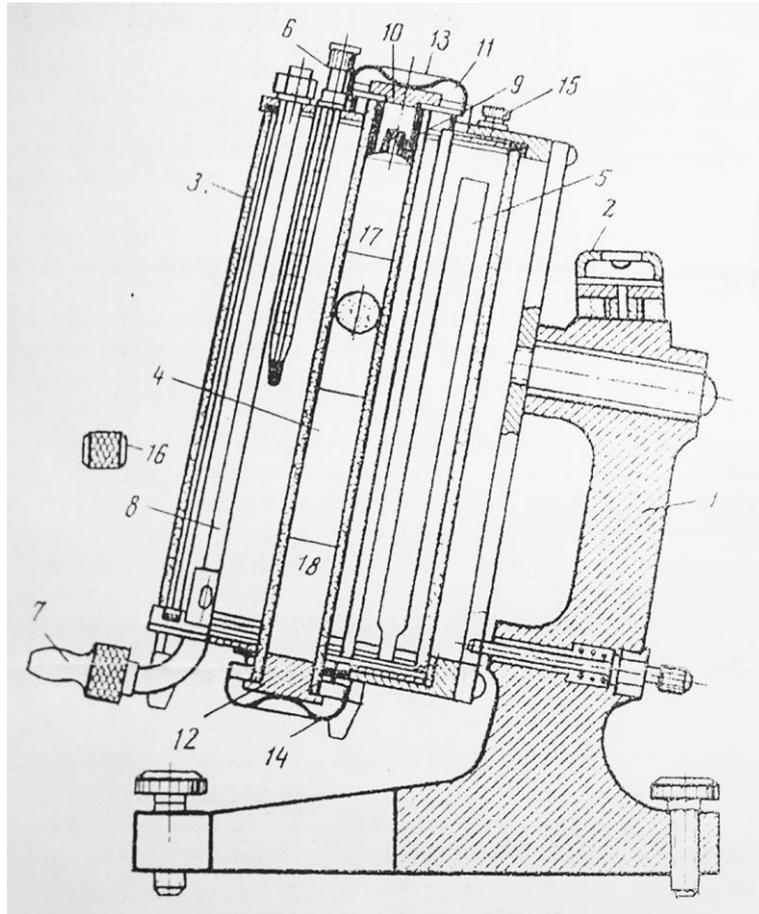


Рис. 3. Прецизионный вискозиметр Гепплера:

1 – штатив; 2 – уровнемер; 3 – баня; 4 – внутренняя стеклянная трубка; 5 –электронагреватель; 6 – термометр; 7 и 8 – вводная и выводная трубки со штуцерами; 9 – полая пробка; 10 – резиновое кольцо; 11 – заглушка; 12 – резиновая пробка; 13 и 14 – верхняя и нижняя крышки; 15 – винт для удаления воздуха; 16 – запорная капсула; 17 и 18 – кольцевые отметки

Внутреннюю стеклянную трубку вискозиметра наполняют исследуемым продуктом. Для этого закрывают трубку резиновой пробкой и осторожно по стенке, во избежание образования пены, вливают в нее молоко, чтобы уровень его был примерно на 25 мм ниже верхнего края трубки. Затем пинцетом берут нужный шар и вводят его в трубку с молоком. Если ниже шара оказались пузырьки воздуха, их удаляют, подталкивая шар стеклянной палочкой.

Наблюдают за движением шара. В момент соприкосновения ближнего края шара с верхней кольцевой отметкой вискозиметра включают секундомер, а в момент соприкосновения с нижней кольцевой отметкой вискозиметра секундомер выключают. Отмечают

продолжительность падения шара. Перевернув вискозиметр, измерения повторяют.

**Оформление результатов исследований.** Проводят несколько измерений и рассчитывают среднее показание. Абсолютную динамическую вязкость вычисляют по формуле

$$Dв = T (D - D_1) K,$$

где  $Dв$  – динамическая вязкость исследуемой жидкости, Па·с;  $T$  – продолжительность падения шара, с;  $D$  – плотность материала при 20 °С, из которого изготовлен шар, кг/м<sup>3</sup>;  $D_1$  – плотность исследуемой жидкости при температуре измерения 20 °С, кг/м<sup>3</sup>;  $K$  – константа шара.

Для стеклянных шаров плотностью 2500 кг/м<sup>3</sup> необходимо определять плотность испытуемой жидкости с точностью до 2 кг/м<sup>3</sup>. При пользовании шарами из металла со средней плотностью 8100 кг/м<sup>3</sup> достаточна точность до 8 кг/м<sup>3</sup>. Плотность материала, из которого изготовлен шар, и константа шара указаны в прилагаемом к прибору поверочном свидетельстве. Например, плотность материала шарика 2410 кг/м<sup>3</sup>,  $K = 0,015$ .

Провести соответствующие вычисления и результаты записать в табл. 5.

Таблица 5

#### Результаты исследований

Наименование продукта	Плотность, кг/м <sup>3</sup>		Продолжительность падения шара, с	Константа шара	Динамическая вязкость, Па·с
	шара	исследуемой жидкости			
1	2	3	4	5	6

Проанализировать полученные результаты и сделать вывод.

## **Контрольные вопросы**

1. Какие показатели исследуют на прецизионном вискозиметре Гепплера?
2. На основании чего выбирают диаметр шара, используемого в вискозиметре Гепплера?
3. Какие параметры будут влиять на значение вязкости молочных продуктов?

## **Содержание отчета**

Отчет должен содержать:

1. Цель работы.
2. Сущность применяемых методов исследования.
3. Результаты исследований.
4. Выводы.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

### КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

**Цель работы** – провести комплексную оценку качества кисломолочных продуктов для установления соответствия показателей требованиям нормативных документов.

**Выполняются задания:**

**Задание 1** – провести исследование физико-химических показателей кисломолочных продуктов.

**Задание 2** – установить соответствие полученных данных требованиям стандарта на исследуемую продукцию.

При оценке качества кисломолочных продуктов использовать методики, освоенные в ходе выполнения предыдущих лабораторных работ.

#### *Определение содержания влаги в твороге*

Количество влаги в твороге можно определить с помощью прибора Чижовой, экспресс-методом, арбитражным способом – высушиванием навески творога (3–5 г) при  $(102 \pm 2)^\circ\text{C}$  (определение проводят так же, как и при исследовании молока).

*Используемое оборудование:* сушильный шкаф, весы аналитические, фарфоровая чашка, стеклянная палочка, песок.

#### *Техника определения влаги в твороге экспресс-методом (высушивание при 160–165 °С)*

1. Фарфоровую чашку со стеклянной палочкой и 20–25 г песка поместить в сушильный шкаф на 1 ч при температуре 102–105 °С.

2. Не охлаждая чашку, поставить ее на треугольник, находящийся на весах, и взвесить.

3. Отвесить в чашку 5 г творога и тщательно перемешать его с песком, после чего чашку на 20 мин поместить в сушильный шкаф при температуре 160–165 °С. Затем, не охлаждая чашки, поместить ее на треугольник и взвесить.

4. Вычислить по формуле количество влаги в твороге:

$$B = (m - m_1) 100/5,$$

где  $B$  – содержание влаги в твороге, %;  $m$  – масса чашки с треугольником, песком, стеклянной палочкой и творогом до высушивания, г;  $m_1$  – масса чашки с треугольником, песком, стеклянной палочкой и творогом после высушивания, г; 5 – навеска творога, г.

### ***Определение кислотности творога***

*Используемое оборудование:* весы аналитические, термометр, фарфоровая ступка, цилиндр на 50 см<sup>3</sup>, фенолфталеин, 0,1 н. раствор щелочи.

1. Навеску творога (5 г) перенести в фарфоровую ступку и растереть в 50 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, имеющей температуру 35–40 °С.

2. Прибавить 3 капли фенолфталеина и оттитровать 0,1 н. раствором щелочи (перемешивая содержимое пестиком) до появления слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение 1 мин.

3. Вычислить кислотность творога, умножив количество щелочи (см<sup>3</sup>), пошедшей на титрование, на 20. Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 4 °Т.

### ***Определение кислотности сметаны***

*Используемое оборудование:* весы аналитические, стакан вместимостью 100 см<sup>3</sup>, стеклянная палочка, фенолфталеин, 0,1 н. раствор NaOH.

1. На технохимических весах отвесить в стакан 5 г сметаны, прибавить 40 см<sup>3</sup> воды, 3 капли фенолфталеина, хорошо размешать стеклянной палочкой.

2. Смесь в стакане оттитровать из бюретки 0,1 н. раствором NaOH до появления не исчезающей в течение 1 мин слабо-розовой окраски.

3. Отсчитать количество щелочи (см<sup>3</sup>), пошедшей на титрование. Умножив результат на 20, получим кислотность в градусах Тернера. Расхождение между параллельными определениями не должно быть более 2 °Т.

## *Определение содержания жира в сметане*

Кислотный метод Гербера определения массовой доли жира в молоке основан на выделении жира из молока в жиromeре посредством центрифугирования после растворения белковой оболочки жировых шариков концентрированной серной кислотой. Полному выделению жира в виде сплошного слоя способствует добавление изоамилового спирта.

*Используемое оборудование:* жиromeры для сливок, пробки резиновые для жиromeров, приборы для отмеривания серной кислоты и изоамилового спирта вместимостью соответственно 10 и 1 см<sup>3</sup>, центрифуга, водяная баня, штатив для жиromeров, термометр со шкалой 0–100 °С, полотенце, серная кислота плотностью 1,81–1,82 г/см<sup>3</sup>, спирт изоамиловый плотностью 0,81–0,82 г/см<sup>3</sup>.

1. В жиromeре на техnoхимических весах взвесить 5 г продукта.

2. Прилить в жиromeр 5 см<sup>3</sup> воды, 10 см<sup>3</sup> серной кислоты (плотность 1,81–1,82), стараясь не смочить горлышко. Затем в жиromeр добавляют 1 см<sup>3</sup> изоамилового спирта и закрывают сухой пробкой, вводя ее в горлышко жиromeра немного более чем на половину. Для удобства пробки натирают мелом.

3. Затем жиromeры встряхивают до полного растворения белков, переворачивают 4–5 раз, следя, чтобы жидкости полностью перемешались. Так как при смешивании с кислотой смесь сильно разогревается, то для предохранения рук жиromeр обертывают полотенцем.

4. Жиromeры ставят пробкой вниз в водяную баню с температурой 65 °С на 5 мин. Вынув из бани, жиromeры вставляют в патроны центрифуги узкой градуированной частью к центру, располагая их симметрично один против другого. При нечетном количестве жиromeров в центрифугу помещают жиromeр, наполненный водой.

5. Центрифугу закрывают крышкой. Центрифугируют в течение 5 мин при скорости вращения 1000–1200 об/мин.

6. Жиromeры вынимают из центрифуги (градуированная часть строго вверх) и движением резиновой пробки регулируют столбик жира так, чтобы он находился в узкой градуированной части. Жиromeры помещают в водяную баню пробками вниз.

7. Через 5 мин жиромеры вынимают и быстро производят отсчет количества жира. При отсчете жиромер держат вертикально, граница жира должна находиться на уровне глаз. Движением пробки вверх или вниз устанавливают нижнюю границу столбика жира на целом делении шкалы жиромера и от него отсчитывают число делений до нижней точки вогнутого мениска столбика жира. Граница раздела жира и кислоты должна быть резкой, а столбик жира прозрачным, светло-желтого цвета.

Отсчет жира в жиромере производят с точностью до одного малого деления шкалы жиромера. Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0,1 % жира. За окончательный результат принимают среднее арифметическое двух параллельных определений. Показание жиромера соответствует массовой доле жира в продукте в процентах.

Из сметаны жирностью выше 40 % берут навеску 2,5 г, а воды 7,5 см<sup>3</sup>. В этом случае содержание жира в продуктах соответствует показателю жиромера, умноженному на 2. Для определения содержания жира в сметане, выработанной из гомогенизированных сливок, применяется трехкратное центрифугирование и перед каждым центрифугированием нагревание в водяной бане при температуре (65 ± 2) °С в течение 5 мин.

### ***Определение содержания жира в твороге***

Количество жира в твороге определяют с помощью сливочных или молочных жиромеров.

#### **Техника определения в сливочном жиромере:**

1. Жиромер уравновесить на технoхимических весах, отвесить в него 5 г творога или творожной массы.
2. Снять жиромер с весов, налить в него 5 см<sup>3</sup> воды, 10 см<sup>3</sup> серной кислоты (плотность 1,81–1,82) и 1 см<sup>3</sup> изоамилового спирта.
3. Жиромер закрыть резиновой пробкой и после перемешивания содержимого поставить в баню при температуре воды (65 ± 2) °С, периодически встряхивая до растворения белка.
4. Последующие операции выполнять так же, как и при определении содержания жира в сметане.
5. Отсчитать по шкале содержание жира. Жиромер показывает содержание жира в твороге в процентах. Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0,5 %.

### **Техника определения в молочном жиромере:**

1. В жиромер отвесить 2 г творога. Прилить 9 см<sup>3</sup> воды, 10 см<sup>3</sup> серной кислоты (плотность 1,81–1,82) и 1 см<sup>3</sup> изоамилового спирта.
2. Жиромер закрыть резиновой пробкой; содержимое перемешать, поставить на водяную баню при температуре воды (65 ± 2) °С и периодически встряхивать до полного растворения белка.
3. Последующие операции такие же, как и при определении содержания жира в сметане.
4. Чтобы получить содержание жира в твороге в процентах, результат отсчета по жиромеру надо умножить на 5,5.

### **Контрольные вопросы**

1. По каким химическим показателям оценивают качество кисломолочных продуктов?
2. Какие физические показатели используют при оценке качества кисломолочных продуктов?
3. Какие показатели могут свидетельствовать о порче кисломолочных продуктов?

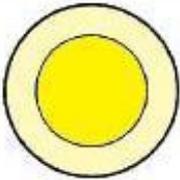
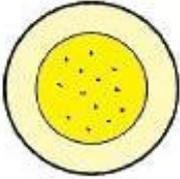
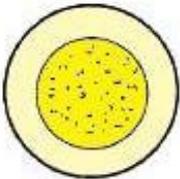
### **Содержание отчета**

Отчет должен содержать:

1. Цель работы.
2. Полученные результаты.
3. Выводы о соответствии исследуемых продуктов требованиям действующего стандарта.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Образец сравнения для определения группы чистоты молока (при фильтровании пробы объемом 250 см<sup>3</sup>)

Группа чистоты	Образец сравнения	Характеристика
Первая		На фильтре отсутствуют частицы механической примеси. Допускается для сырого молока наличие на фильтре не более двух частиц механической примеси
Вторая		На фильтре имеются отдельные частицы механической примеси (до 13 частиц)
Третья		На фильтре заметный осадок частиц механической примеси (волоски, частицы корма, песка)

**Примечание.** Цвет фильтра должен соответствовать цвету молока в соответствии с требованиями НТД. При изменении цвета фильтра молоко, независимо от количества имеющейся на фильтре механической примеси, относят к третьей группе чистоты.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Зависимость расхода щелочи от массовой доли белка в молоке

Расход раствора едкого натра при титровании в присутствии формалина, см <sup>3</sup>	Массовая доля белка в молоке, %	Расход раствора едкого натра при титровании в присутствии формалина, см <sup>3</sup>	Массовая доля белка в молоке, %
2,45	2,35	3,30	3,16
2,50	2,40	3,35	3,21
2,55	2,44	3,40	3,26
2,60	2,49	3,45	3,31
2,65	2,54	3,50	3,35
2,70	2,59	3,55	3,40
2,75	2,64	3,60	3,45
2,80	2,69	3,65	3,50
2,85	2,73	3,70	3,55
2,90	2,78	3,75	3,60
2,95	2,83	3,80	3,65
3,00	2,88	3,85	3,69
3,05	2,93	3,90	3,74
3,10	2,98	3,95	3,79
3,15	3,03	4,00	3,85
3,20	3,07	4,05	3,89
3,25	3,12	4,10	3,94

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Определение содержания молочного сахара по коэффициенту преломления (при 17,5 °С)

Коэффициент преломления при 17,5 °С	Содержание молочного сахара, %	Коэффициент преломления при 17,5 °С	Содержание молочного сахара, %
1,3390	3,01	1,3420	4,49
91	3,06	21	4,54
92	3,11	22	4,59
93	3,16	23	4,64
94	3,21	24	4,69
95	3,26	25	4,74
96	3,31	26	4,79
97	3,36	27	4,84
98	3,42	28	4,89
99	3,47	29	4,95
1,3400	3,52	1,3430	5,00
01	3,57	31	5,05
02	3,62	32	5,10
03	3,67	33	5,15
04	3,70	34	5,20
05	3,72	35	5,25
06	3,77	36	5,30
07	3,82	37	5,35
08	3,87	38	5,40
09	3,93	39	5,45
1,3410	3,98	1,3440	5,50
11	4,03	41	5,55
12	4,08	42	5,60
13	4,13	43	5,65
14	4,16	44	5,70
15	4,23	45	5,75
16	4,28	46	5,80
17	4,33	47	5,85
18	4,38	48	5,90

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная литература

1. **Васильев В.П.** Аналитическая химия. Кн. 1. Титриметрические и гравиметрические методы анализа: Учеб. для вузов. – М.: Дрофа, 2007. – 383 с.
2. **Васильев В.П.** Аналитическая химия. Кн. 2. Физико-химические методы анализа: Учеб. для вузов. – М.: Дрофа, 2007. – 368 с.
3. **Криштафович В.И., Колобов С.В.** Методы и техническое обеспечение контроля качества (продовольственные товары). – М.: ИТК «Дашков и К<sup>о</sup>», 2007. – 124 с.
4. **Вытовтов А.А., Грузинов Е.В., Шленская Т.В.** Физико-химические свойства и методы контроля качества товаров. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 176 с.
5. Безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов: Учеб. пособие / И.А. Рогов, Н.И. Дунченко, В.М. Поздняковский и др. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. – 227 с.

### Дополнительная литература

6. **Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А.** Методы исследований мяса и мясных продуктов. – М.: Колос, 2001. – 376 с.
7. **Крусь Г.Н., Шалыгина А.М., Волокитина З.В.** Методы исследования молока и молочных продуктов. – М.: КолосС, 2002. – 368 с.
8. **Лурье И.С., Скокан Л.Е., Цитович А.П.** Технохимический и микробиологический контроль в кондитерском производстве: Справ. – М.: КолосС, 2003. – 416 с.
9. **Косой В.Д., Меркулов М.Ю., Юдина С.Б.** Контроль качества молочных продуктов методами физической механики. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 208 с.
10. **Родина Т.Г.** Сенсорный анализ продовольственных товаров. – М.: Академия, 2006. – 208 с.
11. Физические методы контроля сырья и продуктов в мясной промышленности (лабораторный практикум) /Л.В. Антипова, Н.Н. Безрядин, С.А. Титов и др. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 200 с.
12. **Журавская Н.К., Гутник Б.Е., Журавская Н.А.** Технохимический контроль производства мяса и мясопродуктов. – М.: Колос, 2001. – 176 с.

13. **Барковский В.Ф., Городенцева Т.Б., Топорова Н.Б.** Основы физико-химических методов анализа. – М.: Высш. шк., 1983. – 247 с.
14. **Пилипенко Т.В.** Товароведение и экспертиза пищевых жиров. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 384 с.
15. **Данилова Н.С.** Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов. – М.: КолосС, 2008. – 280 с.
16. **Коренман Я.И.** Практикум по аналитической химии: анализ пищевых продуктов: Кн. 1. Титриметрические методы анализа: Учеб. для вузов. – М.: КолосС, 2005.
17. **Коренман Я.И.** Практикум по аналитической химии: анализ пищевых продуктов: Кн. 2. Оптические методы анализа: Учеб. для вузов. – М.: КолосС, 2005.
18. **Коренман Я.И.** Практикум по аналитической химии: анализ пищевых продуктов: Кн. 3. Электрохимические методы анализа: Учеб. для вузов. – М.: КолосС, 2005. – 232 с.
19. **Коренман Я.И.** Практикум по аналитической химии: анализ пищевых продуктов: Кн. 4. Хроматографические методы анализа: Учеб. для вузов. – М.: КолосС, 2005.

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

20. <http://lib.ifmo.ru/index.php?type=1&id2=0>
21. <http://lib.ifmo.ru/index.php?type=3&page=eljournal2&id2=6>
22. Электронная библиотека издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>
23. Научная электронная библиотека: <http://elibrary.ru>;
24. Библиотека. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: <http://window.edu.ru>;
25. Российская электронная библиотека: <http://www.elbib.ru>;
26. Публичная Интернет-библиотека: <http://www.public.ru>;
27. Сайт ИСО – [www.iso.ch/](http://www.iso.ch/)
28. Электронная библиотека ИХиБТ ИТМО  
[http://ihbt.edu.ru/struktura/podrazdeleniya/biblioteka/elektronnye\\_resursy/](http://ihbt.edu.ru/struktura/podrazdeleniya/biblioteka/elektronnye_resursy/)

### **Электронные ресурсы**

29. <http://www.chemport.ru>
30. <http://www.xumuk.ru>
31. <http://www.allbest.ru>

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	3
СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 ОЗНАКОМЛЕНИЕ С МЕТОДАМИ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ.....	8
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 ИЗУЧЕНИЕ ОБЪЕМНЫХ, ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ И ДЕНСИМЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ.....	13
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ.....	24
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 ИЗУЧЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ.....	28
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ .....	34
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	39
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	40
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	41
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	42

Сучкова Елена Павловна  
Белозерова Мария Сергеевна

# **МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

**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 26.03.2015. Формат 60×84 1/16  
Усл. печ. л. 2,79. Печ. л. 3,0. Уч.-изд. л. 2,75  
Тираж 50 экз. Заказ № С 28

---

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

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

Санкт-Петербургский национальный  
исследовательский университет  
информационных технологий,  
механики и оптики  
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49  
Институт холода и биотехнологий  
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9



