

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

Т.А. Никифорова, И.А. Хон, Е.В. Волошин

# ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Учебное пособие

Рекомендовано ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья

Оренбург  
2019

УДК 664 (03)

ББК 36 я 7

Н 62

Рецензент – кандидат технических наук, доцент С.В. Антимонов

**Никифорова, Т.А.**

Н 62 Введение в технологии продуктов питания [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.А. Никифорова, И.А. Хон, Е.В. Волошин; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019 – 98 с.  
ISBN 978-5-7410-2385-3

Учебное пособие является руководством для проведения практических и лабораторных работ по курсу «Введение в технологии производства продуктов питания» по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья очной и заочной форм обучения.

УДК 664 (03)

ББК 36 я 7

© Никифорова Т.А.,  
Хон И.А.,  
Волошин Е.В., 2019

ISBN 978-5-7410-2385-3

© ОГУ, 2019

## Содержание

Введение.....	5
1 Анализ крахмала.....	7
1.1 Цель работы .....	7
1.2 Порядок выполнения работы .....	7
1.3 Вопросы для самоконтроля.....	11
2 Анализ муки.....	12
2.1 Цель работы .....	12
2.2 Порядок выполнения работы .....	12
2.3 Вопросы для самоконтроля.....	21
3 Анализ хлеба.....	22
3.1 Цель работы .....	22
3.2 Порядок выполнения работы .....	22
3.3 Вопросы для самоконтроля.....	27
4 Анализ макаронных изделий .....	28
4.1 Цель работы .....	28
4.2 Порядок выполнения работы .....	28
4.3 Вопросы для самоконтроля.....	31
5 Анализ печенья.....	32
5.1 Цель работы .....	32
5.2 Порядок выполнения работы .....	32
5.3 Вопросы для самоконтроля.....	38
6 Приготовление и анализ карамели .....	39
6.1 Цель работы .....	39
6.2 Порядок выполнения работы .....	39
7 Приготовление рабочих титрованных растворов .....	43
7.1 Цель работы .....	43
7.2 Порядок выполнения работы.....	43

7.3	Вопросы для самоконтроля .....	48
8	Анализ молока .....	49
8.1	Цель работы .....	49
8.2	Порядок выполнения работы .....	49
8.3	Вопросы для самоконтроля .....	61
9	Анализ прессованных дрожжей.....	62
9.1	Цель работы .....	62
9.2	Порядок выполнения работы .....	62
9.3	Вопросы для самоконтроля .....	72
10	Анализ пищевых жиров и масел.....	73
10.1	Цель работы .....	73
10.2	Порядок выполнения работы .....	73
10.3	Вопросы для самоконтроля .....	96
	Список использованных источников .....	97

## Введение

Проблема пищи всегда была одной из самых важных проблем, стоящих перед человеческим обществом.

Человечество испытывало и продолжает испытывать дефицит продуктов питания, особенно не хватает продуктов с высоким содержанием белка, однако простое увеличение потребления пищи не может решить всех проблем, связанных с питанием. Оно должно быть рациональным, соответствовать основным положениям науки о питании, требования которой должны учитываться при разработке стратегии развития пищевой промышленности.

Правильная организация питания требует знания, хотя бы в самом общем виде, химического состава пищевого сырья и готовых продуктов питания, представлений о способах их получения, о превращениях, которые происходят при их получении и при кулинарной обработке продуктов, а также сведений о пищеварительных процессах.

Неотъемлемой частью пищевой промышленности является повышение качества и биологической ценности продуктов питания. В настоящее время решается задача не только обеспечения населения пищевыми продуктами, но и создания рационального, сбалансированного по всем незаменимым факторам питания. В этом большая роль отводится технологиям производства пищевых продуктов, позволяющим максимально сохранить и даже улучшить свойства исходного сырья.

Современные технологии базируются практически на всех, фундаментальных науках. Сложные процессы, происходящие при переработке сырья в продукты питания, основаны на законах физики, теплофизики, химии, биохимии, микробиологии, механики и др.

В основу пособия положен лабораторный практикум по курсу «Введение в технологии продуктов питания»

Учебное пособие представляет единое целое с теоретическим курсом и является важной составной частью учебной программы по подготовки квалифицированных специалистов для пищевой промышленности. В пособии приведены основные методы исследования качества сырья и готовой продукции. Авторы признательны за ценные замечания в подготовке пособия доктору технических наук Леоновой С.А.

# **1 Анализ крахмала**

## **1.1 Цель работы**

Целью работы является освоение методов органолептической и физико-химической оценки качества товарного крахмала.

## **1.2 Порядок выполнения работы**

### **1.2.1 Материалы, реактивы, оборудование**

Весы лабораторные; лабораторная посуда; стеклянная пластина с нанесенной сеткой 1×1см; 0,1н раствор NaOH; 1-%-й спиртовый раствор фенолфталеина; реактив Люголя (5 г йода и 10 г йодистого калия доводятся в мерной колбе дистиллированной водой до 100 см<sup>3</sup>); микроскоп.

### **1.2.2 Определение органолептических показателей крахмала**

Основными органолептическими показателями качества крахмала являются внешний вид, цвет, запах, блеск, хруст.

Провести органолептическую оценку товарного крахмала и занести результаты в лабораторный журнал.

### 1.2.3 Физико-химическая оценка качества крахмала

#### *Техника определения массовой доли влаги.*

Массовую долю влаги определяют экспресс-методом. В предварительно высушенный пакетик помещают навеску крахмала массой 5 г и высушивают при температуре 160 °С в течение 5 минут, пакет охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

Массовую долю влаги определяют по формуле

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100 \quad (1.1)$$

где  $m_1$  – масса навески до высушивания, г.

$m_2$  – масса навески после высушивания, г.

#### *Техника определения кислотности.*

Кислотность крахмала выражается в градусах. Под градусом кислотности понимается объем, см<sup>3</sup> 0,1 н раствора гидроксида натрия, необходимый для нейтрализации 100 г сухих веществ крахмала.

В коническую колбу вместимостью 250-300 см<sup>3</sup> помещают 20 г исследуемого крахмала, взвешенного с точностью +0,01 г, приливают мерным цилиндром 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, прибавляют 5-8 капель 1 %-ого спиртового раствора фенолфталеина и титруют суспензию крахмала 0,1 н раствором гидроксида натрия до розовой окраски, не исчезающей в течение 1 мин. Так как крахмал обладает способностью адсорбировать фенолфталеин, то перед концом титрования добавляют еще 5-6 капель раствора фенолфталеина. Параллельно

проводят контрольный опыт в тех же условиях, но вместо крахмала титруют 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды.

Предварительно определяют массовую долю влаги в исследуемом образце крахмала.

Кислотность крахмала на 100 г сухого вещества крахмала, град определяют по формуле

$$K = \frac{(V_1 - V_2) \cdot 100}{m(100 - W)} \cdot 100 \quad (1.2)$$

где  $V_1$  – объем 0,1 н. раствора гидроксида натрия, израсходованный на титрование основного опыта, см<sup>3</sup>;

$V_2$  – объем 0,1 н. раствора гидроксида натрия, израсходованный на титрование 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, см<sup>3</sup>;

$m$  – масса навески крахмала, г;

$W$  – массовая доля влаги в крахмале, %.

#### *Техника определения количества крапин.*

Крапины – это темные включения, видимые невооруженным глазом на выровненной поверхности крахмала. Наличие их связано с неполным отделением мелкой мезги в процессе производства или загрязненностью крахмала при перевозках и хранении.

Сущность метода заключается в подсчете количества крапин на 1 дм<sup>2</sup> поверхности крахмала.

Навеску крахмала массой 50 г, взвешенной с точностью  $\pm 0,001$  г, тщательно перемешивают, насыпают на лист бумаги или стекло. На поверхность крахмала кладут стеклянную пластинку, на которой нанесены контуры прямоугольника размером 5×2 см, т.е. площадью 0,1 м<sup>2</sup> с разбивкой сетки 1×1 см.

Крахмал слегка придавливают стеклом и считают крапины на всей очерченной площади. Крахмал перемешивают и повторяют подсчет крапин не менее 5 раз. Из полученных результатов вычисляют среднее арифметическое и, увеличив его в 10 раз, получают количество крапин на 1 дм<sup>3</sup>. Запись в лабораторном журнале ведут по форме таблицы 1.1

Таблица 1.1 - Определение количества крапин в крахмале

№ отсчета	Количество крапин на 1 см <sup>2</sup> поверхности, умноженное на 100			
№ перемешивания	1	2	3	Среднее значение
1				Средне арифметическое всех перемешиваний
2				
3				
4				
5				
Заключение:				

*Техника определения примесей других видов крахмала.*

Крахмальные зерна, в зависимости от вида сырья, из которого получен крахмал, могут иметь овальную, сферическую или неправильную форму. Их размеры колеблются в значительных пределах от 2 до 150 мкм.

Наиболее крупные крахмальные зерна у картофеля, а самые мелкие – у риса и гречихи.

Характерная форма и размеры крахмальных зерен дают возможность легко различить их под микроскопом, что используется для обнаружения примеси одного продукта к другому.

Готовят разбавленную суспензию крахмала на дистиллированной воде, нанося 2-3 капли на предметное стекло, окрашивая их реактивом Люголя. Накрывают предметным стеклом и рассматривают под микроскопом. Форма крахмальных зерен должна соответствовать форме вида крахмала.

Исследуемый образец рассматривается как нестандартный при наличии в нем зерен других видов крахмала.

Сделать общий вывод по совокупности результатов исследования двух образцов крахмала. [1]

### **1.3 Вопросы для самоконтроля**

1. Что является сырьем для производства крахмала?
2. Какие виды и сорта крахмала выпускаются промышленностью?
3. По каким показателям проводят органолептическую оценку товарного крахмала?
4. По каким физико-химическим показателям определяют качество товарного крахмала?
5. Каким образом определяют массовую долю влаги в крахмале?
6. От чего зависит титруемая кислотность крахмала и в каких единицах она выражается? Расскажите методику определения кислотности крахмала.
7. Каким образом определить наличие примесей других видов в товарном крахмале?

## **2 Анализ муки**

### **2.1 Цель работы**

Целью работы является изучение качественных показателей муки различных видов, типов и сортов, их определение и сопоставление с требованиями нормативных документов (НД).

### **2.2 Порядок выполнения работы**

#### **2.2.1 Материалы, реактивы, оборудование**

Весы лабораторные технические; лабораторный рассев У1-УРЛ с набором сит; прибор БЛИК-РЗ; сушильный шкаф СЭШ-3М с набором бюкс; тестомесилка У1-ЕТК; прибор ИДК-3М; бумага фильтровальная; эксикатор; тигельные щипцы.

#### **2.2.2 Определение крупности помола муки**

*Техника определения.*

Навеску муки массой 100 г просеять на лабораторном рассеве (или вручную в течение 3 минут круговыми движениями), используя сито соответствующих номеров. Взвешиваются сход (остаток) и проход каждого сита и сопоставляются с требованиями стандарта.

Делают запись в лабораторном журнале.

### 2.2.3 Определение белизны муки

Показатель белизны может определяться взамен зольности, для чего используются приборы различных конструкций (в частности, БЛИК-РЗ).

*Техника определения.*

Изучить инструкцию к прибору. После подготовки прибора к работе в кювету насыпают пробу муки, разравнивают ее, устанавливают вместе со светозащитным экраном на ось прибора и проводят измерения в автоматическом режиме для десяти последовательно расположенных участков муки. По окончании измерений кювета останавливается, и на дисплее отображается среднее значение показателя.

Делают запись в лабораторном журнале.

### 2.2.4 Определение массовой доли влаги муки

Массовую долю влаги в муке определяют методом высушивания навески при температуре 130 °С в электрических сушильных шкафах СЭШ в течение 40 мин.

*Техника определения.*

В заранее высушенный и взвешенный металлический бюкс берут навеску муки массой 5 г. Бюксы с навесками помещают в сушильный шкаф, нагретый до температуры 140-145 °С, крышки должны быть положены под дно бюксов. Температура при этом быстро падает (ниже 130 °С). В течение 10-15 мин температуру в шкафу доводят до 130 °С и при этой температуре продолжают

высушивать в течение 40 мин. Затем бюксы вынимают, закрывают крышками, охлаждают в эксикаторе в течение 15-20 мин и взвешивают.

В соответствии с требованиями ГОСТ массовая доля влаги хлебопекарной муки не должна превышать 15 %.

Заполняют таблицу 2.1 определения массовой доли влаги в муке.

Таблица 2.1 - Определение массовой доли влаги в продукте

Наименование показателя	Образец
Масса пустого бюкса, $m_1$	
Масса бюкса с навеской образца до высушивания, $m_2$	
Масса навески образца, $m_3 = m_2 - m_1$	
Масса бюкса с навеской образца после высушивания, $m_4$	
Масса высушенного образца, $m_5 = m_4 - m_1$	
Масса испарившейся влаги, $m_3 - m_5$	
Массовая доля влаги, $W = \frac{m_3 - m_5}{m_3} \cdot 100$	

### 2.2.5 Определение массовой доли и качества клейковины

Под клейковиной понимают гидратированный белковый студень, получаемый при отмывании его водой из пшеничного теста.

Состав клейковины сильно колеблется и зависит как от сортовых и природных свойств пшеницы, из которой получена мука, так и от самой техники получения клейковины: от интенсивности и длительности отмывания клейковины, состава и температуры воды и пр.

В среднем клейковина состоит из следующих компонентов (% на СВ): белковые вещества – 80-85; жир – 2-4; минеральные соли – 1-2; клетчатка – 1-2; углеводы (кроме клетчатки) – 7-9. Кроме того, в состав клейковины входят

ферменты муки, витамины и др. Основную часть клейковины составляют белки (в основном две фракции - глиадин и глютенин).

Содержание сырой клейковины в муке различных сортов регламентируется стандартом.

Физические свойства клейковины (ее эластичность, растяжимость) изменяются в широких пределах и зависят от влияния многих факторов. Прежде всего, эти свойства являются наследственными сортовыми особенностями пшеницы. На свойства клейковины оказывают влияние почвенно-климатические, погодные и агротехнические условия произрастания, а также повышение температуры при хранении или искусственной сушке зерна.

#### *Техника определения.*

Выделить навеску муки массой 25,00 г. Перенести навеску в стакан тестомесилки У1-ЕТК и добавить 13 мл воды. Сформированное тесто закатать в шар и поместить в чашку на 20 минут, накрыв крышкой.

По истечении 20 минут начать отмывание клейковины под слабой струей водопроводной воды, имеющей температуру 18 °С. Отмывание необходимо проводить над ситом, собирая с него случайно оторвавшиеся кусочки и присоединяя их к общей массе.

Отмытую клейковину, несколько раз выворачивая, отжать между ладонями, вытирая их полотенцем. Отжимание проводить до тех пор, пока клейковина не станет слегка прилипать к рукам. Отжатую клейковину взвесить, промыть 2-3 минуты и вновь взвесить. Если разница не превышает 0,1 г, отмывание закончено.

Количество сырой клейковины следует выразить в % к взятой навеске, т.е. полученную массу сырой клейковины, г умножить на 4 при массе навески муки 25 г.

Запись в лабораторном журнале производят по форме таблицы 2.3.

## 2.2.6 Определение деформации клейковины на приборе ИДК-3М

Измеритель деформации клейковины ИДК-3М предназначен для определения качества клейковины зерна пшеницы и пшеничной муки хлебопекарного и макаронного помола по величине ее деформации под воздействием нагрузки, определенной величины в течение заданного интервала времени.

Прибор определяет качество клейковины в условных единицах прибора (усл. ед.). С помощью полученного значения в усл. ед. можно определить группу качества клейковины в соответствии с таблицей 2.2.

Из отмытой клейковины выделить навеску 4,00 г, сформовать из нее шарик и поместить в чашку с водопроводной водой при температуре 18 °С на 15 минут. По истечении этого срока производят определение упругости клейковины на приборе ИДК – 3М.

Порядок работы на приборе ИДК-3М:

- включить прибор, загорится светодиод «СЕТЬ», на индикаторе появится значение «000,0»;
- тарированная нагрузка должна находиться в нижнем положении;
- нажать кнопку «ПУСК»;
- убедиться, что начал мигать светодиод «ОТСЧЕТ ВРЕМЕНИ»;
- через 30 секунд произойдет подъем тарированной нагрузки на высоту 20 мм, загорится светодиод «РЕЗУЛЬТАТ». На индикаторе появится значение калибровочного числа.
- убедиться, что полученное значение числа отличается от 150,7 на величину, не превышающую  $\pm 0,5$  усл. ед.;
- подготовленный образец клейковины положить строго в центр столика;
- нажать кнопку «ПУСК»;

- убедиться, что произошло падение тарированной нагрузки на испытуемый образец и начал мигать светодиод «ОТСЧЕТ ВРЕМЕНИ». На индикаторе при этом должно быть значение «000,0»;

- через 30 секунд произойдет подъем тарированной нагрузки, на индикаторе появится результат измерения, загорится светодиод «РЕЗУЛЬТАТ» и светодиод «ГОТОВНОСТЬ»;

- снять испытуемый образец клейковины со столика и подготовить новый образец;

- по окончании работы удалить остатки клейковины со столика и тарированной нагрузки мягкой влажной тканью, затем выключить прибор.

Таблица 2.2 - Градации значений в условных единицах ИДК для различных групп качества клейковины муки и зерна

Группа качества клейковины	Характеристика клейковины	Показания прибора в условных единицах				
		Зерно пшеницы	Мука хлебопекарная		Макаронная мука высшего и 1-го сортов	
			высшего, 1-го сорта, обойная	2-го сорта	твердой	мягкой
I	Хорошая	45-75	55-75	55-75	50-80	50-75
II	Удовлетворительная слабая	80-100	80-100	80-100	85-105	80-100
II	Удовлетворительная крепкая	20-40	35-50	40-50	-	-

Продолжение таблицы 2.2

III	Неудовлетворительная крепкая	0-15	0-30	0-30	-	-
III	Неудовлетворительная слабая	105 и более				

Таблица 2.3 - Определение массовой доли и качества сырой клейковины в муке

Наименование	Значение
Масса навески муки, г	
Масса отмытой клейковины, г	
Массовая доля сырой клейковины, в % к массе муки	
Качество клейковины: показания прибора ИДК-3М, усл. ед.	
Группа качества	
Заключение	

### 2.2.7 Определение числа падения

Показатель числа падения характеризует активность фермента  $\alpha$ -амилазы, расщепляющей крахмал. Пониженный показатель ЧП, как правило, свидетельствует о том, что мука смолота из проросшего зерна. Метод заключается в определении вязкости клейстеризованной водно-мучной болтушки путем погружения в нее шток-мешалки прибора Амилотест.

Техника определения. Массу навески определяют по таблице 2.4. Навеску муки поместить в пробирку, залить при помощи дозатора 25 мл дистиллированной воды, закрыть резиновой пробкой и 20-25 раз энергично встряхнуть для

получения однородной суспензии. Вынуть пробку, колесиком шток-мешалки переместить прилипшие частицы со стенок пробирки в общую массу суспензии. Пробирки со вставленными в них шток-мешалками поместить в кассету, установленную на подставке.

Кассету с двумя пробирками установить в гнезда на крышке водяной бани. Нажать на пульте кнопку управления «Старт», что служит началом отсчета «Числа падения» для каждой из пробирок.

После перемешивания и опускания шток-мешалок в нижнее положение подсчет времени прекращается. На индикатор выводятся результаты измерений.

За окончательный результат измерения принимают значение числа падения двух навесок, если отклонение от среднего значения не превышает 5 %. В противном случае измерение необходимо повторить

Делают запись в лабораторном журнале.

Заполнить сводную таблицу 2.5 результатов анализа образца муки. Сделать общий вывод по проделанной работе, сопоставив между собой результаты анализа проанализированного образца и их соответствие требованиям нормативных документов. Ответить на вопросы для самоконтроля. [1,2]

Таблица 2.4 - Масса навески для определения числа падения

Влажность размолотого зерна или муки, %	Масса навески, г	Влажность размолотого зерна или муки, %	Масса навески, г
9,0-9,1	6,40	13,4-13,6	6,90
9,2-9,6	6,45	14,4-14,6	6,95
9,7-10,1	6,50	14,7-15,3	7,00
10,2-10,6	6,55	15,4-15,6	7,05
10,7-11,3	6,60	15,7-16,1	7,10
11,4-11,6	6,65	16,2-16,6	7,15
11,7-12,3	6,70	16,7-17,1	7,20
12,4	6,75	17,2-17,4	7,25
12,6	6,80	17,5-18,0	7,30
12,7-13,3	6,85	-	-

Таблица 2.5 - Результаты анализа муки

Наименование показателя	Требования ГОСТ, НД	Фактическое значение	Соответствие требованиям ГОСТ, НД
Крупность помола Остаток на сите №____, % Проход через сито №____, %			
Белизна, ед. прибора БЛИК-РЗ			
Массовая доля влаги, %			
Массовая доля сырой клейковины, %			

### Продолжение таблицы 2.5

Качество клейковины: показания прибора ИДК-3М, усл. ед.			
Группа качества			
Число падения (ЧП), с			

### 2.3 Вопросы для самоконтроля

1. Назовите виды, типы и сорта муки.
2. Назовите и охарактеризуйте основные показатели качества пшеничной муки.
3. Назовите и охарактеризуйте основные показатели качества ржаной муки.
4. Какие свойства пшеничной муки связаны с клейковиной?
5. Каким образом производится определение массовой доли клейковины пшеничной муки? Как определить деформацию клейковины на приборе ИДК-3М?
6. Что характеризует и каким образом определяется число падения муки?

## **3 Анализ хлеба**

### **3.1 Цель работы**

Целью работы является освоение основных методов органолептической и физико-химической оценки качества хлеба.

### **3.2 Порядок выполнения работы**

#### **3.2.1 Материалы, реактивы, оборудование**

Весы лабораторные; лабораторная посуда; прибор ПИВИ-1 или ЭЛЕКС; пробник Журавлева; эксикатор; лабораторная посуда; титровальная установка; 0,1 н. раствор гидроксида натрия; 1-%-й спиртовой раствор фенолфталеина.

#### **3.2.2 Органолептическая оценка качества хлеба**

К органолептическим показателям относят внешний вид хлеба (форма, состояние поверхности, цвет, состояние и толщина корок), состояние мякиша (пропеченность, отсутствие признаков непромеса, цвет, эластичность и пористость), вкус и запах.

При оценке внешнего вида отмечают симметричность и правильность формы хлеба. Формовые изделия должны соответствовать хлебной форме, без боковых выпловов. Подовые изделия должны иметь округлую, овальную или продолговато-овальную форму, не расплывчатую, без притисков.

Изделия должны иметь гладкую поверхность, без крупных трещин и подрывов. Трещины – это разрывы, проходящие через верхнюю корку. Подрывом считается отрыв боковой корки от верхней у формового хлеба или по окружности - у подового.

Цвет корки может характеризовать как бледный, золотисто-желтый, светло-коричневый, темно-коричневый, и коричневый. Стандартом допускается цвет корки от светло-коричневого до темно-коричневого.

Характер мякиша хлеба определяется его цветом, структурой пористости и эластичностью. Цвет мякиша рекомендуется определять при дневном свете, отмечая равномерность окраски.

Структуру пористости оценивают по размеру, равномерности распределения, толщине стенок пор.

Эластичность определяют легким надавливанием пальцами на мякиш.

Вкус и запах хлеба определяют при дегустации, отмечают соответствие их данному наименованию, наличие или отсутствие посторонних привкуса или запаха. [1,3]

Запись в лабораторном журнале проводят по форме таблицы 3.1

### 3.2.3 Физико-химическая оценка качества хлеба

*Техника определения массовой доли влаги в мякише хлеба.*

Из средней части хлеба вырезают ломоть толщиной 1-3 см, отделяют мякиш от корок на расстоянии 1 см, тщательно измельчают. В заранее подготовленный и взвешенный пакет помещают 5,00 г измельченного мякиша, равномерно распределяя его внутри пакета, сушат в течение 6 минут на приборе ПИВИ-1 или ЭЛЕКС, охлаждают в эксикаторе и вновь взвешивают.

Таблица 3.1 – Органолептический анализ качества хлеба

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид хлеба: Форма Поверхность Цвет корок	
Состояние мякиша: Цвет Эластичность	
Пористость По крупности По равномерности По толщине стенок пор По наличию пустот и уплотнений Липкость (в случае обнаружения)	
Вкус	
Запах	

Массовую долю влаги в мякише рассчитывают по формуле

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100 \quad (3.1)$$

где  $m_1$  – масса навески до высушивания, г;

$m_2$  – масса навески после высушивания, г.

### *Техника определения кислотности мякиша.*

Кислотность выражается в градусах. Под градусом кислотности понимают количество в см<sup>3</sup> 1 н. раствора гидроксида калия или натрия, необходимых для нейтрализации кислот, содержащихся в 100 г хлебного мякиша.

Взвешивают 25 г измельченного хлебного мякиша с точностью до ± 0,01 г. Навеску помещают в колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup>. Постепенно приливают 250 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, колбу с пробкой энергично встряхивают в течение 2 мин, оставляют в покое на 10 мин, вновь встряхивают в течение 2 мин и оставляют в покое на 8 мин. После отстаивания сливают вытяжку через частое сито или марлю в стакан, отбирают из стакана 50 см<sup>3</sup> фильтрата в коническую колбу и титруют 0,1 н. раствором гидроксида натрия в присутствии 2-3 капель фенолфталеина до появления слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин.

Кислотность, град мякиша определяют по формуле

$$X = \frac{V \cdot 250 \cdot 100}{50 \cdot 25 \cdot 10} \cdot K = 2VK \quad (3.2)$$

где  $V$  - объем щелочи, израсходованный на титрование 50 см<sup>3</sup> вытяжки, см<sup>3</sup>;

$K$  – поправочный коэффициент к 0,1 н. раствору гидроксида натрия.

### *Техника определения пористости хлеба.*

Под пористостью понимают отношение объема пор мякиша к общему объему хлебного мякиша, выраженное в процентах.

Пористость мякиша хлеба и хлебобулочных изделий массой не менее 200 г определяют по методу Завьялова при помощи пробника Журавлева.

Из середины изделия вырезают ломоть шириной не менее 7-8 см. Из него на расстоянии не менее 1 см от корок делают выемки цилиндром прибора, предварительно смазав его край маслом. Заполненный мякишем цилиндр укладывают на лоток так, чтобы ободок его плотно входил в прорезь, расположенную на лотке. Затем мякиш выталкивают деревянной втулкой примерно на 1 см и отрезают. Оставшийся мякиш выталкивают до соприкосновения его со стенкой лотка и также отрезают у края цилиндра. Полученная выемка имеет объем, равный 27 см<sup>3</sup>. Для определения пористости пшеничного хлеба делают 3 выемки, для ржаного хлеба – 4 выемки. Приготовленные выемки взвешивают на технических весах и вычисляют пористость мякиша по формуле

$$P = \frac{V - \frac{m}{\rho}}{V} \cdot 100 \quad (3.3)$$

где  $V$  - общий объем выемок хлеба, см<sup>3</sup>;

$m$  - масса выемок, г;

$\rho$  - плотность беспористой массы мякиша, г/см<sup>3</sup>.

Значение плотности для разных сортов хлеба представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Плотность беспористой массы мякиша хлеба

Тип хлеба	Значение плотности, г/см <sup>3</sup>
Хлеб из ржаной, ржано-пшеничной, пшеничной из обойной муки	1,21
Хлеб из ржаной муки заварной	1,27
Хлеб из смеси ржаной обдирной и пшеничной муки 1-го сорта	1,25
Хлеб из смеси ржаной обдирной и пшеничной муки 2-го сорта	1,23
Хлеб из пшеничной муки высшего и 1-го сортов	1,31
Хлеб из пшеничной муки 2-го сорта	1,26

Сравнить результаты органолептической и физико-химической оценки качества хлеба с требованиями стандартов, сделать общий вывод по итогам проделанной работы.

### 3.3 Вопросы для самоконтроля

1. По каким показателям проводится органолептическая оценка качества хлеба?
2. Какое значение имеют показатели содержания массовой доли влаги, кислотности, пористости мякиша хлеба?
3. В чем выражается и каким образом определяется кислотность мякиша хлеба?
4. Каким образом определяют пористость хлеба?
5. Назовите в каких пределах должны изменяться основные физико-химические показатели разных видов хлеба?

## **4 Анализ макаронных изделий**

### **4.1 Цель работы**

Целью работы является освоение основных методов органолептической и физико-химической оценки качества макаронных изделий.

### **4.2 Порядок выполнения работы**

#### **4.2.1 Материалы, реактивы, оборудование**

Весы лабораторные; сушильный шкаф СЭШ-3М с набором бюкс; эксикатор; рассев лабораторный; сито №27; титровальная установка; 0,1 н. спиртовой раствор NaOH; 1-%-й спиртовой раствор фенолфталеина.

#### **4.2.2 Органолептический анализ качества макаронных изделий**

К органолептическим показателям качества макаронных изделий относят их внешний вид: цвет, поверхность, излом, форма, вкус и запах.

#### **4.2.3 Физико-химический анализ качества макаронных изделий**

*Техника определения массовой доли влаги в макаронных изделиях.*

Массовая доля влаги в макаронных изделиях не должна быть более 13 %. Для изделий детского питания массовая доля влаги должна быть не более 12 %.

Массовая доля влаги определяют высушиванием навески в сушильном шкафу.

Макаронные изделия массой 50 г размалывают на лабораторной мельнице таким образом, чтобы проход через металлическое сито с круглыми отверстиями диаметром 1 мм составлял 100 %. В предварительно высушенные металлические бюксы отбирают две навески по 5 г, отвешенные с точностью до 0,01 г, и высушивают при температуре 130 °С в течение 40 мин. Затем бюксы вынимают, охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Массовую долю влаги рассчитывают по формуле

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100 \quad (4.1)$$

где  $m_1$  – масса навески до высушивания, г;

$m_2$  – масса навески после высушивания, г.

*Техника определения титруемой кислотности по водной болтушке.*

Кислотность макаронных изделий выражается в градусах. Под градусом кислотности понимается количество см<sup>3</sup> 1 н. раствора гидроксида натрия или калия, необходимого для нейтрализации кислот и кислореагирующих соединений, содержащихся в 100 г изделий.

Для всех видов макаронных изделий, кроме томатных кислотность должна быть не более 4<sup>0</sup>, а для изделий с добавками томатопродуктов не более 10<sup>0</sup>.

Макаронные изделия массой 50 г размалывают на лабораторной мельнице до полного прохода через металлическое сито с круглыми отверстиями диаметром 1 мм. Проход просеивают через шелковое сито №27. Сход с этого сита перемешивают и из этой массы берут навеску массой 5 г с точностью ±0,01 г, переносят в коническую колбу вместимостью 100-150 см<sup>3</sup>, в которую добавляют 30-40 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Содержимое колбы

взбалтывают в течение 3 мин, приставшие к стенкам частицы смывают дистиллированной водой. Затем добавляют 5 капель 1 %-го раствора фенолфталеина и титруют 0,1 н. раствором гидроксида натрия до появления розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин при спокойном стоянии колбы.

Кислотность макаронных изделий, град рассчитывают по формуле

$$X = \frac{V \cdot 100 \cdot K}{m \cdot 10} \quad (4.2)$$

где  $V$  - количество 0,1 н. раствора щелочи, пошедшее на титрование, см<sup>3</sup>;

$K$  - поправочный коэффициент к 0,1 н. раствору щелочи;

$m$  - масса навески, г.

*Техника определения количества поглощенной воды макаронными изделиями в процессе варки.*

Этот показатель характеризуется коэффициентом увеличения массы  $K$  (или объема) макаронных изделий в процессе варки. Изделия хорошего качества имеют коэффициент увеличения массы или объема не менее 2.

Навеску макарон (не менее 100 г) варят в десятикратном количестве кипящей воды до готовности. Сваренные изделия переносят на сито и после того, как стечет вода, их взвешивают. Рассчитывают коэффициент увеличения массы изделий при варке по формуле

$$K = \frac{m_2}{m_1} \quad (4.3)$$

где  $m_1$  – масса сухих изделий, г;

$m_2$  – масса сваренных изделий, г.

Сравнить результаты органолептической и физико-химической оценки качества макаронных изделий с требованиями стандартов, сделать общий вывод по итогам проделанной работы. [1,4,5]

### **4.3 Вопросы для самоконтроля**

1. Какие виды макаронных изделий Вам известны?
2. По каким показателям проводится органолептическая оценка качества макаронных изделий?
3. Перечислите основные физико-химические показатели качества макаронных изделий.
4. Какое значение имеет массовая доля влаги макаронных изделий и каким образом ее определяют?
5. В чем выражается и как определяется кислотность макаронных изделий?

## **5 Анализ печени**

### **5.1 Цель работы**

Целью работы является освоение основных методов органолептической и физико-химической оценки качества печени.

### **5.2 Порядок выполнения работы**

#### **5.2.1 Материалы, реактивы, оборудование**

Весы лабораторные; рефрактометр РПЛ-3; лабораторная посуда; фарфоровая ступка с пестиком; прибор ПИВИ-1 или ЭЛЕКС; 0,1 н. раствор серной кислоты; эксикатор; сито с ручкой; титровальная установка; индикатор бромтимоловый синий.

#### **5.2.1 Органолептический анализ качества печени**

К органолептическим показателям качества печени относят форму, размеры, состояние поверхности, цвет, вкус и запах печени.

Размеры изделий определяют измерением не менее 5 штук изделий, взятых из объединенной пробы. За окончательный результат анализа принимают среднее арифметическое значение результатов измерений.

Количество изделий в одном килограмме продукции определяют, взвешивая не менее 10 изделий из объединенной пробы и вычисляя количество изделий в 1 кг по формуле

$$X = \frac{n \cdot 1000}{m} \quad (5.1)$$

где  $n$  - количество взятых изделий, шт;

$m$  - масса нетто взятых изделий, г;

1000 – коэффициент пересчета на 1 кг изделий.

Запись в лабораторном журнале проводят по форме таблицы 5.1.

Таблица 5.1 - Результаты органолептической оценки качества печенья

Наименование	Значение
1	2
Форма	
Поверхность	
Цвет	
Запах	
Вкус	
Размеры:	
1	
2	
3	
4	
5	
Среднее	
Количество штук изделий в 1 кг продукции:	
1	
2	
Среднее	

## 5.2.2 Физико-химический анализ качества печени

### *Техника определения массовой доли влаги печени.*

В высушенный и взвешенный бумажный пакет на лабораторных весах взвешивают 3 г тщательно растертого печени, высушивают его при температуре 160 °С в течение 3 мин. Затем, охладив в эксикаторе пакет с пробой взвешивают. Массовую долю влаги рассчитывают по формуле

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100 \quad (5.2)$$

где  $m_1$  – масса навески до высушивания, г;

$m_2$  – масса навески после высушивания, г.

### *Техника определения массовой доли общего сахара в печени.*

Для внутрипроизводственного контроля содержания сахара применяют рефрактометрический метод (метод А.И. Баранова). Метод основан на определении коэффициента преломления сахара, извлеченного из навески водой. Поскольку вода извлекает сахара и другие растворимые в воде соединения, показатель преломления вытяжки будет зависеть не только от сахаров, но и от количества перешедших в раствор несугаров. Поэтому при определении сахара рефрактометрическим методом необходимо вносить поправку на преломляющую способность водорастворимых несугаров.

Массовую долю общего сахара вычисляют в процентах к массе печени в пересчете на сухое вещество.

Взвешивают на весах 2 г тщательно растертого образца, переносят его в пробирку, добавляют 10 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, закрывают пробкой,

взбалтывают до полного смачивания навески и на 5 мин помещают в водяную баню температурой 60 °С. В процессе нагревания содержимое пробирки взбалтывают через каждые 1-1,5 мин. Затем пробирку быстро охлаждают до комнатной температуры, вытяжку фильтруют и определяют показатель преломления на рефрактометре при 20 °С. Из трех отсчетов по шкале рефрактометра вычисляют среднее значение. Для расчета массовой доли сахара показания рефрактометра умножают на расчетный коэффициент той группы печенья, к которой относится исследуемый образец.

Расчетный коэффициент для лимонного, ванильного, сливочного, цветочного печенья равен 1,731. Для сахарного, песочного печенья этот коэффициент равен 1,681.

При проведении отсчетов на рефрактометре при температуре, отличающейся от 20 °С, вносят поправку на температуру.

Массовая доля общего сахара к массе печенья в % рассчитывается по формуле

$$C = AK \quad (5.3)$$

где  $A$  – показания рефрактометре при 20 °С;

$K$  – расчетный коэффициент.

Массовую долю общего сахара в % на сухое вещество печенья, рассчитывают по формуле

$$Y = \frac{C \cdot 100}{100 - W} \quad (5.4)$$

где  $W$  - массовая доля влаги в печенье, %.

### *Техника определения щелочности.*

Для разрыхления печенья применяют химические разрыхлители основного характера: карбонат аммония и гидрокарбонат натрия. При нагревании теста в печи эти вещества разлагаются с образованием продуктов  $\text{CO}_2$  и  $\text{NH}_3$ , которые и разрыхляют тесто. Образующаяся в результате реакции углекислая сода придает печенью щелочную реакцию.



Щелочность печенья выражают в градусах. Под градусом щелочности понимают количество  $\text{cm}^3$  1 н. раствора серной кислоты, пошедшей на нейтрализацию щелочных веществ в 100 г печенья.

Навеску тонко измельченного печенья массой 25 г, взвешенной с точностью  $\pm 0,01$  г, помешают в коническую колбу вместимостью  $500 \text{ cm}^3$ , приливают  $250 \text{ cm}^3$  дистиллированной воды, энергично взбалтывают, закрывают колбу пробкой и оставляют на 30 мин, взбалтывая каждые 10 мин. Затем содержимое колбы фильтруют через вату, фильтровальную бумагу или два слоя марли в сухую колбу. В коническую колбу вместимостью  $200 \text{ cm}^3$  вносят пипеткой  $50 \text{ cm}^3$  фильтрата, прибавляют 2-3 капли бромтимолового синего и титруют 0,1 н. раствором серной кислоты до появления желтого окрашивания.

Щелочность в градусах вычисляют по формуле

$$X = \frac{V \cdot V_1 \cdot 100}{V_2 \cdot m \cdot 10} \quad (5.5)$$

где  $V$  - объем раствора серной или соляной кислоты, израсходованной на титрование,  $\text{см}^3$ ;

$V_1$  - объем дистиллированной воды, взятой для растворения навески,  $\text{см}^3$ ;

$m$  - масса навески, г;

$V_2$  - объем раствора фильтрата, взятый на титрование,  $\text{см}^3$ ;

10 – коэффициент пересчета серной или соляной кислоты 0,1 н. концентрации в 1 н.

Щелочность в градусах в пересчете на сухое вещество вычисляют по формуле

$$X_{\text{свВ}} = \frac{X \cdot 100}{100 - W} \quad (5.6)$$

где  $X$  - щелочность при данной влажности, град;

$W$  - массовая доля влаги печенья, %.

*Техника определения намокаемости печенья.*

Метод определения намокаемости печенья основан на установлении увеличения массы печенья после погружения его в воду при температуре  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  за установленное время. Отношение массы намокшего печенья к массе сухого, выраженное в процентах, характеризует намокаемость изделий.

Для определения намокаемости применяют трехсекционную сетчатую клетку. Клетку опускают в сосуд с водой, вынимают, дают воде стечь, вытирают с внешней стороны фильтровальной бумагой и взвешивают на технических весах. В каждую секцию закладывают по одному печенью, вновь взвешивают. Затем опускают клетку в сосуд с водой температурой  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  и

выдерживают: печенье в течение 2 мин, галеты и крекер – 4 мин. Клетку вынимают, дают избытку воды стечь, вытирают с внешней стороны и взвешивают вместе с намокшим печеньем.

Намокаемость рассчитывают в процентах по формуле

$$X = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \cdot 100 \quad (5.7)$$

где  $m_1$  - масса пустой клетки, г;

$m_2$  - масса клетки с сухим печеньем, г;

$m_3$  - масса клетки с намокшим печеньем, г.

Сравнить результаты органолептической и физико-химической оценки качества печенья с требованиями стандартов, сделать общий вывод по итогам проделанной работы.

### 5.3 Вопросы для самоконтроля

1. Какие виды печенья Вам известны?
2. По каким показателям проводится органолептическая оценка качества печенья?
3. Перечислите основные физико-химические показатели качества печенья.
4. В чем заключается принцип рефрактометрического определения массовой доли общего сахара в печенья?
5. Чем обусловлена щелочность печенья, в чем она выражается? Каким методом определяют щелочность печенья?
6. Что характеризует намокаемость печенья и как она определяется?

## **6 Приготовление и анализ карамели**

### **6.1 Цель работы**

Целью работы является освоение способа приготовления карамели, изучение органолептических и физико-химических показателей ее качества и методов их определения.

### **6.2 Порядок выполнения работы**

#### **6.2.1 Материалы, реактивы, оборудование**

Весы лабораторные; рефрактометр РПЛ-3; лабораторная посуда; термометр спиртовой со шкалой до 150 °С; электрическая плитка; 0,1 н. раствор гидроксида натрия; титровальная установка; 1 %-й спиртовой раствор фенолфталеина; 10 %-й раствор соды; 10 %-й раствор соляной кислоты; мраморная плита; металлические и фарфоровые чашки; шпатели; стеклянные палочки; сахарный песок, лимонная кислота. [1,6,7]

#### **6.2.2 Приготовление карамельной массы**

Карамельную массу получают увариванием карамельного сиропа, который является высококонцентрированным раствором сахара с добавлением патоки или инвертного сиропа.

Приготовление нейтрализованного инвертного сиропа. Гидролиз сахарозы называют инверсией, смесь эквимолекулярных количеств глюкозы и фруктозы – инвертным сахаром, а водный раствор инвертного сахара называют инвертным сиропом.

Инвертный сироп получают, подвергая гидролизу 80 %-й раствор сахара в присутствии 0,02-0,03 % -го раствора хлороводородной кислоты (по массе сахара) в течение 20-30 мин при температуре 90 °С с последующим охлаждением раствора до 65 °С и нейтрализацией кислоты двууглекислой содой.

В фарфоровую чашку вместимостью 200 см<sup>3</sup> помещают 50 г сахара, приливают 12,5 см<sup>3</sup> воды. Растворяют сахар при нагревании, доводят раствор до кипения (109 °С), а затем охлаждают его до температуры 90 °С. В сахарный раствор вливают из микропипетки 0,15 см<sup>3</sup> 10 %-го раствора хлороводородной кислоты и при этой температуре проводят гидролиз в течение 20 мин, при осторожном перемешивании. Необходимо тщательно следить за тем, чтобы температура не превышала 90 °С во избежание образования темноокрашенных продуктов разложения сахаров.

После окончания гидролиза инвертный сироп быстро охлаждают на водяной бане до 65 °С и проводят нейтрализацию 10 %-м раствором гидрокарбоната натрия. 0,3 см<sup>3</sup> раствора гидрокарбоната натрия приливают при непрерывном перемешивании сиропа.

Правильно приготовленный инвертный сироп должен быть чистым, прозрачным, желтоватого цвета. Инвертный сироп должен содержать около 20 % воды, 70-75 % инвертного сахара, 5-10 % сахарозы и некоторое количество продуктов разложения сахара.

Приготовление карамельной массы на инвертном сиропе. Сахар массой 50 г растворяют при нагревании в 12,5 см<sup>3</sup> воды в металлической чашке. Раствор доводят до кипения при постоянном помешивании металлическим шпателем. Заранее взвешивают в фарфоровой чашке 14 г инвертного сиропа, горячи шпателем переносят его в кипящий сахарный сироп. Уваривание ведут до 150 °С.

### *Определение растекаемости карамельной массы.*

Горячую карамельную массу выливают на мраморную плиту, предварительно смазанную растительным маслом во избежание прилипания.

По окончании растекания массы измеряют взаимно перпендикулярные диаметры полученного круга. По поверхности горячей массы быстро и равномерно распределяют предварительно взвешенную лимонную кислоту (1,1 % от карамельной массы, т.е. около 0,65 г), тщательно проминают шпателем для удаления воздушных пузырей, равномерного распределения лимонной кислоты и получения необходимой толщины пласта (0,5-0,8 мм). После охлаждения карамель взвешивают и рассчитывают растекаемость под которой понимают площадь (см<sup>2</sup>), которую занимает 1 г карамельной массы, вылитой на горизонтальную плоскость при температуре 108 °С. Растекаемость карамельной массы определяют отношением площади, занимаемой карамельной массой, к массе пласта и определяют по формуле

$$K = \pi \frac{D^2}{4m} \quad (6.1)$$

где  $D$  – диаметр пласта, см;

$m$  – масса карамельной массы, г.

Для карамели, приготовленной на патоке, растекаемость должна составлять 1,35 см<sup>2</sup>/г, а для карамели на инвертном сиропе – 1,60 см<sup>2</sup>/г.

### 6.2.3 Органолептическая оценка качества карамели

Органолептический анализ качества карамели производится по следующим показателям:

- вкус и аромат;
- структура и консистенция;
- цвет и внешний вид.

### 6.2.4 Физико-химическая оценка качества карамели

*Техника определения массовой доли влаги.*

Массовую долю влаги карамели определяют рефрактометрическим методом.

## 7 Приготовление рабочих титрованных растворов

### 7.1 Цель работы

Целью работы является освоение методики приготовления рабочих титрованных растворов.

### 7.2 Порядок выполнения работы

#### 7.2.1 Приготовление титрованных растворов оснований

Гидроксиды натрия и калия легко реагируют с диоксидом углерода воздуха с образованием карбонатов, поэтому состав их не является постоянным. Приготовление титрованных растворов оснований возможно только после освобождения от карбонатов. По этой же причине титрованные растворы оснований предохраняют от поглощения диоксида углерода из воздуха. Наличие карбонатов в растворах гидроксидов приводит к получению грубых ошибок при титровании в присутствии фенолфталеина.

При приготовлении растворов гидроксидов, свободных от карбонатов, применяют специальные методы.

1. Для гидроксида натрия применимо растворение его в равном по массе количестве воды. Раствор в склянке с пробкой оставляют на несколько дней для осаждения карбоната натрия, который не растворяется в концентрированном растворе гидроксида. Раствор сливают с помощью сифона и разбавляют водой до требуемой концентрации. Для получения 1 дм<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия с концентрацией 0,1 н. следует взять 7 см<sup>3</sup> приготовленного концентрированного раствора.

2. Навеску гидроксида натрия массой 4,5 г или калия массой 6 г измельчают, переносят в склянку, добавляют 60-70 см<sup>3</sup> 96 %-ного

ректификованного этилового спирта, закрывают склянку пробкой и оставляют на сутки. Раствор гидроксида отделяют от осадка карбоната фильтрованием через стеклянную вату или асбест, разбавляют водой до требуемой концентрации.

3. Навеску гидроксида натрия массой 4,5 г или калия массой 6 г растворяют в воде, добавляют 1-1,5 г хлорида бария и доводят объем до 1 дм<sup>3</sup>. Образующийся осадок карбоната бария через сутки отделяют декантацией при помощи сифона,

4. К раствору гидроксида с концентрации 1,1 н прибавляют водную суспензию гидроксида кальция (известковое молоко) в количестве 50-60 см<sup>3</sup> на 1 дм<sup>3</sup>, дают отстояться несколько дней, сливают прозрачный раствор через сифон, разбавляют водой до требуемой концентрации. [1,7,8]

#### 7.2.2 Приготовление рабочего титрованного раствора гидроксида

Этот процесс состоит из нескольких этапов: приготовление раствора гидроксида с концентрацией примерно 0,1 н.; установка концентрации полученного рабочего раствора; получение точно 0,1 н. раствора гидроксида; определение поправочного коэффициента рабочего титрованного раствора.

1. Приготовление раствора гидроксида натрия с концентрацией примерно 0,1 н. – для получения раствора гидроксида натрия, свободного от присутствия карбоната натрия, пользуются одним из перечисленных методов. Готовят 0,5 дм<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия,

2. Установка концентрации рабочего раствора гидроксида натрия - определяют концентрации у раствора гидроксида натрия с использованием титрованного раствора установочного вещества. В качестве установочного вещества применяют щавелевую или янтарную кислоту. Молярная масса эквивалента янтарной кислоты -  $M(1/2H_2C_4H_4O_4) = 59,045$  г/моль. Щавелевую

кислоту предварительно перекристаллизовывают, молярная масса ее эквивалента составляет  $M(1/2\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 63,036$  г/моль.

Рассчитывают навеску для приготовления 0,1 н. стандартного раствора установочного вещества  $m_y$ , г по формуле

$$m_y = \frac{M(\text{Э}_y) \cdot 0,1V_k}{1000} \quad (7.1)$$

где  $M(\text{Э}_y)$  - молярная масса эквивалента установочного вещества, г/моль;

$V_k$  - вместимость мерной колбы.

*Техника определения.*

Для приготовления 0,1 н. раствора установочного вещества взвешивают с погрешностью не более 0,0002 г в бюксе или на часовом стекле навеску янтарной кислоты массой около 1,18 г или щавелевой кислоты массой около 1,26 г. Навеску кислоты количественно переносят в мерную колбу вместимостью 200 см<sup>3</sup>, растворяют, доводят дистиллированной водой до метки; тщательно перемешивают.

Молярную концентрацию эквивалента раствора установочного вещества  $C(\text{Э}_y)$ , моль/ дм<sup>3</sup>, покрывающую, какое количество молей растворенного вещества находится в 1 дм<sup>3</sup> раствора, рассчитывают по формуле

$$C(\text{Э}_y) = \frac{m_y \cdot 1000}{200M(\text{Э}_y)} \quad (7.2)$$

где  $m_y$  - навеска установочного вещества, г;

$M(\text{Э}_y)$  - молярная масса эквивалента вещества, г/моль;

200 - вместимость колбы,  $\text{см}^3$ .

Запись в лабораторном журнале

Масса бюксы с навеской	г
Масса бюксы с остатками навески	г
Масса установочного вещества	г
Молярная масса эквивалента установочного вещества	г/моль
Вместимость мерной колбы	200 $\text{см}^3$
Молярная масса эквивалента раствора установочного вещества (нормальная концентрация)	моль/ $\text{дм}^3$
Поправочный коэффициент раствора установочного вещества	

3. Для установления концентрации рабочего раствора гидроксида натрия в коническую колбу вместимостью 100-160  $\text{см}^3$  наливают пипеткой 20  $\text{см}^3$  раствора установочного вещества, добавляют 3 - 5 капель раствора фенолфталеина. Бюретку - ополаскивают и заполняют раствором гидроксида натрия, титруют стандартный раствор до появления розовой окраски, не исчезающей в течение 30 с.

Выполняют три титрования, их расхождение не должно превышать 0,1  $\text{см}^3$ , вычисляют среднеарифметическое значение результатов титрования. Рассчитывают поправочный коэффициент раствора гидроксида натрия.

Поправочный коэффициент  $K$  определяется отношением фактической нормальной концентрации раствора  $C(\text{Э})$  к требуемой нормальной концентрации  $C(\text{Э})'$ . Поправочный коэффициент точно 0,1 н. раствора равен единице. Поправочный коэффициент служит для приведения приготовленного раствора к раствору с точной концентрацией (1 н., 0,1 н., 0,01 н. и т.д.). При

этом, умножая объем титранта, затраченный при определении, на поправочный коэффициент, получим объем титранта точной концентрации.

При количественных тетраметрических определениях поправочный коэффициент заменяет собой выражение концентрации через нормальную концентрацию.

Поправочный коэффициент раствора гидроксида натрия определяют по формуле

$$K_{NaOH} = \frac{V_y \cdot K_y}{V_{NaOH}} \quad (7.3)$$

где  $V_y$  - объем раствора установочного вещества,  $см^3$ ;

$K_y$  - поправочный коэффициент раствора установочного вещества;

$V_{NaOH}$  - объем раствора гидроксида натрия, пошедший на титрование стандартного раствора,  $см^3$ .

Запись в лабораторном журнале

Объем гидроксида натрия, пошедший на титрование:

1  $см^3$

2  $см^3$

3  $см^3$

Среднеарифметическое значение результатов титрования,  $V_{NaOH}$   $см^3$

Поправочный коэффициент раствора гидроксида натрия,  $K$

Приготовление точно 0,1 н. раствора гидроксида натрия предварительно готовят раствор с более высокой концентрацией гидроксида натрия, устанавливают его поправочный коэффициент  $K_{NaOH}$ . Определяют объем воды,  $V_B$ , который необходимо прибавить к рабочему раствору для доведения поправочного коэффициента до единицы по формуле

$$V_{\text{в}} = K_{\text{NaOH}} \cdot V - V \quad (7.4)$$

где  $V$  - объём концентрированного раствора гидроксида натрия,  $\text{см}^3$ .

После разведения определяют поправочный коэффициент полученного раствора гидроксида натрия. Техника определения и форма записи в лабораторном журнале изложены выше.

### 7.3 Вопросы для самоконтроля

- 1, Что такое молярная концентрация эквивалента раствора?
2. С какой целью используют в количественном анализе стандарт-титры?
3. Как приготовить рабочие растворы гидроксидов натрия или калия, свободные от карбонатов?
4. Как приготовить титрованный раствор гидроксида натрия?

## **8 Анализ молока**

### **8.1 Цель работы**

Целью работы является освоение основных методов органолептической и физико-химической оценки качества молока.

### **8.2 Порядок выполнения работы**

#### **8.2.1 Определение органолептических свойств молока**

При анализе молока особое внимание обращают на однородность консистенции и отсутствие осадка. Однородность консистенции устанавливают при перемешивании молока, а наличие осадка - осмотром дна тары. При определении цвета, вкуса и запаха молоко наливают в чистый сухой стакан и рассматривают при рассеянном свете, обращая внимание на отсутствие посторонних оттенков. Вкус молока исследуют лишь в том случае, если продукт не имеет посторонней окраски. Нельзя пробовать молоко, полученное от больных животных. [1,9,10]

Качество молока оценивают органолептически и с помощью физико-химических методов анализа, данные представлены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 - Органолептические и физико-химические показатели молока

Показатели	Нормы для молока с содержанием жира, %			
	2,5	3,5	6,0	Нежирное
Внешний вид и консистенция	Однородная жидкость без осадка			
Вкус и запах	Чистые, без посторонних, несвойственных свежему молоку привкусов и запахов			
Цвет	Белый со слегка желтоватым оттенком			Со слегка синеватым оттенком
Массовая доля жира, %, не менее	2,5	3,2	6,0	-
Плотность, кг/м <sup>3</sup> , не ниже	1027	1027	1024	1030
Кислотность, °Т, не более	21	21	20	21

### 8.2.2 Определение физико-химических свойств молока

#### *Определение плотности молока.*

Под *плотностью* понимают массу, заключенную в единице объема. В соответствии с требованиями ГОСТ Р 54758-2011 плотность молока определяют с помощью ареометра и выражают в килограммах на 1 м<sup>3</sup>. Для проведения анализа используют специальные ареометры типа АМТ с термометром и ценой деления 1 кг/м<sup>3</sup>. Может быть использован также ареометр марки АМ с ценой деления 0,5 кг/м<sup>3</sup>. При проведении научных и экспериментальных исследований стандарт допускает определение плотности пикнометрическим методом.

Молоко - многокомпонентная жидкость, поэтому его плотность зависит от соотношения основных составных веществ: жира, белков, лактозы и минеральных солей. Плотность - средневзвешенная величина плотности отдельных компонентов молока. По плотности можно судить о составе молока и контролировать его натуральность. Так, если из молока удалить часть жира - легкого компонента молока, то плотность повысится. Поэтому плотность обезжиренного молока выше плотности цельного молока. Повышение плотности сверх допустимой нормами стандарта при низкой жирности молока говорит о его фальсификации: снятии сливок или добавлении обезжиренного молока. Если к молоку добавить воду, то его плотность снижается. Установлено, что каждые 10 % добавленной к молоку воды снижают его плотность на 3 кг/м<sup>3</sup>.

*Материалы, реактивы, оборудование.*

Цилиндр вместимостью 500 см<sup>3</sup>, ареометр.

*Техника определения.*

Пробу молока объемом 0,25 или 0,5 дм<sup>3</sup> тщательно перемешивают и осторожно, во избежание образования пены, переливают по стенке в сухой цилиндр, держа его слегка в наклонном положении. Затем цилиндр устанавливают на ровной горизонтальной поверхности и измеряют температуру пробы. Отсчет показаний температуры проводят не ранее, чем через 2 -4 мин после опускания термометра в пробу. Сухой и чистый ареометр опускают в исследуемую пробу медленно, погружая его до тех пор, пока до предполагаемой отметки шкалы ареометра не останется 3-4 мм, затем оставляют его свободно плавать по поверхности цилиндра. Ареометр не должен касаться стенок цилиндра. Первый отсчет показаний плотности проводят через

3 мин после установления ареометра в неподвижном положении. Затем ареометр осторожно поднимают на высоту уровня балласта в нем и снова опускают, оставляя его свободно плавающим. После установления ареометра в неподвижном состоянии проводят второй отсчет показаний плотности. При снятии показаний плотности глаз должен находиться на уровне мениска, а показания снимают по верхнему краю мениска.

Отсчет показаний с помощью ареометров типов АМ, и АМТ проводят до половины цены наименьшего деления шкалы. Расхождение между повторными определениями плотности не должно превышать  $0,5 \text{ кг/м}^3$ .

Ареометр отградуирован при температуре  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , поэтому если показания произведены при температуре выше или ниже  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , то необходимо внести поправку к найденному значению плотности, т.е. привести величину плотности к  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Запись в лабораторном журнале

Температура молока	$^\circ\text{C}$
Плотность молока при данной температуре	$\text{кг/м}^3$
Плотность молока при $20 \text{ }^\circ\text{C}$	$\text{кг/м}^3$
Заключение	

*Определение кислотности молока (ГОСТ Р 54669-2011).*

Кислотность молока - один из важнейших показателей качества, характеризующий присутствие в нем кислых солей, в первую очередь дегидрофосфатов натрия и калия, свободных органических кислот (молочной, лимонной), частично белков (казеина в форме аниона), продуктов расщепления некоторых соединений, например липидов и растворенной в молоке углекислоты.

Молоко вследствие разнообразия своего химического состава является хорошей питательной средой для развития различной микрофлоры, в том числе бактерий, вызывающих молочнокислое и маслянокислое брожение, плесневых грибов, дрожжей. В результате их жизнедеятельности в молоке накапливаются кислореагирующие вещества, повышающие титруемую кислотность. Таким образом, величина показателя титруемой кислотности характеризует свежесть молока и в значительной степени его чистоту. Кислотность молока выражается в градусах Тернера. Под градусами Тернера, °Т понимают объем, см<sup>3</sup> водного раствора гидроксида натрия молярной концентрации 0,1 моль/дм<sup>3</sup>, необходимый для нейтрализации 100 г (см<sup>3</sup>) исследуемого продукта.

Кислотность молока определяют по ГОСТ Р 54669-2011.

*Материалы, реактивы, оборудование.*

Дистиллированная вода, колба коническая вместимостью 150-200 см<sup>3</sup>, пипетки на 10 и 20 см<sup>3</sup>, 0,1 н. раствор гидроксида натрия, 0,1 %-ный раствор фенолфталеина, 2,5 %-ный раствор сульфата кобальта, формалин.

*Техника определения.*

Предварительно готовят эталон окраски, до которой необходимо титровать испытуемый образец. Для этого в коническую колбу вместимостью 150-200 см<sup>3</sup> вносят пипеткой 10 см<sup>3</sup> молока, прибавляют 20 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и 1 см<sup>3</sup> 2,5 %-го раствора сульфата кобальта (пипеткой). В производственных условиях 1 раз в смену готовят контрольный эталон. Для увеличения срока его хранения можно добавить 1 каплю формалина.

Для проведения основного опыта в коническую колбу вместимостью 150-200 см<sup>3</sup> вносят пипеткой 10 см<sup>3</sup> хорошо перемешанного молока, 20 см<sup>3</sup>

дистиллированной воды и 3 капли 1 %-го спиртового раствора фенолфталеина. Содержимое колбы тщательно перемешивают и титруют 0,1 н. раствором гидроксида натрия или калия до появления слабо-розового окрашивания, соответствующего контрольному эталону и не исчезающего в течение 1 мин.

Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 1 °Т.

Титрование можно проводить без добавления воды. В этом случае от полученных данных (при любом градусе кислотности) вычитают 2 °Т.

Запись в лабораторном журнале

Объем 0,1 н. раствора гидроксида натрия, израсходованный на титрование	
10 см <sup>3</sup> молока (V)	см <sup>3</sup>
Кислотность молока (10 V)	°Т
Заключение	

Кислотность молока можно выразить в процентах молочной кислоты, для этого значения кислотности, °Т умножают на коэффициент 0,009, где 0,009 - количество молочной кислоты, г, соответствующее 1 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора гидроксида натрия или калия. Титруемая кислотность свежесвыдоенного молока составляет 16-18 °Т.

*Определение массовой доли белка в молоке.*

Содержание белка в молоке и молочных продуктах - важный показатель качества, определяющий их пищевую и биологическую ценность. От количества белка в молоке в значительной степени зависит выход таких молочных продуктов, как сыр или творог.

В настоящее время для определения белка в молоке и молочных продуктах наибольшее распространение получили метод формольного

титрования и рефрактометрический метод. Для проведения государственных испытаний приборов и при разработке ускоренных методов определения белка используют метод Кьельдаля (ГОСТ Р 54756-2011).

*Рефрактометрический метод определения белка в молоке.*

Метод основан на установлении разности показателей преломления исследуемого молока и сыворотки, полученной после осаждения белков раствором хлорида кальция при кипячении.

*Материалы, реактивы, оборудование.*

Молоко, прозрачный фильтрат (сыворотка), 4 %-ный раствор хлорида кальция, стеклянная пробирка, водяная баня, складчатый фильтр, коническая колба вместимостью 100-150 см<sup>3</sup>, термометр, рефрактометр ИРФ.

*Техника определения.*

Берут пипеткой 5 см<sup>3</sup> молока, помещают его в пробирку, добавляют 5-6 капель 4 %-го раствора хлорида кальция. Пробирку помещают в баню с кипящей водой на 10 мин. Затем содержимое пробирки фильтруют через складчатый фильтр. Температуру фильтрата доводят до 20 °С. На рефрактометре ИРФ любой модификации определяют показатель преломления полученного прозрачного фильтрата (сыворотки) и показатель преломления исходного молока также при 20 °С. Содержание белка, % в молоке рассчитывают по эмпирической формуле

$$a = \frac{n_{D_m}^{20} - n_{D_c}^{20}}{0,002045} \quad (8.1)$$

где  $n_{D_m}^{20}$  - показатель преломления молока;

$n_{D_c}^{20}$  - показатель преломления фильтрата;

0,002045 - коэффициент, позволяющий выразить полученную разность показателей преломления молока и сыворотки (% от общего белка).

Запись в лабораторном журнале

Показатель преломления молока при 20 °С

Показатель преломления фильтрата при 20 °С

Массовая доля белка в молоке %

Заключение

*Определение массовой доли лактозы в молоке.*

Согласно ГОСТ 34304-2017 лактозу в молоке и молочных продуктах определяют химическими (иодометрический и перманганатометрический) или физическими (поляриметрический и рефрактометрический) методами. Рефрактометрический метод - наиболее простой, но по точности он уступает химическим методам определения. В нем используют показатель преломления фильтрата, полученного при осаждении белков молока раствором хлорида кальция. В этом случае массовую долю лактозы, % находят в зависимости от величины показателя преломления фильтрата по таблице 8.2

Таблица 8.2 - Массовая доля лактозы в молоке в зависимости от показателя преломления

Показатель преломления	Массовая доля лактозы, %	Показатель преломления	Массовая доля лактозы, %
1,3390	3,01	1,3413	4,13
1,3391	3,06	1,3414	4,18
1,3392	3,11	1,3415	4,23
1,3393	3,16	1,3416	4,28 ;
1,3394	3,21	1,3417	4,33
1,3395	3,26	1,3418	4,38
1,3396	3,31	1,3419	4,44
1,3397	3,36	1,3420	4,49
1,3398	3,42	1,3421	4,54
1,3399	3,47	1,3422	4,59
1,3400	3,52	1,3423	4,64
1,3401	3,57	1,3424	4,69
1,3402	3,62	1,3425	4,74
1,3403	3,67	1,3426	4,79
1,3404	3,70	1,3427	4,84
1,3405	3,72	1,3428	4,89
1,3406	3,77	1,3429	4,95
1,3407	3,82	1,3430	5,00
1,3408	3,87	1,3431	5,05
1,3409	3,93	1,3432	5,10
1,3410	3,98	1,3433	5,15
1,3411	4,03	1,3434	5,20

*Определение массовой доли сухих веществ в молоке.*

В соответствии с ГОСТ Р 54668-2011 массовую долю сухих веществ в молоке определяют высушиванием навески до постоянной массы или ускоренными методами. Массовую долю сухих веществ в молоке определяют расчетным путем по модифицированной формуле Фаррингтона

$$C = \frac{4,9Ж + B}{4} + 0,5 , \quad (8.2)$$

где  $C$  - массовая доля сухих веществ в молоке, %;

4,9 - постоянный коэффициент;

$Ж$  - массовая доля жира в молоке, %;

$B$  - плотность молока, град;

0,5 - поправка на плотность молока.

*Определение массовой доли влаги в молоке.*

Массовая доля влаги в молоке, % определяется по формуле

$$Ж = (100 - C) \quad (8.3)$$

где  $C$  - массовая доля сухих веществ в молоке, %.

Ориентировочно массовая доля сухих обезжиренных веществ в молоке, % определяется по формуле

$$СОМО = \frac{D + 2}{4 + 0,225Ж} \quad (8.4)$$

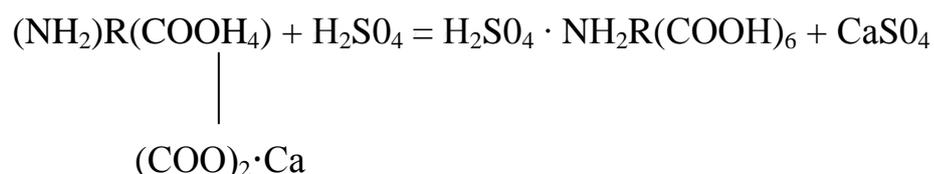
где  $D$  - плотность молока, град;

$Ж$  - массовая доля жира в молоке, %.

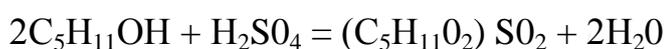
*Определение массовой доли жира в молоке.*

В соответствии с ГОСТ 31633-2012 жирность молока определяют стандартным сернокислотным методом. Метод основан на выделении жира из молока и молочных продуктов концентрированной серной кислотой и изоамиловым спиртом в виде сплошного слоя, объем которого измеряют в градуированной части жироскопа.

Для определения массовой доли жира в коровьем молоке используют жироскопы, одно малое деление которых соответствует 0,1 % жира в молоке. Чтобы разрушить белковолецитиновую оболочку жировых шариков и выделить жир, используют серную кислоту плотностью 1,81-1,82. Концентрированная серная кислота переводит казеинат кальция в растворимое комплексное соединение казеина с серной кислотой. Схематически реакция идет по уравнению:



Изоамиловый спирт снижает поверхностное натяжение жировых шариков, ускоряя разрушение оболочки, и вступает в реакцию с серной кислотой, образуя сложный эфир, растворимый в серной кислоте по реакции:



*Материалы, реактивы, оборудование.*

Молоко, концентрированная  $\text{H}_2\text{SO}_4$  плотностью 1,81-1,82, изоамиловый спирт, жиромер (бутирометр), пипетка на 10 и 10,77  $\text{см}^3$ , водяная баня, песочные часы, центрифуга горизонтальная с частотой вращения 1000  $\text{мин}^{-1}$ .

*Техника определения.*

В сухой жиромер, не смачивая горлышко, вносят цилиндром 10  $\text{см}^3$  серной кислоты плотностью 1,81-1,82  $\text{г}/\text{см}^3$ . Затем пипеткой добавляют 10,77  $\text{см}^3$  исследуемого молока. Наклонив пипетку под углом и приложив ее к внутренней стенке горлышка жиромера, дают медленно стечь молоку. При этом оно не должно смешиваться с серной кислотой, а должно наслаиваться на нее. После того как из пипетки вытечет последняя капля молока, выдерживают еще 3 с, не отнимая пипетку от жиромера и ни в коем случае не выдувая последнюю каплю из жиромера. Далее приливают 1  $\text{см}^3$  изоамилового спирта. Необходимо соблюдать указанную последовательность внесения жидкостей, так как в противном случае образующиеся в узкой части жиромера сгустки свернувшегося белка затруднят определение. Смешивание кислоты и молока приводит к сильному разогреву смеси, жиромер в момент заполнения его реактивами должен находиться в штативе. Жиромер, обернув полотенцем, закрывают пробкой и несколько раз перевертывают, поддерживая пробку пальцем, до полного растворения белков. Далее его помещают в водяную баню температурой  $65 + 2$  °С на 5 мин пробкой вниз, а затем его переносят в центрифугу, размещая градуированную часть ближе к центру, если центрифуга горизонтальная, либо кверху, если она вертикальная. Центрифугирование проводят в течение 5 мин при частоте вращения 1000-1200  $\text{мин}^{-1}$ . В процессе центрифугирования температура смеси в жиромере снижается, а так как его

шкала проградуирована при температуре 65 °С, жиросмер вновь помещают в баню температурой 65 °С на 5 мин. Затем, сохраняя вертикальное положение жиросмера, его вынимают из бани, вытирают полотенцем, поддерживая пробку, и снимают показания. Граница жира должна находиться на уровне глаз. Движением пробки вверх и вниз устанавливают нижнюю границу столбика жира на целом делении шкалы жиросмера и от него ведут отсчет до нижней точки мениска верхней части столбика жира. Граница раздела жира и кислоты должна быть четкой, а столбик жира прозрачным. Показания жиросмера соответствуют массовой доле жира, % в молоке. Объем 10 малых делений шкалы молочного жира соответствует 1 % жира, отсчет проводят с точностью до  $\pm 0,1$  %. Расхождение между параллельными определениями не должно превышать  $\pm 0,1$  % жира.

Запись в лабораторном журнале

Массовая доля жира в молоке

%

Заключение

### 8.3 Вопросы для самоконтроля

1. Каков средний химический состав коровьего молока?
2. Какое значение имеет плотность молока и от каких факторов он зависит?
3. Какими методами определяют плотность молока?
4. Что Вы можете рассказать о белках молока?
5. В каких единицах выражается кислотность молока?
6. Каким методом определяют кислотность молока?

## 9 Анализ прессованных дрожжей

### 9.1 Цель работы

Целью работы является освоение основных методов органолептической и физико-химической оценки качества прессованных дрожжей.

### 9.2 Порядок выполнения работы

#### 9.2.1 Органолептические показатели качества прессованных дрожжей

Органолептические показатели качества прессованных дрожжей приведены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Органолептические показатели качества прессованных дрожжей

Показатель	Характеристика
Цвет	Равномерный, без пятен, светлый, допускается сероватый или кремовый оттенок
Консистенция	Плотная, дрожжи должны легко ломаться и не мазаться
Запах	Свойственный дрожжам, не допускается запах плесени и другие посторонние запахи
Вкус	Пресный, свойственный дрожжам, без постороннего привкуса

## 9.2.2 Определение физико-химических свойств прессованных дрожжей

Физико-химические показатели качества прессованных дрожжей приведены в таблице 9.2.

Таблица 9.2 - Физико-химические показатели качества прессованных дрожжей

Показатель	Норма
Массовая доля влаги, %, не более	75
Подъемная сила (подъем теста до 70 мм), мин, не более	70
Кислотность 100 г дрожжей в пересчете на уксусную кислоту, мг, не более:	
в день выработки	120
на 12-е сутки хранения при температуре от 0 до + 4 °С	300
Стойкость (ч, не менее) для дрожжей, вырабатываемых:	
специализированными заводами	60
спиртовыми заводами	48

При оценке физико-химических показателей качества дрожжей определяют массовую долю влаги, кислотность, стойкость, бродильную активность, подъемную силу и осмочувствительность дрожжей.

### *Определение массовой доли влаги в дрожжах.*

Массовая доля влаги - один из важнейших показателей качества дрожжей. Чем она выше, тем дрожжи менее стойки при хранении. ГОСТ рекомендует два метода определения массовой доли влаги - высушиванием до постоянной массы и ускоренным методом с помощью прибора ВЧМ. Первый метод более точный, является арбитражным; второй - используется для внутри-

производственного контроля.

*Определение массовой доли влаги ускоренным методом на приборе ВЧМ.*

*Материалы, реактивы, оборудование.*

Прибор ВЧМ, пакеты бумажные, весы технические, эксикатор.

*Техника определения.*

Высушивание дрожжей проводят на приборе ВЧМ. Пустые пакеты, приготовленные из газетной или ротаторной бумаги размером 20×15 см, сушат в течение 3 мин при 160 °С, затем их помещают в эксикатор на 2-3 мин для охлаждения и взвешивают с точностью до ±0,01 г. Массу пакета записывают. Часть средней пробы (не менее 20 г) протирают через сетку с отверстиями диаметром 2-3 мм, от нее в каждый пакет отбирают навеску массой 5 г, взятую с точностью до ±0,01 г, закрывают пакеты и высушивают при температуре 160-162 °С в течение 7 мин. После этого пакеты помещают на 2-3 мин в эксикатор для охлаждения, а затем взвешивают.

Запись в лабораторном журнале

Масса пустого пакета ( $m_1$ )	г
Масса пакета с навеской до высушивания ( $m_2$ )	г
Масса пакета с навеской после высушивания ( $m_3$ )	г
Массовая доля влаги в дрожжах ( $W$ )	%

$$W = \frac{m_1 - m_3}{m_1 - m_2} \cdot 100$$

## Заключение

### *Определение кислотности дрожжей методом титрования.*

Повышение кислотности прежде всего свидетельствует о зараженности дрожжей кислотообразующими бактериями. Кислотность выражают в миллиграммах уксусной кислоты на 100 г дрожжей.

### *Материалы, реактивы, оборудование.*

Вода дистиллированная, 0,1 н. раствор гидроксида натрия, спиртовой раствор фенолфталеина, весы технические, чашка фарфоровая (ступка), стеклянная палочка, титровальная установка.

### *Техника определения.*

От средней пробы отбирают и взвешивают в фарфоровой чашке 10 г дрожжей с точностью до  $\pm 0,01$  г, добавляют 50 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, тщательно перемешивают, взбалтывая до получения однородной массы, и титруют 0,1 н. раствором гидроксида натрия в присутствии индикатора фенолфталеина до появления розового окрашивания.

Кислотность дрожжей (мг уксусной кислоты на 100 г дрожжей) определяют по формуле

$$\tilde{O} = \frac{6V \cdot 100\hat{E}}{10} \quad (9.1)$$

где  $V$  - объем 0,1 н. раствора гидроксида натрия, израсходованный на титрование, см<sup>3</sup>;

$b$  - количество уксусной кислоты, соответствующее 1 см 0,1 н. раствора гидроксида натрия, мг;

$K$  - поправочный коэффициент 0,1 н. раствора гидроксида натрия.

При вычислении результатов анализа доли до 0,5 единицы отбрасывают, а доли, равные 0,5 и более, округляют до единицы.

Запись в лабораторном журнале

Объем 0,1 н. раствора гидроксида натрия, израсходованный на титрование ( $V$ ) см<sup>3</sup>

Поправочный коэффициент 0,1 н. раствора гидроксида натрия ( $K$ )

Кислотность дрожжей ( $X$ ) мг/100 г

Заключение

*Определение стойкости и бродильной активности дрожжей.*

В связи с внедрением в хлебопекарной отрасли ускоренных способов тестоведения к качеству дрожжей предъявляются повышенные требования. Способность дрожжей сбраживать глюкозу и фруктозу определяют по величине подъемной силы и зимазной активности, а способность их сбраживать мальтозу - по величине мальтазной активности. Различают два типа дрожжей: дрожжи с нормальной подъемной силой, сбраживающие сахарозу быстрее, чем мальтозу, и дрожжи с повышенной подъемной силой, сбраживающие мальтозу почти так же активно, как сахарозу. Дрожжи первого типа рекомендуется использовать для приготовления обычных сортов хлеба, а дрожжи второго типа - для приготовления высокорецептурных хлебобулочных изделий.

### *Определение стойкости прессованных дрожжей*

Дрожжи приходится часто транспортировать на большие расстояния, поэтому особое значение приобретает показатель стойкости дрожжей, характеризующий их сохранность. Дрожжи с пониженной стойкостью быстро теряют свое качество. Согласно ГОСТ хлебопекарные прессованные дрожжи должны иметь подъемную силу не более 70 мин, стойкость - не менее 60 ч, зимазную активность - не более 100 мин, осмочувствительность - не более 20 мин.

Стойкость дрожжей выражают в часах. Это время, прошедшее с момента размещения дрожжей в термостат температурой  $(35\pm 2)$  °С до их полного размягчения.

*Материалы, реактивы, оборудование.* Сушильный шкаф, часы.

*Техника определения.*

Пачку дрожжей массой 1,0 кг, предварительно охлажденную до 4 °С, помещают в термостат при температуре  $35\pm 2$  °С и оставляют их там до полного размягчения. По ГОСТ Р 54731-2011 стойкость дрожжей, вырабатываемых дрожжевыми заводами, должна быть не менее 60 ч.

Определение подъемной силы дрожжей. ГОСТ Р 54731-2011 предусматривает два метода определения подъемной силы дрожжей: по скорости подъема теста в термостате и по скорости всплывания шарика теста, предложенный А.И. Островским ускоренный метод.

*Определение подъемной силы дрожжей по скорости подъема теста в термостате.*

*Материалы, реактивы, оборудование.*

Мука хлебопекарная 2-го сорта, дрожжи прессованные, 2,5 %-ный раствор NaCl, масло подсолнечное, весы технические, форма металлическая с перекладиной, термостат, цилиндр вместимостью 500 см<sup>3</sup>, шпатель, эмалированная чашка вместимостью 1000 см<sup>3</sup>, часы песочные на 5 мин.

*Техника определения.*

280 г хлебопекарной пшеничной муки 2-го сорта, 160 см водного раствора хлорида натрия с массовой долей NaCl 2,5 % и металлическую форму, смазанную маслом, прогревают в термостате при 35 °С в течение 2 ч. Затем взвешивают 5 г дрожжей с точностью до ±0,01 г и переносят в фарфоровую чашку. Далее к дрожжам приливают 15 - 20 см<sup>3</sup> раствора хлорида натрия и всю смесь перемешивают до исчезновения комочков. Разведенные дрожжи переносят в эмалированную чашку. Оставшимся количеством (~140 см<sup>3</sup>) раствора хлорида натрия ополаскивают фарфоровую чашку, переносят раствор в эмалированную чашку, после чего туда же добавляют 280 г пшеничной муки температурой 35 °С. Этот момент отмечают по песочным часам и в течение 5 мин интенсивно замешивают тесто вручную. Затем тесту придают форму батона и переносят его в металлическую форму. На длинные борта формы навешивают поперечную железную перекладину, которая входит в форму на 1,5 см. Форму с тестом помещают в термостат температурой 35 ± 2 °С.

Подъемная сила дрожжей характеризуется временем, прошедшим с момента внесения теста в форму до момента прикосновения его к нижнему краю

перекладины, т.е. подъемом на высоту 70 мм. По ГОСТ Р 54731-2011 подъемная сила дрожжей должна быть не более 70 мин.

Запись в лабораторном журнале

Время внесения теста в форму	мин
Время прикосновения теста к нижнему краю перекладины	мин
Быстрота подъема теста	мин
Заключение	

*Определение подъемной силы дрожжей ускоренным методом.*

*Материалы, реактивы, оборудование.*

Мука пшеничная 2-го сорта, дрожжи прессованные, 2,5 %-ный водный раствор NaCl, вода водопроводная  $t = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ , весы технические, чашка, фарфоровая (ступка), палочка стеклянная, стакан химический, термостат, часы, термометр.

*Техника определения.*

Взвешивают 0,31 г дрожжей с точностью до 0,01 г и переносят их в фарфоровую чашку, приливают 4,8 см<sup>3</sup> водного раствора хлорида натрия с массовой долей NaCl 2,5 %, нагретого до 35 °С, и тщательно перемешивают шпателем или пестиком. К полученной смеси добавляют 7 г муки, замешивают тесто и придают ему форму шарика. Шарик опускают в стакан с водой, нагретой до температуры 35 °С, стакан с шариком помещают в термостат той же температуры. Подъемная сила дрожжей характеризуется временем, прошедшим с момента опускания шарика в воду до момента его всплытия. Для сравнения результатов, полученных первым и вторым методами, время подъема шарика

(мин) умножают на коэффициент 3,5.

Запись в лабораторном журнале

Время опускания шарика в воду	мин
Время всплытия шарика	мин
Быстрота подъема шарика	мин
Заключение	

*Определение осмочувствительности прессованных дрожжей.*

С увеличением в тесте массовой доли сахара и жира возрастает осмотическое давление среды, в которой находятся дрожжи. Только хорошая осмочувствительность дрожжей обеспечивает требуемый подъем сдобного теста. Под осмочувствительностью понимают способность дрожжей снижать ферментативную активность в среде с повышенным осмотическим давлением. Метод определения осмочувствительности основан на сравнительной оценке подъемной силы в тесте без соли и с повышенным содержанием соли.

Разница в скорости всплытия шариков (мин) в зависимости от осмотического давления среды характеризует осмочувствительность, которую рассматривают как косвенный показатель стойкости дрожжей. Дрожжи с осмочувствительностью в пределах 10-15 мин стойки при хранении, могут использоваться для разрыхления теста, в рецептуру которого входит значительное количество сахара, пригодны для сушки. [1,11]

*Материалы, реактивы, оборудование.*

Мука хлебопекарная, вода водопроводная  $t = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 3,35 %-ный водный раствор NaCl  $t = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ , пипетка вместимостью  $5\text{ см}^3$ , химические стаканы, термометр, весы технические, термостат, часы.

### *Техника определения.*

Взвешивают две навески дрожжей по 0,31 г каждая с точностью до  $\pm 0,01$  г. К первой навеске добавляют 4,8 см водопроводной воды температурой 35 °С и 7 г муки. Замешивают тесто, формуют его в виде шарика и опускают в стакан с водой, имеющей температуру 35 °С. Время опускания шарика в воду записывают. Ко второй навеске дрожжей добавляют 4,8 см<sup>3</sup> 3,35 %-го раствора хлорида натрия, подогретого до температуры 35 °С, и 7 г муки. Тесто также формуют в виде шарика и опускают в стакан с водой температурой 35 °С. Также фиксируют время всплытия шарика.

Быстроту подъема каждого шарика, выраженную в минутах, умножают на коэффициент 3,5. Разница между полученными значениями подъемной силы для теста без соли и с повышенным содержанием соли характеризует степень осмочувствительности дрожжей.

Примерные значения нормы осмочувствительности (мин) прессованных дрожжей приведены ниже:

Хорошая	1-10
Удовлетворительная	10-20
Плохая	Свыше 20

### Запись в лабораторном журнале

Быстрота подъема шарика в тесте без соли	МИН
Быстрота подъема шарика в тесте без соли, умноженная на коэффициент 3,5	МИН
Быстрота подъема шарика в тесте с солью	МИН
Быстрота подъема шарика в тесте с солью, умноженная на коэффициент 3,5	МИН
Осмочувствительность	МИН

### 9.3 Вопросы для самоконтроля

1. Каков средний химический состав прессованных дрожжей?
2. Какие показатели характеризуют качество прессованных дрожжей?
3. Какими методами определяют массовую долю влаги в прессованных дрожжах и каково значение этого показателя?
4. Что понимают под осмочувствительностью дрожжей?
5. Как определяют кислотность дрожжей и в чем она выражается?
6. От чего зависит стойкость дрожжей при хранении и как ее определяют?
7. Как влияет глутатион на качество хлебопекарных прессованных дрожжей?

## **10 Анализ пищевых жиров и масел**

### **10.1 Цель работы**

Целью работы является освоение основных методов органолептической и физико-химической оценки качества пищевых жиров и масел.

### **10.2 Порядок выполнения работы**

10.2.1 Определение основных органолептических показателей масел и жиров

*Определение вкуса, запаха, цвета и прозрачности.*

Эти показатели жиров и масел обуславливаются их природой (подсолнечное, кукурузное, коровье и т.д.) и способом обработки. Нерафинированные растительные масла имеют хорошо выраженные вкус, запах и цвет, присущие плодам или семенам данной культуры, в нерафинированных маслах допускается легкое помутнение над осадком. Рафинированное масло, прошедшее очистку по полной схеме, включая следующие операции: гидратацию, нейтрализацию, отбеливание и дезодорацию, должно обладать вкусом обезличенного масла и не иметь запаха.

Цветность нерафинированных и рафинированных растительных масел дает представление о количественном и качественном составе пигментного комплекса. Она выражается в условных единицах и может быть охарактеризована цветным числом в миллиграммах йода (для масел, имеющих в натуральном виде желтый цвет различной интенсивности) или количеством единиц красного цвета при определенном количестве единиц желтого цвета

(для хлопкового нерафинированного и рафинированного масла). Определение цветности масел проводят по ГОСТ 5477-2015.

*Определение цветного числа по шкале стандартных растворов йода.*

Метод основан на сравнении интенсивности окраски испытуемого масла с окраской разбавленных стандартных растворов йода.

Цветное число масла выражается количеством миллиграммов свободного йода, содержащегося в  $100 \text{ см}^3$  стандартного раствора йода, который имеет при одинаковой с маслом толщине слоя 1 см такую же интенсивность окраски, как испытуемое масло.

*Материалы, реактивы, оборудование.*

Йод дважды возогнанный, иодид калия, вода дистиллированная, 0,01 н. раствор  $\text{NaS}_2\text{O}_3$ , индикатор – 1 %-ный раствор крахмала, весы технические, пробирки из бесцветного стекла с внутренним диаметром 10 мм, бюкс с притертой крышкой, колба мерная вместимостью  $250 \text{ см}^3$ , пипетки вместимостью 5 и  $10 \text{ см}^3$  с градуировкой, цветомер с набором цветных стандартных стекол.

*Техника определения.*

Готовят цветную шкалу разбавленных растворов, применяя пробирки из бесцветного стекла с внутренним диаметром 10 мм. В бюксе с притертой крышкой взвешивают 0,26-0,27 г дважды возогнанного йода, а также удвоенное количество иодида калия и растворяют примерно в  $1 \text{ см}^3$  дистиллированной воды; раствор переносят в мерную колбу вместимостью  $50 \text{ см}^3$ , доводят дистиллированной водой до метки и взбалтывают. Концентрацию

приготовленного раствора йода устанавливают титрованием 0,01 н. раствором тиосульфата натрия в присутствии индикатора 1 %-го растворимого крахмала. После установления титра к приготовленному раствору прибавляют дистиллированную воду в таком количестве, чтобы в 100 см<sup>3</sup> этого раствора содержалось точно 100 мг йода.

Для приготовления серии разбавленных стандартных растворов цветной шкалы (эталонов) в предварительно прокипяченные в 10 %-ном растворе соляной кислоты и высушенные пробирки наливают пипеткой концентрированный стандартный раствор йода и добавляют из бюретки дистиллированную воду в количестве, указанном в таблице 10.1.

Таблица 10.1 - Цветная шкала разбавленных стандартных растворов йода

Компонент шкалы	Цветное число/номер пробирки													
	100/1	99/1	80/3	70/4	60/5	50/6	40/7	30/8	25/9	20/10	15/11	10/12	5/13	1/14
Стандартный раствор йода, см <sup>3</sup>	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	5,0	4,0	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,1
Вода дистиллиро- ванная, см <sup>3</sup>	-	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	9,9

Пробирки с эталонами запаивают и хранят в темном месте. Для проведения анализа в чистую сухую пробирку наливают профильтрованное испытуемое масло и сравнивают интенсивность окраски масла с окраской стандартных растворов йода. Испытание ведут в проходящем и отраженном дневном свете или при свете матовой электрической лампочки. Цветное число

масла принимают равным цветному числу эталона, имеющего одинаковую окраску с маслом.

Цветомер с набором цветных стандартных стекол используют для определения цветности хлопкового масла. Метод основан на сравнении цветности масла с цветностью набора стандартных стеклянных фильтров при определенной толщине слоя масла. Величина цветного числа регламентируется ГОСТом на отдельные виды масел. Для подсолнечного масла, например, верхние пределы цветных чисел варьируют от 10 для дезодорированного масла до 35 - для нерафинированного 2-го сорта.

*Определение цветности масел фотоколориметрическим методом.*

Метод разработан для установления цветности молочного жира и основан на способности каротиноидов, обуславливающих окраску жира, поглощать свет в видимой области спектра. По цветному числу, идентичному оптической плотности жира, судят о содержании пигментов, которое зависит от вида, породы животного, кормов, сезона года, технологии изготовления масла и других факторов.

Оценка масла по цветности дается в соответствии сданными, приведенными ниже в таблице 10.2.

Таблица 10.2 – Оценка масла по цветности

Цветное число	Цвет жира
0,17-0,25	Белый
0,26-0,35	Светло-желтый
0,36-0,45	Желтый
0,46 и более	Интенсивно-желтый

### *Материалы, реактивы, оборудование.*

Вода дистиллированная, кювета с толщиной слоя 10 мм, ФЭК, термостат, химический стакан, фильтр.

### *Техника определения.*

Расплав чистого молочного жира помещают в кювету фотоэлектроколориметра с толщиной слоя раствора 10 мм, термостатируют при 55 °С - 60 °С в течение 5-10 мин и определяют оптическую плотность при длине волны 450 нм, производя 3-4 замера и сравнивая их с дистиллированной водой. Температура масла в процессе анализа не должна снижаться ниже 50 °С.

Для анализа выделяют чистый жир из сливочного масла. Для этого масло термостатируют в химическом стаканчике при 50 °С - 60 °С до полного его расплавления, когда плазма осядет на дно, жир осторожно декантируют и фильтруют через сухой бумажный фильтр в том же термостате.

Органолептическую оценку коровьего сливочного масла проводят по 100-балльной шкале. К показателям качества относятся: вкус, запах, цвет, консистенция, качество посолки (для соленого масла), состояние упаковки и маркировки. Вологодское масло оценивают по органолептическим показателям при 10 °С - 12 °С.

Каждый показатель оценивается определенным количеством баллов: вкус и запах - 50, консистенция - 25, цвет - 5, посолка - 10, упаковка - 10. В зависимости от суммарно набранного количества баллов определяют сорт масла. Масло относится к высшему сорту, если оно оценено не ниже 88 баллов, из которых не менее 41 балла должно приходиться на долю вкуса и запаха. К 1-му сорту относится масло, оцененное в 80 - 87 баллов, из которых не менее 37 баллов составляют вкус и запах.

## 10.2.2 Определение физико-химических показателей качества пищевых жиров и масел

Оценку качества пищевых жиров и масел физико-химическими методами осуществляют по следующим показателям: массовой доле влаги, кислотности, числу омыления, величине преломления и др.

### *Определение массовой доли влаги в жире.*

Сущность методов определения массовой доли влаги в различных жирах и маслах сводится либо к высушиванию определенной для каждого вида жира навески до постоянной массы при температуре 100 °С - 105 °С, либо нагреванию жира при определенных температурных режимах до момента прекращения испарения влаги, о котором судят по отсутствию запотевания часового стекла, закрывающего в момент нагревания стаканчик с пробой. Первый из вышеназванных методов применяют для анализа таких масел, в которых содержание массовой доли влаги очень низкое, например, во всех растительных маслах и саломасах. Вторым методом в основном используют для анализа коровьего масла и маргарина. Запись в лабораторном журнале проводят точно так же, как в лабораторной работе 1. Затем делают заключение о соответствии массовой доли влаги требованиям стандарта.

Предельно допустимая норма массовой доли влаги в некоторых жирах и маслах представлена в таблице 10.3

Таблица 10.3 – Предельно допустимая норма массовой доли влаги, % в жирах и маслах

Вид	Доля влаги в %
Масло подсолнечное, соевое, кукурузное:	
рафинированное	0,1
нерафинированное	0,2
Кондитерский жир	0,3
Масло коровье:	
сливочное несоленое, соленое, вологодское	16,0
любительское	20,0
крестьянское	25,0
бутербродное	35,0
топленое	1,0
Маргарин:	
молочный	17,0
безмолочный	16,5

*Определение кислотного числа жира.*

Кислотное число выражается в миллиграммах гидроксида калия, необходимого для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в одном грамме масла или жира.

Количество свободных жирных кислот в жире непостоянно и зависит от качества жирового сырья, способа получения масел и жиров, длительности и условий хранения и других факторов.

Кислотное число - один из основных качественных показателей, характеризующих степень свежести жира. Кислотное число регламентируется ГОСТами на все виды пищевых масел и жиров.

Определение кислотного числа осуществляют нейтрализацией свободных жирных кислот, содержащихся в навеске исследуемого жира, спиртовым раствором гидроксида натрия (ГОСТ Р 50457-92).

*Материалы, реактивы, оборудование.*

Нейтрализованная смесь этанола и этилового эфира (1:2), 1 %-ный спиртовой раствор фенолфталеина, 0,1 н. спиртовой раствор гидроксида К или Na, колба коническая вместимостью 150-200 см<sup>3</sup>, весы технические, баня водяная, термометр.

*Техника определения.*

В конической колбе вместимостью 150-200 см<sup>3</sup> взвешивают 3-5 г испытуемого масла с точностью ±0,01 г, приливают 50 см<sup>3</sup> нейтрлизованной смеси этанола и этилового эфира (1:2) и взбалтывают содержимое. Если при этом масло не растворится, колбу подогревают на водяной бане и охлаждают до температуры 15 °С - 20 °С, добавляют 3-5 капель 1 %-го спиртового раствора фенолфталеина и при непрерывном перемешивании титруют пробу 0,1 н. спиртовым раствором гидроксида калия или натрия до появления слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение 30 с.

Кислотное число (мг/г масла) определяют по формуле

$$KЧ = \frac{aK - 5,61}{m_3} \dots\dots\dots (10.1)$$

где *a* - количество 0,1 н. раствора NaOH или KOH, израсходованное на нейтрализацию свободных жирных кислот в массе навески жира, см<sup>3</sup>;

$K$  - поправочный коэффициент к 0,1 н. раствору гидроксида натрия или калия;

$m_3$  - масса навески, г.

Расхождения между параллельными определениями не должны превышать 5 отн. %.

*Запись в лабораторном журнале*

Масса пустой колбы ( $m$ )	г
Масса колбы с маслом ( $m_2$ )	г
Масса навески масла ( $m_3$ )	г
Объем 0,1 н. раствора щелочи, израсходованный на нейтрализацию масла ( $a$ )	см <sup>3</sup>
Поправочный коэффициент к 0,1 н. раствору щелочи ( $K$ )	
Титр 0,1 н. раствора гидроксида калия	5,61 мг/см <sup>3</sup>
Заключение	

*Определение кислотного числа темных масел (солевой метод).*

Если при определении кислотного числа описанным выше методом трудно установить момент изменения окраски индикатора, используют солевой метод. Особенностью данного метода является то, что растворитель жира неприменяют. Для четкого разделения фаз вводят насыщенный нейтральный раствор хлорида натрия. Титрование проводят в присутствии спиртового раствора фенолфталеина. После связывания всех свободных жирных кислот избыточное количество щелочи переходит в раствор хлорида натрия и окрашивает его в розовый цвет. NaCl подавляет процесс гидролиза мыла и устраняет возможность образования стойких эмульсий при титровании.

*Материалы, реактивы, оборудование.*

Насыщенный нейтральный раствор NaCl, 1 %-ный спиртовой раствор фенолфталеина, 0,1 н. раствор КОН, колба вместимостью 250 - 300 см<sup>3</sup>, весы технические, цилиндр вместимостью 100 см<sup>3</sup>, титровальная установка.

*Техника определения.*

В колбу вместимостью 250-300 см<sup>3</sup> вносят навеску масла массой около 10 г, взятую с точностью  $\pm 0,01$  г, приливают цилиндром 50-60 см<sup>3</sup> насыщенного раствора NaCl и 0,5 см<sup>3</sup> 1 %-го спиртового раствора фенолфталеина. Колбу закрывают пробкой и встряхивают, затем содержимое титруют 0,1 н. раствором КОН. При титровании после прибавления 4-5 капель гидроксида калия колбу встряхивают и так повторяют каждый раз до тех пор, пока не исчезнет окраска нижнего слоя жидкости. В процессе титрования окраска должна изменяться медленно, поэтому к концу титрования встряхивания учащают. Титрование заканчивают, когда в нижнем солевом слое появится устойчивое розовое окрашивание, не исчезающее в течение 30 с. Расчет кислотного числа и форма записи в лабораторном журнале аналогичны приведенным выше.

Предельно допустимые нормы кислотного числа отдельных масел и жиров (мг/г масла) приведены в таблице 10.4.

Таблица 10.4 - Предельно допустимые нормы кислотного числа отдельных масел и жиров

Масла	Кислотное число (мг/г масла)
Масло: рафинированное	0,4
нерафинированное высшего сорта	1,5
нерафинированное 1-го сорта	2,25
Соевое масло: рафинированное	0,3
гидратированное 1-го сорта	1,0
Кукурузное масло: рафинированное	0,4
нерафинированное	5,0
Топленый пищевой жир (бараний, говяжий, свиной, костный): высшего сорта	1,2
1-го сорта	2,2
Сборные жиры (безуказания сорта)	3,5

*Определение кислотности жира.*

Этот показатель определяют для коровьего масла и маргарина и выражают в градусах Кеттсторфера.

Под градусом Кеттстофера, °С понимают объем, см<sup>3</sup> водного раствора гидроксида натрия или калия молярной концентрации 0,1 моль/дм<sup>3</sup>, необходимый для нейтрализации 5 г сливочного масла или его жировой фазы, умноженной на 2.

Кислотность жира определяют титрованием навески масла или маргарина, растворенного в спиртоэфирной смеси, 0,1 н. раствором NaOH или KOH с индикатором фенолфталеином.

*Материалы, реактивы, оборудование.*

0,1 н. раствор NaOH или KOH, нейтрализованная смесь этанола и этилового эфира (1:2), 1 %-ный спиртовой раствор фенолфталеина, титровальная установка, стакан химический, весы технические.

*Техника определения.*

В коническую колбу вместимостью 150-200 см<sup>3</sup> взвешивают 5 г масла или маргарина с точностью  $\pm 0,01$  г, приливают 50 см<sup>3</sup> нейтрализованной смеси этанола и этилового эфира (1:2) для растворения жира. Для лучшего растворения жира смесь осторожно подогревают на водяной бане и охлаждают до 15 °С - 20 °С, добавляют индикатор - фенолфталеин и титруют 0,1 н. раствором NaOH или KOH.

Предельно допустимые нормы кислотности для маргарина, °С: маргарин молочный, сливочный - 2,5; безмолочный - 2,0.

*Определение числа омыления жира.*

Этот показатель характеризует общее количество свободных и связанных жирных кислот, входящих в состав исследуемого жира. Число омыления зависит от молекулярной массы жирных кислот, входящих в состав жира: более высокое значение числа омыления у жиров, в составе которых содержится больше низкомолекулярных жирных кислот. Жиры с высоким содержанием высокомолекулярных жирных кислот имеют более низкое

значение числа омыления. Число омыления повышается в высококислотных жирах, поэтому нельзя сравнивать число омыления жиров с высоким кислотным числом с числом омыления нейтрального жира. Число омыления моно- и диглицеридов обычно ниже числа омыления соответствующего триглицерида.

Число омыления выражается количеством миллиграммов гидроксида калия, необходимого для омыления глицеридов и нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г жира.

Для жиров и масел одинаковой природы число омыления колеблется в незначительных пределах.

На производстве по величине числа омыления рассчитывают количество щелочи, необходимое для омыления жира, например при рафинации масел - на стадии нейтрализации.

#### *Материалы, реактивы, оборудование.*

0,5 н. спиртовой раствор КОН, 1 %-ный спиртовой раствор фенолфталеина или тимолфталеина, 0,5 н. раствор HCl, 2 колбы с обратным холодильником вместимостью 250-300 см<sup>3</sup>, весы аналитические, водяная баня, бюретка вместимостью 25 см<sup>3</sup>.

#### *Техника определения.*

В колбу вместимостью 250-300 см<sup>3</sup> с пришлифованным воздушным холодильником взвешивают 2-3 г исследуемого масла, взятых с точностью  $\pm 0,0002$  г, предварительно хорошо перемешанного и профильтрованного. Приливают из бюретки 25 см<sup>3</sup> 0,5 н. спиртового раствора гидроксида калия и, присоединив холодильник, выдерживают колбу на кипящей водяной бане в течение 1 ч, периодически взбалтывая содержимое и не допуская улетучивания

спирта. Необходимо следить, чтобы раствор был погружен в баню ниже уровня кипящей воды. Одновременно в тех же условиях проводят контрольный опыт, выдерживая над кипящей водяной бане колбу с 25 см<sup>3</sup> 0,5 н. спиртового раствора КОН. После окончания омыления содержимое колбы должно представлять собой прозрачный раствор без капелек жира.

Далее содержимое обеих колб титруют 0,5 н. раствором соляной кислоты, предварительно добавив индикатор (1 %-ный спиртовой раствор фенолфталеина для светлых масел или 1 %-ный спиртовой раствор тимолфталеина - для темных), до исчезновения окраски. Мыльный раствор основного опыта титруют в горячем, слегка остывшем, состоянии.

Число омыления рассчитывают по формуле

$$ЧО = \frac{28,05(a - b)K}{m_3} \quad (10.2)$$

где 28,05 - титр 0,5 н. раствора КОН, мг/см<sup>3</sup>;

*a* - количество 0,5 н. раствора HCl израсходованное на титрование КОН в контрольном опыте, см<sup>3</sup>;

*b* - количество 0,5 н. раствора HCl, израсходованное на связывание непрореагировавшего (избыточного) КОН в основном опыте, см<sup>3</sup>;

*K* - поправочный коэффициент к 0,5 н. раствору HCl;

*m*<sub>3</sub> - масса навески, г.

Запись в лабораторном журнале

Масса пустой колбы (*m*<sub>1</sub>) г

Масса навески масла (*m*<sub>3</sub> = *m*<sub>2</sub> - *m*<sub>1</sub>) г

Масса колбы с маслом (*m*<sub>2</sub>) г

Объем 0,5 н. раствора HCl, израсходованный на титрование в контрольном опыте (*a*) см<sup>3</sup>

Объем 0,5 н. раствора HCl, израсходованный на связывание КОН в см<sup>3</sup>  
основном опыте (b)

Поправочный коэффициент к 0,5 н. раствору HCl (K)

Заключение

Допустимые расхождения при параллельных определениях не должны превышать  $\pm 0,1$  мг КОН/г.

Число омыления некоторых пищевых жиров и масел приведено ниже в таблице 10.5.

Таблица 10.5 – Число омыления пищевых жиров и масел

Продукт	Число омыления, мг КОН/г
Масло:	
подсолнечное	188-194
соевое	192-194
хлопковое	191-200
кокосовое	242-269
коровье	220-245
какао-масло	192-196
оливковое	185-200
Жир топленый говяжий	193-200

*Определение показателя преломления жира.*

Показатель преломления является физической характеристикой жира, отражающей в значительной степени его природу, чистоту, жирнокислотный состав. Численные значения этого показателя для одних и тех же видов жиров и масел колеблются незначительно.

*Материалы, реактивы, оборудование.*

Эфир, вата, стеклянная палочка, рефрактометр ИРФ-22.

*Техника определения.*

Показатель преломления измеряют на рефрактометре ИРФ-22. Может быть использован также другой рефрактометр с пределом измерений в интервале показателя преломления исследуемого масла и обеспечивающий точность в соответствии с требованиями стандартов. Призмы рефрактометра темперируют водой с температурой: для жидких масел 20 °С, для твердых - 40 °С. Техника проведения анализа и запись в лабораторном журнале даны в работе 2. Проводят 2 - 3 определения и берут среднее значение показателя преломления.

Поверхность призм после проведения замера очищают ватой, сначала смоченной эфиром, а затем сухой. Величины показателя преломления некоторых пищевых жиров и масел приведены ниже в таблице 10.6.

*Определение йодного числа жира.*

Йодное число - это показатель, характеризующий непредельность жирных кислот, входящих в состав жира.

Под йодным числом понимают количество граммов йода, присоединившегося к 100 г жира.

По величине йодного числа судят о способности жиров и масел к различным химическим превращениям, так как непредельные жирные кислоты могут присоединять кислород поместу разрыва двойных связей, обуславливая процессы прогоркания и высыхания жиров. По йодному числу определяют

способность жира к высыханию, рассчитывают требуемое количество водорода на его гидрогенизацию.

Таблица 10.6 – Показатели преломления пищевых жиров и масел

Продукт	Показатель преломления
Масло:	
подсолнечное	1,4736 - 1,4762
горчичное	1,4730 – 1,4769
хлопковое	1,4722 – 1,4768 (при 20 °С)
соевое	1,4722 – 1,4754
оливковое	1,4605 – 1,4787
кокосовое	1,4480 – 1,4500
Жир:	
бараний	1,4566 – 1,4583
говяжий	1,4510 – 1,4583

Определение йодного числа основано на способности непредельных жирных кислот присоединять молекулы галогена (хлор, бром, иод) в условиях, при которых эта реакция не сопровождается замещением водорода на галоген. На каждую двойную связь расходуется одна молекула галогена.

Йодное число зависит от количества этиленовых связей в жирных кислотах: с их увеличением йодное число возрастает.

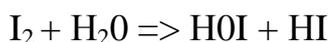
Для определения йодного числа масел и жиров используют несколько методов, различающихся в основном галогенсодержащим реагентом и условиями проведения опыта. Наибольшее распространение получили методы: Гюбля, Кауфмана, Вийса, Гануса, Вобурна. Три первых из перечисленных методов стандартные.

Стандартные методы определения йодного числа, обладая сравнительно высокой точностью, мало приемлемы в производственных

условиях вследствие их длительности, необходимости использования сложных токсичных и дефицитных реактивов. Кроме того, проводить эти анализы должен лаборант высокой квалификации. В этом отношении представляет большие удобства метод Маргошеса, по которому определение йодного числа осуществляется спомощью спиртового раствора йода.[13]

*Определение йодного числа методом Маргошеса.*

По точности получаемых результатов этот метод уступает стандартным методам. Сущность метода основана на реакции непредельной кислоты жира с йодноватистой кислотой, образующейся при взаимодействии йода с водой по уравнению



Реакция жира с йодноватистой кислотой проходит следующим образом



Остаток неприсоединившегося йода оттитровывают тиосульфатом натрия.

*Материалы, реактивы, оборудование.*

0,1 н. раствор тиосульфата натрия, 96 %-ный раствор этанола, 1 %-ный растворимый крахмал, часовое стекло, весы аналитические, химический стакан, цилиндр вместимостью 10 см<sup>3</sup>, водяная баня, стекло часовое или чашка Петри, бюретка вместимостью 50 см<sup>3</sup>, спиртовой раствор йода.

### Техника определения.

На предварительно взвешенное сточностью  $\pm 0,0002$  г часовое стекло наносят несколько капель (3-5) исследуемого жира и взвешивают. Опускают стекло с жиром в химический стакан и добавляют стократное (пообъему) количество 96 %-го этанола. Желательно, чтобы масса жира находилась в пределах 0,2-0,3 г, тогда количество добавляемого спирта составит 20-30 см<sup>3</sup>. Смесь подогревают для лучшего растворения на водяной бане при температуре 45 °С - 50 °С, закрыв при этом стакан часовым стеклом или чашкой Петри и перемешивая содержимое круговыми движениями до получения однородного раствора (исчезновения жировых шариков). Далее отмеривают из бюретки 20 см<sup>3</sup> спиртового раствора йода (25 г кристаллического йода в 1 дм<sup>3</sup> 96 %-го этанола) и приливают цилиндром 200 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. При внесении воды смесь непрерывно перемешивают стеклянной палочкой, затем, закрыв стакан, оставляют в покое на 5 мин, после чего оттитровывают избыток не связавшегося с неперелетными кислотами йода 0,1 н. раствором Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в присутствии 1 %-го растворимого крахмала. Параллельно проводят контрольный опыт (без жира), сохраняя все условия основного опыта.

Йодное число определяют по формуле

$$ИЧ = \frac{(a - b)K \cdot 100 \cdot 0,01269}{m_3} \quad (10.3)$$

где  $a$  - количество 0,1 н. раствора тиосульфата натрия, израсходованное на титрование контрольного опыта, см<sup>3</sup>;

$b$  - количество 0,1 н. раствора тиосульфата натрия, израсходованное на титрование основного опыта, см<sup>3</sup>;

$K$  - поправочный коэффициент к 0,1 н. раствору тиосульфата натрия;

$m_3$  - масса навески жира, г.

Запись в лабораторном журнале

Масса пустой колбы ( $m_1$ )	г
Масса колбы с жиром ( $m_2$ )	г
Масса навески жира ( $m_3$ )	г
Объем 0,1 н. раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , израсходованный на титрование в контрольном опыте (безжира) ( $a$ )	$\text{см}^3$
Объем 0,1 н. раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , израсходованный на титрование избытка йода после присоединения его к жиру ( $b$ )	$\text{см}^3$
Объем 0,1 н. раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , прореагировавшего с жиром	$\text{см}^3$
Поправочный коэффициент к 0,1 н. раствору $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ( $K$ )	
Заключение	

*Определение йодного числа ускоренным рефрактометрическим методом.*

Рефрактометрический метод позволяет определить йодное число по показателю преломления масла. Необходимым условием для получения хорошей воспроизводимости результатов и их корреляции с данными, полученными химическими методами, является строгое соблюдение температуры при замере показателя преломления. Показатель преломления определяют на рефрактометре ИРФ-22. Йодное число (г на 100 г жира) вычисляют по формуле, в которую подставляют среднее значение показателя преломления, полученное для двух параллельных проб

$$ИЧ = \frac{(n_D^{20} - 1,4595)100}{0,0118} \quad (10.4)$$

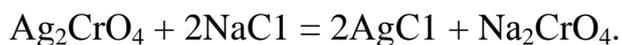
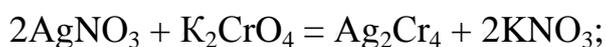
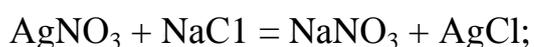
*Определение массовой доли поваренной соли в маргарине и коровьем масле.*

Поваренная соль является важной вкусовой добавкой и играет большую роль в физиологических процессах в организме. В пищевой промышленности поваренная соль используется в качестве консерванта, оказывающего губительное действие на микрофлору продукта. В основу консервирования продуктов поваренной солью положена высокая чувствительность микроорганизмов к изменению осмотического давления в окружающей их среде. Повышая осмотическое давление, хлорид натрия создает неблагоприятные условия для развития аэробных бактерий путем снижения концентрации кислорода в тканях консервируемого продукта. Кроме того, ион хлора ингибирует активность протеолитических ферментов.

В процессе посолки маслу и маргарину придают умеренно соленый вкус, тем самым повышая стойкость в хранении этих продуктов. Для прекращения развития всех видов бактерий, плесеней и дрожжей содержание соли в масле должно быть не менее 4 %, но масло в этом случае имело бы резко соленый вкус, поэтому стандартом предусмотрено содержание соли в масле не более 1,5 %. В маргарине нормы содержания поваренной соли варьируют от 0,35 % до 1 %. Для определения содержания поваренной соли в сливочном соленом масле и маргарине используют три стандартных метода: метод титрования хлорида натрия в водной вытяжке из масла или маргарина раствором нитрата серебра (аргентометрический метод); метод титрования соляной кислоты, выделившейся в колонке на катионите в результате обработки вытяжки раствором гидроксида натрия в количестве, эквивалентном содержанию поваренной соли; метод сжигания навески масла или маргарина в муфельной печи.

*Определение массовой доли поваренной соли аргентометрическим методом.*

Этот метод широко применяется в различных отраслях пищевой промышленности. Модификации метода в основном отличаются концентрацией раствора нитрата серебра и техникой подготовки вытяжки из исследуемого объекта. В качестве индикатора используют хромат калия. В процессе титрования одновременно происходят три реакции:



Образующийся в результате второй реакции кирпично-красный осадок  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  более растворим, чем белый осадок  $\text{AgCl}$ , поэтому в начале титрования он быстро исчезает, растворяясь при взаимодействии с  $\text{NaCl}$ . Как только все ионы хлора окажутся связанными с ионами серебра, последняя реакция прекращается и неисчезающее кирпично-красное окрашивание раствора свидетельствует о конце титрования. [14,15,16]

Вытяжка для титрования должна быть охлаждена, так как при повышении температуры растворимость осадка  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  возрастает. Реакция среды должна быть нейтральной, в кислой среде осадок  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  растворяется, а в щелочной образуется труднорастворимый осадок  $\text{AgOH}$ , который выпадает раньше  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ . Ниже приведен стандартный метод определения массовой доли поваренной соли в маргарине (ГОСТ 32189-2013).

*Материалы, реактивы, оборудование.*

Вода дистиллированная, хромат калия, 0,05 н. раствор  $\text{AgNO}_3$ , весы технические, пипетки вместимостью 50 и 10  $\text{см}^3$ , колба коническая вместимостью 100-150  $\text{см}^3$ , стекло часовое, водяная баня или электроплитка.

*Техника определения.*

Навеску маргарина массой 5 г, взятую с точностью до  $\pm 0,01$  г, помещают в коническую колбу вместимостью 100  $\text{см}^3$  и смешивают с 50  $\text{см}^3$  дистиллированной воды, отмеренной пипеткой. Колбу накрывают часовым стеклом и выдерживают на кипящей водяной бане в течение 7 мин или нагревают на электроплитке до 90 °С. Затем энергично взбалтывают, охлаждают при комнатной температуре в течение 20 мин и фильтруют через влажный фильтр. Отбирают 10  $\text{см}^3$  фильтрата, добавляют 3 капли хромата калия и титруют раствором 0,05 н.  $\text{AgNO}_3$  до слабо-кирпичного окрашивания, исчезающего при взбалтывании.

Массовая доля поваренной соли в маргарине, % определяется по формуле

$$X = \frac{100 \cdot V \cdot 0,0029 \cdot V_1 \cdot K}{m} \quad (10.5)$$

где  $K$  - объем раствора  $\text{AgNO}_3$ , израсходованный на титрование  
вытяжки,  $\text{см}^3$ ;

0,0029 - титр 0,05 н. раствора  $\text{AgNO}_3$ , г/ $\text{см}^3$ ;

$V_1$  - общий объем вытяжки,  $\text{см}^3$ ;

$K$  - поправочный коэффициент к 0,05 н. раствору  $\text{AgNO}_3$ ;

$m$  - масса навески маргарина, г.

Запись в лабораторном журнале

Масса навески маргарина ( $m$ )	г
Объем 0,05 н. раствора нитрата серебра, израсходованного на титрование вытяжки ( $V$ )	см <sup>3</sup>
Поправочный коэффициент к 0,05 н. раствору ( $\text{AgNO}_3$ ) ( $K$ )	
Общий объем водной вытяжки ( $V_1$ )	см <sup>3</sup>
Объем вытяжки, взятый на титрование	см <sup>3</sup>
Заключение	

### 10.3 Вопросы для самоконтроля

1. По каким показателям проводят органолептическую оценку жиров и масел?
2. Каковы основные физико-химические характеристики жиров и масел?
3. Почему кислотное число жира является показателем его свежести?
4. Что характеризует число омыления?
5. В чем выражается йодное число жира?
6. В чем сущность аргентометрического метода определения содержания поваренной соли в маргарине и сливочном масле?

## Список использованных источников

1. Введение в технологии продуктов питания: лабораторный практикум / С.А. Леонова - Уфа: БашГАУ, 2015. - 36 с.
2. Введение в технологии продуктов питания: учебное пособие / И.С. Витол [и др.]; под ред. А.П. Нечаева. - Москва: ДеЛи плюс, 2013. - 711 с.
3. Технология хранения, переработки и стандартизация растениеводческой продукции: учебник / В.И. Манжесов [и др.]; под общ. ред. В.И. Манжесова. – Санкт Петербург: Троицкий мост, 2010. - 703 с.
4. Технологии пищевых производств: учебник / А.П. Нечаев [и др.]; под ред. А.П. Нечаева. - Москва: КолосС, 2008. – 767 с.
5. Введение в технологии продуктов питания: лабораторный практикум / Г.М. Мелькина [и др.]. - Москва: КолосС, 2007. – 255 с.
6. Управление качеством на предприятиях пищевой, перерабатывающей промышленности, торговли и общественного питания: учебник для студентов вузов / И.В. Сурков [и др.]; под ред. В.М. Позняковского. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва: ИНФРА-М, 2015. - 335 с.
7. Лабораторный практикум по общей и специальной технологии пищевых производств: учебник / О.М. Аношина [и др.]. - Москва: КолосС, 2007. – 183 с.
8. Функциональные напитки и напитки специального назначения: пер. с англ. / ред. - сост. П. Пакен. - Санкт Петербург: Профессия, 2010. - 495 с.
9. Корячкина, С.Я. Технология мучных кондитерских изделий: учебник / С.Я. Корячкина, Т.В. Матвеева. - Санкт Петербург: Троицкий мост, 2011. - 397 с.
10. Химия пищевых продуктов: пер. с англ. / ред. - сост.: Д. Шринитвансан, Л.П. Кирк, Р.Ф. Оуэн. - 4-е изд. - Санкт Петербург: Профессия, 2012. - 1039 с.

11. Тихомиров, В.Г. Технология и организация пивоваренного и безалкогольного производств: учебник / В.Г. Тихомиров. – Москва: КолосС, 2007. – 460 с.
12. Юкиш, А.Е. Техника и технология хранения зерна / А.Е. Юкиш, О.А. Ильина. - Москва: ДеЛиПринт, 2009. – 718 с.
13. Цыганова, Т.Б. Технология и организация производства хлебобулочных изделий: учебник / Т.Б. Цыганова. - 3-е изд., стер. - Москва: Академия, 2010. - 447 с.
14. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии: учебник / А.Ф. Доронин [и др.]; под ред. А.А. Кочетковой. - Москва: ДеЛи принт, 2009. – 286 с.
15. Юдина, С.Б. Технология продуктов функционального питания: учебное пособие / С.Б. Юдина. - Москва: ДеЛи принт, 2008. – 280 с.
16. Магомедов, Г.О. Технология мучных кондитерских изделий: учеб. пособие / Г.О. Магомедов, А.Я. Олейникова, Т.А. Шевякова. - Москва: ДеЛи принт, 2009. - 295 с.